

НОВАЯ НАУКА

Международный центр
научного партнерства



NEW SCIENCE

International Center
for Scientific Partnership

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ НАУКА: СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Монография

г. Петрозаводск
МЦНП «Новая наука»
2022

УДК 001.12
ББК 70
Ф94

Рекомендовано к публикации редакционной коллегией МЦНП «Новая наука»

Рецензенты:

Андрианова Л.П.
доктор технических наук
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Ершова Л.В.
доктор педагогических наук
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»

Коллектив авторов:

Алиев М.М., Алиев Р.М., Андрианова Л.П., Боев А.А., Боташева Л.С., Буланьков Ю.И.,
Буякевич Л.И., Быков А.В., Васильев П.И., Вершинина Г.В., Гладких В.Д., Губанов А.А.,
Денисов И.С., Деряев А.Р., Дружинина Я.В., Ермолаев К.Н., Злотникова Г.К.,
Ильиных Т.В., Калимгулов А.Р., Карпученко И.В., Картавенко В.В., Картавенко Т.В.,
Каспаров И.В., Кожемякина В.А., Кольева Н.С., Меркюри Е.В., Орлова Е.С., Павлова З.Х.,
Пермяков К.А., Рублевская Е.А., Саламов Ф.Ф., Сливка У.В., Стрыгина С.В.,
Талалаева Г.В., Тохиров Э.Т., Улюкин И.М., Ушаков Е.В., Фокина Т.А., Хакимов Ш.Х.,
Хазиева Р.Т., Черятова Ю.С., Шабалина Н.Н., Шуклина А.А.

Ф94 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ НАУКА: СОСТОЯНИЕ И
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ : монография / [Алиев М. М. и др.]. – Петрозаводск :
МЦНП «Новая наука», 2022. – 537 с. : ил. – Коллектив авторов.

ISBN 978-5-00174-669-0

В монографии рассматриваются актуальные вопросы, стоящие перед современными исследователями, предлагаются оригинальные решения научно-методических и технологических вопросов. Издание может быть полезно научным работникам, специалистам-практикам, преподавателям всех уровней образования, интересующимся проблемами развития современной науки и образования.

Авторы публикуемых материалов несут ответственность за содержание своих работ, точность цитат, легитимность использования иллюстраций, приведенных цифр, фактов, названий, персональных данных и иной информации, а также за соблюдение законодательства Российской Федерации и сам факт публикации.

Полные тексты статей в открытом доступе размещены в Научной электронной библиотеке Elibrary.ru в соответствии с Договором № 467-03/2018К от 19.03.2018 г.

УДК 001.12
ББК 70

ISBN 978-5-00174-669-0

ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗДЕЛ I. ДИСSEМИНАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ОПЫТА КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ НАУКИ.....	6
Глава 1. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ НАДЕЖНОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ	6
<i>Андрианова Людмила Прокопьевна, Калимгулов Айрат Ринатович, Хазиева Регина Тагировна, Васильев Петр Игоревич</i>	
Глава 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЯ И ВЕРИФИКАЦИИ С ОЦЕНКОЙ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ	37
<i>Андрианова Людмила Прокопьевна, Павлова Зухра Хасановна, Калимгулов Айрат Ринатович, Хазиева Регина Тагировна</i>	
Глава 3. МЕТОДЫ РАСЧЁТА КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕЛЬСОВОГО ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКА БЕССТЫКОВЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ	60
<i>Алиев Равшан Маратович, Алиев Марат Мухамедович, Хакимов Шоятбек Халимжанович, Тохиров Ёзозбек Турсуналиевич</i>	
Глава 4. ОСОБЕННОСТИ БУРЕНИЯ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ОДНОВРЕМЕННОЙ РАЗДЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	76
<i>Деряев Аннагулы Реджепович</i>	
Глава 5. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ.....	97
<i>Буякевич Людмила Ивановна</i>	
Глава 6. СПОСОБ ОДНОВРЕМЕННО-РАЗДЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МНОГОПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	111
<i>Деряев Аннагулы Реджепович</i>	
Глава 7. ЭКЗОГЕННЫЕ СЕКРЕТОРНЫЕ СТРУКТУРЫ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ.....	139
<i>Черятова Юлия Сергеевна</i>	
РАЗДЕЛ II. СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	156
Глава 8. СОЦИАЛЬНАЯ КИБЕРНЕТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЭПОХУ ГЛОБАЛЬНОЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ.....	156
<i>Талалаева Галина Владленовна, Пермьяков Кирилл Алексеевич</i>	
Глава 9. НЕОБХОДИМОСТЬ И СУЩНОСТЬ ПРОРЫВНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ	232
<i>Ермолаев Константин Николаевич, Саламов Фаррух Фаттоевич</i>	

Глава 10. ОСОБЕННОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРАВОТВОРЧЕСТВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....	247
<i>Стрыгина С.В.</i>	
Глава 11. ВЛИЯНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОТКРЫТЫХ КЛЮЧЕЙ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ И ИНФОРМАЦИОННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ	263
<i>Злотникова Г.К., Денисов Иван Сергеевич</i>	
Глава 12. ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ УЧЕТА ЗАЕМНОГО КАПИТАЛА.....	277
<i>Боташева Лейла Султановна</i>	
Глава 13. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ IFRS 6 В РОССИЙСКОЙ ПРАКТИКЕ.....	296
<i>Злотникова Г.К., Губанов А.А., Боев А.А.</i>	
РАЗДЕЛ III. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ.....	309
Глава 14. ДИОКСИД УГЛЕРОДА. КЛИНИКО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ	309
<i>Гладких Вадим Дмитриевич, Вершинина Галина Васильевна</i>	
Глава 15. ПРИМЕНЕНИЕ СВЕТА УФ-ДИАПАЗОНА В ЛЕЧЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	375
<i>Картавенко Виктор Владиленович, Картавенко Татьяна Владимировна, Меркюри Екатерина Викторовна</i>	
Глава 16. ОСОБЕННОСТИ КЛИНИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ ВИЧ–ИНФЕКЦИИ, ПРОТЕКАЮЩЕЙ НА ФОНЕ ОСЛОЖНЕННОЙ ФОРМЫ ИНФЕКЦИИ COVID–19 И КОМОРБИДНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	389
<i>Улюкин Игорь Михайлович, Шуклина Алёна Александровна, Буланьков Юрий Иванович, Орлова Елена Станиславовна</i>	
Глава 17. СПРАВЕДЛИВОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ: МОРАЛЬНЫЕ И КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВАНИЯ	424
<i>Ушаков Евгений Владимирович</i>	
РАЗДЕЛ IV. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ЯЗЫКА	439
Глава 18. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ.....	439
<i>Кольева Наталья Станиславовна, Сливка Ульяна Владимировна</i>	
Глава 19. О НЕОБХОДИМОСТИ АДАПТАЦИИ МОЛОДЫХ УЧИТЕЛЕЙ К РАБОТЕ В ШКОЛЕ	459
<i>Каспаров Игорь Викторович, Фокина Татьяна Александровна</i>	
Глава 20. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДИКИ ПЕРЕВЕРНУТОГО ОБУЧЕНИЯ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ	475
<i>Ильиных Т.В.</i>	

Глава 21. ФОРМИРОВАНИЕ У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ВЗАИМОСВЯЗИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	489
<i>Рублевская Елена Анатольевна, Дружинина Яна Витальевна, Карпученко Ирина Павловна</i>	
Глава 22. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СЕТЕВЫХ ПРОЕКТОВ В ЛИТЕРАТУРНОМ ОБРАЗОВАНИИ ШКОЛЬНИКОВ	505
<i>Быков Антон Валерьевич, Шабалина Надежда Николаевна</i>	
Глава 23. ЯЗЫКОВАЯ СИТУАЦИЯ В ЗАМОРСКОМ СООБЩЕСТВЕ ФРАНЦИИ СЕН-ПЬЕР И МИКЕЛОН	521
<i>Кожмякина Валентина Алексеевна</i>	

РАЗДЕЛ I.
ДИССЕМИНАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ОПЫТА
КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ НАУКИ

УДК 621.316

Глава 1.
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ
НАДЕЖНОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ
РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

Андрианова Людмила Прокопьевна

д-р техн. наук, профессор

Калимгулов Айрат Ринатович

канд. физ.-мат. наук, доцент

Хазиева Регина Тагировна

канд. техн. наук, доцент

Васильев Петр Игоревич

аспирант

Уфимский государственный нефтяной
технический университет

Аннотация: В работе представлен систематизированный материал по оценке параметров показателей аппаратной, программной и общей эксплуатационной надежности микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики (МПУ РЗА). Приведены обобщенные методологические основы оценки параметров аппаратной и программной надежности с учетом нормативных требований на этапах проектирования и испытаний МПУ РЗА; основные эксплуатационные модели надежности терминала на основе структурных схем с последовательным, параллельным и последовательно-параллельным соединением различных элементов; математическая модель

интегрального показателя эффективности оценки надежности с учетом параметров потоков ложных и излишних срабатываний, и отказов в срабатывании из-за неидеальных характеристик МПУ РЗА; пример расчета параметров надежности микропроцессорного терминала релейной защиты подстанционного оборудования с использованием эксплуатационных моделей для различных элементов терминала.

Ключевые слова: цифровые устройства релейной защиты и автоматики, показатели аппаратной надежности, показатели программной надежности, эксплуатационные модели элементов цифрового терминала, интегральный показатель эффективности эксплуатационной надежности.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF ASSESSING THE RELIABILITY PARAMETERS OF MICROPROCESSOR DEVICES RELAY PROTECTION AND AUTOMATION

**Andrianova Lyudmila Prokopyevna
Kalingulov Airat Rinatovich
Khazieva Regina Tagirovna
Vasiliev Petr Igorevich**

Abstract: The paper presents a systematic material on the evaluation of parameters of indicators of hardware, software and general operational reliability of microprocessor relay protection and automation devices (MPU RZA). The generalized methodological bases of estimation of parameters of hardware and software reliability taking into account regulatory requirements at the stages of design and testing of the MPU RZA are given; the main operational models of terminal reliability based on structural schemes with serial, parallel and series-parallel connection of various elements; a mathematical model of an integral indicator of the reliability assessment efficiency taking into account the parameters of false and excessive triggering flows, and failures in triggering due to imperfect characteristics of the MPU RZA; an example of calculating the reliability

parameters of a microprocessor relay protection terminal of substation equipment using operational models for various terminal elements.

Key words: digital relay protection and automation devices, hardware reliability indicators, software reliability indicators, operational models of digital terminal elements, integrated operational reliability efficiency indicator.

Введение

Расчеты надежности МПУ РЗА в соответствии с нормативными требованиями необходимо проводить на этапах проектирования, испытаний и эксплуатации [1-3].

Расчет надежности МПУ РЗА на этапе проектирования проводится с целью прогнозирования ожидаемой надежности проектируемой системы для технико-экономического обоснования проекта и решения организационно-технических вопросов:

- выбора оптимального варианта структуры;
- способа резервирования;
- количества запасных элементов.

Расчеты надежности МПУ РЗА на этапе испытаний и эксплуатации проводятся для оценки количественных показателей надежности, на основе которых предусматриваются меры по повышению надежности.

Аппаратная и программная надежности МПУ РЗА

МПУ РЗА с программной логикой содержат аппаратную и программную части.

Аппаратная часть характеризуется надежностью физического элемента и имеет распределенные во времени этапы жизненного цикла:

- этап со сниженной надежностью в начале эксплуатации,
- этап нормальной эксплуатации,
- этап износа, когда надежность неизбежно снижается.

Ненадежность компонентов устройства РЗА связана с их старением на этапе износа или неправильной эксплуатацией.

Аппаратная надежность МПУ РЗА оценивается по следующим группам показателей [1]:

1) Показатели безотказности:

- параметры потока ложных срабатываний $w(t)$ и вероятности отказов срабатывания МПУ РЗА за год q ;
- средняя наработка на отказ ($T_{o.ср.}$) и средняя вероятность отказа в срабатывании $q(t)$;

2) Показатели долговечности:

- средний срок службы устройства ($T_{сл}$);

3) Показатели ремонтпригодности:

- среднее время восстановления МПУ РЗА в целом (T_v).

4) Комплексные показатели надежности:

- коэффициент готовности терминала, шкафа, панели, МПУ РЗА в целом (k_r).

Программная надежность МПУ РЗА отличается от аппаратной.

Особенностью надежности программного обеспечения (ПО) является отсутствие износа и старения, а ограничения надежности проявляются из-за заложенных неточностей в требованиях технического задания при проектировании и реализации. При наличии корректирующей системы ошибок интенсивность отказов ПО со временем уменьшается (рис. 1).

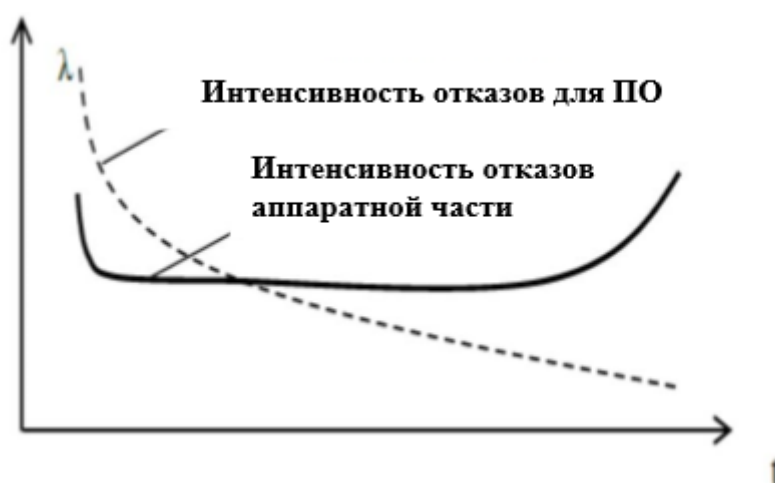


Рис. 1. Вид функции интенсивности отказов для программного обеспечения (ПО) и аппаратной части [3]

В общем случае надежность программной части определяется числом ошибок, имеющих в коде (неправильность, погрешность, неумышленное искажение объекта или процесса), приводящих к ущербу – риску при функционировании или применении программы.

В соответствии с [4] программная надежность оценивается следующими основными характеристиками:

- стабильность;
- устойчивость к ошибкам;
- восстанавливаемость.

Стабильность и устойчивость к ошибкам характеризуют безотказность ПО, которая определяется следующими показателями:

- среднее время наработки до отказа (до выявления недостатков или сбоев в ПО),
- комплексный показатель программной надежности.

Данные показатели аналогичны показателям безотказности аппаратной надежности.

Определение оптимальных сроков замены сменных элементов и самих МПУ РЗА осуществляется на основании следующих показателей надежности:

- средняя наработка на отказ;
- параметры потока ложных срабатываний и отказов в срабатывании МПУ РЗА за год (при отсутствии требования);
- средний срок службы.

Методические положения по критериям замены МПУ РЗА приведены в [2]. Исходными данными для выполнения расчета потребности в ЗИП являются следующие показатели надежности:

- средняя наработка на отказ;
- коэффициент готовности;
- среднее время восстановления.

Нормативные допущения при оценке надежности МПУ РЗА

При определении параметров надежности МПУ РЗА согласно нормативной методике приняты следующие допущения [3]:

- рассматриваются только те «ложные срабатывания», которые вызваны внутренними причинами, когда отказ того или иного элемента приводит к срабатыванию МПУ РЗА;

- при расчете аппаратной надежности МПУ РЗА учитываются только неправильные действия, обусловленные отказами в срабатывании и ложной работой составных элементов самого устройства.

При расчете показателей безотказности на этапе проектирования МПУ РЗА приняты следующие предположения:

- отказы элементов, входящих в состав МПУ РЗА, являются внезапными и представляют собой случайные события;

- отказы элементов являются независимыми, то есть отказ одного элемента не влечет за собой отказ других элементов;

- время до появления отказа любого элемента является случайной величиной, распределенной по экспоненциальному закону с интенсивностью λ ;

- время восстановления (время от момента обнаружения отказа до момента его устранения) является случайной величиной, распределенной по экспоненциальному закону с интенсивностью μ ;

- интервал между контрольными проверками является постоянной величиной.

При расчете коэффициента готовности МПУ РЗА приняты следующие допущения:

1) Рассматриваются только независимые устойчивые отказы элементов;

2) Рассматриваются только внезапные устойчивые и функционально значимые отказы элементов. Восстановление исправности повреждённого элемента приводит к восстановлению исправности всей системы в целом;

3) При ремонтах защита не может отказывать в функционировании. Временной промежуток, в течение которого производится ремонт системы РЗА, не учитывается при рассмотрении времени, за которое возможны неправильные действия защиты;

4) Потоки отказов, относящиеся к каждому элементу МП устройства РЗА в отдельности, считаются простейшими, т.е. удовлетворяющими условиям ординарности, стационарности и отсутствия последствия.

Периоды приработки и старения элементов исключаются специальными мероприятиями, что позволяет считать потоки отказов элементов аппаратуры РЗА стационарными.

При расчете программной надежности МПУ РЗА используется основной показатель – среднее время наработки до отказа (до выявления недостатков или сбоев в ПО), определенный как математическое ожидание времени функционирования ПО до отказа. При экспоненциальном распределении времени между отказами среднее время наработки до отказа равно обратной интенсивности отказов ПО [3].

Методология определения параметров надежности МПУ РЗА на этапе проектирования

Производитель на этапе проектирования (испытаний) МПУ РЗА должен определять расчетным (экспериментальным) способом следующие показатели аппаратной надежности:

- среднюю наработку на отказ $T_{o.cр}$;
- средний срок службы $T_{сл}$;
- среднее время восстановления для ремонтпригодного МПУ РЗА $T_{в.cр}$;
- коэффициент готовности k_g .

Приведенные показатели, а также расчеты, подтверждающие данные значения указаны в технической документации (ТУ, паспорт, руководство по эксплуатации и др.) на изделие. Кроме этого, производитель МПУ РЗА в технической документации должен указывать:

- средний срок службы отдельных модулей (источник питания, модуль входов (выходов), модуль центрального процессора, модуль аналоговых входов и др.);
- рекомендации относительно периодичности превентивной замены этих модулей в целях поддержания высокого уровня надежности релейной защиты;
- зависимость показателей надежности от условий эксплуатации.

Персонал энергетической службы, занимающийся учётом работы и планированием замены устройств РЗА, на основании обработки статистической информации о работе МПУ РЗА определяет следующие показатели надежности:

- среднюю наработку на отказ $T_{o.cр}$;
- коэффициент готовности k_g ;
- параметр потока ложных срабатываний МПУ РЗА в год $w(t)$;
- комплексный показатель программной надежности K_1 ;
- надежность срабатывания при повреждении защищаемого объекта;
- надежность несрабатывания при отсутствии повреждения на защищаемом объекте;
- общую надежность;

Проектные организации, осуществляющие выбор МПУ РЗА, на этапе технико-экономического сравнения различных вариантов должны учитывать следующие показатели надежности:

- среднюю наработку на отказ $T_{o.cр}$;
- средний срок службы $T_{сл}$;
- среднее время восстановления для ремонтпригодного МПУ РЗА $T_{в.ср.}$;
- коэффициент готовности k_g .

Определение параметров аппаратной надежности

Средняя наработка на отказ. На этапе проектирования, расчет показателя средней наработки на отказ МПУ РЗА выполняется для определения соответствия разрабатываемого устройства требованиям нормативно-технической документации (НТД) к показателям надежности. Решение о соответствии МПУ РЗА требованиям НТД по надежности принимается при выполнении условия:

$$T_{o.cр} \geq T_{o.cр \text{ НТД}}, \quad (1)$$

где $T_{o.cр}$ - расчетное значение средней наработки на отказ;

$T_{o.cр \text{ НТД}}$ - нормативное значение средней наработки на отказ, равное 125000 ч [3];

В качестве исходных данных для вычисления $T_{o.cр}$ используются [11]:

- схемы электрические принципиальные со спецификацией элементов электрорадиоизделий (ЭРИ);
- единые справочники по надежности изделий электронной техники, электротехники и квантовой электроники;
- показатели надежности покупных изделий, определенные в ТУ на них;

- количественные характеристики надежности комплектующих элементов - интенсивности отказов каждого элемента (λ характеристики), взятые из опыта эксплуатации систем-аналогов, баз данных по надежности ЭРИ, данных по вероятности безотказной работы для функциональных приборов типа датчиков, определенные по результатам испытаний и эксплуатации;

- эксплуатационная модель МПУ РЗА – совокупность интервалов времени, в течение которых происходит функционирование или хранение устройства при воздействии внешних факторов, установленных в ТЗ на данное устройство.

В соответствии с перечнями элементов электрических принципиальных схем составляются таблицы по каждому блоку МПУ РЗА (блок АЦП, блок питания, блок логики, блок выходов, блок входов и трансформаторов тока, блок выходных реле). В каждую таблицу вносится базовая интенсивность отказов комплектующих элементов (характеристики надежности). В таблице по каждому блоку для каждого элемента ЭРИ указывают: наименование (тип), количество однотипных элементов, значение базовой интенсивности отказов.

Для каждого элемента блока, входящего в МПУ РЗА, строится эксплуатационная математическая модель расчета эксплуатационной интенсивности отказов λ , на основе учета различных коэффициентов для каждого элемента.

Методика расчета основного единичного показателя безотказности «средняя наработка на отказ» разрабатывается на основе аналитического метода, основанного на построении структурной схемы надежности [3, с. 24].

В качестве структурной схемы используется блок-схема надежности МПУ РЗА, в которой представлена совокупность определенным образом соединенных элементов с использованием информации об интенсивности отказов каждого элемента МПУ РЗА.

Для учета влияния реальных условий эксплуатации МПУ РЗА в расчете эксплуатационной интенсивности отказов используется эксплуатационная

модель, построенная с учетом коэффициентов воздействия внешних факторов на интенсивность отказов (таблица 1).

Таблица 1

Условные обозначения коэффициентов воздействия внешних факторов на интенсивность отказов (по данным [3, с. 23])

Учитываемый фактор	Обозначение
1. Электрическая нагрузка и (или) температура окружающей среды	K_p
2. Уровень качества элементов	K_k
3. Количество задействованных контактов	$K_{к.к.}$
4. Количество сочленений-расчленений	$K_{к.с.}$
5. Степень жесткости требований к контролю качества и правила приемки терминала	K_{np}
6. Степень жесткости условий эксплуатации	$K_э$
7. Отношение рабочего напряжения к максимально допустимому напряжению по ТУ и других факторов	K_s
8. Изменение интенсивности отказов в зависимости от условий эксплуатации в режиме ожидания (хранения)	K_{ysl}
9. Функциональное назначение элемента	K_ϕ
10. Уровень качества элемента	K_x
11. Максимально допустимая нагрузка по мощности	K_r
12. Температура окружающей среды	$K_{t.x.}$
13. Температура нагрева корпуса	K_t

При расчёте показателей надёжности устройств необходимо располагать справочными данными о показателях надёжности элементов. Основной справочной характеристикой безотказности элементов, приводимой в технической документации, является интенсивность отказов λ . Значение λ принимается постоянным в течение определённой наработки и соответствует номинальному электрическому режиму и нормальным условиям эксплуатации. Отказом считается событие, обусловленное отказом составных частей МПУ РЗА, приводящее к несрабатыванию терминала при наличии условий на срабатывание защиты.

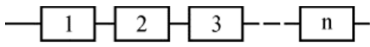
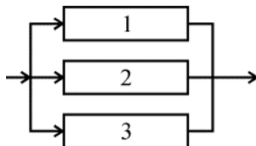
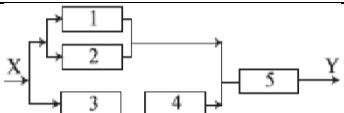
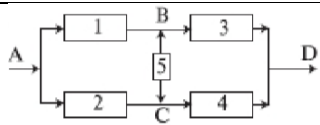
Основное расчетное соотношение для вероятности безотказной работы МПУ РЗА получают в предположении, что элементы терминала с точки зрения надёжности соединены последовательно. Если отказ любого элемента

приводит к отказу МПУ РЗА, то элементы в структурной схеме соединены последовательно. Параллельное соединение характеризуется ситуацией, при которой отказ МПУ РЗА происходит только в случае отказа всех входящих в него элементов. В случае расчета безотказности нерезервированной аппаратуры основное расчетное соотношение для вероятности безотказной работы МПУ РЗА получают в предположении, что элементы терминала с точки зрения надежности соединены последовательно.

Основные эксплуатационные модели надежности для различных элементов терминалов МПУ РЗА составляют на основе структурных схем (таблица 2).

Таблица 2

**Варианты структурных схем с различным видом
соединения элементов (по данным [3, с. 24-25])**

Вид соединения элементов	Вариант структурной схемы
1. Последовательное	
2. Параллельное	
3. Последовательно - параллельное	
4. Последовательно - параллельное	

Расчет показателей надежности начинается с оценки эксплуатационной интенсивности отказов элемента МПУ РЗА по формуле

$$\lambda_{\Sigma} = \lambda_{\delta} \cdot \prod_{j=1}^n K_j \cdot N, \quad (2)$$

где λ_{δ} - базовая интенсивность отказов типа (группы) ЭРИ (справочная или расчетная по результатам испытаний ЭРИ на безотказность, долговечность, ресурс;

K_j - коэффициенты для расчета эксплуатационной интенсивности, учитывающие изменение различных факторов в реальных условиях эксплуатации МПУ РЗА;

n - число учитываемых факторов;

N - количество однотипных частей элемента.

При наличии целого ряда различных элементов в блоке (модуле) МПУ РЗА сначала определяется эксплуатационная интенсивность отказов $\lambda_{э}$ каждого элемента блока (модуля)

$$\lambda_{э \text{ блока(модуля)}} = \sum \lambda_{э \text{ элементов}} . \quad (3)$$

Затем определяется общая эксплуатационная интенсивность отказов МПУ устройства РЗА

$$\lambda_{э \text{ РЗА}} = \sum \lambda_{э \text{ блоков}} . \quad (4)$$

Расчет средней наработки на отказ $T_{0.ср}$ проводится в предположении экспоненциального закона распределения времени возникновения отказов отдельных элементов по соотношению

$$T_{0.ср} = \int_{-\infty}^{\infty} t \frac{dq(t)dt}{dt} = \int_0^{\infty} t dq(t)dt = \int_0^{\infty} t P(t)dt , \quad (5)$$

где $P(t)$ - вероятность безотказной работы,

$q(t)$ - вероятность отказа в срабатывании.

При этом вероятность безотказной работы связана с вероятностью отказа в срабатывании соотношением

$$P(t) = 1 - q(t) . \quad (6)$$

Для последовательно соединенных элементов в структурной схеме надежности МПУ РЗА формулу (5) можно представить в виде

$$T_{0.ср} = 1 / \sum (\lambda_{iэ=1} \cdot n_j) , \quad (7)$$

где λ_i – эксплуатационная интенсивность отказа i -го элемента МПУ РЗА;

n - количество элементов МПУ РЗА.

$$\text{или } T_{0.ср} = 1/\lambda_{э} , \quad (8)$$

где $\lambda_{э}$ - общая эксплуатационная интенсивность отказов МПУ РЗА.

Для структурной схемы с параллельным соединением элементов m при экспоненциальном законе распределении наработки до отказа среднее время наработки на отказ определяют по формуле

$$T_{o.c.p} = (1/\lambda_3) + (1/2\lambda_3) + \dots + (1/m \lambda_3) . \quad (9)$$

Для параллельного соединения элементов при вероятности отказов $q_i(t)$ для каждого из элементов, входящих в схему, отказ всей схемы будет тогда, когда откажут все элементы, т.е.

$$q(t) = q_1(t) q_2(t) \dots q_m(t), \quad (10)$$

где m - число параллельно соединенных элементов.

В общем случае, при смешанном параллельно-последовательном соединении элементов следует найти вероятность безотказной работы для каждой из цепочек параллельно включенных элементов, а затем для всей схемы.

Для определения средней наработки на отказ на основании информации, получаемой по данным эксплуатации, выбирают план испытаний $[NMS]$, в соответствии с которым последовательно или одновременно испытываются N объектов (таблица 3).

После каждого отказа объект восстанавливают. По суммарному времени испытаний или наработке или числу отказов в любой момент времени принимается решение о приемке, браковке или продолжении испытаний.

Согласно плану испытаний $[NMS]$ каждый из N блоков вводят в эксплуатацию последовательно. После отказа (получения замечаний по работе) блок ремонтируют на предприятии-изготовителе (обозначено буквой М в плане испытаний) и продолжают эксплуатировать.

Таблица 3

**Фрагмент плана контроля средних показателей надежности
по одноступенчатому методу для экспоненциального распределения [3]**

Риски поставщика (α) и потребителя (β)						Предельное число отказов или отказавших объектов, r_{np}
$\alpha = \beta = 0,05$		$\alpha = \beta = 0,10$		$\alpha = \beta = 0,20$		
T_α/T_β	t_{max}/T_α	T_α/T_β	t_{max}/T_α	T_α/T_β	t_{max}/T_α	
58.820	0.052	21.740	0.105	7.246	0.223	1
13.330	0.356	7.299	0.532	3.636	0.824	2
4.651	1.970	3.289	2.432	2.174	3.089	5

Продолжение Таблицы 3

2.898	5.425	2.283	6.221	1.718	7.289	10
2.096	13.200	1.792	14.520	1.460	16.170	20
1.835	21.500	1.602	23.230	1.362	25.320	30
T_α – приемочное значение контролируемого параметра; T_β – браковочное значение контролируемого параметра; t_{max} – предельная суммарная наработка						

По результатам расчетов принимается решение (в план испытаний оно обозначено буквой *S*) о соответствии показателя надежности значению, указанном в документации на блок. Браковочное значение наработки на отказ согласно [3] рекомендуется принимать равным $T_\beta = 125000$ ч (таблица 4).

Таблица 4

Значения показателей надежности МП устройств РЗА [3, с. 40]

Наименование показателя надежности МП устройств РЗА	Условное обозначение	Значение
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	$T_{o,cp}$	125000
Средний срок службы МП устройств РЗА, лет, не менее	T_{cl}	25
Коэффициент готовности аппаратуры, не менее	K_2	0,998
Среднее время восстановления (замены сменного элемента), ч, не более	$T_{в,ср.}$	3
Средняя наработка на отказ (до выявления недостатков или сбоев в ПО), ч, не менее	$T_{д,ср}$	25000

Средняя вероятность отказа в срабатывании

Годовая средняя вероятность отказа в срабатывании МПУ РЗА характерна при совмещении двух независимых событий:

1) Событие А – отказ МПУ РЗА, при этом вероятность отказа МПУ РЗА зависит от надежности устройства;

2) Событие В – требование на срабатывание, которое зависит от ряда независимых факторов, таких как: класс напряжения электроустановки, метеоусловия, старение изоляции, различные формы внешнего воздействия, недостатки эксплуатации и т.д.

Вероятность одновременного возникновения двух независимых событий может быть определена как произведение вероятностей каждого из этих событий

$$P(AB) = Q(A) \cdot P(B), \quad (11)$$

где $Q(A)$ – вероятность отказа МПУ РЗА;

$P(B)$ – вероятность появления требования на срабатывание.

Вероятность отказа в срабатывании МПУ РЗА определяется на основании соотношения

$$q(t) = 1 - P(t). \quad (12)$$

Вероятность безотказной работы МПУ РЗА в случае простейшего потока отказов является экспоненциальной функцией времени t , причем под t понимают длину временного интервала между моментом времени, когда элемент был заведомо исправен, и моментом времени, для которого ведется расчет надежности

$$P(t) = e^{-\lambda t} = e^{-t/T_{0.ср.}}. \quad (13)$$

График изменения вероятности безотказной работы МПУ РЗА для регламентированного значения времени наработки на отказ $T_\beta = 125000$ ч показан на **рис. 2**.

Вероятность появления требования на срабатывание определяется по информации о количестве срабатываний МПУ РЗА в электрической системе за год ($n_{сраб}$) и количестве отказавших за этот же период устройств ($n_{отк}$):

$$P(B) = n_{отк} / n_{сраб}. \quad (14)$$

Следует учитывать, что на любом энергетическом объекте одновременно находятся в эксплуатации изделия с разной наработкой. Так как с увеличением наработки вероятность отказа будет только расти, то вероятность отказа устройства для первого года работы рассматривается как минимальное значение для любого из МПУ РЗА, установленных на данном энергетическом объекте.

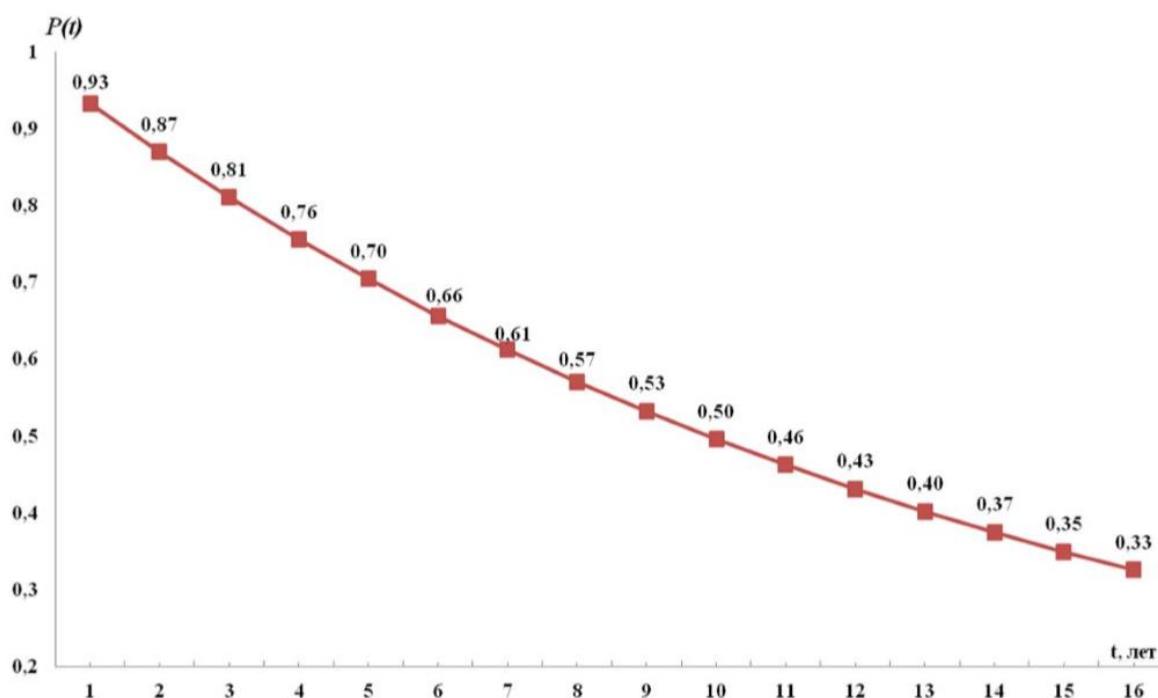


**Рис. 2. Изменение вероятности безотказной работы МПУ РЗА
в течение времени t (за n лет)**

При необходимости оценки вероятности безотказной работы за второй и последующие годы эксплуатации использовать формулу (13) невозможно, так как после подстановки в нее значения $t = n \cdot 8760$ (количество часов в n годах продолжительностью каждый 365 дней) получается значение вероятности безотказной работы за n прошедших лет, а не за n -й год.

Предположив, что за каждый год работы МПУ РЗА наработка на отказ уменьшается на значение $t = 8760$, вероятность безотказной работы за n -й год можно определить по соотношению

$$P(t) = e^{-8760/[T_0 - (n-1) \cdot 8760]} = e^{-1/[T_{01} - (n-1)]}, \quad (15)$$

где $n = 1, 2, 3$ – год, для которого необходимо оценить вероятность безотказной работы;

T_{01} – наработка на отказ в годах.

График изменения вероятности безотказной работы, определенной по соотношению (15) для $T_0 = 125000$ ч (14, 23 года) приведен на **рис. 3**.

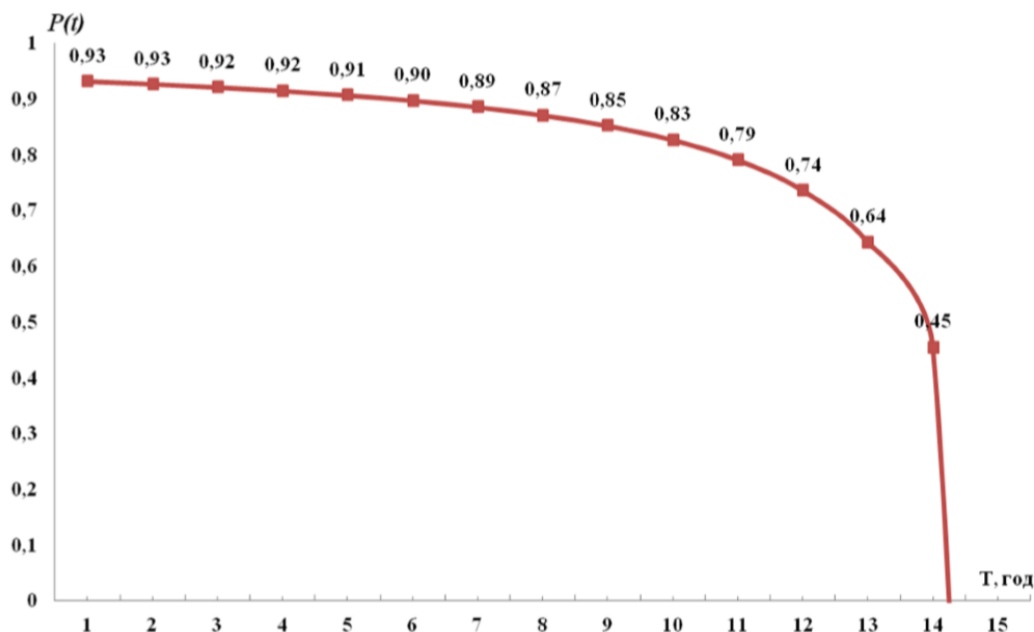


Рис. 3. Вероятность безотказной работы МПУ РЗА в n -ом году

Особенностью графика, представленного на **рис. 3**, является ограниченная область его определения: при превышении фактическим временем текущей наработки заданного времени наработки на отказ $T_{01} > T_0$ формула (13) теряет физический смысл.

Параметр потока ложных срабатываний

Параметр потока ложных срабатываний МПУ РЗА в год $w(t)$ характеризует совмещение двух независимых событий:

- срабатывание МПУ РЗА;
- отсутствие требования на срабатывание.

При этом ложное срабатывание – это срабатывание при отсутствии требования срабатывания для данного МПУ РЗА, а также передача в этих же условиях сигнала на другое устройство РЗА.

Параметр потока ложных срабатываний $w(t)$ МПУ РЗА с учетом ранее принятых допущений определяется по формуле:

$$w(t) = (R(t_2) - R(t_1)) / (t_2 - t_1), \quad (16)$$

где $R(t_2)$ – количество ложных срабатываний к моменту времени t_2 ;

$R(t_1)$ – количество ложных срабатываний к моменту времени t_1 ,

причем $t_1 \leq t \leq t_2$.

Для получения характеристики неправильной работы можно рассматривать все случаи неправильной работы, за исключением допущенных неправильных срабатываний МПУ РЗА за время наблюдения, а для оценки неправильной работы использовать формулу согласно ГОСТ Р 27.102 - 2021[5]:

$$w(t)_{\max} < 1/T_{0.ср}, \quad (17)$$

где $w(t)_{\max}$ – верхняя граница параметра потока ложных срабатываний,

$T_{0.ср}$ - средняя наработка на отказ.

Средний срок службы

Средний срок службы $T_{сл}$ определяется средней наработкой на отказ элемента с минимальным значением времени наработки на отказ.

В соответствии с [3], средний нормативный срок службы МПУ РЗА ($T_{сл}$) должен составлять не менее 25 лет.

Среднее время восстановления

Значение среднего времени восстановления ($T_{в.ср.}$) для ремонтпригодных МПУ РЗА определяет продолжительность восстановления работоспособного состояния объекта. При этом затраты времени, связанные с организационными вопросами, поиском запасных частей, доставкой элементов во время $T_{в.ср}$ не входят. Таким образом, $T_{в.ср}$ определяется по формуле

$$T_{в.ср} = \sum t_i \cdot n, \quad (18)$$

где t_i - продолжительность i -ого ремонта;

n - количество ремонтов за рассматриваемый промежуток времени.

Среднее время восстановления для ремонтпригодных МПУ РЗА в соответствии с [3] не должно превышать 3 часа. При выборе значения для этого показателя необходимо учитывать время, затрачиваемое на поиск неисправности.

Коэффициент готовности

Вероятность нахождения МПУ РЗА в исправном состоянии определяется отношением суммарного времени исправного состояния $\sum t_{oi}$ к общей продолжительности рассматриваемого интервала времени $\sum t_{oi} + \sum t_{vi}$.

Коэффициент готовности определяется по формуле

$$k_r = \frac{\sum t_{oi}}{\sum t_{oi} + \sum t_{vi}} = \frac{T_{0.ср}}{T_{0.ср} + T_{в.ср}}, \quad (19)$$

где $T_{0.ср}$ - среднее время наработки на отказ, ч;

$T_{в.ср}$ - среднее время восстановления, ч.

В соответствии с ГОСТ Р 27.014-2019 [7] нормативное значение коэффициента готовности аппаратуры РЗА принимают равным $k_r = 0,998$.

Оценку надежности релейной защиты по коэффициенту готовности аппаратуры можно также выполнить экспериментальным методом по плану испытаний $[NMr]$, $[NMT]$ в соответствии с [8].

Определение параметров программной надежности

Расчету подлежит средняя наработка на отказ до выявления недостатков или сбоев в программном обеспечении (ПО).

Решение о соответствии МПУ РЗА требованиям технических условий (ТУ) на устройство по надежности принимается при выполнении условия:

$$T_{д.ср} \geq T_{д.ср \text{ ТУ}}, \quad (20),$$

где $T_{д.ср}$ - статистическое значение средней наработки до выявления дефекта или сбоев в программном обеспечении МПУ РЗА;

$T_{д.ср \text{ ТУ}}$ - нормативное время, равное 25000 ч (см. таблицу 4).

Расчетное значение средней наработки на отказ определяется как

$$T_{д.ср} = 1/\lambda_{\Sigma}, \quad (21)$$

где λ_{Σ} - общая эксплуатационная интенсивность недостатков или сбоев в ПО МПУ РЗА.

Комплексный показатель программной надежности

Для оценки программной надежности отдельных МПУ РЗА или функций в этих устройствах допустимо использовать обобщенный нормализованный показатель согласно статистическим показателям [3]:

$$K_1 = \frac{n_0 + n_{\text{ни}} + n_{\text{нл}} + n_{\text{но}}}{n_{\text{устр } i}}, \quad (22)$$

где n_0 – число недостатков или сбоев в программном обеспечении МПУ РЗА, не связанных с неправильными действиями, но требующие перезагрузки терминалов или обновления программного обеспечения реле;

$n_{\text{ни}}$ – число излишних срабатываний;

$n_{\text{нл}}$ – число ложных действий;

$n_{\text{но}}$ – число отказов срабатывания;

$n_{\text{устр } i}$ – количество реле (функций) i -ого вида, находящихся в эксплуатации в рассматриваемый период времени.

К случаям неправильной работы МПУ РЗА ($n_{\text{ни}}$, $n_{\text{нл}}$ и $n_{\text{но}}$) относятся неправильные действия из-за впервые проявившихся ошибок в логической части или алгоритмах (таблица 5).

Таблица 5

Классификация сбоев программного обеспечения по типам ошибок

Тип ошибок	Частота появления, %
Не полная или ошибочная спецификация на МПУ РЗА	28
Отклонение от спецификации	12
Пренебрежение правилами программирования	10
Ошибочная выборка данных	10
Ошибочная логика или последовательность операций	12
Ошибочные арифметические операции	9
Нехватка времени для решения	4
Ошибка обработки прерываний	4
Ошибка в исходных данных	3
Неточная запись	8

В таблице 5 указаны дефекты и сбои программного обеспечения в соответствии с классификатором технических причин неправильных действий МПУ РЗА. Случаи неправильных срабатываний в соответствии с ГОСТ Р ИСО МЭК 9126 [4] имеют код 118.

Конкретные значения частот появления ошибок, вызывающих сбои программного обеспечения и неправильные срабатывания МПУ РЗ, приведены в таблице 5 в качестве примера по данным научной статьи [12].

Общая эксплуатационная надежность

Для оценки общей эксплуатационной надежности системы РЗА с МПУ РЗА используется интегральный показатель эффективности, учитывающий все элементы в составе рассматриваемого канала МПУ РЗА (измерительные трансформаторы тока и напряжения, кабели, собственно устройства РЗА, цепи оперативного тока, выходные цепи защиты и т.д.)

Интегральный показатель эффективности состоит из трех слагаемых, которые учитывают параметры потоков ложных срабатываний, излишних срабатываний и отказов срабатывания:

$$M(\Theta) = \frac{k_1}{T_{0,ср}} + \sum_{i=1}^n k_{СТ,i} \cdot q_{РЗi} \cdot \Omega_i + \sum_{j=1}^m k_{СТ,j} \cdot q_{РЗj} \cdot \Omega_j, \quad (23)$$

где $M(\Theta)$ - математическое ожидание снижения эффективности из-за неидеальных характеристик МПУ РЗА;

$T_{0,ср}$ - средняя наработка на отказ;

$k_1, k_{СТ,i}, k_{СТ,j}$ - стоимостные коэффициенты, учитывающие стоимость последствий рассматриваемого отказа;

$q_{РЗi}, q_{РЗj}$ - коэффициенты неготовности системы РЗА, учитывающие как отказы в функционировании из-за неидеального технического уровня, так и отказы из-за неидеальной надежности,

Ω_i, Ω_j - параметры потоков повреждений соответственно вне зоны защиты (излишние срабатывания в режимах внешних коротких замыканий) и на защищаемом объекте (отказы срабатывания в режимах повреждений защищаемого объекта).

Оценку эксплуатационной надежности МПУ РЗА в соответствии с нормативными документами [2, 3] также можно выполнять, применяя следующие показатели:

- общую надежность МПУ РЗА

$$R = \frac{n_{ПС}}{n_{ПС} + n_{НИ} + n_{НЛ} + n_0}, \quad (24)$$

где $n_{ПС}$ – число правильных срабатываний МПУ РЗА;

$n_{НИ}$ – число неправильных излишних срабатываний МПУ РЗА;

$n_{НЛ}$ – число неправильных ложных действий МПУ РЗА;

n_0 – число отказов срабатывания МПУ РЗА;

- надежность срабатывания МПУ РЗА при повреждении защищаемого объекта:

$$D = \frac{n_{\text{ПС}}}{n_{\text{ПС}} + n_0} ; \quad (25)$$

- надежность несрабатывания МПУ РЗА при отсутствии повреждения на защищаемом объекте

$$S = \frac{n_{\text{ПС}}}{n_{\text{ПС}} + n_{\text{НИ}} + n_{\text{НЛ}}} . \quad (26)$$

Пример расчета показателей надежности МПУ РЗА

Микропроцессорный терминал защиты предназначен для реализации функций защиты и автоматики подстанционного оборудования.

Целью расчета является подтверждение соответствия МПУ РЗА нормативным требованиям по надежности согласно критерию [3, 9]:

$$T_{\text{о.ср}} \geq T_{\text{о.ср НТД}},$$

где $T_{\text{о.ср}}$ - расчетное значение средней наработки на отказ;

$T_{\text{о.ср НТД}}$ - нормативное значение средней наработки на отказ,

$T_{\text{о.ср НТД}} = 125000$ ч;

Условия эксплуатации терминала:

- нижнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха принимается равным минус 5°C (без выпадения инея и росы);

- верхнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха принимается равным 45°C;

- верхнее рабочее значение относительной влажности воздуха не более 80 % при температуре 25°C;

- высота над уровнем моря должна быть не более 1000 м;

- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию;

- место установки должно быть защищено от попадания брызг воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации.

Характеристики надежности (интенсивность отказов) комплектующих элементов определяются на этапе расчета показателей надежности с учетом

условий эксплуатации, электрических режимов и данных по изделиям аналогам.

Оценка интенсивности отказов элементов

Параметрами оценки являются интенсивность отказов в режиме ожидания или интенсивность отказов в режиме работы для экспоненциального распределения.

Алгоритм определения параметров [3]:

а) выделение совокупности элементов, история отказов которых будет использована для оценки предполагаемой общей интенсивности отказов элементов, предполагая, что элементы имеют одни и те же интенсивности отказов;

б) определение временного интервала, в пределах которого должны быть учтены отказы элементов;

в) расчет для совокупности элементов общего числа отказов N и общей наработки T , в течение которой элементы находились в режиме ожидания (или общее время функционирования для элементов, находящихся в работе) для данного временного интервала;

г) оценка средней для системы интенсивности отказов.

Для однотипных групп элементов существуют основные виды эксплуатационных моделей (таблица 6).

Таблица 6

Основные эксплуатационные модели для различных элементов терминалов (изм. [3, с. 31-32])

Наименование элемента	Вид эксплуатационной модели расчета λ
Процессор	$(\lambda_{кр} K_t + \lambda_{кор} K_3) \cdot K_{пр} \cdot N$
Микросхема	$(\lambda_{кр} K_t + \lambda_{кор} K_3) \cdot K_{пр} \cdot N$
Варистор	$\lambda_6 \cdot K_p \cdot K_r \cdot K_3 \cdot K_{np} \cdot N$
Вставка плавкая	$\lambda_6 \cdot K_t \cdot K_3 \cdot K_{np} \cdot N$
Конденсатор	$\lambda_6 \cdot K_x \cdot K_{tx} \cdot K_{np} \cdot K_{усл} \cdot N$
Оптрон	$\lambda_6 \cdot K_x \cdot K_{tx} \cdot K_{np} \cdot K_{усл} \cdot N$
Дроссель	$\lambda_6 \cdot K_p \cdot K_3 \cdot K_{np} \cdot N$

Продолжение Таблицы 6

Диод	$\lambda_{\delta} \cdot K_x \cdot K_{tx} \cdot K_{np} \cdot K_{ysl} \cdot N$
Резистор	$\lambda_{\delta} \cdot K_p \cdot K_{\varepsilon} \cdot K_{np} \cdot N$
Вилка	$\lambda_{\delta} \cdot K \cdot K_{kc} \cdot K_{np} \cdot K_{\varepsilon} \cdot N$
Стабилитрон	$\lambda_{\delta} \cdot K \cdot K_s \cdot K_{\kappa} \cdot K_{np} \cdot K_{\varepsilon} \cdot N$
Термистор	$\lambda_{\delta} \cdot K_{\varepsilon} \cdot K_{np} \cdot N$
Термопредохранитель	$\lambda_{\delta} \cdot K \cdot K_{\varepsilon} \cdot K_{np} \cdot N$
Ионистор	$\lambda_{\delta} \cdot K_x \cdot K_{tx} \cdot K_{np} \cdot K_{ysl} \cdot N$
Разъем	$\lambda_{\delta} \cdot K_x \cdot K_{tx} \cdot K_{np} \cdot K_{ysl} \cdot N$
Переключатель съемный	$\lambda_{\delta} \cdot K \cdot K_{kc} \cdot K_{np} \cdot K_{\varepsilon} \cdot N$
Регулятор напряжения импульсный	$\lambda_{\delta} \cdot K \cdot K_s \cdot K_{\kappa} \cdot K_{np} \cdot K_{\varepsilon} \cdot N$
Розетка	$\lambda_{\delta} \cdot K \cdot K_{kc} \cdot K_{np} \cdot K_{\varepsilon} \cdot N$
Светодиод	$\lambda_{\delta} \cdot K_x \cdot K_{tx} \cdot K_{np} \cdot K_{ysl} \cdot N$
Стабилизатор напряжения	$\lambda_{\delta} \cdot K \cdot K_s \cdot K_{\kappa} \cdot K_{np} \cdot K_{\varepsilon} \cdot N$
Транзистор	$\lambda_{\delta} \cdot K \cdot K_s \cdot K_{\kappa} \cdot K_{np} \cdot N$
Фильтр дифференциальный	$\lambda_{\delta} \cdot K_p \cdot K_r \cdot K_{\varepsilon} \cdot K_{np} \cdot N$
Фильтр питания	$\lambda_{\delta} \cdot K_p \cdot K_r \cdot K_{\varepsilon} \cdot K_{np} \cdot N$
Сборка резисторная	$\lambda_{\delta} \cdot K_p \cdot K_{\varepsilon} \cdot K_{np} \cdot N$
Клемма Wago	$\lambda_{\delta} \cdot N_{\kappa} \cdot N$
Колодка клеммная	$\lambda_{\delta} \cdot N_{\kappa} \cdot N$
Ограничитель тока	$\lambda_{\delta} \cdot K_p \cdot K_{\varepsilon} \cdot K_{np} \cdot N$
Реле	$\lambda_{\delta} \cdot K_{kc} \cdot K_{kc} \cdot K_{\phi} \cdot K_{np} \cdot K_{\kappa} \cdot K_{\varepsilon} \cdot N$
Элемент защиты	$\lambda_{\delta} \cdot K_p \cdot K_r \cdot K_{\varepsilon} \cdot K_{np} \cdot N$

Условные обозначения коэффициентов для расчета эксплуатационной интенсивности отказов элементов приведены в [3] (см. таблицу 1).

Эксплуатационная интенсивность отказов блоков терминала определяется в соответствии с нормативными документами [3, 9] по формуле

$$\lambda_{\varepsilon} = \lambda_{\delta} \cdot \Pi_{j=1}^n \cdot K_j \cdot N,$$

где λ_{δ} – базовая интенсивность отказов типа (группы) ЭРИ (справочная или рассчитанная по результатам испытаний ЭРИ на безотказность, долговечность, ресурс);

K_j – коэффициенты для расчета эксплуатационной интенсивности (λ_{ε}), учитывающие изменение λ_{ε} в зависимости от различных факторов;

n – число учитываемых факторов;

N – количество однотипных элементов.

Например, для конденсаторов интенсивность отказов:

$$\lambda_{\text{эк}} = \lambda_{\text{б}} \cdot K_x \cdot K_{\text{тх}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{усл}} \cdot N = 0,099 \cdot 10^{-8} \cdot 0,0057 \cdot 0,35 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 11 = 0,0022 \cdot 10^{-8} \text{ 1/ч};$$

Например, для микросхемы интенсивность отказов :

$$\lambda_{\text{эм}} = (\lambda_{\text{кр}} \cdot K_t + \lambda_{\text{кор}} \cdot K_{\text{э}}) \cdot K_{\text{пр}} \cdot N = (1 \cdot 10^{-8} \cdot 0,7 + 4,535 \cdot 10^{-8} \cdot 0,5) \cdot 0,25 \cdot 1 = 0,74 \cdot 10^{-8} \text{ 1/ч}.$$

Аналогично определяются интенсивности отказов для остальных групп элементов терминала, а после → интенсивности отказов блоков терминала.

Данные по надежности элементов терминала приняты на основании справочных материалов по надежности ЭРИ [11].

В таблицах 7-12 приведены сгруппированные однотипные элементы (без указания конкретной марки), общее количество, единичные интенсивности отказов каждого элемента, на основе которых сначала определены групповые интенсивности отказов, а потом результирующие интенсивности отказов для шести блоков микропроцессорного терминала: блока аналого-цифрового преобразователя (АЦП) (таблица 7), блока питания (таблица 8), блока логики (таблица 9), входного блока (таблица 10), блока входов и трансформаторов тока (ТТ) (таблица 11), блока выходных реле (таблица 12).

Таблица 7

**Интенсивности отказов элементов блока
аналого-цифрового преобразователя (изм. [3, с. 27])**

№ п/п	Наименование элементов	Кол- во	Интенсивность отказа элемента $\lambda_{\text{б}} \times 10^{-8}$, 1/ч
1	Вилка B64MDIN41612R	2	1,9
2	Вилка PLS-2	2	2,1
3	Конденсаторы (чип керамический)	26	0,099
4	Конденсаторы (чип керамический)	17	1,8
5	Конденсаторы чип танталовый	4	0,099
6	Микросхемы	2	$\lambda_{\text{кр}} = 1$; $\lambda_{\text{корп}} = 4,535$
7	Микросхемы	4	$\lambda_{\text{кр}} = 1$; $\lambda_{\text{корп}} = 1,9$
8	Микросхемы	2	$\lambda_{\text{кр}} = 1$; $\lambda_{\text{корп}} = 0,835$
9	Резисторы - чип	62	0,45
Результирующая интенсивность отказов блока АЦП			$47,83 \cdot 10^{-8}$

Таблица 8

Интенсивности отказов элементов блока питания (изм. [3, с. 27])

№ п/п	Наименование элементов	Кол- во	Интенсивность отказа элемента $\lambda_6 \times 10^{-8}$, 1/ч
1	Варистор	1	1,1
2	Вилка В64М	1	1,9
3	Вилка MSTB	1	2,1
4	Вставка плавкая	1	500
5	Диоды	7	0,38
6	Диоды BYV26D	4	0,023
7	Дроссели	8	0,22
8	Конденсаторы	11	1,8
9	Конденсаторы	55	0,099
10	Микросхема	2	$\lambda_{кр} = 1$; $\lambda_{корп} = 0,835$
11	Микросхема	1	$\lambda_{кр} = 1$; $\lambda_{корп} = 1,9$
12	Микросхема	1	$\lambda_{кр} = 1$; $\lambda_{корп} = 4,535$
13	Оптрон	1	0,023
14	Резисторы	13	0,45
15	Реле	5	0,15
16	Стабилитрон	1	0,15
17	Термистор	1	0,7
18	Термопредохранитель	1	2
Результирующая интенсивность отказов блока питания			$403,27 \cdot 10^{-8}$

Таблица 9

Интенсивности отказов элементов блока логики (изм. [3, с. 28-29])

№ п/п	Наименование элементов	Кол- во	Интенсивность отказа элемента $\lambda_6 \times 10^{-8}$, 1/ч
1	Вилка В64М	2	1,9
2	Вилки (1DC-10MS, PLS-2)	8	2,1
3	Вилка MX6410	2	1,7
4	Диоды	3	0,38
5	Дроссель	11	0,22
6	Ионистор	1	0,099
7	Конденсаторы (чип керамический)	164	0,099
8	Конденсаторы (чип керамический)	10	1,8
9	Конденсаторы (чип танталовый)	3	0,099
10	Микросхемы	48	$\lambda_{кр} = 1$; $\lambda_{корп} = 1,9$

Продолжение Таблицы 9

11	Микросхемы	3	$\lambda_{кр} = 1; \lambda_{корп} = 0,835$
12	Микросхемы	4	$\lambda_{кр} = 1; \lambda_{корп} = 0,13$
13	Ограничитель тока	1	1,29
14	Переключатель съемная	1	4,6
15	Процессор	2	$\lambda_{кр} = 60; \lambda_{корп} = 2,3$
16	Разъем	1	1,5
17	Регулятор напряжения импульсный	1	0,2
18	Резисторы чип	243	0,45
19	Резонатор кварцевый	2	300
20	Розетка	3	2,1
21	Светодиод	2	0,023
22	Стабилизатор напряжения	3	0,2
23	Транзистор	4	0,074
24	Фильтры	10	1,1
Результирующая интенсивность отказов блока логики			$187,7 \cdot 10^{-8}$

Таблица 10

**Интенсивности отказов элементов
входного блока (изм. [3, с. 30])**

№ п/п	Наименование элементов	Кол- во	Интенсивность отказа элемента $\lambda_{\phi} \times 10^{-8}$, 1/ч
1	Вилка В64М	2	1,9
2	Вилка MSTB	2	2,1
3	Диоды	19	0,38
4	Конденсатор, 1000 пФ	16	1,8
5	Конденсаторы чип керамический 0805	64	0,099
6	Конденсатор чип танталовый, 100 мкФ	1	0,099
7	Микросхемы	5	$\lambda_{кр} = 1; \lambda_{корп} = 1,9$
8	Оптрон	16	0,023
9	Чип - резисторы	87	0,45
11	Сборка резисторная	11	0,19
12	Стабилитроны	29	0,15
13	Элемент защиты	16	1,1
Результирующая интенсивность отказов входного блока			$53,0 \cdot 10^{-8}$

Таблица 11

**Интенсивности отказов элементов блока входов
и трансформаторов тока (изм. [3, с. 30])**

№ п/п	Наименование элементов	Кол- во	Интенсивность отказа элемента $\lambda_{\sigma} \times 10^{-8}$, 1/ч
1	Вилка В64М	2	1,9
2	Вилка MSTB	4	2,1
3	Диоды	169	0,38
4	Клемма	8	0,012
5	Клеммная колодка	1	0,012
6	Конденсатор, 1000 пФ	16	1,8
7	Конденсаторы чип керамический 0805	68	0,099
8	Конденсатор чип керамический 470 пФ	20	1,8
9	Микросхема	1	$\lambda_{кр} = 1$; $\lambda_{корп} = 1,9$
10	Оптрон	16	0,023
11	Чип - резисторы	105	0,45
12	Стабилитроны	47	0,15
13	Элементы защиты	16	0,15
14	Перемычка съемная	1	4,6
Результирующая интенсивность отказов блока входов и ТТ			$54,6 \cdot 10^{-8}$

Таблица 12

Интенсивности отказов элементов блока выходных реле (изм. [3, с. 30-31])

№ п/п	Наименование элементов	Кол- во	Интенсивность отказа элемента $\lambda_{\sigma} \times 10^{-8}$, 1/ч
1	Вилка В64М	1	1,9
2	Вилка MSTB	2	2,1
3	Диоды	33	0,38
4	Конденсатор чип керамический, 1000 пФ	16	1,8
5	Конденсаторы чип керамический 0805	39	0,099
7	Микросхема	2	$\lambda_{кр} = 1$; $\lambda_{корп} = 4,535$
8	Микросхема	7	$\lambda_{кр} = 1$; $\lambda_{корп} = 1,9$
9	Чип - резисторы	23	0,45
10	Реле RTE24024	16	0,15
11	Сборка резисторная	7	0,19
12	Транзистор	2	0,074
Результирующая интенсивность отказов блока выходных реле			$18,53 \cdot 10^{-8}$

Общая интенсивность отказов терминала, состоящего из шести блоков составляет:

$$\lambda_{\text{терминала}} = \sum_{i=1}^6 \lambda_{\text{блоков}},$$
$$\lambda_{\text{терминала}} = (47,83 + 403,27 + 187,8 + 53,0 + 54,6 + 18,53) \cdot 10^{-8} = 765,03 \cdot 10^{-8} \text{ 1/ч.}$$

Определение средней наработки на отказ

Средняя наработка на отказ в структурной схеме надежности терминала с последовательно соединенными элементами определяется как:

$$T_{0.\text{ср}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \lambda_{iэ}},$$

где $\lambda_{iэ}$ – эксплуатационная интенсивность отказа i -ого элемента терминала;

n – количество элементов терминала.

или

$$T_{0.\text{ср}} = \frac{1}{\lambda_{э}} = \frac{1}{765,03 \cdot 10^{-8}} = 130714 \text{ ч,}$$

$$T_{0.\text{ср}} > T_{0.\text{ср.норм}} = 125000 \text{ ч.}$$

Средняя наработка на отказ ($T_{0.\text{ср}}$) терминала превышает нормативное значение $T_{0.\text{ср.норм}}$, следовательно, надежность терминала в части наработки на отказ соответствует требованиям НТД.

Определение коэффициента готовности

В результате проведенных расчетов получено:

- средняя наработка на отказ для терминала $T_{0.\text{ср}} = 130714 \text{ ч}$;
- среднее время восстановления $T_{в.\text{ср}} = 2 \text{ ч}$;
- коэффициент готовности

$$K_{\Gamma} = \frac{T_{0.\text{ср}}}{T_{0.\text{ср}} + T_{в.\text{ср}}} = \frac{130714}{130714 + 2} = 0,999,$$

$$K_{\Gamma} > K_{\Gamma \text{ норм}} = 0,998.$$

Расчетное значение коэффициента готовности (K_{Γ}) выше нормативного значения ($K_{\Gamma \text{ норм}}$).

Заключение

Методология оценки параметров аппаратной, программной и общей эксплуатационной надежности МПУ РЗА, изложенная в статье, направлена на обеспечение требуемых нормативных показателей надежности МПУ РЗА.

Материал составлен на основе современных нормативных требований к управлению надежностью на этапах проектирования, испытаний и эксплуатации МПУ РЗА и может быть полезен при подготовке специалистов по направлению «Электроэнергетика и электротехника».

Список литературы

1. ГОСТ Р 56865-2016 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Релейная защита и автоматика. Технический учет и анализ функционирования. Общие требования // <https://docs.cntd.ru/document/1200132292> (режим доступа свободный, дата обращения 20.07.2022).
2. Технические требования к микропроцессорным устройствам РЗА / СТО 56947007- 29.120.70.241-2017: [Электронный ресурс] // https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO_56947007-29.120.70.241-2017.pdf (режим доступа свободный, дата обращения 20.07.2022).
3. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики. Методические указания по расчёту надёжности / СТО 34.01-4.1-008-2018: [Электронный ресурс] // <https://rosseti.ru/investment/standart/corp> (режим доступа свободный, дата обращения 19.07.2022) .
4. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристика качества и руководства по их применению / ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-2004: [Электронный ресурс] // <https://docs.cntd.ru/document/1200009076>, (режим доступа свободный, дата обращения 20.07.2022).
5. Надёжность в технике. Надёжность объекта. Термины и определения / ГОСТ Р 27.102-2021, введ. 01.01.2022 [Электронный ресурс] // <https://docs.cntd.ru/document/1200181141> (режим доступа свободный, дата обращения 20.07.2022).
6. Надёжность в технике Управление надежностью. Руководство по заданию технических требований к надежности / ГОСТ Р 27.003-2011

[Электронный ресурс] // <https://meganorm.ru/Index2/1/4293784/4293784577.htm>. (режим доступа свободный, дата обращения 20.07.2022).

7. Надежность в технике Управление надежностью. Руководство по установлению требований к надежности систем / ГОСТ Р 27.014-2019; введ. 01.07.2020. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 32 с.

8. Надежность в технике Управление надежностью. Руководство по проектированию надежности систем / ГОСТ Р 27.015-2019; введ. 01.07.2020. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 49 с.

9. Надёжность в технике. Расчёт надёжности. Основные положения / ГОСТ 27.301-95 [Электронный ресурс] // <https://docs.cntd.ru/document/1200001365> (режим доступа свободный, дата обращения 20.07.2022).

10. Надежность в технике. Управление надежностью. Техника анализа безотказности. Основные положения / ГОСТ Р 27.301-2011: [Электронный ресурс] // <https://docs.cntd.ru/document/1200096307> (режим доступа свободный, дата обращения 20.07.2022).

11. Прытков С.Ф. Справочник «Надежность электрорадиоизделий» / С.Ф. Прытков, В.М. Горбачева, М.Н. Мартынова, Г.А. Петров // <https://radiohata.ru/directory/3993-nadezhnost-jelektroradioizdelij-spravochnik.html> (режим доступа свободный, дата обращения 20.07.2022)

12. Типикина А.П. Оценка программной надежности микропроцессорных релейных защит / А.П. Типикина, Л.С. Певцова : Интернет журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, № 2, март-апрель 2015 // <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-programmnoy-nadezhnosti-mikroprotsessornyh-releynyh-zaschit/viewer> (режим доступа свободный, дата обращения 20.07.2022)

© Л.П. Андрианова, А.Р. Калимгулов,
Р.Т. Хазиева, П.И. Васильев, 2022

УДК 620.9:006.354

Глава 2.

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЯ И ВЕРИФИКАЦИИ
С ОЦЕНКОЙ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ**

Андрианова Людмила Прокопьевна

д-р техн. наук, профессор

Павлова Зухра Хасановна

д-р техн. наук, профессор

Калимгулов Айрат Ринатович

канд. физ.-мат. наук, доцент

Хазиева Регина Тагировна

канд. техн. наук, доцент

Уфимский государственный нефтяной
технический университет

Аннотация: В статье приведены понятия, цели и принципы измерений и верификации энергетической эффективности энергопотребляющих объектов при внедрении проектных энергосберегающих мероприятий. Рассмотрены два возможных вида экономии энергетических ресурсов: «Нормализованная экономия», зафиксированная при неизменных или нормальных условиях и «Предотвращенное потребление энергетических ресурсов», зафиксированное в условиях отчетного периода. Для каждого вида экономии приведены расчетные математические модели с учетом стандартных и нестандартных корректировок, и факторы, подлежащие учету, при выборе вида экономии. Представлена характеристика четырех методов измерения и верификации энергетической эффективности при модернизации энергопотребляющих объектов: «Изоляция зоны модернизации: Измерение основного параметра», «Изоляция зоны модернизации: Измерение всех параметров», «Весь объект», «Компьютерное моделирование» и показаны области их применения.

Приведены примеры проведения измерения и верификации при внедрении энергосберегающих мероприятий. Материал, изложенный в статье, составлен на основе проработки современной нормативно-технической документации.

Ключевые слова: измерение и верификация, энергоресурсы, энергетическая эффективность, базовый период, отчетный период, методы верификации, нормализованная экономия, предотвращенное потребление энергоресурсов, скорректированное потребление энергоресурсов, стандартная корректировка, нестандартная корректировка, статические факторы, экономия энергоресурсов.

**METHODOLOGICAL BASES OF MEASUREMENT
AND VERIFICATION WITH ASSESSMENT OF ENERGY SAVINGS
WHEN IMPLEMENTING ENERGY SAVING MEASURES**

**Andrianova Lyudmila Prokopyevna
Pavlova Zukhra Khasanovna
Kalimgulov Airat Rinatovich
Khazieva Regina Tagirovna**

Abstract: The article presents the concepts, goals and principles of measuring and verifying the energy efficiency of energy-consuming objects when implementing design energy-saving measures. Two possible types of energy resource savings are considered: "Normalized savings" recorded under unchanged or normal conditions and "Prevented consumption of energy resources" recorded in the conditions of the reporting period. For each type of savings, calculated mathematical models are given, taking into account standard and non-standard adjustments, and factors to be taken into account when choosing the type of savings. The characteristics of four methods of measuring and verifying energy efficiency in the modernization of energy-consuming objects are presented: "Isolation of the modernization zone: Measurement of the main parameter", "Isolation of the modernization zone: Isolation of all parameters", "The whole object", "Computer

modeling" and the areas of their application are shown. Examples of measurement and verification during the implementation of energy-saving measures are given. The material presented in the article is based on the study of modern regulatory and technical documentation.

Key words: Measurement and verification, energy resources, energy efficiency, base period, reporting period, verification methods, normalized savings, prevented energy consumption, adjusted energy consumption, standard adjustment, non-standard adjustment, static factors, energy savings.

Основные понятия, цели и задачи измерения и верификации энергетической эффективности

«Измерение и верификация – это процесс использования измерений для определения фактической экономии с учетом сопоставимых условий, получаемой на конкретном объекте при реализации мероприятий по повышению энергоэффективности» [1-3].

«Энергетический ресурс – это носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, а также вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная энергия или другой вид энергии) или вода или мощность» [1-3].

Энергосберегающее мероприятие (ЭСМ) используется в значении – «мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности использования энергетических ресурсов, воды или мощности».

Методы измерения и верификации энергетической эффективности могут использоваться владельцами энергопотребляющих объектов и организациями, финансирующими проекты по повышению энергетической эффективности, для решения следующих задач (таблица 1):

Таблица 1

**Цели и задачи измерения и верификации энергетической
эффективности (на основе данных [1], изм.)**

Цель	Задачи
1. Увеличение экономии энергетических ресурсов (ЭР)	1.1 Точное определение экономии энергетических ресурсов. 1.2 Получение информации об эффекте от реализуемых энергосберегающих мероприятиях (ЭСМ). 1.3 Корректировка планов ЭСМ для получения большего эффекта от намеченных мероприятий.
2. Документальное оформление финансовых транзакций	2.1 Определение очередного платежа в пользу энергосервисной компании (ЭСКО) с учетом размера экономии ЭР. 2.2 Четко сформированный и реализованный план измерения и верификации энергетической эффективности является основой для ясного и понятного документального оформления размера достигнутой экономии.
3. Привлечение финансирования на проекты по повышению эффективности	3.1 Повышение степени достоверности отчетов о результатах энергосберегающих мероприятий на основе правильно сформированного плана измерения и верификации энергетической эффективности. 3.2 Повышение достоверности прогнозных расчетов для оценки результатов инвестиций в проекты по повышению энергетической эффективности. 3.3 Повышение доверия со стороны финансовых институтов к проектам по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. 3.4 Увеличение шансов энергосберегающих проектов на получение дополнительного финансирования.
4. Повышение качества проектирования, эксплуатации и технического обслуживания объекта	4.1 Повышение сбалансированности и комплексности проектных решений. 4.2 Выявление и решение проблем, возникающих при обслуживании и эксплуатации объекта, и обеспечение эффективной эксплуатации объекта. 4.3 Обеспечение проектных организаций необходимой информацией для проектирования будущих аналогичных проектов.
5. Планирование затрат на энергетические ресурсы	Корректное планирование расходования денежных средств с учетом изменений условий эксплуатации.

Продолжение таблицы 1

6. Обеспечение оценки мероприятий программ по повышению эффективности	6.1 Использование методов измерения и верификации энергетической эффективности в региональных, муниципальных программах в области энергосбережения. 6.2 Измерение критически важных параметров или параметров, информации о которых недостаточно. 6.3 Оценка менее критических или хорошо прогнозируемых параметров.

Измерения и верификация энергетической эффективности включают в себя частично или полностью перечисленные ниже действия [1-2]:

- установка, поверка и текущее обслуживание приборов учета;
- сбор и проверка данных;
- разработка методов расчетов и допустимых оценок;
- расчеты на основе полученных данных при измерениях;
- составление отчетов, обеспечение качества и верификация отчетов

третьей стороной.

Виды экономии энергетических ресурсов

Экономия энергетического ресурса (ЭР) определяется путем сравнения измеренного потребления энергоресурсов до и после реализации проекта, а также внесения соответствующих корректировок для приведения измеренных значений к сопоставимым условиям.

В качестве примера на **рис. 1** показана хронология изменений потребления природного газа промышленным котлом до и после реализации энергосберегающего мероприятия (ЭСМ) по рекуперации тепла отработанных газов. Примерно в то же время, когда были реализовано ЭСМ, возрос и объем производства на предприятии. Для того, чтобы рассчитать эффект от внедрения ЭСМ, необходимо вычлнить дополнительное потребление ЭР, вызванное увеличением производства [1, с. 11].

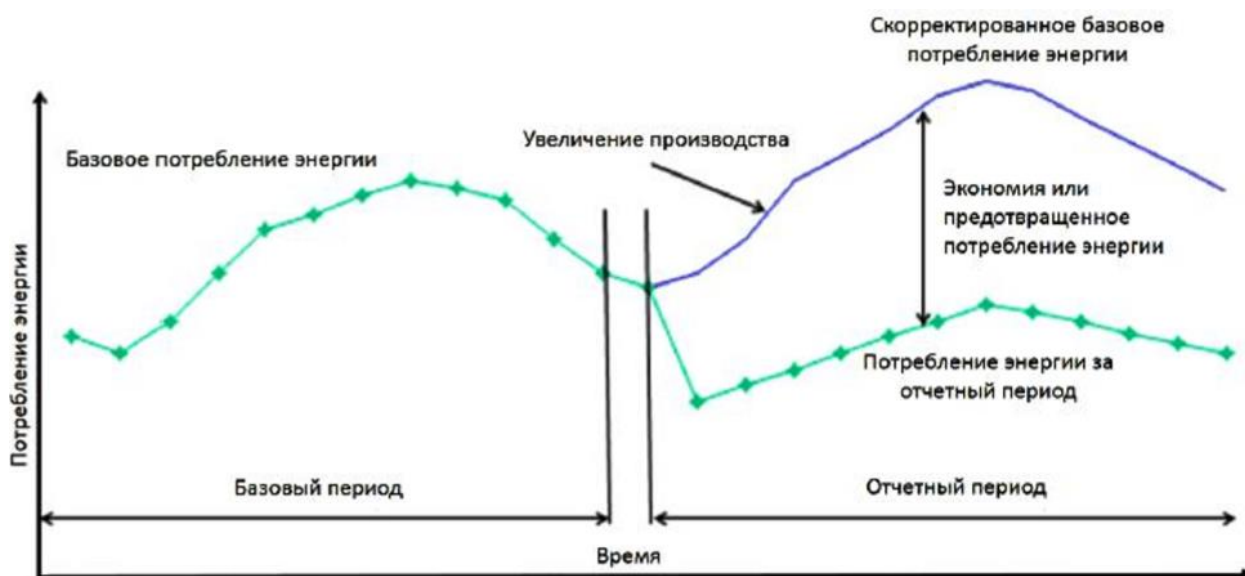


Рис. 1. Хронология потребления энергетических ресурсов [2, с. 4]

Согласно **рис. 1** «Экономия или предотвращенное потребление энергии» – это разность между скорректированным на увеличение объема производства «базовым» потреблением энергии и объемом энергетического ресурса, который фактически измерялся во время отчетного периода.

Базовое потребление энергетических ресурсов – потребление ЭР, происходящее в течение базового периода, без учета корректировок.

Без корректировки на изменения в объеме производства разность между базовым потреблением ЭР и потреблением ЭР за отчетный период будет намного меньше, занижая эффект от внедрения ЭСМ по рекуперации тепла.

Сравнение потребления энергоресурсов (ЭР) до и после реализации проекта проводится с использованием обобщенной формулы ([2, с. 5] изм.):

$$\begin{aligned} \text{Экономия} = & \\ = & (\text{Потребление ЭР в базовом периоде} - \\ - & \text{Потребление ЭР в отчетном периоде}) \pm & (1) \\ \pm & \text{Корректировки.} \end{aligned}$$

Корректировки в уравнении (1) используются для пересчета объемов базового потребления ЭР для приведения к сопоставимым условиям отчетного периода.

Корректировки бывают двух типов: стандартная и нестандартная.

Стандартная корректировка – используется для любых факторов, определяющих потребление энергоресурсов, которые изменяются предсказуемо в течение отчетного периода, таких как погода или объем производства.

Нестандартная корректировка – используется для тех факторов, которые влияют на потребление энергоресурсов и изменение которых обычно не ожидается, например, увеличение, уменьшение размера объекта, изменение проектных характеристик или изменения в эксплуатации установленного оборудования, изменение количества производственных смен в неделю или смена одного вида арендатора на другого.

Примеры статических факторов для нестандартной корректировки:

- объем помещений, которые обогреваются или кондиционируются;
- тип производимой продукции или количество производственных смен в день;
- характеристика ограждающих конструкций здания (утепление стен, замена окон, дверей);
- количество, тип или метод использования объекта и оборудования пользователем;
- изменения норм и правил, применяемых для отдельных помещений (например, уровни освещения, температура, кратность воздухообмена);
- изменение целевого назначения или графика использования объекта.

Поэтому уравнение (1) в более полном виде имеет вид ([1, с. 21], изм):

$$\begin{aligned} & \text{Экономия} = \\ & = (\text{Потребление ЭР в базовом периоде} - \\ & - \text{Потребление ЭР в отчетном периоде}) \pm \\ & \pm \text{Стандартные корректировки} \pm \\ & \pm \text{Нестандартные корректировки.} \end{aligned} \tag{2}$$

Корректировки в (2) отражают обе составляющих данных об измеренном количестве энергоресурсов при том же наборе условий. Механизм применения корректировок зависит от того, будет ли экономия определяться на основе базовых условий в течение отчетного периода, или они будут приведены к другому фиксированному набору условий (рис. 2).

Согласно **рис. 2.** экономия энергоресурсов может быть двух видов:

- Предотвращенное потребление энергетических ресурсов,
- Нормализованная экономия.



Рис. 2. Два вида экономии энергетических ресурсов ([1, с. 22], изм.)

Сущность размера экономии «Предотвращенное потребление энергетических ресурсов, зафиксированное в условиях отчетного периода» отражает «Предотвращенные затраты на оплату энергоресурсов».

При определении размера экономии в течение отчетного периода, потребление ЭР в базовом периоде корректируется по условиям отчетного периода и общий вид уравнения (2) для отчета о достигнутой экономии принимает вид ([1, с. 22], изм.):

$$\begin{aligned} & \text{Экономия (Предотвращенное потребление ЭР)} = \\ & = \text{Скорректированное базовое потребление ЭР} - \\ & \quad - \text{Потребление ЭР в отчетном периоде} \pm \\ & \pm \text{Нестандартная корректировка базового потребления ЭР} \\ & \quad \text{для условий отчетного периода,} \end{aligned} \tag{3}$$

где *Скорректированное базовое потребление ЭР* – потребление ЭР за базовый период, скорректированное для учета различных условий эксплуатации в отчетный период.

Скорректированное базовое потребление энергоресурсов (базовое потребление ЭР $\pm$ любая стандартная корректировка) находят с помощью математической модели, устанавливающей взаимосвязь данных о реальном базовом потреблении ЭР с соответствующими независимыми переменными за отчетный период.

Независимая переменная – это параметр, который изменяется, и который имеет измеряемое воздействие на потребление ЭР системы или объекта. Например, общей независимой переменной, влияющей на потребление энергоресурсов зданием, является температура наружного воздуха. В этом случае необходимо установить зависимость температуры окружающего воздуха от количества теплоты, потребляемой зданием.

Сущность размера экономии **«Нормализованная экономия (базовое потребление энергетических ресурсов, зафиксированная при неизменных или нормальных условиях)»** отражает снижение потребления энергоресурсов в натуральном или стоимостном выражении в отчетный период, по сравнению с уровнем потребления энергоресурсов в базовый период, при нормальных условиях эксплуатации до проведения мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Корректировки на определенный набор неизменных условий приводят к размеру нормализованной экономии за отчетный период ([1, с. 23] изм.):

$$\begin{aligned}
 & \text{Нормализованная экономия} = \\
 & = (\text{Базовое потребление ЭР} \pm \text{Стандартная корректировка к} \\
 & \text{фиксированным условиям} \pm \text{Нестандартная корректировка к} \\
 & \text{фиксированным условиям}) - \\
 & - (\text{Потребление ЭР за отчетный период} \pm \text{Стандартная} \quad (4) \\
 & \text{корректировка к фиксированным условиям} \pm \\
 & \pm \text{Нестандартная корректировка к фиксированным условиям}).
 \end{aligned}$$

В модели уравнения (4) экономии потребление ЭР за отчетный период и, возможно, за базовый период корректируется таким образом, чтобы «привести» его к некоторому общему «нормальному») набору условий.

При выборе вида экономии «Предотвращенное потребление энергетических ресурсов» или «Нормализованная экономия» следует учитывать следующие факторы, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Факторы, учитываемые при выборе вида экономии ЭР ([1, с. 24] изм.)

Вид экономии	Факторы
Предотвращенное потребление энергоресурсов (ЭР)	- зависит от эксплуатационных условий в отчетном периоде. <i>Примечание:</i> экономию можно надлежащим образом скорректировать для таких явлений как погода, размер экономии ЭР в отчетном периоде зависит от реальной погоды;
	- не может быть напрямую сравнима с экономией, прогнозируемой в базовых условиях.
Нормализованная экономия	- не зависит от условий отчетного периода, поскольку условия были однажды зафиксированы и больше не изменяются; - не зависит от условий отчетного периода, поскольку условия были однажды зафиксированы и больше не изменяются;
	- может напрямую сравниваться с экономией, прогнозируемой для тех же самых зафиксированных условий;
	- может быть окончательно определена только после завершения полного цикла потребления ЭР за отчетный период. <i>Примечание:</i> может быть выведена математическая зависимость между потреблением ЭР в отчетном периоде и эксплуатационными условиями.

Краткая характеристика методов измерения и верификации энергетической эффективности

В соответствии с нормативными документами [1, 2] для измерения и верификации энергетической эффективности допускается использовать следующие методы:

- 1) Метод А «Изоляция зоны модернизации: измерение основного параметра»;
- 2) Метод В «Изоляция зоны модернизации: измерение всех параметров»;
- 3) Метод С «Весь объект»;
- 4) Метод D «Компьютерное моделирование».

Метод А «Изоляция зоны модернизации: измерение основного параметра»

Краткая характеристика метода А приведена в таблице 3.

Таблица 3

Метод А «Изоляция зоны модернизации: измерение основного параметра» ([2, с. 5] изм.)

Метод	Расчет экономии	Пример применения
Экономия определяется путем непосредственных измерений основного эксплуатационного параметра, который определяет потребление энергетических ресурсов системой, зависящего от реализованного проекта. Частота измерений параметра может изменяться от кратковременных до постоянных по времени, в зависимости от ожидаемых отклонений измеряемого параметра, и продолжительности отчетного периода.	Инженерный расчет за базовый и отчетный периоды на основе: - краткосрочных или постоянных измерений основного эксплуатационного параметра; - оценочных значений. Параметры, не выбранные для непосредственных измерений, оценивают. Оценка может быть основана на ретроспективных данных, спецификациях производителей или инженерной оценке.	Модернизация системы освещения. Потребляемая осветительными приборами мощность является основным эксплуатационным параметром, который измеряется. Оценка часов работы системы освещения производится на основании графика работы здания и специфики деятельности персонала (количество смен и т.д.)

При использовании метода А измерение базового потребления энергоресурсов и потребления энергоресурсов в отчетный период проводятся на основе измерения одного параметра, а остальные параметры оцениваются.

Если параметр является значимым для оценки эффективности проекта, его следует измерять. Другие параметры, не контролируемые исполнителем по проекту, допускается оценивать.

Расчетная модель уравнения экономии метода А ([2, с. 8] изм.):

$$\begin{aligned} & \text{Экономия метода А} = \\ & = \text{Оценочное значение } x \text{ (Измеренный параметр в базовом периоде –} \\ & \quad \text{- Измеренный параметр в отчетном периоде).} \end{aligned} \quad (5)$$

В качестве примера применения метода А рассмотрим энергосберегающее мероприятие (ЭСМ), включающее установку высокоэффективных осветительных приборов, без изменения периодов освещения. Экономия можно определить путем измерения мощности, потребляемой системой освещения до модификации и после нее, а часы работы оценить.

В таблице 4 показаны требования, соблюдение которых обеспечивает выполнение требований метода А в отношении оцениваемых величин для ситуаций с другими разновидностями ЭСМ.

Таблица 4

**Измерение или оценка величин ЭСМ при установке
высокоэффективных осветительных приборов ([1, с. 35] изм.)**

Ситуация	Измерять или оценивать?		Соблюдение требований метода А
	Часы наработки	Потребляемая мощность	
ЭСМ приводит к уменьшению времени работы	Измерение	Оценка	Да
	Оценка	Измерение	нет
ЭСМ уменьшает потребляемую мощность	Оценка	Измерение	да
	Измерение	Оценка	нет
ЭСМ снижает и потребляемую мощность, и время работы:			

Продолжение таблицы 4

Мощность в базовом периоде не определена, время работы известно	Оценка	Измерение	да
	Измерение	Оценка	нет
Мощность известна, но время работы не определено	Измерение	Оценка	Да
	Оценка	Измерение	нет
Мощность и время работы известны плохо	Измерение	Оценка	Нет
	Оценка	Измерение	Использовать опцию В

При планировании процедур метода А необходимо рассмотреть отклонения в базовом потреблении энергоресурсов и ожидаемое влияние на потребление энергоресурсов от реализации ЭСМ до определения того, какие параметры будет необходимо измерять, учитывая ряд сценариев, которые могут произойти [1, с. 37]:

1) ЭСМ уменьшает постоянную нагрузку без изменения времени работы. Например, осветительные приборы промышленного предприятия заменены более эффективными, но количество часов работы освещения не изменилось. «Для корректного измерения эффекта от проекта, уровни мощности светильников должны измеряться в базовый и в отчетный периоды, тогда как время работы в расчетах должно быть оценочным»;

2) ЭСМ уменьшает время работы, но нагрузка не изменяется.

Например, автоматические регуляторы выключают воздушные компрессоры в нерабочий период. «Для корректного измерения эффекта от проекта рабочее время компрессоров должно измеряться и в базовый, и в отчетный периоды, тогда как мощность компрессоров при проведении расчетов может оцениваться»;

3) ЭСМ уменьшает и мощность, потребляемую оборудованием, и время работы. Например: «регулировка температуры системы горячего водоснабжения уменьшает «перетоп» и побуждает жильцов закрывать окна, способствуя, таким образом, уменьшению потребляемой мощности и времени работы отопительной системы. Если и потребляемая мощность, и время работы неопределенны и могут изменяться, Метод А использовать невозможно». В ситуациях, когда потребляемая мощность и время работы

являются переменными величинами, требуется проведение более тщательных измерений и расчетов.

В течение отчетного периода, установленное оборудование повторно инспектируют с определенной периодичностью для проверки правильности работы оборудования. Частота повторных инспекций определяется вероятностью изменения параметров эффективности установленного в ходе реализации ЭСМ оборудования.

Примером ситуации, в которой требуются регулярные проверки, является модернизация системы освещения. Можно определить экономию энергоресурсов путем подтверждения эффективности работы светильников по репрезентативной выборке и подсчета количества работающих ламп освещения.

При планировании затрат на измерения по методу А должны учитываться все составляющие части: анализ данных, оценка параметров, установка приборов учета и текущие затраты на снятие и регистрацию данных с приборов учета.

Метод А применим в следующих случаях:

- оценка основных параметров дает возможность избежать применения непростых нестандартных корректировок, если будущие изменения происходят в границах измерений;
- неопределенность, создаваемая оценкой параметров, является приемлемой;
- длительный эффект от реализации ЭСМ может быть оценен путем простой периодической проверки оцениваемых параметров;
- Оценка некоторых параметров является менее дорогой, чем их измерения при использовании метода В или их моделирование при использовании метода D;
- основные параметры, используемые в расчете экономии, можно быстро определить. Основными параметрами являются показатели, используемые для получения оценки эффективности реализации ЭСМ или об эффективности работы подрядчика.

Метод В «Изоляция зоны модернизации: измерение всех параметров»

Краткая характеристика метода В приведена в таблице 5.

Таблица 5

**Метод В «Изоляция зоны модернизации:
измерение всех параметров» ([2, с. 6] изм.)**

Метод измерения	Расчет экономии	Пример применения
При этом методе производят измерения потребления энергоресурсов системой, участвующей в проекте. Частота измерений может изменяться от кратковременных до постоянных по времени, в зависимости от ожидаемых отклонений измеряемых параметров, и продолжительности отчетного периода.	Кратковременные или постоянные по времени измерения потребления энергоресурсов в базовом и отчетном периодах и/или инженерные расчеты, использующие данные измерений потребления энергоресурсов системой, участвующей в проекте.	Установка частотно-регулируемых приводов на насосные агрегаты. Электрическую мощность, кВт, которую потребляет насос, измеряют каждую минуту соответствующим прибором учета, который стоит на насосе.

Во время базового периода измерения проводят в течение недели для определения постоянной нагрузки. Прибор учета снимает показания потребляемой мощности в течение всего отчетного периода, чтобы отслеживать отклонения в потребляемой мощности.

При использовании метода В могут не потребоваться стандартные или нестандартные корректировки, в зависимости от расположения границ измерений, длительности отчетного периода или продолжительности времени между измерениями в базовый и отчетный периоды.

При использовании метода В проводят измерения всех членов расчетной модели уравнения экономии (1) или измерения всех параметров, необходимых для расчета.

Расчетная модель уравнения экономии метода В ([2, с. 9] изм.):

$$\begin{aligned} & \text{Экономия метода В} = \\ & = \text{Базовое потребление энергоресурсов} - \\ & - \text{Потребление энергоресурсов в отчетном периоде.} \end{aligned} \quad (6)$$

Процедуры измерений при использовании метода В более сложные и затратные, чем при использовании метода А. Однако метод В будет обеспечивать более точные результаты измерений для ситуаций, в которых схемы нагрузки и экономии изменчивы.

Метод В можно использовать в случаях, когда [1, с. 40]:

- приборы учета, установленные на границе зоны модернизации, будут использоваться для других целей, таких как обеспечение обратной связи для целей эксплуатации или выставления счетов арендаторам;
- измерение всех параметров менее дорого, чем моделирование при использовании Метода D;
- экономия или параметры эксплуатации оборудования в границах измерений непостоянны.

Метод С «Весь объект»

Краткая характеристика метода С приведена в таблице 6.

Таблица 6

Метод С «Весь объект» ([2, с. 6] изм.)

Метод измерения	Расчет экономии	Пример применения
Экономию определяют путем измерения потребления энергоресурсов на всем объекте или части объекта. Постоянные измерения потребления энергоресурсов всем объектом проводят в течение отчетного периода.	Анализируют данные прибора учета за базовый и отчетный периоды для всего объекта. Используют сравнительный или регрессионный анализ.	Многоаспектная программа управления потреблением энергоресурсов, затрагивающая многие системы объекта. Измерение потребления энергоресурсов объектом по видам энергоресурсов (электричество, газ и т.д.) по приборам учета за двенадцатимесячный базовый период и в течение отчетного периода.

Метод С «Весь объект» предполагает использование для оценки эффективности всего объекта прибора учета, по которому производят расчеты с ресурсоснабжающей организацией (РСО) или дополнительных приборов учета для всего объекта. Границы измерений охватывают весь объект или основную его часть.

В рамках метода С определяется совокупность экономии от реализации всех проектов, реализованных на всем объекте или на его части, контролируемой прибором учета энергоресурса.

С целью верификации выполняют периодические проверки всего оборудования и режимов его работы на объекте в течение отчетного периода, во время проверок определяют изменения в статических факторах по сравнению с базовыми условиями.

Регулярные проверки проводят в соответствии с установленным в плане измерения и верификации энергетической эффективности графиком.

Данные о потреблении ЭР при использовании метода С могут быть получены на основе счетов на оплату, выставленных РСО в соответствии с правилами учета тепловой энергии, теплоносителя, и (или) на основе показаний установленных на объекте приборов учета. Данные прибора учета, на основе показаний которых производят расчеты с РСО, принимаются с точностью 100% [2].

При использовании метода С тщательно фиксируют изменения в независимых параметрах и статических факторах.

Если независимые параметры изменяются циклически, то их оценивают с использованием регрессионного анализа и математического моделирования.

Независимые параметры, имеющие заметное влияние на базовое потребление энергоресурсов, включают в состав стандартных корректировок при определении экономии.

Независимые параметры измеряют и регистрируют одновременно с данными о потреблении энергоресурсов. Например, метеоданные регистрируют ежедневно и обобщают в соответствии с точным месячным периодом измерения энергоресурсов, который может отличаться от календарного месяца.

Статические факторы, влияющие на потребление энергоресурсов, измеряют и регистрируют в базовом и отчетном периодах, с помощью которых при необходимости выполняют нестандартную корректировку.

Расчетная модель уравнения экономии метода С ([2, с. 10] изм.):

$$\begin{aligned} & \text{Экономия метода } C = \\ & = (\text{Потребление } \mathcal{E}P \text{ в базовом периоде} - \text{Потребление } \mathcal{E}P \text{ в отчетном} \\ & \quad \text{периоде}) \pm \text{Стандартные корректировки} \pm \\ & \quad \pm \text{Нестандартные корректировки.} \end{aligned} \tag{7}$$

Стандартные корректировки применяют при изменениях в выбранных независимых параметрах. Нестандартные корректировки применяют при изменении статических факторов.

Для метода С условие стандартной корректировки в (7) рассчитывают на основе достоверной математической модели для каждого шаблона потребления энергоресурсов, регистрируемого каждым прибором учета [1].

Модель может включать коэффициенты, полученные в результате регрессионного анализа, которые сопоставляют потребление энергоресурсов с одним или несколькими независимыми параметрами.

Модель может включать различный набор параметров регрессии для каждого ряда условий, например, в школах, где потребление энергоресурсов здания отличается в период учебного года и каникул, потребуется разделить регрессионные модели для различных периодов потребления.

При использовании метода С следует использовать непрерывные данные за полные годы (или 12, 24, 36 месяцев) в течение базового периода, и непрерывные данные – в течение отчетных периодов [2].

Данные с приборов учета всего объекта снимают ежечасно, ежедневно или ежемесячно. Почасовые данные объединяют в ежедневные данные в целях ограничения количества независимых параметров, требуемых для создания приемлемой модели базового потребления энергоресурсов, без заметного увеличения неопределенности в расчетной экономии.

Метод С используют для определения изменений потребления энергоресурсов по сравнению с данными, полученными в первый год работы после реализации проекта.

Метод D: Компьютерное моделирование. Краткая характеристика метода D приведена в таблице 7.

Таблица 7

Метод D: Компьютерное моделирование [2, с. 6]

Метод	Расчет экономии	Пример применения
Экономия определяется путем моделирования потребления энергоресурсов всем объектом или частью объекта. Имитационная модель демонстрирует достоверное потребление энергоресурсов на объекте. Данный метод требует навыков в компьютерном моделировании	Смоделированное потребление энергоресурсов, откалиброванное по часовым или помесечным данным потребления энергоресурсов. Для уточнения данных для калибровки программного обеспечения могут использоваться фактические данные учета потребления энергоресурсов.	Учет влияния энергосберегающих мероприятий при проектировании здания: используется только в том случае, если в течение базового периода приборы учета отсутствовали. Для калибровки программного обеспечения используют измеренные данные потребления энергоресурсов после установки приборов учета после введения здания в эксплуатацию. Базовое потребление энергоресурсов, определенное с использованием компьютерного моделирования, сравнивают с откалиброванной моделью потребления энергетических ресурсов за отчетный период

Метод D «Компьютерное моделирование» предполагает использование программного обеспечения в области компьютерного моделирования для прогнозирования потребления энергоресурсов объектом для одного или обоих условий в уравнении экономии (1).

Имитационная модель должна быть откалиброванной, способной прогнозировать модель потребления энергоресурсов, соответствующую фактическим данным учета с заданной точностью.

Метод D целесообразно использовать в следующих случаях [2, с. 11]:

- данные о базовом потреблении энергоресурсов не существуют или недоступны;

- необходимо определить экономию, полученную в результате реализации отдельных мероприятий проекта, но измерения при использовании методов А или В слишком затратные.

Если потребление энергоресурсов в отчетном периоде прогнозируют с помощью программного моделирования, расчет экономии энергоресурсов будет достоверным в случае, если реальные условия работы объекта соответствуют тем, которые моделировались.

Периодические проверки выявляют изменения текущей ситуации от условий, при которых было сформировано базовое потребление энергоресурсов, а также изменения в показателях эффективности моделируемого оборудования. Программа моделирования также соответствующим образом корректируется.

Входящие данные для моделирования должны представлять корректную информацию, включая доступные данные о фактической энергетической эффективности основных компонентов объекта.

Исходные данные для моделирования корректируют так, чтобы результаты моделирования соответствовали данным об установленной мощности и о потреблении энергоресурсов из ежемесячных счетов с допустимой точностью [3, 4].

Метод D требует тщательного документирования.

В отчете о достигнутой энергетической эффективности отражают наименование используемого программного обеспечения и номер версии.

Вычисление экономии при использовании метода D основано на одной или нескольких комплексных оценках потребления энергоресурсов.

Значение погрешности расчета экономии указывается в плане по измерению и верификации энергетической эффективности до начала проведения процедур моделирования.

Модель можно считать достоверной, если она прогнозирует реальное потребление энергоресурсов объекта с заданным уровнем точности путем сравнения результатов моделирования с калибровочными данными.

Калибровочные данные включают в себя данные об измеренном потреблении энергоресурсов, независимые параметры и статические факторы, в том числе данные по эксплуатации объекта: эксплуатационные характеристики, данные о заселенности, о погоде, о нагрузках; об эффективности оборудования.

Алгоритм по сбору максимально возможного объема данных для калибровки и этапы калибровки программного обеспечения могут быть следующими [2, с. 12]:

а) формирование перечня необходимых входных параметров и их документация;

б) сбор фактических метеоданных за период, по данным которого проводят калибровку, особенно если погодные условия заметно отличались от стандартных для этого времени года, использованных при моделировании базового потребления энергоресурсов. Если сформировать фактические метеоданные слишком трудно, то допускается использовать метеоданные для сходных погодных условий, используя обоснованные статистические методы;

в) выполнение моделирования и проверка того, чтобы были спрогнозированы такие эксплуатационные параметры, как температура и влажность;

г) сравнение смоделированных результатов потребления энергоресурсов с данными приборов учета за период калибровки на почасовой или помесечной основе;

д) определение наличия постоянных зависимостей в разницах между результатами моделирования и калибровочными данными. На данном этапе необходимо определить характер ошибок, используя гистограммы, помесечные графики процентных отклонений и месячные диаграммы рассеивания. Точность калибровки должна быть задокументирована для согласования стоимости проводимых работ;

е) пересмотр входных параметров, сформированных на шаге а), и повтор шагов в) и г), чтобы приблизить результаты моделирования к калибровочным данным на шаге д). При необходимости должны быть собраны более

актуальные эксплуатационные данные с объекта для получения более детализированной калибровки.

После калибровки расчетная модель экономии (1) может быть применена с использованием двух версий модели:

- 1 версия – с учетом результатов проекта;
- 2 версия – без результатов проекта.

Обе версии должны использовать одинаковые условия эксплуатации.

Расчетная модель уравнения экономии метода D ([2, с. 13] изм.):

$$\begin{aligned} & \text{Экономия метода } D1 = \\ & = \text{Базовое потребление ЭР в откалиброванной модели без учета} \\ & \quad \text{реализации проекта} - \text{Потребление ЭР за отчетный период} \\ & \quad \text{в откалиброванной модели с учетом реализации проекта.} \end{aligned} \quad (8)$$

Расчетная модель уравнения экономии (8) для метода D предполагает, что погрешность калибровки одинаково влияет на обе модели.

При использовании известных фактических данных за период калибровки из отчетного периода модель уравнения экономии приобретает вид ([2, с. 13] изм.):

$$\begin{aligned} & \text{Экономия метода } D2 = \\ & = (\text{Базовое потребление ЭР в откалиброванной модели без учета} \\ & \quad \text{проекта} - \text{Фактическое потребление ЭР в откалиброванной модели в} \\ & \quad \text{отчетном периоде с учетом результатов проекта}) \pm \\ & \quad \pm \text{погрешность калибровки.} \end{aligned} \quad (9)$$

Экономию в стоимостном выражении определяют, применяя соответствующую шкалу цен (тарифов) в формуле [2, с. 17]:

$$\text{Экономия в стоимостном выражении} = C_B - C_O, \quad (10)$$

где C_B – стоимость энергоресурсов в базовый период плюс любые корректировки в стоимостном выражении;

C_O – стоимость энергоресурсов в отчетном периоде плюс любые корректировки в стоимостном выражении.

Стоимость энергоресурсов при расчете величин C_B и C_O определяют с помощью тарифного меню, полученного в ресурсоснабжающей организации.

Заключение. Изложенный в статье материал направлен на повышение энергетической эффективности энергопотребляющих систем и объектов при реализации проектных энергосберегающих мероприятий путем использования нормативных методов измерений и верификации с корректной оценкой экономии потребляемых энергетических ресурсов в натуральном и стоимостном выражении.

Список литературы

1. Измерения и верификация энергетической эффективности / СТО 001-2014: Стандарт ассоциации РАЭСКО [Электронный ресурс] // EnergoSovet.ru/stat859.html (Дата обращения 03.08.2022).
2. Измерение и верификация энергетической эффективности. Общие положения по определению экономии энергетических ресурсов / ГОСТ Р 56743-2015 [Электронный ресурс] // docs.cntd.ru/document/1200127498 (Дата обращения 03.08.2022).
3. Общие требования к средствам измерений и техническим системам и устройствам с измерительными функциями / ГОСТ Р 8.674-2009 ГСИ. [Электронный ресурс] // docs.cntd.ru/document/1200094426 (Дата обращения 03.08.2022).
4. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения / ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 [Электронный ресурс] // docs.cntd.ru/document/1200029975 (Дата обращения 03.08.2022).

© Л.П. Андрианова, З.Х. Павлова,
А.Р. Калимгулов, Р.Т. Хазиева, 2022

Глава 3.

**МЕТОДЫ РАСЧЁТА КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕЛЬСОВОГО
ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКА БЕССТЫКОВЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ**

Алиев Равшан Маратович

д.т.н., профессор

Алиев Марат Мухамедович

к.т.н., доцент

Хакимов Шоятбек Халимжанович

ассистент

Тохиров Эъзозбек Турсуналиевич

Ph.D., доцент

Ташкентский государственный

транспортный университет

Аннотация: При анализе и синтезе рельсовых цепей без изолирующих стыков в основном может быть использована общая теория рельсовых цепей. Однако при этом необходимо учитывать некоторые специфические особенности, обусловленные отсутствием изолирующих стыков. Расчеты коэффициентов рельсовых цепей проводились с рядом допущений, и не была дана методика их точного определения. Для определения точных уравнений необходимо рассматривать бесстыковые рельсовые цепи как неограниченные асимметричные рельсовые линии, у которых, во-первых, первичные и вторичные параметры могут существенно отличаться друг от друга и во-вторых на смежных рельсовых цепях могут находиться подвижные единицы.

В главе монографии рассматриваются основные уравнения, позволяющие учесть при анализе и синтезе рельсовых цепей специфические особенности, связанные с отсутствием изолирующих стыков.

Ключевые слова: математическая модель, рельсовая цепь, бесстыковая рельсовая цепь.

METHODS FOR CALCULATING THE COEFFICIENTS OF THE FOUR-POLE RAIL OF JOINTLESS RAIL CIRCUITS

Aliev Ravshan Maratovich

Khakimov Shoyatbek Xalimjan o'gli

Aliev Marat Muhamedovich

Tokhirov Ezozbek Tursunalievich

Abstract: In the analysis and synthesis of track circuits without insulating joints, the general theory of track circuits can be mainly used. However, it is necessary to take into account some specific features due to the absence of insulating joints. Calculations of the coefficients of track circuits were carried out with a number of assumptions and no method was given for their exact determination. To determine the exact equations, it is necessary to consider jointless track circuits as unlimited asymmetric rail lines, in which, firstly, the primary and secondary parameters may differ significantly from each other and, secondly, there may be moving units on adjacent track circuits.

The monograph considers the basic equations that make it possible to take into account the specific features associated with the absence of insulating joints in the analysis and synthesis of track circuits.

Key words: mathematical model, railway track circuit, track circuit jointless.

Для анализа и синтеза рельсовых цепей без изолирующих стыков, прежде всего, необходимо вывести уравнения для расчета коэффициентов четырехполюсника, замещающего рельсовую линию [1, 2].

Коэффициенты четырехполюсника бесстыковой рельсовой цепи (БРЦ) могут быть определены на основании уравнений распределения токов и напряжений вдоль рельсовой линии по схеме рис. 1 при начальных условиях отличных от условий, принятых для рельсовых цепей с изолирующими стыками [3].

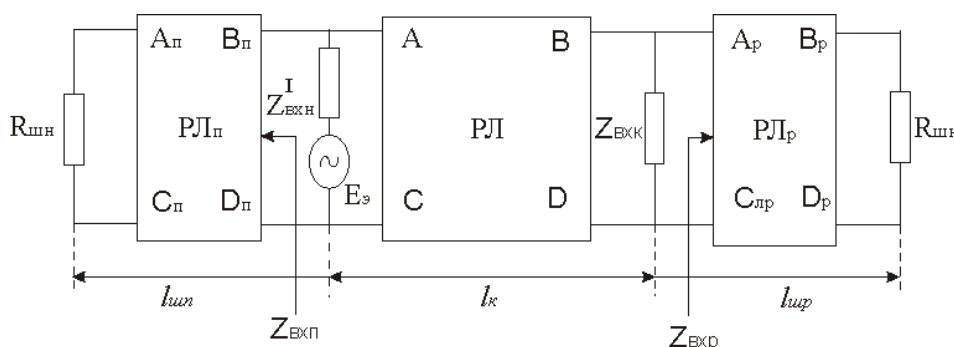


Рис. 1. Общая схема замещения бесстыковой рельсовой цепи

Сравнивая изображенную схему рис. 1. с основной схемой замещения рельсовых цепей с изолирующими стыками (РЦ) можно утверждать:

1. Схемы бесстыковой рельсовой цепи и рельсовой цепи с изолирующими стыками значительно отличаются друг от друга, и использовать коэффициенты рельсовых четырехполюсников РЦ для анализа и синтеза БРЦ нельзя. Поэтому для анализа и синтеза рельсовых цепей без изолирующих стыков, прежде всего, необходимо вывести уравнения для расчета коэффициентов четырехполюсника, замещающего бесстыковую рельсовую линию [4].

2. В нормальном режиме из-за отсутствия изолирующих стыков растекания тока по смежным рельсовым линиям потребует увеличения значения $E_{\text{э}}$, что, в конечном счете, увеличит значение $K_{\text{пmax}}$ и уменьшит значения $K_{\text{шн}}$ и $K_{\text{ор}}$ [5].

3. Нормальный режим работы рельсовой цепи RL_n будет наблюдаться не только при свободе всех рельсовых линий, но и в случае, если одна из

смежных рельсовых линий будет занята подвижной единицей, причем её шунт будет удален от точки подключения аппаратуры рельсовой цепи на расстоянии большем, чем $l_{дш}$. Участок $l_{дш}$ называется зоной дополнительного шунтирования. Указанные зоны располагаются, как у питающего $l_{дшн}$, так и у релейного $l_{дшк}$ концов рельсовой цепи [6]. При сближении двух поездов нормальный режим работы рельсовой цепи РЛ_п будет зависеть от наличия поездных шунтов на смежных участках РЛ_{п+1} и РЛ_{п-1}. В этом случае величины $l_{дшн}$ и $l_{дшк}$ могут иметь максимальные значения.

4. Шунтовой режим работы рельсовой цепи РЛ_п также будет зависеть от наличия шунтов как на РЛ_п, так и на части смежных рельсовых линий. Зона шунтирования $l_{ш} = l_{дшк} + l_{кп} + l_{дшн}$ называется поездной длиной рельсовой цепи. При нахождении поезда на смежной рельсовой цепи к точкам подключения аппаратуры подключен комплексный шунт $Z_{ш} = R_{шн} + z * l_{дшк}$ или $Z_{ш} = R_{шн} + z * l_{дшн}$.

Для того, чтобы поезд не перекрывал сам себе светофор при подходе к рельсовой цепи, светофор необходимо устанавливать по ходу движения поезда на расстоянии $l_{дшк}$ [7].

Коэффициенты рельсового четырехполюсника бесстыковой рельсовой цепи

Приводятся основные уравнения, позволяющие учесть при анализе и синтезе рельсовых цепей специфические особенности, связанные с отсутствием изолирующих стыков.

Коэффициенты четырехполюсника бесстыковой рельсовой цепи (БРЦ) могут быть определены по схеме замещения бесстыковой рельсовой цепи рис. 2 при начальных условиях отличных от условий, принятых для рельсовых цепей с изолирующими стыками [8-11].



A _____ B _____


$$\|A \quad B\| - \|A_{\text{p}ln-1} \quad B_{\text{p}ln-1}\|_* \|A_{\text{p}ln} \quad B_{\text{p}ln}\|_* \|A_{\text{p}ln+1} \quad B_{\text{p}ln+1}\| \quad (1)$$

После перемножения матриц получим:

$$\begin{aligned}A &= ch\gamma l + \frac{Z_B}{Z_{\text{вхр}}} sh\gamma l; \\B &= z_B * sh\gamma l; \\C &= \frac{sh\gamma l}{z_B} + \frac{ch\gamma l}{Z_{\text{вхп}}} + \frac{z_B sh\gamma l}{Z_{\text{вхр}} * Z_{\text{вхп}}} + \frac{ch\gamma l}{Z_{\text{вхр}}}; \\D &= ch\gamma l + \frac{z_B}{Z_{\text{вхп}}} sh\gamma l;\end{aligned}\quad (2)$$

Для ряда частных случаев расчетные уравнения коэффициентов рельсового четырехполюсника значительно упрощаются и принимают вид удобный для практических расчетов;

а) если принять $R_{\text{ш}}=R_{\text{шн}}=0$, тогда

$$\begin{aligned}Z_{\text{вхр}} &= z_{\text{ep}} * th\gamma_p l_{\text{шр}}; \quad Z_{\text{вхп}} = z_{\text{en}} * th\gamma_n l_{\text{шп}} \\A &= ch\gamma l + \frac{Z_B}{Z_{\text{вр}} th\gamma_p l_{\text{шр}}} sh\gamma l; \\B &= z_B * sh\gamma l; \\C &= \frac{sh\gamma l}{z_B} + \frac{ch\gamma l}{Z_{\text{вп}} th\gamma_n l_{\text{шп}}} + \frac{z_B sh\gamma l}{Z_{\text{вп}} th\gamma_n l_{\text{шп}} * Z_{\text{вр}} th\gamma_p l_{\text{шр}}} + \frac{ch\gamma l}{Z_{\text{вр}} th\gamma_p l_{\text{шр}}}; \\D &= ch\gamma l + \frac{z_B}{Z_{\text{вп}} th\gamma_n l_{\text{шп}}} sh\gamma l.\end{aligned}\quad (4)$$

б) при наличии на питающем конце рельсовой цепи изолирующих стыков и дроссель-трансформаторов $z_{\text{en}}=\infty$.

$$\begin{aligned}A &= ch\gamma l + \frac{Z_B}{Z_{\text{вр}} th\gamma_p l_{\text{шр}}} sh\gamma l; \\B &= Z_B sh\gamma l; \\C &= \frac{1}{z_B} sh\gamma l + \frac{ch\gamma l}{Z_{\text{вр}} th\gamma_p l_{\text{шр}}}; \\D &= ch\gamma l\end{aligned}\quad (5)$$

в) при наличии на релейном конце рельсовой цепи изолирующих стыков и дроссель-трансформаторов $Z_{\theta p} = \infty$.

$$\begin{aligned} A &= ch\gamma l; \\ B &= Z_B sh\gamma l; \\ C &= \frac{1}{Z_B} \left(sh\gamma l + \frac{ch\gamma l}{Z_{B\Pi} th\gamma_{\Pi} l_{\Pi\Pi}} \right); \\ D &= ch\gamma l + \frac{Z_B}{Z_{B\Pi} th\gamma_{\Pi} l_{\Pi\Pi}} sh\gamma l. \end{aligned} \quad (6)$$

г) при нахождении одной подвижной единицы на смежной рельсовой линии у релейного конца.

$$\begin{aligned} A &= ch\gamma l + \frac{Z_B}{Z_{Bp} th\gamma_p l_{\Pi p}} sh\gamma l; \\ B &= z_B * sh\gamma l; \\ C &= \frac{sh\gamma l}{z_B} + \frac{ch\gamma l}{Z_{B\Pi}} + \frac{z_B sh\gamma l}{Z_{Bp} th\gamma_p l_{\Pi p} * Z_{B\Pi}} + \frac{ch\gamma l}{Z_{Bp} th\gamma_p l_{\Pi p}}; \\ D &= ch\gamma l + \frac{z_B}{Z_{B\Pi}} sh\gamma l. \end{aligned} \quad (7)$$

д) на смежной рельсовой линии у питающего конца

$$\begin{aligned} A &= ch\gamma l + \frac{Z_B}{Z_{Bp}} sh\gamma l; \\ B &= z_B * sh\gamma l; \\ C &= \frac{sh\gamma l}{z_B} + \frac{ch\gamma l}{Z_{B\Pi} th\gamma_{\Pi} l_{\Pi\Pi}} + \frac{z_B sh\gamma l}{Z_{B\Pi} th\gamma_{\Pi p} l_{\Pi\Pi} * Z_{Bp}}; \\ D &= \frac{z_B}{Z_{Bp} th\gamma_p l_{\Pi p}} sh\gamma l. \end{aligned} \quad (8)$$

**Коэффициенты рельсового четырехполюсника
бесстыковой рельсовой цепи с питанием от середины**

Выше приведенные уравнения коэффициентов рельсового четырехполюсника могут быть использованы если блок участок определяется одной рельсовой линией в том случае, если блок участок будет определяться двумя рельсовыми линиями как показано на рис. 4., то возникает необходимость определения коэффициентов рельсового четырехполюсника для общей схемы замещения рельсовой цепи с питанием от середины.

Бесстыковую тональную рельсовую цепь длиной $L=l_2+l_3$ с наложенными шунтами $R_{шн1}$, $R_{шн4}$, $R_{ш2}$, $R_{ш3}$, расположенных на расстоянии l_1 , l_4 , x_2 , x_3 соответственно, можно представить в виде схемы замещения рис 4, состоящей из каскадного соединения шести четырехполюсников $РЛ_1^I$, $РЛ_1^{II}$, $РЛ_2^I$, $РЛ_2^{II}$, $РЛ_3$, $РЛ_4$.

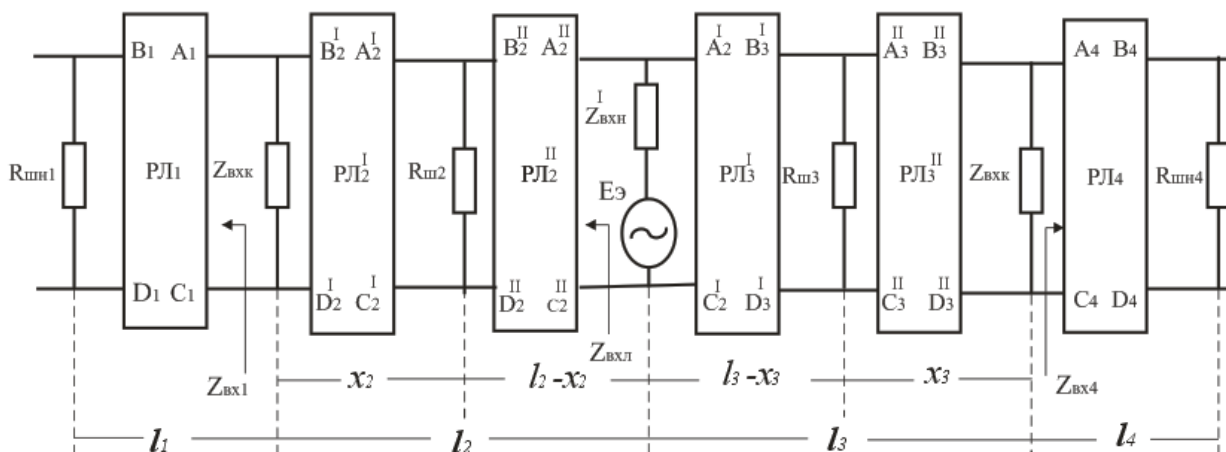


**Рис. 4. Схема замещения тональной бесстыковой рельсовой
цепи с учетом влияния смежных рельсовых линий**

В этой схеме заменим смежные рельсовые линии с наложенными шунтами $R_{шн1}$, $R_{шн4}$ входными сопротивлениями $Z_{вх3}$, $Z_{вх4}$, тогда схема рис. 4. преобразуется в схему рис. 5.

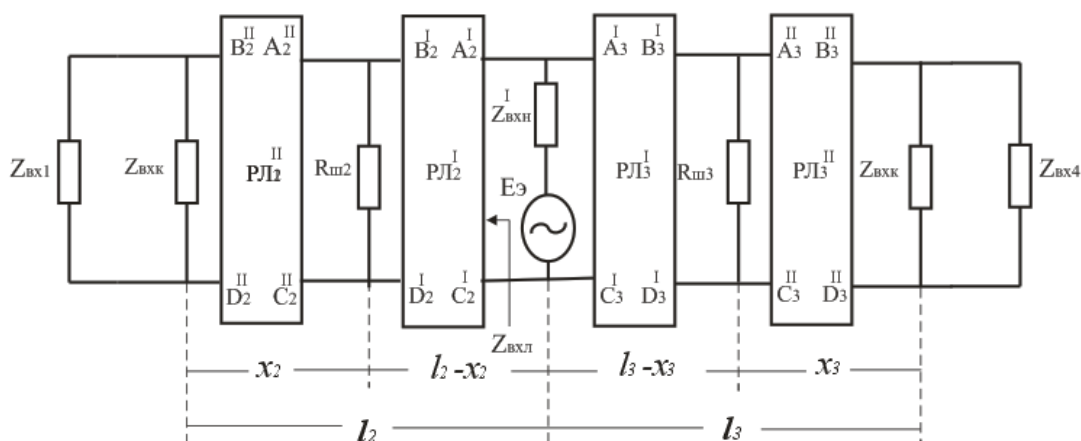


Рис. 5. Схема замещения бесстыковой рельсовой цепи с подключением входных сопротивлений смежных рельсовых линий

Где:

$$Z_{ВХ1} = \frac{ch\gamma_1 l_1 * R_{шн1} + Z_{В1} * sh\gamma_1 l_1}{\frac{1}{Z_{В1}} * sh\gamma_1 l_1 * R_{шн1} + ch\gamma_1 l_1}; \quad (9)$$

$$Z_{ВХ4} = \frac{ch\gamma_4 l_4 * R_{шн4} + Z_{В4} * sh\gamma_4 l_4}{\frac{1}{Z_{В4}} * sh\gamma_4 l_4 * R_{шн4} + ch\gamma_4 l_4}. \quad (10)$$

Чтобы упростить схему рис. 5 заменим участок l_1 входным сопротивлением

$$Z_{ВХЛ} = \frac{A_2 * Z_{ВХК} + B_2}{C_2 * Z_{ВХК} + D_2}; \quad (11)$$

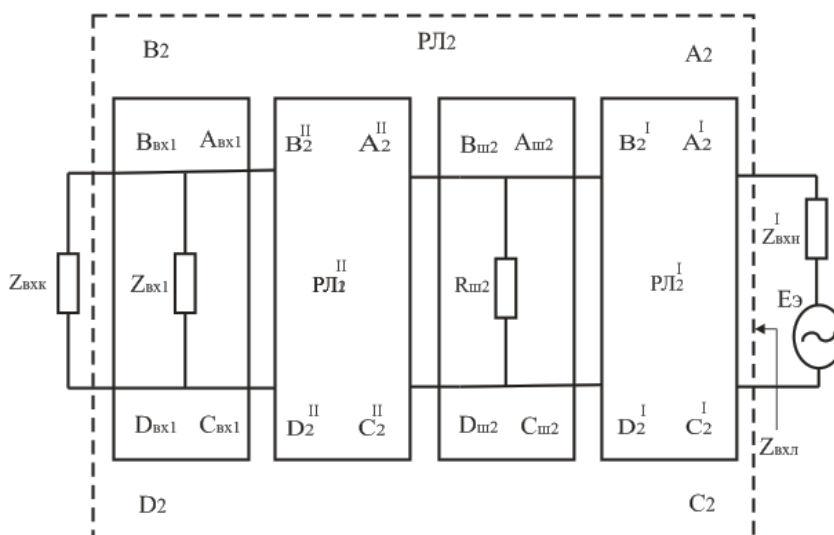


Рис. 6. Схема замещения рельсовой линии с левой стороны от источника питания

Коэффициенты четырехполюсника $РЛ_2$ определяются через каскадно-соединенные четырехполюсники $ВХ_1$, $РЛ_2^I$, $РЛ_2^{II}$, R_{III2}

$$\begin{aligned} \begin{vmatrix} A_2 & B_2 \\ C_2 & D_2 \end{vmatrix} &= \begin{vmatrix} A_2^I & B_2^I \\ C_2^I & D_2^I \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{R_{III2}} & 1 \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} A_2^{II} & B_2^{II} \\ C_2^{II} & D_2^{II} \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{Z_{BX1}} & 1 \end{vmatrix} = \\ &= \begin{vmatrix} A_2^I + \frac{B_2^I}{R_{III2}} & B_2^I \\ C_2^I + \frac{D_2^I}{R_{III2}} & D_2^I \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} A_2^{II} + \frac{B_2^{II}}{Z_{BX3}} & B_2^{II} \\ C_2^{II} + \frac{D_2^{II}}{Z_{BX1}} & D_2^{II} \end{vmatrix} = \\ &= \begin{vmatrix} \left(A_2^I + \frac{B_2^I}{R_{III2}}\right) \left(A_2^{II} + \frac{B_2^{II}}{Z_{BX1}}\right) + B_2^I \left(C_2^{II} + \frac{D_2^{II}}{Z_{BX1}}\right) & B_2^{II} \left(A_2^I + \frac{B_2^I}{R_{III2}}\right) + B_2^I * D_2^{II} \\ \left(C_2^I + \frac{D_2^I}{R_{III2}}\right) \left(A_2^{II} + \frac{B_2^{II}}{Z_{BX1}}\right) + D_2^I \left(C_2^{II} + \frac{D_2^{II}}{Z_{BX1}}\right) & B_2^{II} \left(C_2^I + \frac{D_2^I}{R_{III2}}\right) + D_2^I * D_2^{II} \end{vmatrix}. \quad (11) \end{aligned}$$

Подставляя значения коэффициентов A_2^I , B_2^I , C_2^I , D_2^I , A_2^{II} , B_2^{II} , C_2^{II} , D_2^{II} в уравнение (2.10) получим

$$\begin{aligned} A_2 &= \left(ch\gamma_2(l_2 - x_2) + \frac{Z_{B2} * sh\gamma_2 * (l_2 - x_2)}{R_{III2}} \right) \left(ch\gamma_2 x_2 + \frac{Z_{B2} * sh\gamma_2 x_2}{Z_{BX1}} \right) + \\ &\quad + Z_{B2} sh\gamma_2(l_2 - x_2) \left(\frac{1}{Z_{B2}} * sh\gamma_2 x_2 + \frac{ch\gamma_2 x_2}{Z_{BX1}} \right); \\ B_2 &= Z_{B2} * sh\gamma_2 x_2 \left(ch\gamma_2(l_2 - x_2) + \frac{Z_{B2} * sh\gamma_2 * (l_2 - x_2)}{R_{III2}} \right) + \\ &\quad + Z_{B2} sh\gamma_2(l_2 - x_2) * ch\gamma_2 x_2; \\ C_2 &= \left(\frac{1}{Z_{B2}} * sh\gamma_2(l_2 - x_2) + \frac{ch\gamma_2(l_2 - x_2)}{R_{III2}} \right) \left(ch\gamma_2 x_2 + \frac{Z_{B2} * sh\gamma_2 x_2}{Z_{BX1}} \right) + \\ &\quad + ch\gamma_2(l_2 - x_2) \left(\frac{1}{Z_{B2}} * sh\gamma_2(l_2 - x_2) + \frac{ch\gamma_2 x_2}{Z_{BX1}} \right); \\ D_2 &= Z_{B2} * sh\gamma_2 x_2 \left(\frac{1}{Z_{B2}} * sh\gamma_2(l_2 - x_2) + \frac{ch\gamma_2(l_2 - x_2)}{R_{III2}} \right) + ch\gamma_2 x_2 * ch\gamma_2(l_2 - x_2). \quad (12) \end{aligned}$$

Схема рис. 7 имеет зеркальное отображение левой и правой сторон от середины.

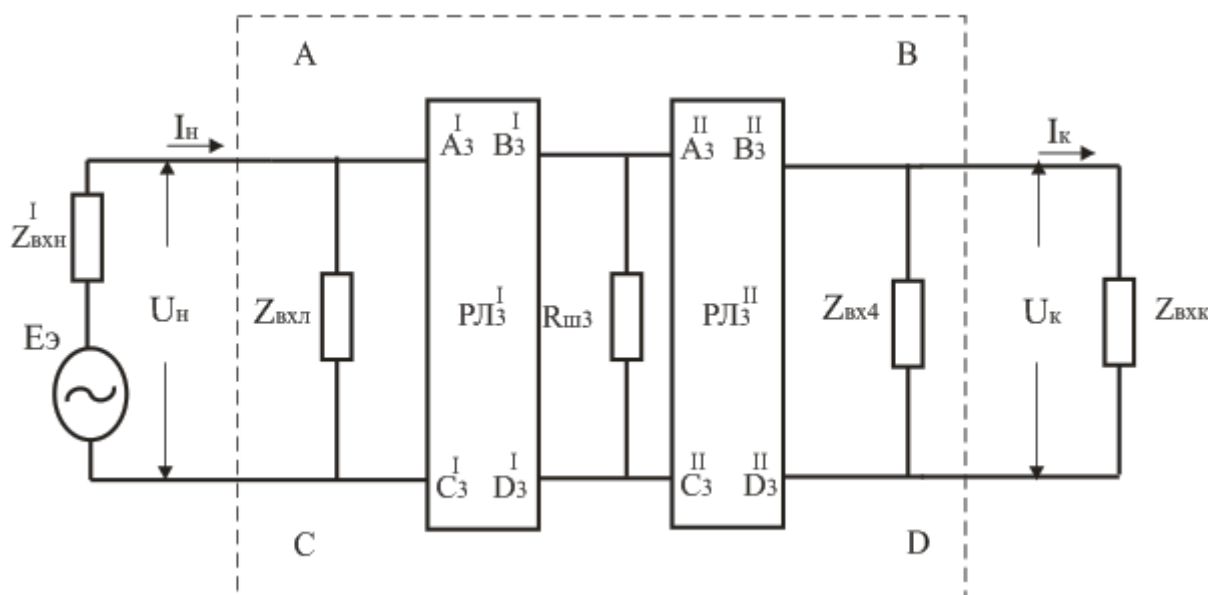


Рис. 8. Обобщенная схема тональной бесстыковой рельсовой цепи рельсовой места подключения источника питания E_3 , но с различными первичными и вторичными параметрами рельсовых линий

Для упрощения расчетов заменим одну из половин рельсовой линии входным сопротивлением $Z_{ВХЛ}$, тогда схему можно представить в виде рис. 8.

Эта схема также состоит из каскадного соединения пяти четырехполюсников $Z_{ВХЛ}$, $РЛ_3^I$, $R_{ш3}$, $РЛ_3^{II}$, $Z_{ВХ4}$

$$\begin{aligned} \begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} &= \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{Z_{ВХЛ}} & 1 \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} A_3^I & B_3^I \\ C_3^I & D_3^I \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{R_{ш3}} & 1 \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} A_3^{II} & B_3^{II} \\ C_3^{II} & D_3^{II} \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{Z_{ВХ4}} & 1 \end{vmatrix} = \\ &= \begin{vmatrix} A_3^I + \frac{B_3^I}{R_{ш3}} & B_3^I \\ \frac{A_3^I}{Z_{ВХЛ}} + C_3^I + \frac{1}{R_{ш3}} \left(\frac{B_3^I}{Z_{ВХЛ}} + D_3^I \right) & \frac{B_3^I}{Z_{ВХЛ}} + D_3^I \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} A_3^{II} + \frac{B_3^{II}}{Z_{ВХ4}} & B_3^{II} \\ C_3^{II} + \frac{D_3^{II}}{Z_{ВХ4}} & D_3^{II} \end{vmatrix}; \end{aligned} \quad (13)$$

После перемножения матриц и подстановки коэффициентов

$A_3^I, B_3^I, C_3^I, D_3^I, A_3^{II}, B_3^{II}, C_3^{II}$ и D_3^{II} , получим

$$\begin{aligned} A &= (\operatorname{ch} \gamma_3 (l_3 - x_3) + \frac{Z_{В3} * \operatorname{sh} \gamma_3 * (l_3 - x_3)}{R_{ш3}}) \left(\operatorname{ch} \gamma_3 x_3 + \frac{Z_{В3} * \operatorname{sh} \gamma_3 x_3}{Z_{ВХ4}} \right) + \\ &+ Z_{В3} \operatorname{sh} \gamma_3 (l_3 - x_3) \left(\frac{1}{Z_{В3}} * \operatorname{sh} \gamma_3 x_3 + \frac{\operatorname{ch} \gamma_3 x_3}{Z_{ВХ4}} \right); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B &= Z_{B3} * \operatorname{sh} \gamma_3 x_3 \left(\operatorname{ch} \gamma_3 (l_3 - x_3) + \frac{Z_{B3} * \operatorname{sh} \gamma_3 * (l_3 - x_3)}{R_{ш3}} \right) + \\
 &\quad + Z_{B3} \operatorname{sh} \gamma_3 (l_3 - x_3) * \operatorname{ch} \gamma_3 x_3; \\
 C &= \left(\frac{1}{Z_{B3}} * \operatorname{sh} \gamma_3 (l_3 - x_3) + \frac{\operatorname{ch} \gamma_3 (l_3 - x_3)}{Z_{BXL}} \right) + \frac{1}{R_{ш3}} \left(\operatorname{ch} \gamma_3 x_3 + \frac{Z_{B3} * \operatorname{sh} \gamma_3 x_3}{Z_{BX4}} \right) * \\
 &\quad * \left(\operatorname{ch} \gamma_3 (l_3 - x_3) + \frac{Z_{B3} * \operatorname{sh} \gamma_3 (l_3 - x_3)}{Z_{BXL}} \right) + \left(\frac{Z_{B3} * \operatorname{sh} \gamma_3 (l_3 - x_3)}{Z_{BXL}} + \operatorname{ch} \gamma_3 (l_3 - x_3) \right) * \\
 &\quad * \left(\frac{1}{Z_{B3}} * \operatorname{sh} \gamma_3 x_3 + \frac{\operatorname{ch} \gamma_3 x_3}{Z_{BX4}} \right); \\
 D &= Z_{B3} * \operatorname{sh} \gamma_3 x_3 \left(\left(\frac{1}{Z_{B3}} * \operatorname{sh} \gamma_3 (l_3 - x_3) + \frac{\operatorname{ch} \gamma_3 (l_3 - x_3)}{Z_{BXL}} \right) + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{R_{ш3}} \left(\operatorname{ch} \gamma_3 x_3 + \frac{Z_{B3} * \operatorname{sh} \gamma_3 x_3}{Z_{BX4}} \right) + \operatorname{ch} \gamma_3 (l_3 - x_3) \left(\frac{Z_{B3} * \operatorname{sh} \gamma_3 (l_3 - x_3)}{Z_{BXL}} + \operatorname{ch} \gamma_3 (l_3 - x_3) \right) \right). \quad (14)
 \end{aligned}$$

где Z_{B3} – волновое сопротивление третьей рельсовой линии;

γ_3 – постоянная распространения волны третьей рельсовой линии.

Напряжение и ток источника питания выражаются уравнениями

$$\begin{aligned}
 U_H &= AU_K + BI_K; \\
 I_H &= CU_K + DI_K.
 \end{aligned} \quad (15)$$

Подставляя в эти выражения значения полученных уравнений для коэффициентов рельсового четырехполюсника можно рассчитать значения напряжений и токов при изменении сопротивления изоляции всех рельсовых линий в любых сочетаниях, тем самым, провести исследования бесстыковых рельсовых цепей во всех режимах работы.

Методы расчета шунтовой чувствительности бесстыковых рельсовых цепей

Бесстыковую рельсовую цепь при наличии на ней подвижной единицы с учетом влияния шунтов на смежных рельсовых линиях можно представить в виде эквивалентной схемы изображенной на рис. 9. Четырехполюсники $РЛ_п$ и $РЛ_л$ замещают смежные линии, а четырехполюсники $РЛ_{ш1}$ и $РЛ_{ш2}$ – представляют части собственной рельсовой цепи соответственно от источника питания до места нахождения шунта и от места нахождения шунта до релейного конца при наличии на смежных рельсовых линиях поездных шунтов $R_{шн}$ на расстояниях $u_л$ и $u_п$ соответственно

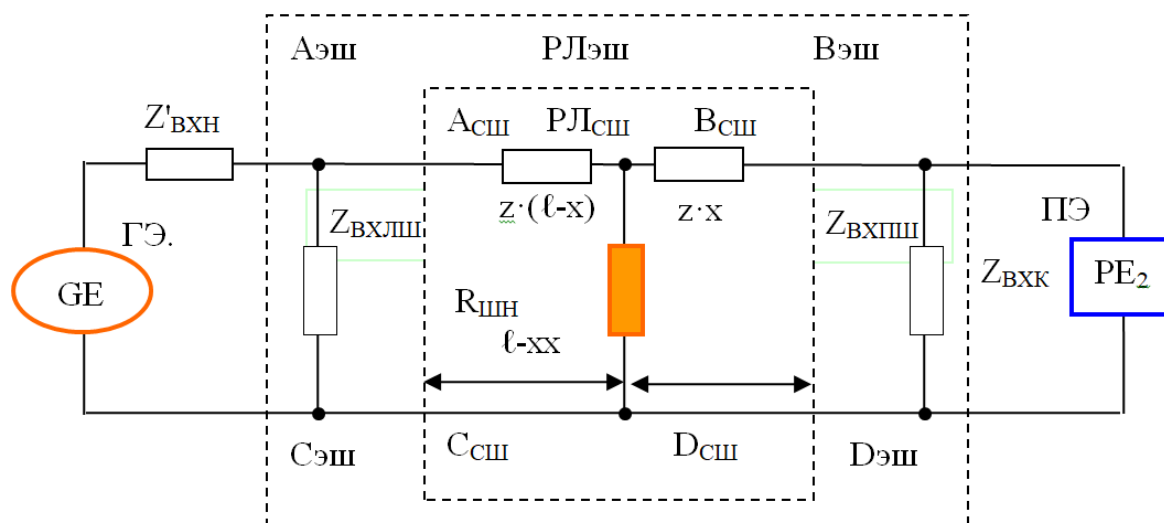


**Рис. 9. Схема замещения бесстыковой рельсовой цепи
в шунтовом режиме**

Коэффициенты четырехполюсника $РЛ_{сш}$ обозначены $A_{сш}$, $B_{сш}$, $C_{сш}$, $D_{сш}$, и рассчитаны с учетом наихудших значений параметров рельсовой линии для шунтового режима, т.е. при максимальном сопротивлении изоляции $r_{и.мах}$, минимальном сопротивлении рельс Z_{min} , критическом месте расположения нормативного шунта $x_{ш.кр}$.

Для исследований рельсовой цепи при наложении шунта на рельсовую цепь удобно пользоваться критерием абсолютной шунтовой чувствительности и критерием чувствительности к нормативному шунту [10, 11], которые выражаются уравнениями:

$$R_{ш} = \frac{Z_{эш}}{\frac{K_3 U_{max} * Z_{пр}}{K_B U_{min}} - 1} \quad (16)$$

$$K_{шн} = \frac{Z_{пш}}{\frac{K_3 U_{max}}{K_B U_{min}} * Z_{пр}} \quad (17)$$

где

$Z_{эш}$ – эквивалентное сопротивление бесстыковой рельсовой цепи между точками приложения поездного шунта до его наложения с характеристиками, неблагоприятными для шунтового режима;

$Z_{пр}$ – сопротивление передачи бесстыковой рельсовой цепи при нормальном режиме;

Z_{π} – сопротивление передачи при характеристиках бесстыковой рельсовой цепи, которые принимаются для определения шунтовой чувствительности;

$Z_{\pi\pi\pi}$ – сопротивление передачи при наложенном шунте с характеристиками, при которых рассчитывается шунтовая чувствительность.

Величины $Z_{\text{эш}}$, $Z_{\text{пр}}$, Z_{π} , и $Z_{\pi\pi\pi}$ выражаются следующими уравнениями:

$$Z_{\text{эш}} = \frac{[z*(l-x)*(Z_{\text{вхн}}^I + Z_{\text{вхлш}}) + Z_{\text{вхн}}^I * Z_{\text{вхлш}}] *}{z*(l-x)*(Z_{\text{вхн}}^I + Z_{\text{вхлш}})*(Z_{\text{вхк}} + Z_{\text{вхппш}}) + Z_{\text{вхн}}^I * Z_{\text{вхлш}} *} \quad (18)$$

$$Z_{\text{пр}} = A * Z_{\text{вхк}} + B + Z_{\text{вхн}}^I * (C * Z_{\text{вхк}} + 1) \quad (19)$$

$$Z_{\pi} = [(1 + Z_{\text{вхн}}^I / Z_{\text{вхлш}}) * (1 + z * l / Z_{\text{вхппш}}) + Z_{\text{вхн}}^I / Z_{\text{вхппш}}] \quad (20)$$

$$Z_{\pi\pi\pi} = \left\{ \left[\left(1 + \frac{Z_{\text{вхн}}^I}{Z_{\text{вхлш}}} \right) * \left(1 + \frac{z * l}{Z_{\text{вхппш}}} \right) + \frac{Z_{\text{вхн}}^I}{Z_{\text{вхппш}}} \right] * Z_{\text{вхк}} + \left(1 + \frac{Z_{\text{вхн}}^I}{Z_{\text{вхлш}}} \right) \right\} \quad (21)$$

Подставляя значения величин $Z_{\text{эш}}$, $Z_{\text{пр}}$ и Z_{π} в уравнение (2.17), получим при разных сопротивлениях по концам:

$$R_{\text{ш}} = \frac{\left[\frac{z*(l-x)*(Z_{\text{вхн}}^I + Z_{\text{вхлш}})}{Z_{\text{вхлш}} * Z_{\text{вхппш}}} + \frac{Z_{\text{вхн}}^I}{Z_{\text{вхппш}}} \right]}{N * [A * Z_{\text{вхк}} + B + Z_{\text{вхн}}^I * (C * Z_{\text{вхк}} + 1)]} \quad (22)$$

где $Z_{\text{вхн}}^I$ и $Z_{\text{вхк}}$ – соответственно сопротивления на питающем и релейном концах бесстыковой рельсовой цепи;

$Z_{\text{вхлш}}$ и $Z_{\text{вхппш}}$ – соответственно входные сопротивления смежных рельсовых нитей на питающем и релейном концах бесстыковой рельсовой цепи.

Для критерия чувствительности к нормативному шунту согласно уравнения (17) при разных сопротивлениях по концам, получим.

$$K_{\text{шн}} = \frac{\left[\left(1 + \frac{Z_{\text{н}}}{Z_{\text{вхппш}}} \right) * \left(1 + \frac{z * l}{Z_{\text{вхлш}}} \right) + \frac{Z_{\text{н}}}{Z_{\text{вхлш}}} \right] * Z_k + \left[\left(1 + \frac{Z_{\text{н}}}{Z_{\text{вхлш}}} \right) * \left(1 + \frac{z * (l-x)}{Z_{\text{вхппш}}} \right) + \frac{Z_{\text{н}}}{Z_{\text{вхппш}}} \right] * Z_k * Z_{\text{вхлш}}}{N * [A * Z_k + B + C * Z_{\text{вхлш}} * Z_{\text{вхппш}} + D * Z_k]} \quad (23)$$

При равных сопротивлениях по концам $Z_H = Z_K = Z_{HK}$ и $Z_{ВХЛШ} = Z_{ВХЛШ} = Z_{ВХ}$, получим

$$K_{шн} = \frac{\left[\left(1 + \frac{Z_{HK}}{Z_{ВХ}} \right) * \left(2 + Z_{HK} + \left(1 + \frac{Z_L}{Z_{ВХЛШ}} \right) + \frac{Z_H}{Z_{ВХЛШ}} \right) * \frac{1}{R} + Z_K + \left[\left(2 + \frac{Z_{HK}}{Z_{ВХ}} \right) * \left(2 + \frac{Z_{(L-X)}}{Z_{ВХ}} \right) \right] * Z_K Z_{ВХЛШ} \right]}{N * [2 * A * Z_{HK} + B + C * Z_B^2 + D]} \quad (24)$$

Заключение

Дана методика точного определения коэффициентов рельсового четырехполюсника бесстыковых рельсовых цепей для ассиметричных рельсовых линий при разных значениях первичных и вторичных параметров смежных рельсовых линий. Получены уравнения рельсового четырехполюсника бесстыковой рельсовой цепи для ассиметричных рельсовых линий. Составлена модель бесстыковой рельсовой цепи в шунтовом режиме с учетом влияния шунтов на смежных рельсовых линиях. Выведены уравнения абсолютной шунтовой чувствительности и критерия чувствительности к нормативному шунту. Полученные выражения позволяют производить анализ, расчет критериев и синтез бесстыковых рельсовых цепей.

Список литературы

1. E.T. Tokhirov, R.M. Aliev, M.M. Aliev Modern means and methods for monitoring the condition of track sections // Наука, Общество, Технологии: Проблемы и перспективы взаимодействия в современном мире: монография / – Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2022. – С. 186-203
2. E.T. Tokhirov, R.M. Aliev, M.M. Aliev Methods of monitoring the condition of track sections// Наука, Общество, Технологии: Проблемы и перспективы взаимодействия в современном мире: монография / – Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2022. – С. 201-220
3. M. Gulyamova, R. Aliev MYSQLNI ishlab chiqish va boshqarish vositalari // Актуальные вопросы развития инновационно-информационных технологий на транспорте. – 2022. – Т. 1. – №. 1. – С. 196-198.

4. Р.М. Алиев, М.М. Алиев Модель рельсовой линии с дискретно-распределенными параметрами //Кронос. – 2022. – Т. 6. – №. 1 (63). – С. 12-16.
5. R. Aliev, K. Toshmetov Telecontrol of the expert system of automatic traffic control // Актуальные вопросы развития инновационно-информационных технологий на транспорте. – 2021. – Т. 2021. – С. 20-22.
6. Р.М. Алиев Концепция разработки бесстыковых рельсовых цепей //Интерактивная наука. – 2021. – №. 6. – С. 56-57.
7. T. Gavrilova, V. Khoroshevsky, Knowledge base of intelligent systems /. - SPb.: Peter, (2001),- 384 p.: Ill.
8. R. Aliev, M. Aliev, Mode choice model of movement in different modes Наука, Общество, Технологии: Проблемы и перспективы взаимодействия в современном мире: монография / – Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2022. – С. 221-236
9. R. Aliev, K. Tashmetov, M. Aliev, E. Tokhirov Information analysis of the expert system of automatic train control // Актуальные вопросы развития инновационно-информационных технологий на транспорте. – 2021. – Т. 2021. – С. 23-25.
10. R. Aliev Rail line model with distributed parameters of track circuit 1st International Ninevah Conference on Engineering and Technology (INCET 2021) IOP Conf. Series //Materials Science and Engineering. – Т. 1152.
11. Aliev R.M., Tokhirov E.T., Aliev M.M. Parameters of coefficients of the rail four-pole of the jointless rail circuit according to locomotive receiver // Technical science and innovation. – 2019. – Т. 2019. – №. 2. – С. 190-195.

Глава 4.

**ОСОБЕННОСТИ БУРЕНИЯ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННЫХ
СКВАЖИН И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ОДНОВРЕМЕННОЙ
РАЗДЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Деряев Аннагулы Реджепович

к.т.н., старший научный сотрудник

Научно-исследовательский институт

природного газа ГК «Туркменгаз»

г. Ашгабат, Туркменистан

Аннотация: Бурение направленных скважин следует рассматривать как инструмент для решения вопросов интенсификации добычи нефти и газа и обеспечения рациональной доработки месторождений.

При одновременно-раздельной эксплуатации двух и более горизонтов разработка пластов может вестись по следующим схемам: фонтан-фонтан; фонтан-насос; фонтан-газлифт; фонтан-закачка; газлифт-насос; газлифт-газлифт, газлифт-закачка; насос-насос; насос-закачка; закачка-закачка. Промысловый опыт эксплуатации двух пластов одной скважиной методом ОРЭ указывает на его высокую эффективность.

Одновременная разработка нескольких пластов одним объектом возможна только при одинаковых физико-химических свойствах нефтей в объединяемых пластах, если приток нефти и газа достаточен из каждого пласта при допустимом забойном давлении в скважине, при близких значениях пластового давления в объединяемых пластах, исключающих перетоки нефти между пластами, и близких значениях обводненности пластов.

Ключевые слова: проницаемость, дуга, радиус, азимут, зенитный угол, насыщение, перфорация, контур, конечная нефтеотдача, обводненность, пластовый флюид, фонд скважин.

FEATURES OF DRILLING DIRECTIONAL WELLS AND THE TECHNOLOGY OF THEIR DUAL COMPLETION

Deryaev Annaguly Rejepovich

Abstract: Drilling directional wells should be considered as a tool for solving issues of intensification of oil and gas production and ensuring rational development of deposits.

With dual completion (DC) of two or more horizons, reservoir development can be carried out according to the following schemes: fountain-fountain; fountain-pump; fountain-gas lift; fountain-injection; gas lift-pump; gas lift-gas lift, gas lift-injection; pump-pump; pump-injection; pump-injection. The field experience of operating two layers with one well by the DC method indicates its high efficiency.

DC of several reservoirs by one object is possible only with the same physico-chemical properties of oils in the combined formations, if the inflow of oil and gas is sufficient from each reservoir at an acceptable bottom-hole pressure in the well, with close values of reservoir pressure in the combined formations, excluding oil flows between the layers, and close values of reservoir waterlogging.

Key words: Permeability, arc, radius, azimuth, zenith angle, saturation, perforation, contour, final oil recovery, water content, reservoir fluid, well stock.

В зависимости от характера основных показателей, определяющих экономическую эффективность и технико-экономическую целесообразность перевода скважин на одновременную раздельную эксплуатацию пластов, можно подразделить на три основные группы:

1) контроль и регулирование процесса разработки многопластового объекта с целью интенсификации текущей добычи и получения максимальной конечной нефтеотдачи;

2) приобщение новых продуктивных объектов к разработке в эксплуатационных и нагнетательных скважинах с целью получения дополнительной добычи нефти;

3) применение одновременной раздельной эксплуатации с целью решения технологических задач по добыче нефти и газа.

Для каждой из этих трех групп существуют методы определения технико-экономической эффективности одновременной раздельной эксплуатации.

К первой группе технологических задач можно отнести применение одновременной раздельной эксплуатации с целью:

а) обеспечения оптимального режима работы каждого из пластов, разрабатываемых совместно (создание условий самостоятельной сетки скважин на каждый пласт);

б) регулирования разработки объекта по пластам, имеющим различные коллекторские свойства (равномерная выработка, интенсификация отбора, ограничение водопритока по одному из пластов, продление сроков фонтанной эксплуатации скважин, раздельный сбор чистой и обводненной нефти)

Ко второй группе технологических задач – приобщению новых продуктивных объектов к эксплуатации в работающих скважинах – можно отнести применение ОРЭ с целью:

а) приобщения (перфорации) находящихся в консервации продуктивных пластов;

б) уплотнения сетки эксплуатационных или нагнетательных скважин по одному из эксплуатируемых объектов многопластового месторождения;

в) приобщения линз и тупиковых зон одного из эксплуатационных объектов.

При решении задач второй группы целесообразность и возможность приобщения продуктивных пластов определяется в результате анализа геолого-промысловых характеристик, эксплуатируемого и приобщаемого объектов и изменения показателей эксплуатации приобщаемого пласта [1, 3, 4].

Приобщение нефтяного или газового пласта допускается для совместной эксплуатации, если примерно совпадают следующие параметры:

- а) проницаемости;
- б) насыщенности нефти газом;
- в) положения контуров;
- г) свойства нефти или газа;
- д) приведенные к одной отметке значения пластовых давлений.

Кроме того, пласты должны быть однородны по литологическому составу и, чтобы статический уровень приобщаемого горизонта был не ниже нормального динамического уровня эксплуатируемого пласта. Особое внимание уделяется обводненности пластов.

Все эти условия обуславливают эффективную совместную работу объектов в одной скважине после приобщения.

При приобщении пластов с использованием оборудования ОРЭ нет необходимости в соблюдении всех вышеперечисленных условий, так как посредством разделения и регулирования режима работы каждого из них создаются оптимальные условия эксплуатации. Поэтому основными технологическими параметрами, от которых зависит эффективность приобщения, являются показатели разработки приобщаемого пласта, и те изменения, которые произойдут в его гидродинамике после ввода как бы дополнительной самостоятельной эксплуатационной или нагнетательной скважины.

Влияние этой скважины на параметры разработки определяется соответствующими гидродинамическими расчетами. По известным методам рассчитываются технологические показатели разработки приобщаемого пласта, которые будут иметь место после приобщения (определяется изменение давления в пласте в области дренирования, дебит "новой" скважины и соответствующие изменения дебита окружающих скважин, в результате интерференции).

Таким образом, оценка целесообразности и возможности приобщения продуктивных горизонтов с использованием оборудования для

одновременной раздельной эксплуатации производится в следующем порядке [2, 5].

Анализируются геолого-промысловые параметры эксплуатируемого и приобщаемого горизонтов, определяется характер эксплуатации пластов после приобщения (совместный или раздельный).

Определяются технологические показатели разработки горизонта после его приобщений. Эти показатели используются при оценке целесообразности приобщения.

Изучается техническое состояние скважины (герметичность колонны, прочность цементного камня и высота его подъема, оборудование устья скважины и т.д.), - определяется возможность дополнительной перфорации и установки оборудования ОРЭ.

Эффективность приобщения объектов в скважине оценивается количеством дополнительно добытой нефти (с учетом потерь дебита в окружающих скважинах, в результате интерференции) или количеством дополнительно закачанной воды в приобщенный пласт, что, в конечном счете, характеризует дополнительную текущую добычу.

Общая результативность использования метода ОРЭ в целом по месторождению при приобщении пластов характеризуется количеством скважин, переведенных на одновременную раздельную эксплуатацию, их суммарной дополнительной добычей, полученной в результате приобщения пластов.

Применение средств одновременной раздельной эксплуатации с целью решения технических задач по добыче нефти и газа. К этой группе задач можно отнести следующие:

- а) осуществление внутрискважинного газлифта (ВСГ);
- б) осуществление сохранения пластовой температуры (подогрева) продукции скважины с помощью термальных вод для предотвращения выпадения парафина;
- в) совмещение в одной скважине функций отбора и нагнетания;

г) использование оборудования ОРЭ для целей раздельного исследования совместно эксплуатируемых пластов и другие задачи.

Целесообразность применения оборудования ОРЭ для решения задач третьей группы обуславливается необходимостью улучшения показателей эксплуатации скважин и наличием соответствующих условий.

В частности, при добыче нефти с помощью газлифта и при наличии на месторождении продуктивного газового пласта, газ последнего может быть использован для газлифта для предварительного подъема его на поверхность. Регулирование подачи газа в фонтанные трубки осуществляются с помощью оборудования ОРЭ.

Испытание внутрискважинного газлифта успешно проводилось в Туркменистане на месторождении Северный Готурдепе.

Аналогично, при наличии в продуктивном разрезе термальных вод с помощью оборудования ОРЭ последние можно использовать для обогрева продукции скважины и тем самым предотвратить выпадение парафина.

Возможность использования оборудования ОРЭ для решения задач третьей группы в ряде случаев зависит от технического состояния скважины.

Например, во избежании межпластовых перетоков жидкости или газов за колонной, последняя должна быть герметичной и должна иметь прочное цементное кольцо [6, 7].

Эффективность применения оборудования ОРЭ для решения этих задач выявляется в результате сопоставления технико-экономических показателей эксплуатации скважины обычным способом с показателями эксплуатации с оборудованием ОРЭ. В ряде случаев экономическая эффективность определяется исходя из дополнительной добычи нефти, т.к. при улучшении техники подъема жидкости текущий дебит скважины может быть значительно увеличен.

Задачи третьей группы можно решить переводом на ОРЭ любого числа скважин в зависимости от технических возможностей (величин оборудования скважин и т.д.) и состояния скважин [8].

Каждая скважина для оснащения под ОРЭ подбирается индивидуально.

Рассмотренные группы задач, решаемые с помощью методов одновременной раздельной эксплуатации, по значимости в вопросах повышения эффективности разработки нефтяных месторождений и

технологической их сущности имеют существенные различия. В зависимости от этого методы технологической целесообразности применения и экономической эффективности для каждой группы задач имеют определенные особенности. Кроме того, методы расчета имеют особенности в зависимости от стадии разработки месторождения. Поэтому в настоящем руководстве решение задач разработки посредством метода одновременной раздельной эксплуатации рассматривается как в стадии проектирования, так и в процессе эксплуатации. На стадии проектирования решаются в основном задачи первой группы и лишь в некоторых случаях второй и третьей. В процессе эксплуатации в основном задачи второй и третьей группы и значительно реже первой.

В целях добычи нефти и газа при разработке месторождений в основном используется бурения вертикальных скважин. Основная нефтегазовая часть площади Готурдепе находится на севере Западно-Туркменской впадины (Балканский вельяет), в зоне Каспийского моря, и занимает часть акватории Балханского залива, которая является уникальной экспериментальной площадкой для внедрения новейших технологий.

Проект строительства разведочной скважины № 147 глубиной 4400 м на рассматриваемом месторождении был разработан на основе совмещённого графика давления в пробуренных скважинах и расчётов траектории ствола. То есть направляющая шахта диаметром $\varnothing 720$ мм была спущена на глубину 10 м и закреплена бетоном. Удлиненное направление диаметром 630 мм было спущено на глубину 30 м, кондуктор $\varnothing 426$ мм – на 600, первая техническая колонна $\varnothing 324$ мм для предотвращения гидроразрыва и обвала «чёрной глины» – на 2700 м. Вторая техническая колонна $\varnothing 244,5$ мм в соответствии с данными каротажа была спущена с коррекцией на глубину 4206 м по стволу и 4150 м по вертикали, для перекрытия продуктивных пластов горизонта IXd+e. Эксплуатационный щелевой хвостовик-фильтр $\varnothing 139,7$ мм, опускался на глубину 4400 м по стволу и 4221 м по вертикали с установкой подвесного устройства выше на 50–100 м внутри обсадной колонны $\varnothing 244,5$ мм с целью его крепления на стенку скважины и изоляции продуктивных пластов. Для этого использовались специальные расширяющиеся пакеры, установленные в наружном корпусе спускаемом щелевом хвостовике.

На глубине 3800–4206 м наклонно-направленное бурение проводилось с искривлением зенитным углом $45,9^\circ$ и азимутом 264° со смещением от

вертикали с наклоном 298 метров использованием раствора Versadrill на углеводородной основе.

Скважина была пробурена наклонно-направленным методом с тремя участками ствола: I – вертикальным (до 3803 м); II – с набором зенитного угла (3803–4140 м); III – прямо линейным наклонно-направленным (4140–4400 м).

Рассмотрим расчет и построение трехинтервального профиля с участком стабилизации зенитного угла.

Исходными данными для расчета являются:

- глубина кровли $H_{кр}$ и подошвы $H_{п}$ пласта;
- отход A по кровле пласта;
- длина вертикального h_v участка;

Значение $H_{кр}$, $H_{п}$, A обычно задаются геологической службой заказчика.

Значение радиуса искривления R определяется выбранным типоразмеров отклонителя и имеющимся ограничениями на интенсивность искривления [9].

Максимальный зенитный угол α (зенитный угол наклонно-направленного участка) рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{RH_1 + A_1 \sqrt{H_1^2 - A(R - A_1)}}{H_1^2 + A_1^2} \right)$$

где $H_1 = H_{кр} - h_v$, $A_1 = A - R$.

По проведенному расчету максимальный зенитный угол наклонно-направленного участка получен 45,9 градусов. Прямолинейный наклонно-направленный профиль в данной скважине был выбран с учетом беспрепятственного спуска двухлифтной НКТ для одновременной совместной раздельной эксплуатации 9 продуктивных пластов трех горизонтов (пачку IX и горизонты AG_1 , AG_2). Формулы для определения длин всех участков и их горизонтальных и вертикальных проекции приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Формулы для расчета трехинтервального профиля
с участком стабилизации зенитного угла**

№ участка	a_i	h_i	l_i
1	$a_1 = 0$	$h_1 = hd$	$l_1 = hd$
2	$a_2 = R(1 - \cos \alpha)$	$h_2 = R(\sin \alpha)$	$l_2 = R \frac{\alpha}{57,3}$
3а	$a'_3 = A - a_2$	$h'_3 = H_{кр} - (h_1 + h_2)$	$l'_3 = \frac{h'_3}{\cos \alpha}$
Итого по кровле пласта	$\sum_{i=1}^3 a_i$	$\sum_{i=1}^3 h_i$	$\sum_{i=1}^3 l_i$
3б	$a''_3 = h'_3 \operatorname{tg} \alpha$	$h''_3 = H_{кр} - H_{п}$	$l''_3 = \frac{h''_3}{\cos \alpha}$
Итого по скважине	$\sum_{i=1}^3 a_i$	$\sum_{i=1}^3 h_i$	$\sum_{i=1}^3 l_i$

На основании результатов расчета по проектным данным инклинометрии (таблица 2, 3) были построены проектные профили скважины (рис. 1, 2).

Для бурения всех интервалов была выбрана следующая компоновка низа бурильных колонн (КНБК).

– для вертикальных участков:

КНБК для бурения под кондуктор диаметром 426 мм. Интервал 0–600 м:

Долото диаметром 490 мм; центратор 490 мм – 1 шт; УБТ 245 мм – 5 м; центратор 490 мм – 1 шт; УБТ 229 мм – 13 м; центратор 490 мм – 1 шт; УБТ 203 мм – 24 м; УБТ 178 мм – 37 м; БТ.

КНБК для бурения диаметром 324 мм под I техническую колонну. Интервал 600-2700 м:

Для бурения под I-техническую колонну 324 мм в интервале 600-2700 м.

Долото диаметром 393,7 мм; центратор 393,7 мм – 1 шт; УБТ 245 мм – 5 м; центратор 393,7 мм – 1 шт; УБТ 229 мм – 13 м; центратор 393,7 мм – 1 шт; УБТ 203 мм – 48 м; УБТ 178 мм – 37 м; БТ.

КНБК для бурения 244,5 мм под II техническую колонну. Интервал 2700-3750 м:

Долото диаметром 295,3 мм; центратор 295,3 мм – 1 шт; УБТ 245 мм – 5 м; центратор 295,3 мм – 1 шт; УБТ 229 мм – 13 м; центратор 295,3 мм – 1 шт; УБТ 203 мм – 54 м; УБТ 178 мм – 37 м; БТ.

КНБК для интервала (3812-4140 м) набора зенитного угла под II техническую колонну.

Долото диаметром 295,3 мм; 280 мм забойный двигатель А800М4553ХР; переводник 203 мм с обратным клапаном; стабилизатор 286,0 мм; УБТ 203 мм – 9,42 м; 203 мм ARC LWD прибор каротажа в процессе бурения; 203 мм Telescope 825 NF MWD прибор определяющий направление открытого ствола; УБТ 203 мм – 18,84 м; переводник 203 мм; УБТ 203 мм – 18,28 м; переводник 203 мм; ясс 203 мм; переводник 203 мм; УБТ 203 мм – 27,43 м; переводник 203 мм; 139,7 мм УБТ (утолщенная бурильная труба).

КНБК для бурения под эксплуатационную колонну 139,7мм в прямолинейном интервале 4140-4221м (по вертикали).

Долото диаметром 215,9 мм; 172 мм забойный двигатель А675М7850ХР; переводник 172 мм с обратным клапаном; УБТ 172 мм – 9,42 м; 172 мм ARC6 LWD прибор каротажа в процессе бурения; 172 мм Telescope 675 NF MWD прибор определяющий направление открытого ствола; УБТ 172 мм – 18,84 м; переводник с фильтром 172 мм; переводник 172 мм ниппель 3-133хмуфта 3-122; УБТ 146 мм -27,43 м; гидравлический ясс 165 мм; УБТ 146 мм- 27,43 м; переводник 172 мм ниппель 3-122х муфта 3-133; бурильные трубы 127мм – 283,5 м; переводник 172 мм ниппель 3-133х

муфта 3-122; УБТ 146 мм -192,024м; переводник 172 мм ниппель 3-122х муфта 3-133.

В данной выбранной компоновкой для достижения необходимого показателя кривизны ствола скважины была использовано винтовой забойный двигатель типа 280 мм А800М искривленный 1,15 градуса с шпиндельной части [10].

Таблица 2

**Проектные данные инклинометрии наклонно-направленной
скважины №147 Северный Готурдепе**

Глубина, (м)	Зенитный угол, (град)	Азимут (град)	Глубина по вертикали, (м)	Смещение от вертикали, (м)	Север/Юг	Восток / Запад	Интен- сивность (град / 30м)
3630.00	2.13	344.00	3629.43	8.48	34.59	-16.44	
3660.00	2.13	344.00	3659.40	8.55	35.66	-16.75	0.00
3690.00	2.13	344.00	3689.38	8.61	36.73	-17.06	0.00
3720.00	2.13	344.00	3719.36	8.68	37.80	-17.37	0.00
3750.00	2.13	344.00	3749.34	8.74	38.88	-17.67	0.00
3810.00	2.50	311.49	3809.30	8.99	40.98	-18.40	4.02
3840.00	5.73	274.67	3839.22	10.81	41.54	-20.38	4.02
3870.00	9.59	265.66	3868.95	14.71	41.47	-24.37	4.02
3900.00	13.54	261.82	3898.34	20.68	40.78	-30.34	4.02
3930.00	17.52	259.70	3927.24	28.70	39.48	-38.26	4.02
3960.00	21.52	258.35	3955.51	38.72	37.56	-48.09	4.02
3990.00	25.52	257.40	3983.01	50.69	35.03	-59.80	4.02
4020.00	29.53	256.70	4009.61	64.55	31.92	-73.30	4.02
4050.00	33.55	256.15	4035.17	80.24	28.23	-88.56	4.02
4080.00	37.56	255.71	4059.57	97.67	23.99	-105.47	4.02
4110.00	41.58	255.34	4082.69	116.77	19.21	-123.97	4.02
4140.00	45.60	255.02	4104.42	137.43	13.92	-143.96	4.02
4170.00	45.90	255.00	4125.30	158.96	8.35	-164.77	0.00

Таблица 3

**Проектная инклинометрия основного ствола
наклонно-направленной скважины №147 Северный Готурдепе**

Показатели	Глубина, (м)	Зенитный угол, (градус)	Азимут, (град)	Глубина по вертикали, (м)	Смещение (м)	Север/Юг	Восток/ Запад	Интенсивность, (град/30м)
Устье	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
426 мм кондуктор	600.00	0.20	131.00	599.99	-0,11	0.12	0.08	0.33
323,9 мм техническая колонна	2700.00	1.27	333.07	2699.94	3.12	6.79	-4.72	0.64
Точка отметки	3630.00	2.13	344.00	3629.43	8.46	34.59	-16.44	0.97
Точка начало набора зенитного угла	3600.00	2.13	344.00	3799.31	8.85	40.66	-18.19	0.00
Точка стабилизации зенитного угла	4142.27	45.90	255.00	4106.00	139.06	13.50	-145.53	4.02
Вход в горизонт IX	4194.04	45.90	255.00	4142.01	176.21	3.88	-181.45	0.00
Вход в горизонты AG1+AG2	4357.86	45.90	255.00	4256.03	293.74	-26.57	-295.08	0.00
Забой	4400.00	45.90	255.00	4265.36	323.98	-34.40	-324.31	0.00

На основании фактических данных инклинометрии (таблица 4) построен фактический боковой профиль скважины (рис. 3). Сопоставляя проектный и фактические профили в одну графу (рис. 4) получены некоторые уточнения для успешного проведения в следующих наклонно-направленных скважинах с целью внедрения способа одновременно раздельной эксплуатации на многопластовых месторождениях.

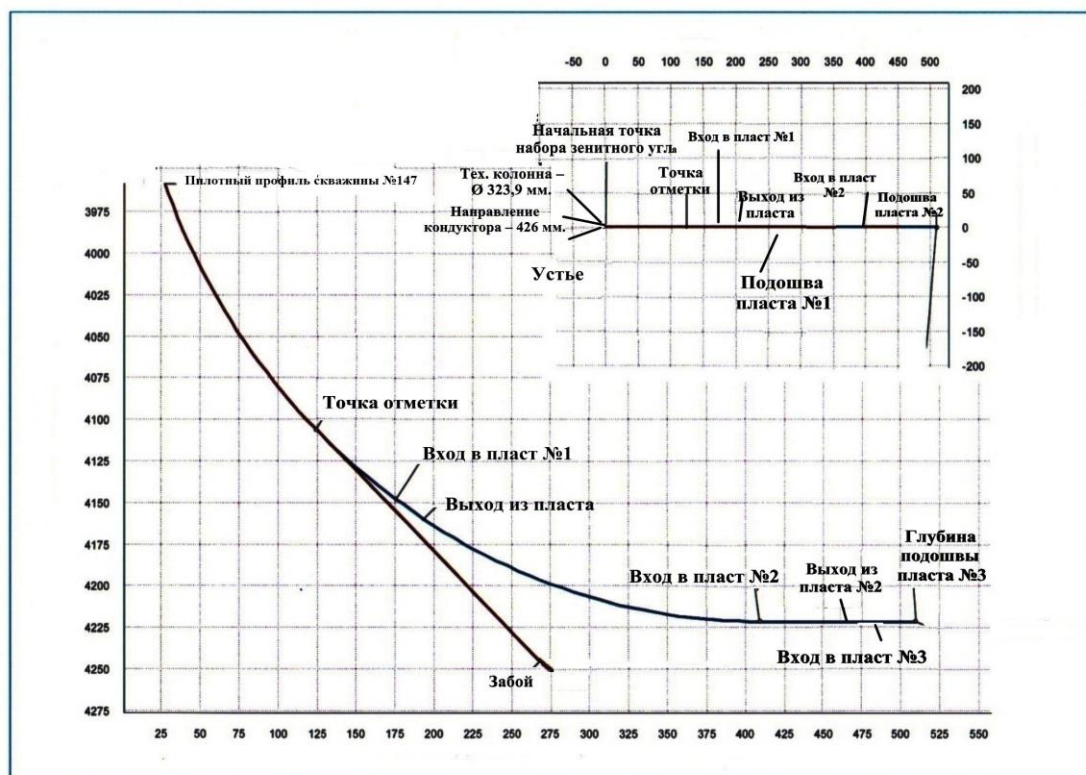


Рис. 1. Боковой и пилотный профиль наклонно-направленной скважины № 147 Северный Готурдепе

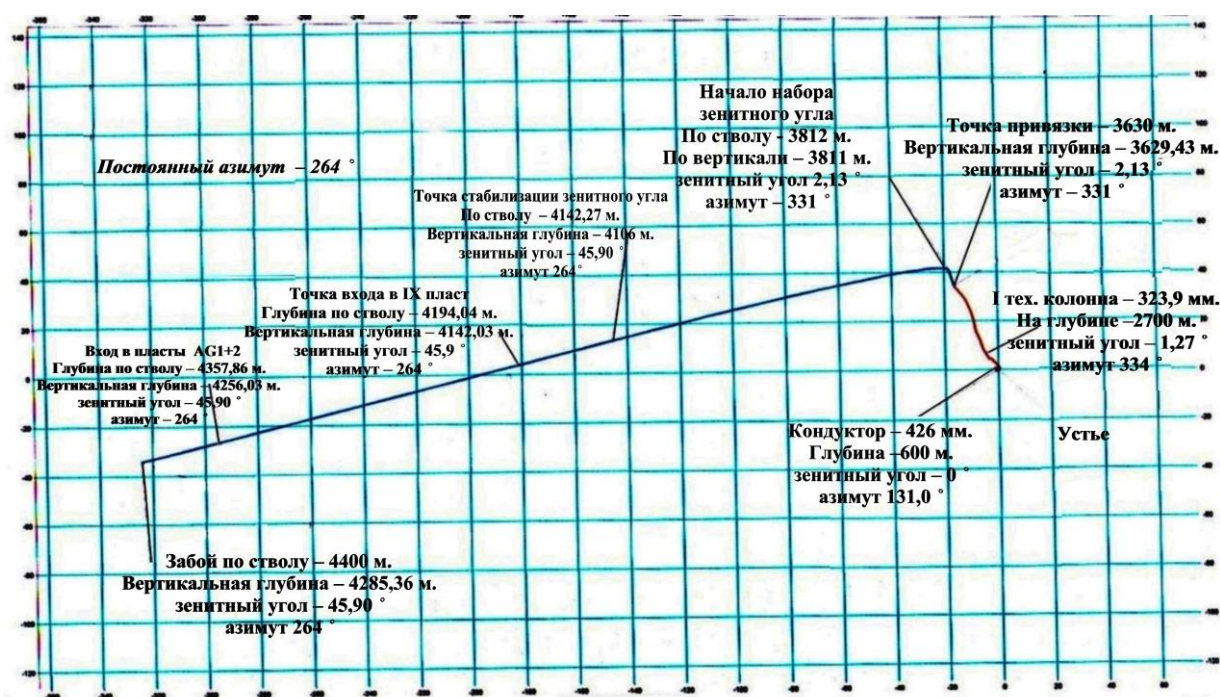


Рис. 2. Вертикальный и пилотный профиль наклонно-направленной скважины № 147 Северный Готурдепе

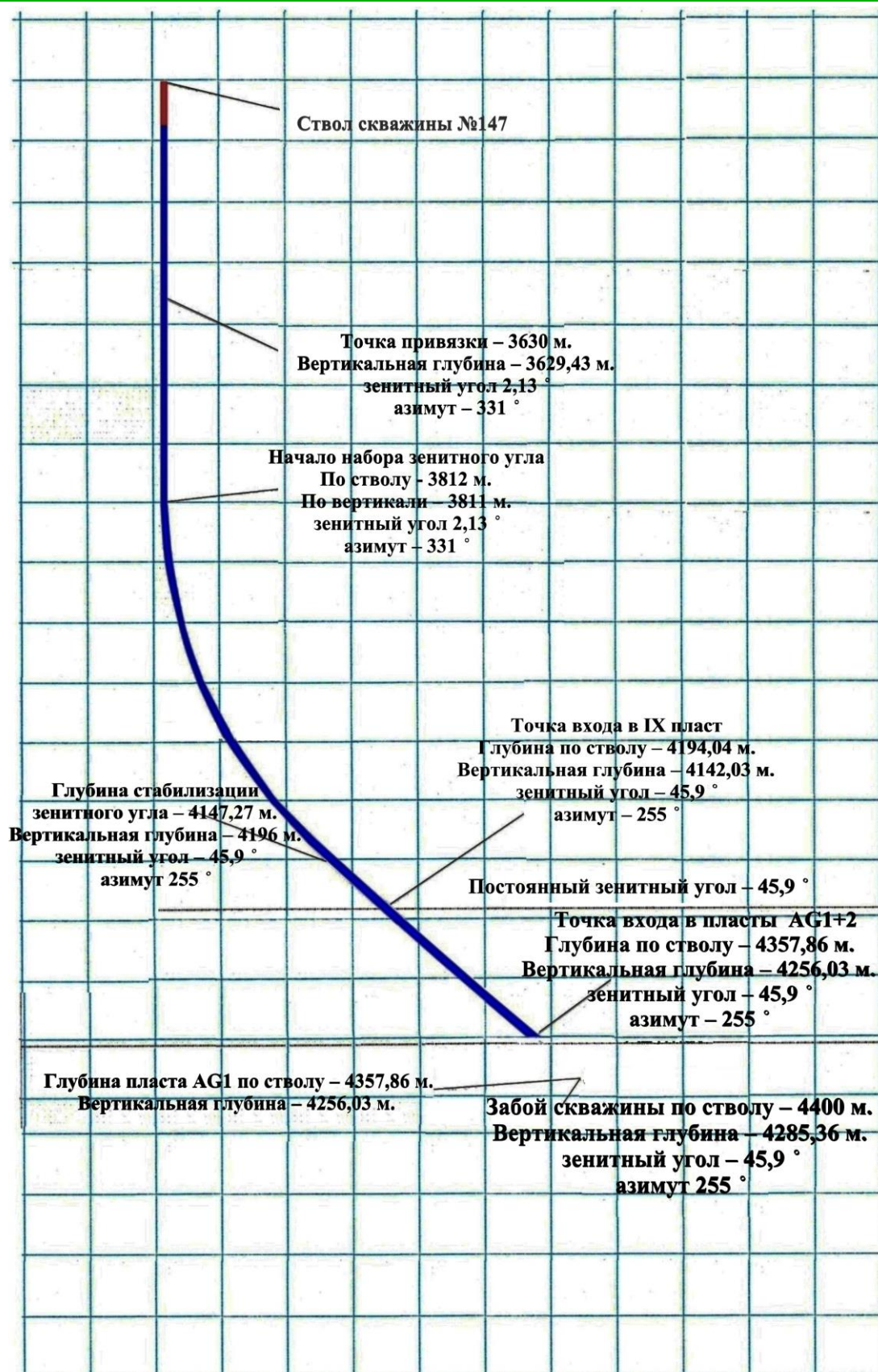


Рис. 3. Фактический профиль скважины №147 Северный Готурдепе

Таблица 4

**Фактические данные инклинометрии наклонно-направленной
скважины №147 Северный Готурдепе**

Глубина скважины по стволу. L, м	3800	3900	4000	4100	4200	4300	4400
Зенитный угол α , град/мин.	0	17.19	27.87	37.90	45.90	45.90	45.90
Азимут φ , град/мин	90	254.96	255.99	254.52	264.02	264.52	264.70
Проектный азимут	$\varphi_{\text{п}} = 264^{\circ}$						
Проектное искривление (смещение забоя)	$\Delta \text{п} = 298 \text{ м}$						

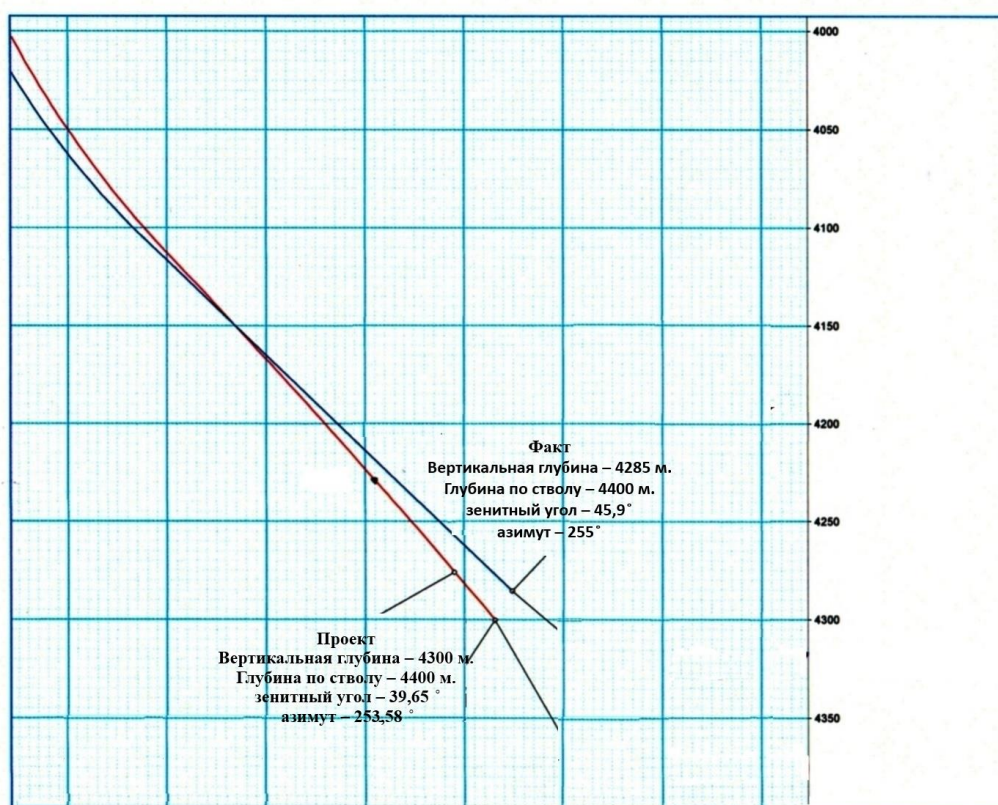


Рис. 4. Фактический и проектный профиль трехинтервального наклонно-направленной скважины №147 Северный Готурдепе

Мировая практика добычи нефти и газа на многопластовых месторождениях показывает, что круг технологических задач, решаемых посредством использования одновременной раздельной эксплуатации, весьма обширен и разнообразен. Например, имеется целый ряд задач, касающихся

непосредственно проблем контроля и регулирования добычи нефти из многопластового объекта посредством воздействия и помощью оборудования ОРЭ на отдельные пласты, как в зоне отбора, так и в зоне нагнетания.

Наличие большого количества технологических задач вызывает определенные трудности при оценке экономической эффективности метода одновременной раздельной эксплуатации, т.к. для каждого отдельного случая необходимо было бы иметь определенный метод оценки экономической эффективности. Поэтому систематизация и обобщение задач в группы способствуют разработке ограниченного числа способов определения экономической эффективности методом ОРЭ [11].

В зависимости от характера основных показателей, определяющих экономическую эффективность и технико-экономическую целесообразность перевода скважин на одновременную раздельную эксплуатацию пластов, можно подразделить на три основные группы:

1) контроль и регулирование процесса разработки многопластового объекта с целью интенсификации текущей добычи и получения максимальной конечной нефтеотдачи;

2) приобщение новых продуктивных объектов к разработке в эксплуатационных и нагнетательных скважинах с целью получения дополнительной добычи нефти;

3) применение одновременной раздельной эксплуатации с целью решения технологических задач по добыче нефти и газа [12].

Для каждой из этих трех групп в руководстве даны методы определения технико-экономической эффективности одновременной раздельной эксплуатации.

К первой группе технологических задач можно отнести применение одновременной раздельной эксплуатации с целью:

а) обеспечения оптимального режима работы каждого из пластов, разрабатываемых совместно (создание условий самостоятельной сетки скважин на каждый пласт);

б) регулирования разработки объекта по пластам, имеющим различные коллекторские свойства (равномерная выработка, интенсификация отбора,

ограничение водопритока по одному из пластов, продление сроков фонтанной эксплуатации скважин, отдельный сбор чистой и обводненной нефти);

Применение одновременной отдельной эксплуатации для решения задач первой группы позволяет получить следующие результаты.

Существенное повышение эффективности разработки многопластового месторождения за счет укрупнения эксплуатационных объектов (снижение капиталоемкости, металлоемкости, себестоимости нефти, выигрыш от фактора времени), по сравнению с системой разработки с самостоятельными сетками скважин на каждый пласт [13].

Достижение запроектированной нефтеотдачи пластов путем обеспечения возможности регулирования процесса выработки запасов по пластам (создание дифференцированных перепадов давления) по сравнению с совместной разработкой пластов при той же плотности сетки скважин.

Увеличение плотности сетки размещения эксплуатационных и нагнетательных скважин при том же или меньшем количестве скважин, что и при отдельной эксплуатации каждого пласта самостоятельными сетками скважин и как следствие, увеличение текущей добычи нефти и конечной нефтеотдачи прерывистых линзовидных коллекторов.

В качестве примера можно привести результаты оценки влияния неоднородности пластов на технико-экономическую целесообразность применения ОРЭ, выполненных на примерах гипотетических многопластовых месторождений, параметры которых были приняты аналогичными параметрам горизонтов месторождений Казахстана:

а) нефтеотдача за 80-летний период разработки при одновременной отдельной эксплуатации пластов с учетом условий регулирования давления выше на 11-16%, чем при совместной эксплуатации этих же пластов, что равносильно получению дополнительной добычи нефти в количестве 80-40 млн. тонн;

б) сроки разработки неоднородных пластов при ОРЭ с дифференцированными перепадами давления по пластам (условия регулирования) сокращаются в 1,3-1,4 раза по сравнению с совместной эксплуатацией при снижении себестоимости одной тонны нефти на 14-16%.

Эти данные свидетельствуют о том, что целесообразность решения большинства задач первой группы должна быть установлена еще на стадии проектирования разработки многопластового месторождения [14].

Эффективность применения ОРЭ при этом выявляется из сравнения технико-экономических показателей разработки месторождения с ОРЭ с показателями того же месторождения, но без применения одновременной раздельной эксплуатации (соответственно при самостоятельных сетках скважин на каждый пласт, уплотнении сеток скважин дополнительным бурением, совместной разработке пластов при общем забойном давлении скважин, с преждевременным обводнением и переходов скважин на механизированную добычу и неравномерной выработке пластов). Технологические показатели разработки месторождения (динамика дебита, давления, обводненности и т.д.) с применением и без применения ОРЭ определяются обычными методами расчетов, используемых при проектировании разработки нефтяных и газовых месторождений [15].

Эффективность одновременной раздельной эксплуатации при решении задач первой группы характеризуется обеспечением оптимальных условий работы каждого пласта или осуществлением возможности контроля и регулирования разработки пластов. Количество скважин, в которых должно осуществляться ОРЭ, обосновывается в проекте, исходя из необходимости решения указанных задач.

Оценка эффективности метода, по количеству дополнительно добытой нефти после перевода скважин на одновременную раздельную эксплуатацию проводится лишь в частых случаях. В основном же, при плановом и запроектированном технологической схемой разработки, использования метода, дополнительная добыча должна учитываться при расчете показателей разработки.

При решении задач первой группы перевод скважин на ОРЭ может осуществляться как с самого начала ввода их в эксплуатацию, так и после определенного периода совместной эксплуатации пластов.

Время перевода скважин на ОРЭ определяется соответствующими расчетами при составлении проектов в зависимости от цели применения

одновременной раздельной эксплуатации. В соответствии с режимом работы скважин в этот период в проекте должны быть даны рекомендации по выбору типа оборудования.

При совместной эксплуатации пластов в начальный период проводится систематический контроль за их разработкой. С помощью гидродинамических и промысловых исследований определяются характеристики пластов и скважин, и в результате соответствующих проверочных расчетов уточняется фонд скважин, время их перевода на ОРЭ и характеристики необходимого оборудования.

Часть технологических задач первой группы по контролю и регулированию эксплуатации многопластового месторождения может решаться с помощью ОРЭ в процессе разработки [16]. В этом случае технологическая и экономическая эффективность применения метода ОРЭ, а также время перевода скважин на ОРЭ оценивается по методу определения технологических показателей эффективности.

Список литературы

1. Абуталипов, У.М. Разработка и применение технологий ОРЭ в ОАО АНК «Башнефть» / У.М. Абуталипов // Инженерная практика. – 2010. – № 1. – С. 66-70.
2. Азизов, Ф.Х. Опыт применения технологии ОРРНЭО. Установки ОРЗ, ОРД и компоновки для изоляции негерметичной эксплуатационной колонны / Ф.Х. Азизов // Инженерная практика. – 2011. – № 3. – С.101-103.
3. Атнабаев, А.И. Внедрение технологий ОРЭ в ОАО «Белкамнефть» / А.И. Атнабаев, Ю.Н. Петрусевич // Инженерная практика. – 2010. – №1. – С. 44-45.
4. Емельянов, А.В. Скважинные компоновки для одновременной добычи и обработки ПЗП / А.В. Емельянов // Инженерная практика. – 2011. – № 3. – С. 58-62.
5. Казанцев, И.Ю. Опыт внедрения технологии одновременно-раздельной эксплуатации на Верхнеколик-Еганском месторождении /

И.Ю. Казанцев, А.О. Гордеев, И.А. Вахрушева, А.А. Луценко // Нефтяное хозяйство. – 2010. – № 2. – С. 44-47.

6. Мирзаджанзаде, А.Х. Моделирование процессов нефтегазодобычи. Нелинейность, неравновесность, неопределенность / А.Х. Мирзаджанзаде, М.М. Хасанов, Р.Н. Бахтизин. – Москва–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. – 368 с.

7. Николаев, О.С. Скважинное оборудование для ОРЭ: разработка, внедрение, сервис / О.С.Николаев // Инженерная практика. – 2010. – № 1. – С. 78-83.

8. Окунев, В.С. Фальстарт или первый блин комом: сложности в применении технологии ОРЭ на нефтяном фонде / В.С. Окунев // Инженерная практика. – 2011. – № 3. – С. 14-18.

9. Галиакбаров В.Ф., Мавлютов М.Р., Сакаев Р.М. Некоторые вопросы устойчивости низа бурильной колонны. Тезисы докладов Всесоюзн. конф. по наклонному бурению. Баку, 1978.

10. Деряев А.Р., Гулатаров Х.Г., Еседулаев Р., Аманов М. Технология бурения горизонтальных и наклонно направленных скважин и расчеты их проектирования / (монография). Ашгабат: наука, 2020. – 608 с.

11. Будлов, С. Технологии ОРЭ и «интеллектуализации» скважин снижают риски и улучшают экономику добычи / С. Будлов // Инженерная практика. – 2010. – № 1. – 58-60 с.

12. Гарипов, О.М. Общие тенденции развития высокотехнологичного сервиса при разработке, установке и обслуживании многопакерных систем для одновременно-раздельной эксплуатации / О.М.Гарипов // Нефтяное хозяйство. – 2009. – № 9. – 58-61с.

13. Ерастов, С.А. Технологии ОРЭ и ОРЗ для контроля, мониторинга и управления эксплуатацией многопластовых месторождений «РН-Юганскнефтегаз»: итоги 2010 года / С.А. Ерастов, Р.Н. Асмандияров, Э.Р. Назаргалин, П.И. Сливка // Инженерная практика. – 2011. – № 3. – 88-91 с.

14. Ивановский, В.Н. Одновременно-раздельная эксплуатация и «интеллектуализация» скважин: вчера, сегодня завтра / В.Н. Ивановский // Инженерная практика. – 2010. - № 1. – 5-15 с.

15. Кременецкий, М.И. Гидродинамические и промыслово-технологические исследования скважин / М.И. Кременецкий, А.И. Ипатов. – М.: МАКС Пресс. – 476 с.

16. Куликов, М.В. Технологические измерения и приборы / М.В. Куликов. – М: Недра, 1966. – 500с.

© Деряев А.Р., 2022

УДК 614.841.315

Глава 5.
**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ПОЖАРОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ**

Буякевич Людмила Ивановна

канд. физ.-мат. н., доцент

Филиал «Институт профессионального образования»

Университет гражданской защиты

Министерства по чрезвычайным ситуациям

Республики Беларусь

Аннотация: в статье представлены результаты исследований основных причин возникновения пожаров на производственных объектах. Выявлена зависимость числа пожаров на производственных объектах от сезона (месяца) года, а также получена аппроксимация полиномом шестой степени количества пожаров на производственных объектах различных категорий по взрывопожароопасности от сезона (месяца) года.

Ключевые слова: пожар, производственный объект, причины возникновения пожаров.

**PATTERNS OF TEMPORARY DISTRIBUTION
OF FIRES AT PRODUCTION FACILITIES**

Buyakevich Lyudmila Ivanovna

Abstract: the article presents the results of studies of the main causes of fires at industrial facilities. The dependence of the number of fires at production facilities on the season (month) of the year is revealed, and the approximation of the sixth degree polynomial of the number of fires at production facilities of various categories in terms of explosion and fire hazard from the season (month) of the year is obtained.

Key words: fire, production facility, causes of fires.

Введение

Учет пожаров в МЧС Республики Беларусь проводится в целях получения информации для ведомственного использования органами и подразделениями (анализа оперативной обстановки, определения приоритетных направлений, форм и методов служебной деятельности, разработки текущих и перспективных пожарно-профилактических мероприятий). Научно обоснованной методики прогнозирования взрывопожарной и пожарной опасности производственных объектов до сих пор не разработано, что отрицательно сказывается на принятии управленческих решений по противопожарной защите на производственных объектах. Отсутствие прогнозов пожарной опасности приводит к тому, что работа по предупреждению пожаров не адекватна складывающейся обстановке, вследствие чего принимаемые меры не оказывают на нее существенного влияния. Поэтому задача прогноза оперативной обстановки с пожарами на производственных объектах актуальна.

Объекты и методы исследования

Объект исследования – оперативная обстановка с пожарами на производственных объектах на территории Республики Беларусь. Предмет исследования – закономерности возникновения пожаров на производственных объектах.

Основной целью работы было установить зависимость обстановки с пожарами на производственных объектах от сезона (месяца) года. В качестве исходных данных для анализа использованы материалы ведомственного учета пожаров МЧС Республики Беларусь за период с 2003 по 2021 годы.

Результаты исследования

Производственный объект – это сложная система, состоящая из одного или несколько производственных, административных зданий и сооружений, располагающая собственной инфраструктурой, включая системы гидро-, энерго- и транспортных коммуникаций.

Каждый объект, здание и сооружение в зависимости от конструктивных и объемно-планировочных решений, количества пожарной нагрузки, наличия потенциальных источников зажигания и других факторов имеет определенную взрывопожарную и пожарную опасность.

Пожарная опасность объекта – состояние объекта, характеризующееся вероятностью возникновения пожара и величиной ожидаемого ущерба [1].

Взрывопожароопасные объекты (системы) – производственные объекты (системы), связанные с использованием или получением (добычей) легковоспламеняемых жидкостей и газов, способных при их (или их паров) взаимодействии с воздухом образовывать взрывоопасные смеси.

На возникновение и распространение пожаров на производственных объектах влияют следующие факторы:

- пожарная опасность производства;
- плотность застройки объекта;
- огнестойкость зданий и сооружений;
- расстояние между зданиями;
- метеорологические условия.

Обстановка с пожарами складывается под воздействием двух основообразующих факторов – антропогенного и природного (рис. 1). Антропогенные факторы влияют непосредственно, в частности, среднее многолетнее число пожаров в регионе определяется численностью его жителей. В свою очередь, число пожаров определяет количество гибели людей. Природные факторы влияют опосредованно через деятельность человека, поэтому рассматривать их действие следует в совокупности [2]. Например, недостаточное теплоснабжение само по себе не может являться причиной пожара, но при низких температурах оно вынуждает людей пользоваться дополнительными источниками тепла. Антропогенные факторы можно учитывать и контролировать, природные условия можно только учитывать, так как контролю они не поддаются [3].

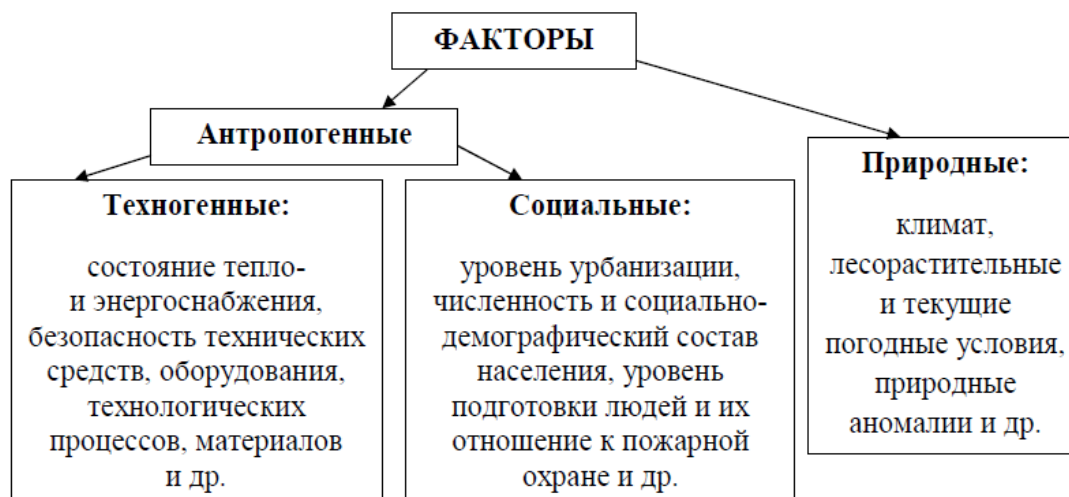


Рис. 1. Антропогенные и природные факторы обстановки с пожарами

Статистика свидетельствует, что пожары на промышленных предприятиях приносят значительный материальный ущерб, а также к гибели людей [4]. Пожары возникают в большинстве случаев от неисправностей технологического оборудования, электроустановок, контрольно-измерительных и защитных приборов, неосторожного обращения с огнем обслуживающего персонала и нарушений правил пожарной безопасности при проведении огневых работ, нарушений технологических процессов (выделение горючих газов, пыли), неисправностей отопительных и вентиляционных систем (котельных, отопительных приборов, печей и др.), самовоспламенения или самовозгорание некоторых веществ и материалов при нарушении правил их хранения и использования;

Вызывают пожары различные причины электрического характера: искрение в электрических аппаратах и машинах; токи коротких замыканий и значительные перегрузки проводов и обмоток электрических устройств, вызывающие их нагрев до высокой температуры; плохие контакты в местах соединения проводов, приводящие к увеличению переходного сопротивления, на котором выделяется большое количество тепла; электрическая дуга, возникающая во время дуговой электрической сварки или в результате ошибочных операций в электроустановках; электростатические разряды и удары молний и т.п.

Часто причиной возникновения пожаров являются нарушение герметичности аппаратов и коммуникаций в результате износа отдельных деталей или повышения давления и температуры сверх допустимых значений. В таких случаях появляется возможность образования сгораемой среды, что при наличии источника зажигания приводит к возникновению пожара, особенно в тех технологических установках, приборах и аппаратах, в которых применяются легкогорючие жидкости или газы.

Анализ причин возникновения пожаров на производственных объектах показал, что 81% пожаров произошли по причинам нарушения правил эксплуатации оборудования, 7% – из-за конструктивных недостатков оборудования и 12% – прочие причины (рис. 2).

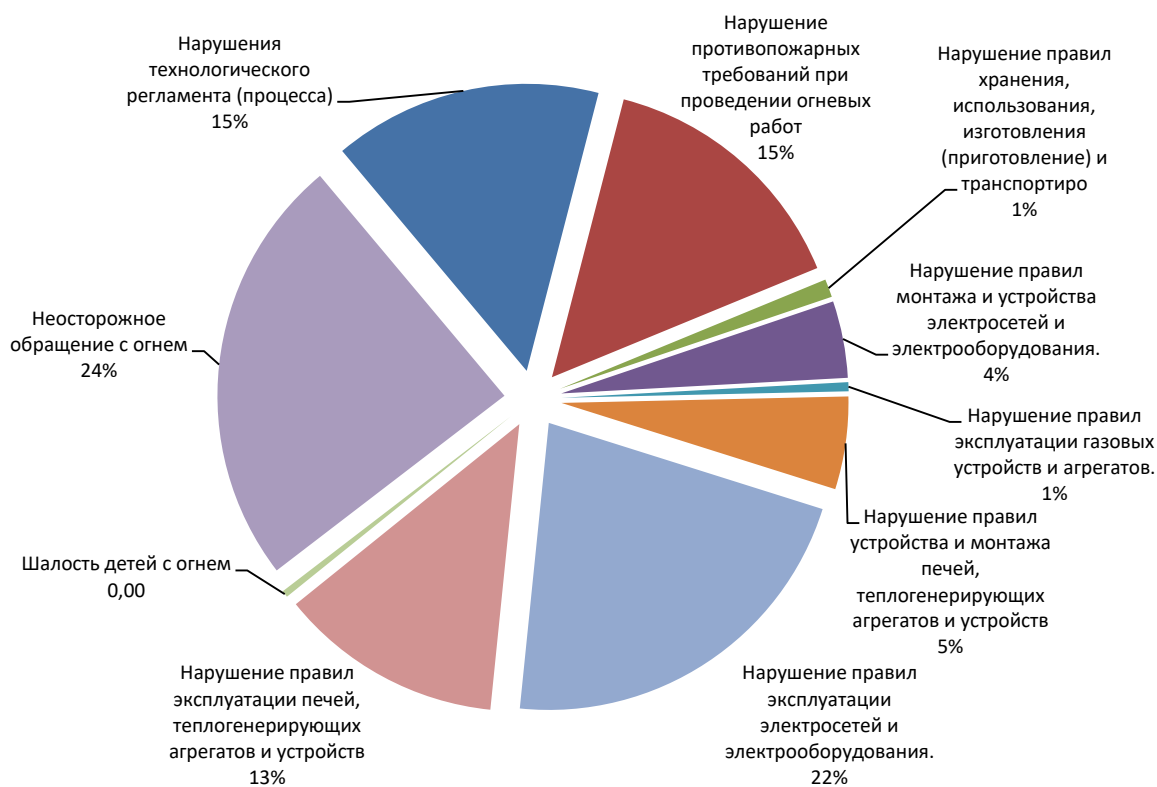


**Рис. 2. Диаграмма причин возникновения пожаров
на производственных объектах**

Согласно ТКП 474-2013 по взрывопожарной и пожарной опасности здания подразделяются на 5 категорий [5]:

категория А: предприятия, где могут образовываться паро- и газовоздушные смеси;

категория Б: производства, имеющие горючие пыли и волокна, легковоспламеняющиеся жидкости и горючее;

категория В: жидкие и твердые горючие вещества;

категория Г: производства, имеющие негорюемые вещества и материалы в горячем, раскаленном и расплавленном состоянии;

категория Д: производства с негорючими веществами и материалами в холодном состоянии.

По аналогичному принципу производится категорирование по взрывопожарной и пожарной опасности наружных установок. Согласно ТКП 474-2013 по взрывопожарной и пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории Ан, Бн, Вн, Гн, Дн в соответствии с таблицей 4 [5].

Категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий определяются для наиболее неблагоприятного в отношении пожара или взрыва периода исходя из вида находящихся в аппаратах и помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, особенностей технологических процессов [5].

Распределение пожаров по времени их возникновения обычно рассматривается со следующих позиций: по годам; в течение года; по дням недели; в течение суток.

Основным результатом принимаемых мер органами и подразделениями по чрезвычайным ситуациям является снижение числа пожаров в 2017 году в стране на производственных зданиях и сооружениях на 61,7% (с 115 до 44) по сравнению с 2003 годом (рис. 3). На рисунке 4 приведен график изменения и линия тренда количества пожаров на производственных объектах за 168 месяцев в Республике Беларусь [6].

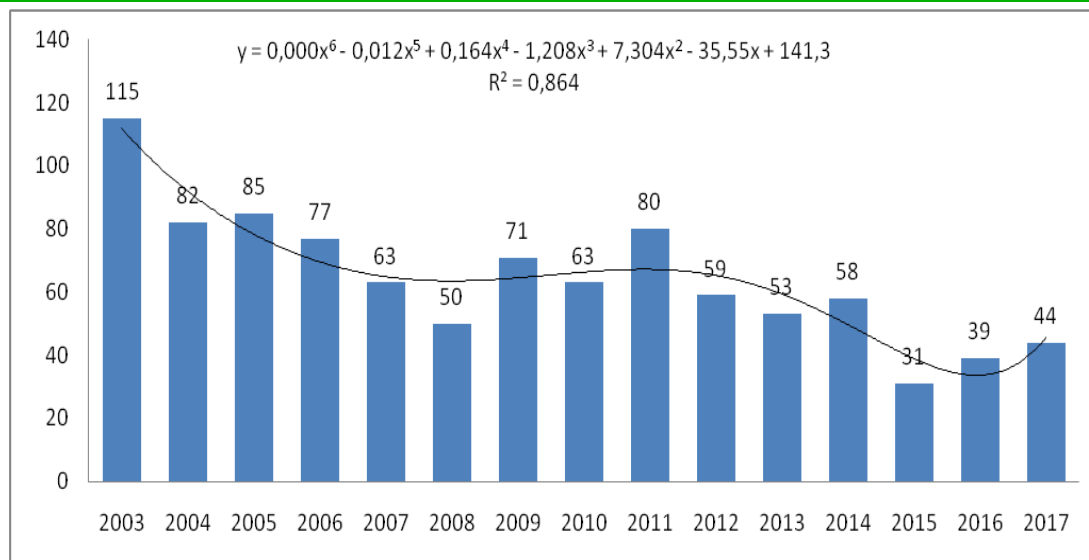


Рис. 3. Количество пожаров на производственных зданиях и сооружениях за 2003-2017 годы

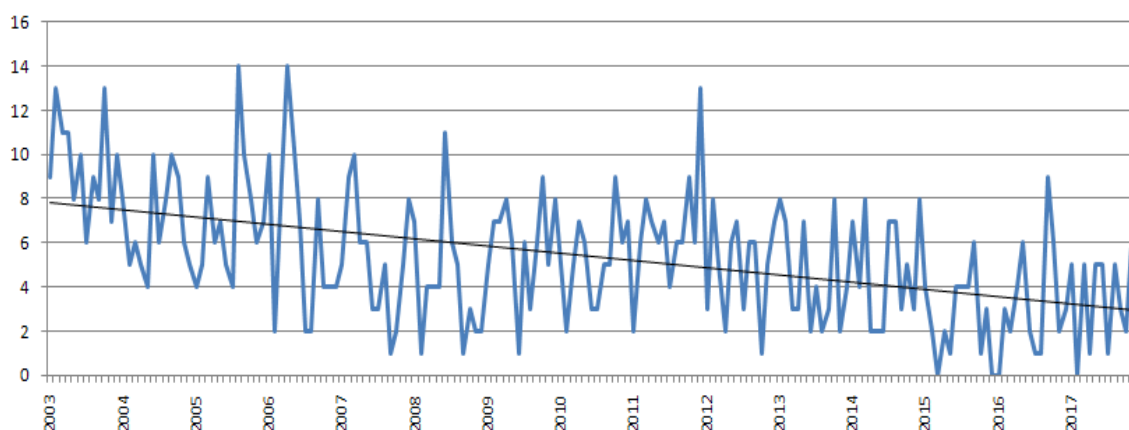


Рис. 4. Динамика числа пожаров на производственных зданиях и сооружениях за 2003-2017 годы по месяцам

Так как метеорологические условия по-разному оказывают влияние на возникновение и распространение пожаров на производственных объектах в зависимости от обращающихся там веществ и материалов, то для выявления зависимости числа пожаров на производственных объектах от сезона (месяца) года необходимо рассматривать производственные объекты отдельно по каждой из пяти категорий по взрывопожарной и пожарной опасности.

На рисунках 5-9 представлены результаты компьютерной аппроксимации зависимости количества пожаров на производственных объектах различных категорий от сезона (месяца) года.

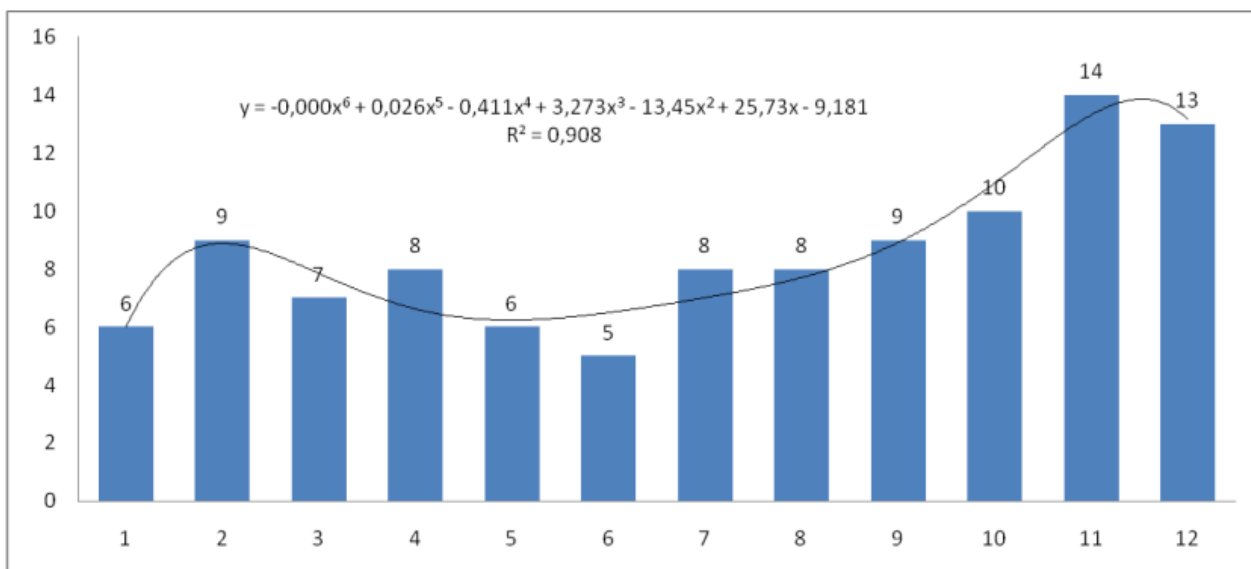


Рис. 5. Зависимость количества пожаров на производственных зданиях и сооружениях категории «А», «Ан» от месяца года

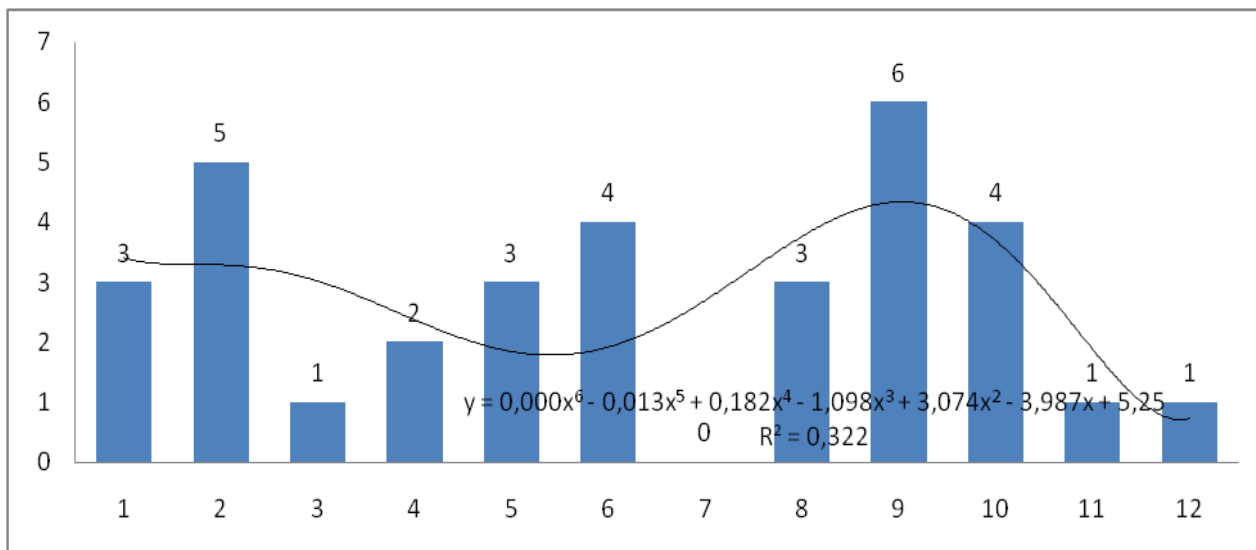


Рис. 6. Зависимость количества пожаров на производственных зданиях и сооружениях категории «Б», «Бн» от месяца года

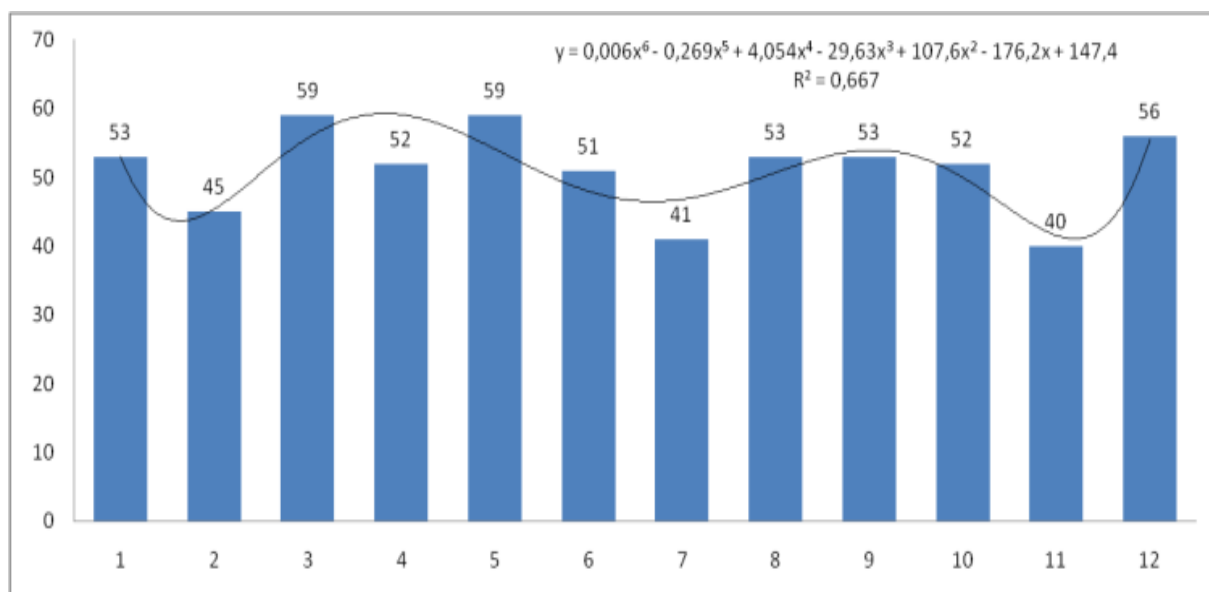


Рис. 7. Зависимость количества пожаров на производственных зданиях и сооружениях категории «В», «В_н» от месяца года

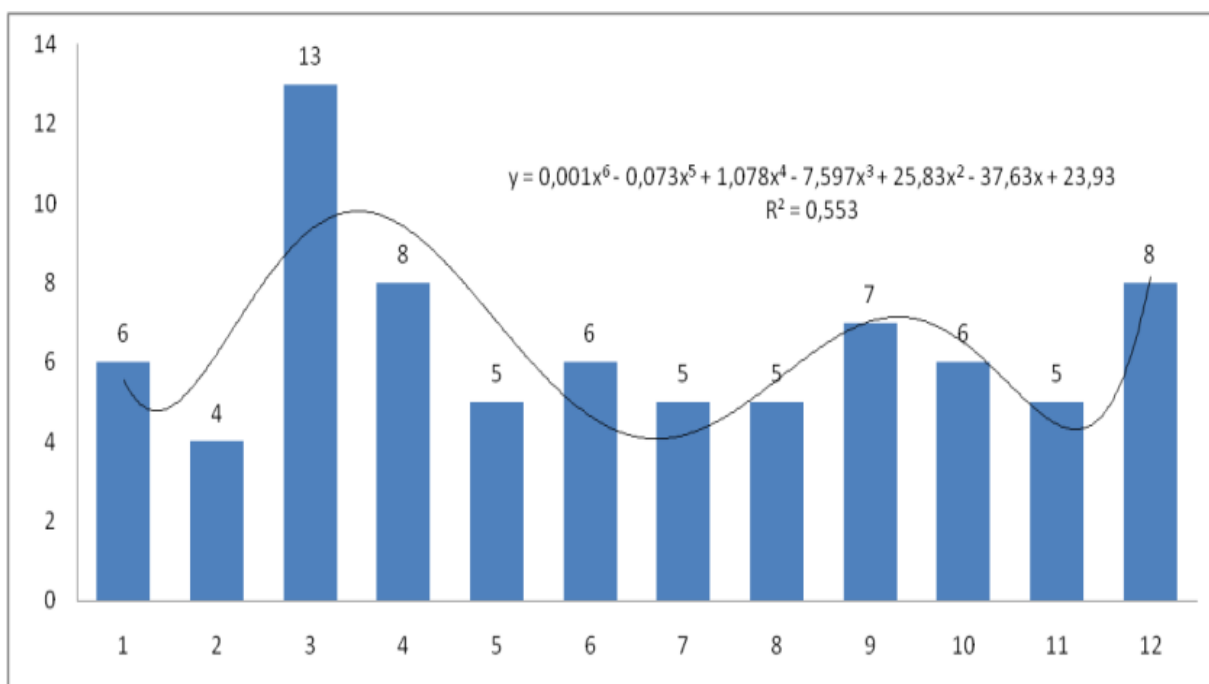


Рис. 8. Зависимость количества пожаров на производственных зданиях и сооружениях категории «Г», «Г_н» от месяца года

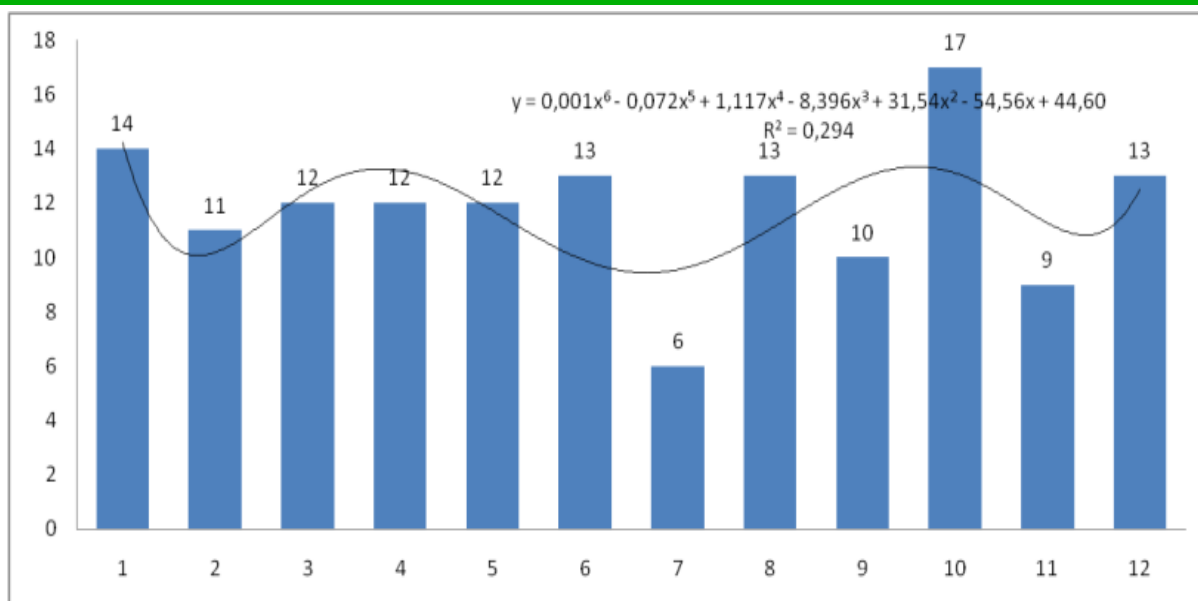


Рис. 9. Зависимость количества пожаров на производственных зданиях и сооружениях категории «Д», «Дн» от месяца года

Для производственных зданий и сооружений категории «А», «Ан» отмечается тенденция к увеличению числа пожаров в осенне-зимний период с максимумом в ноябре-декабре. Наряду с этим для производственных зданий и сооружений категории «Б», «Бн» максимум числа пожаров наблюдается в сентябре. На производственных объектах категории «В», «Вн» количество пожаров равномерно распределено на протяжении всего года. На производственных зданиях и сооружениях категории «Г», «Гн» четко прослеживается максимум количества пожаров в марте месяце. На производственных объектах категории «Д», «Дн» отмечается тенденция к увеличению числа пожаров в осенне-зимний период с максимумом в октябре.

Следует отметить, что почти на всех производственных объектах отмечается минимум числа пожаров в июле месяце (период отпусков). Это объясняется тем, что обстановка с пожарами складывается под воздействием двух основообразующих факторов – антропогенного и природного. Антропогенные фактор подразделяется на техногенный (состояние тепло и энергоснабжения, безопасность технических средств, оборудования,

технологических процессов, материалов и др.) и социальный (численность работников на производстве, уровень подготовки работников и их отношение к пожарной безопасности и др.) [3].

Таким образом, прослеживается зависимость числа пожаров на производственных объектах от сезона (месяца) года. Вид аппроксимирующей функции зависит от категории по взрывопожарной и пожарной опасности производственных зданий и сооружений. Следовательно, при построении модели прогнозирования возникновения пожаров с учетом климатических факторов на производственных объектах необходимо учитывать категории по взрывопожарной и пожарной опасности производственных зданий и сооружений.

В течение недели наименьшее количество пожаров на производственных объектах зафиксировано по средам и воскресеньям (рис. 10).

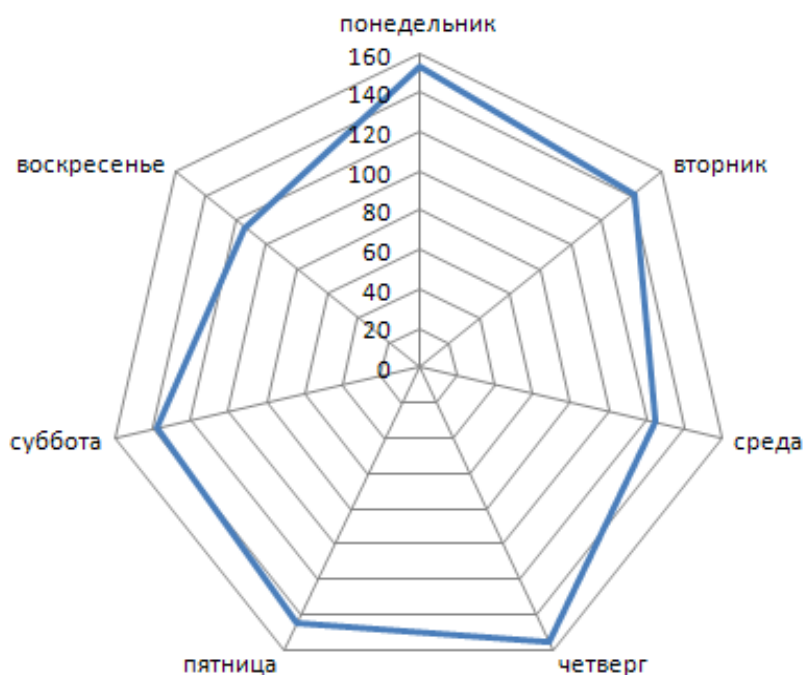


Рис. 10. Количество пожаров на производственных объектах по дням недели

В течение суток пожары на производственных объектах распределены также неравномерно. Установлено, что наименьшее количество пожаров зафиксировано в 8 часов утра, а наибольшее – в дневное, от 10 до 13 часов, и ночное, от 4 до 6 часов (рис. 11).

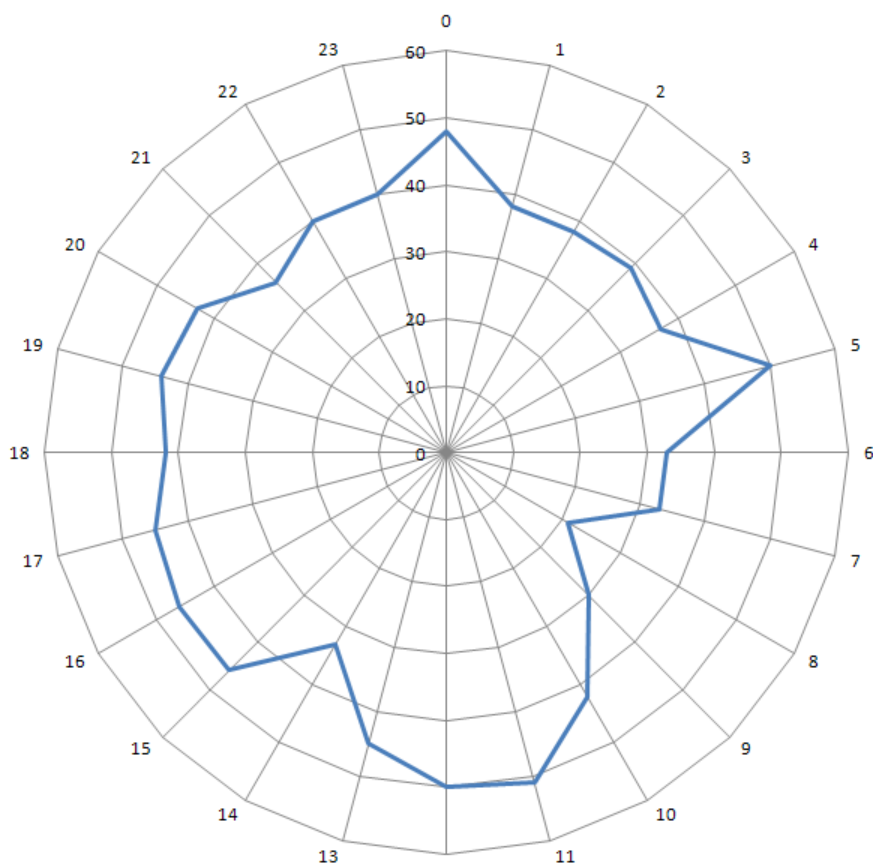


Рис. 11. Распределение пожаров на производственных объектах в течение суток

Заключение

В работе рассмотрены основные причины возникновения пожаров на производственных объектах. Анализ причин возникновения пожаров на производственных объектах показал, что 81% пожаров произошли по причинам нарушения правил эксплуатации оборудования, 7% – из-за конструктивных недостатков оборудования и 12% – прочие причины.

Так как метеорологические условия по-разному оказывают влияние на возникновение и распространение пожаров на производственных объектах в зависимости от обращающихся там веществ и материалов, то для выявления зависимости числа пожаров на производственных объектах от сезона (месяца) года были рассмотрены производственные объекты отдельно по каждой из пяти категорий по взрывопожарной и пожарной опасности. Результаты исследований показывают, что прослеживается зависимость числа пожаров на производственных объектах от сезона (месяца) года. Вид аппроксимирующей функции зависит от категории по взрывопожарной и пожарной опасности производственных зданий и сооружений. Следовательно, при построении модели прогнозирования возникновения пожаров с учетом климатических факторов на производственных объектах необходимо учитывать категории по взрывопожарной и пожарной опасности производственных зданий и сооружений.

Выяснено, что число пожаров на производственном объекте не существенно зависят от дня недели, но не равномерно распределены в течение суток с пиками максимума в 5 и 11 часов.

Полученная аппроксимация обстановки с пожарами на производственных объектах различных категорий по взрывопожароопасности от сезона (месяца) года позволит более эффективно планировать противопожарные мероприятия на производственных объектах. Таким образом, принимаемые меры по предупреждению пожаров будут оказывать существенное влияние и более эффективному использованию ресурсного потенциала организации (финансового, технического, кадрового и др.).

Список литературы

1. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения (с Изменением № 1) : ГОСТ 12.1.044-89

(ИСО 4589-84). Введен 01.01.1991. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 100 с.

2. Андреев Ю.А. Влияние антропогенных и природных факторов на возникновение пожаров в лесах и населенных пунктах дис. ...д-ра : 05.26.03 : защищена 2003-12-25 : утв. 2003-12-25 / Ю.А. Андреев – М.: 2003. – 333 с.

3. Буякевич Л.И. К вопросу прогнозирования пожаров на производственных объектах. / Л.И. Буякевич // Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XV Международной научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России; – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – с. 19-21. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46185839&pff=1>.

4. Буякевич А.Л. Вопросы определения расчетного давления взрыва пыли в помещениях / А.Л. Буякевич, Л.И. Буякевич // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2013. – 1(4). – с. 63-67. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26341617>.

5. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности : ТКП 474-2013 (02300). – Введ. 2013-04-15. – Минск: "ЭНЕРГОПРЕСС", 2015. – 66 с.

6. Буякевич Л.И. Моделирование взрывопожарной и пожарной опасности производственных объектов от природно-климатических факторов. / Л.И. Буякевич // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций : Сборник статей по материалам VIII Всероссийской научно-практической конференции, Железногорск, 26 октября 2018 года.; – Железногорск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирская пожарно-спасательная академия" Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий", 2018. – с. 135-136.

© Л.И. Буякевич, 2022

Глава 6.
**СПОСОБ ОДНОВРЕМЕННО-РАЗДЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
МНОГОПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Деряев Аннагулы Реджепович
к.т.н., старший научный сотрудник
Научно-исследовательский институт
природного газа ГК «Туркменгаз»
г. Ашгабат, Туркменистан

Аннотация: Метод ОРЭ позволяет в более короткие сроки и при наименьших затратах вводить в разработку новые месторождения и существенно увеличивать добычу нефти и газа на старых площадях, приобщая к эксплуатации невоскрытые пласты в уже пробуренных скважинах.

Совместная разработка многопластовых нефтяных месторождений ведется путем разбуривания самостоятельной сетки скважин для двух или нескольких пластов или приобщением малопродуктивных объектов к высокопродуктивным в завершающей стадии их разработки. Данная система имеет ряд преимуществ, связанных со снижением затрат (уменьшение фонда скважин для бурения и общего числа добывающих скважин), увеличением и поддержанием проектного дебита, ускорением ввода в эксплуатацию новых нефтяных и газовых залежей и т.д.

При использовании метода ОРЭ учитывается степень выработанности запасов, близость контура нефтеносности к скважинам, наличие смол и парафина в добываемых нефтях, толщины продуктивных пластов и разделяющих их непроницаемых пропластков, состояние эксплуатационной колонны скважин.

Для внедрения метода ОРЭ необходимо решить сложные технические задачи, связанные не только с размещением соответствующих измерительных устройств против каждого эксплуатационного объекта, но также задачу передачи полученной с их помощью информации в реальном масштабе времени на поверхность для ее обработки и принятия управляющих решений.

Ключевые слова: водонефтяной контакт, фазовая проницаемость, добыча, фонд скважин, конструкция, фонтан, коллектор, объект, экономический эффект, нефтеотдача, газлифт, пластовая жидкость, коллектор.

THE METHOD OF DUAL COMPLETION OF MULTI-LAYER FIELDS

Deryaev Annaguly Rejepovich

Abstract: The dual completion (DC) method makes it possible to develop new fields in a shorter time and at the lowest cost and significantly increase oil and gas production in old areas, introducing unopened formations in already drilled wells to operation.

Joint development of multi-layer oil fields is carried out by drilling an independent grid of wells for two or more layers or by introducing unproductive objects to highly productive ones in the final stage of their development, this system has a number of advantages associated with reducing costs (reducing the fund of wells for drilling and the total number of producing wells), increasing and maintaining the design flow rate, accelerating commissioning new oil and gas deposits, etc. In the majority

When using the DC method, the degree of depletion of reserves, the proximity of the oil-bearing contour to wells, the presence of resins and paraffin in the extracted oils, the thickness of the productive layers and the impermeable interlayers separating them, the state of the production well column are taken into account.

To implement the DC method, it is necessary to solve complex technical problems associated not only with the placement of appropriate measuring devices against each operational object, but also the task of transmitting the information obtained with their help in real time to the surface for its processing and making control decisions.

Key words: oil-water contact, phase permeability, production, well stock, construction, fountain, collector, object, economic effect, oil recovery, gas lift, reservoir fluid, collector.

Первое оборудование для раздельного отбора нефти появилось в начале 30-х годов прошлого века, и после технология одновременно-раздельной эксплуатация (ОРЭ) стала активно развиваться. Одним из первых ее вариантов была, опробованная в 1951 году, эксплуатация пластов многорядными скважинами [1]. Добыча нефти этим методом впервые была проведена на промыслах Азербайджана (было пробурено несколько сотен скважин подобного типа). Однако из-за сложности эксплуатации, технология многорядных скважин не получила своего развития.

В дальнейшем различными конструкторскими бюро велись научно-исследовательские и конструкторские работы по созданию и внедрению более совершенной технологии ОРЭ. В 1970-1980-х годах на систему ОРЭ было переведено более 4,5 тыс. скважин (около 7 % общего фонда скважин по бывшему СССР) [2]. В это время была разработана схема подъема продукции с использованием нескольких колонн насосно-компрессорных труб (НКТ) и изоляцией пластов друг от друга пакерами. Также, были разработаны схемы позволяющие, отбирать жидкость либо с верхнего, либо с нижнего пласта за счет перемещения направляющего элемента и схемы с обратными клапанами в конструкции.

Совместная разработка многопластовых нефтяных месторождений ведется путем разбуривания самостоятельной сетки скважин для двух или нескольких пластов, или приобщением малопродуктивных объектов к высокопродуктивным в завершающей стадии их разработки [2, 3].

Данная система имеет ряд преимуществ, связанных со снижением затрат (уменьшение фонда скважин для бурения и общего числа добывающих скважин), увеличением и поддержанием проектного дебита, ускорением ввода в эксплуатацию новых нефтяных и газовых залежей и т.д. На рисунке 1 представлена одна из схем эксплуатации скважин рассматриваемым способом с использованием электроцентробежного насоса (УЭЦН).

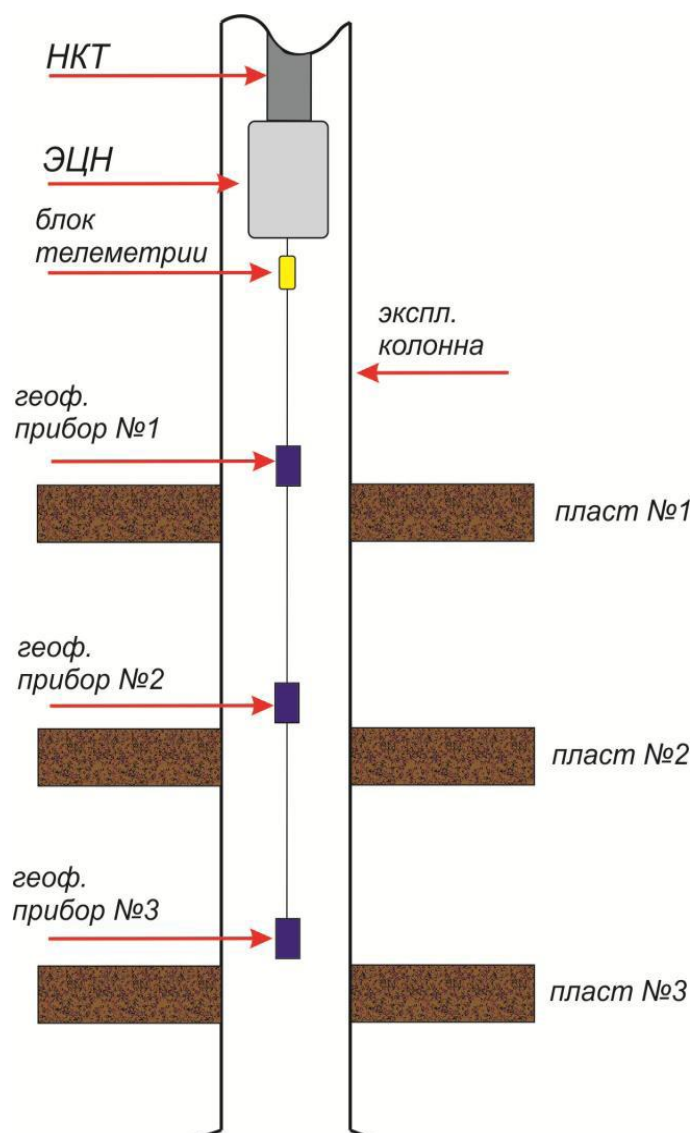


Рис. 1. Схема эксплуатации скважин без разделения пластов

Преимуществом этой схемы является возможность проведения геофизических исследований в динамических условиях для определения работающих интервалов, недостатком – возможность смешивания пластовой жидкости, взаимовлияние пластов, трудоемкость интерпретации данных ГДИС, сложность учета продукции по каждому пласту и т.д.

При совместной эксплуатации продуктивные пласты должны: иметь достаточные запасы нефти, разобщены от вышележащих и нижележащих коллекторов пачкой глинистых пород, обладать одинаковыми продуктивными

и фильтрационно-емкостными свойствами [2, 4]. Однако на практике выделить такие пласты достаточно сложно, и их совместная разработка может привести к следующим осложнениям:

- ухудшению условий выработки малопродуктивных коллекторов и неравномерному их заводнению;
- возникновению внутрискважинных межпластовых перетоков (за счет различного энергетического состояния пластов);
- высокой обводненности совмещенных пластов;
- снижению коэффициента нефтеотдачи объекта.

В конечном итоге все эти факторы приводят к ухудшению экономической эффективности разработки нефтяных залежей и формированию недренируемых запасов нефти. В работах [2, 5] приводятся условия и рекомендации разработки многопластовых объектов с неоднородными коллекторскими характеристиками пластов и различными физико-химическими свойствами пластовой жидкости. Одно из основных требований совмещения – равноскоростная или опережающая выработка низкопроницаемых коллекторов. Однако наиболее эффективным способом разработки многопластовых залежей является применение технологии ОРЭ, которая позволяет увеличить коэффициент извлечения нефти (КИН) и вести одновременную разработку высокопродуктивных и низкопродуктивных пластов. Также преимуществами раздельной системы эксплуатации пластов являются:

- возможность регулирования депрессии на каждый пласт;
- вовлечение в одновременную эксплуатацию продуктивных горизонтов с различными фильтрационными и геологическими характеристиками;
- раздельный учет продукции каждого пласта без применения методов геофизических исследований скважин (ГИС);
- исключение возможности поглощения одним пластом жидкости другого.

Среди недостатков данной системы можно выделить:

- необходимость остановки одного из насосов для раздельного замера;
- смешение жидкостей;
- сложность спуска скважинного оборудования.

При раздельной эксплуатации пластов встречаются различные сочетания продуктивных горизонтов: все пласты нефтяные или газовые; одни пласты нефтяные, другие газовые. Чем больше пластов участвует в нефтедобыче, тем сложнее применяемая конструкция ОРЭ. В зависимости от условий притока жидкости в скважину раздельная эксплуатация скважин может проводиться одним из следующих способов: фонтанный способ эксплуатации скважин; эксплуатация одного пласта фонтанным, другого механизированным способом; эксплуатация скважин механизированным способом.

Структура современных систем раздельной добычи зависит от характеристик продуктивных горизонтов и условий применения оборудования для подъема продукции, и разобщения пластов [6, 7, 8]. Анализ современных технологий одновременно-раздельной добычи нефти, применяемых различными компаниями на месторождениях, позволяет провести следующую классификацию систем ОРЭ (рисунок 2). Рассмотрим некоторые способы раздельной эксплуатации скважин с использованием однолифтовых и двухлифтовых компоновок ОРЭ.



Рис. 2. Классификация систем ОРЭ скважин

Добыча с использованием многопакерных технологий для разобщения продуктивных интервалов является самым распространенным видом

механизированной добычи при одновременно-раздельной эксплуатации нефтяных скважин.

Основные варианты оборудования ОРЭ характеризуются тандемом насосных установок с возможностью отключения одного из них для раздельного замера дебита и обводненности продукции по каждому пласту (Рис. 3).

Компоновка УЭЦН-УСШН. Технология, объединяющая добычу нефти с различных эксплуатационных объектов двумя видами погружного насосного оборудования (УЭЦН и УСШН), получила внедрение в ОАО «Удмуртнефть» в 2007 году и в ОАО «Татнефть» в 2008 году. В скважину спускается стандартное оборудование УЭЦН и УСШН (компоновка оборудования представлена на рисунке 4). Целью внедрения данной компоновки было вовлечение ранее не привлекаемых в разработку двух разнородных пластов, где нижний пласт эксплуатируется ЭЦН с приемным модулем в кожухе, а верхний – с использованием УСШН.



Рис. 3. Основные варианты компоновок насосного оборудования при ОРЭ (фонтан – фонтанный способ добычи, УЭЦН – установка электроцентробежного насоса, ГПНУ – гидропоршневые насосные установки, УСШН – установки скважинных штанговых насосов, УЭВН – установки винтовых электронасосов)

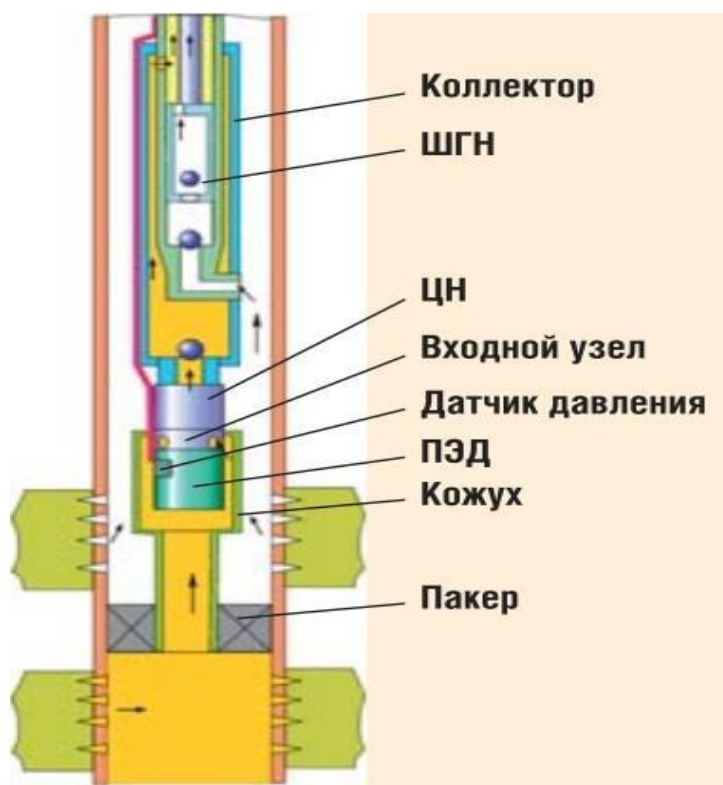


**Рис. 4. Компоновка совместной эксплуатации двух
объектов – УЭЦН-УСШН**

Недостатком этой технологии, является то, что раздельный учет можно вести только при остановке одной из насосных установок. В результате разобщения пластов и применения двух погружных насосов был получен прирост нефти по всем эксплуатируемым данной технологией скважинам.

Компоновка УЭЦН-УЭЦН. Технологии с электроцентробежными насосами для ОРЭ пока находятся в стадии разработки и получили внедрение в механизированной добыче в виде экспериментальных образцов. С учетом того, что большая часть добывающего фонда скважин на нефтяных месторождениях России эксплуатируется (или будет эксплуатироваться) с применением УЭЦН, в ближайшем будущем можно ожидать промышленное производство и внедрение оборудования для ОРЭ УЭЦН.

Основные варианты оборудования для раздельной добычи с применением УЭЦН имеют следующий вид:

- тандем двух насосных установок с отключением одной из них при замерах дебита и обводненности (рисунок 5а);
- один насос для выработки двух разобщенных пластов (рисунок 5б).

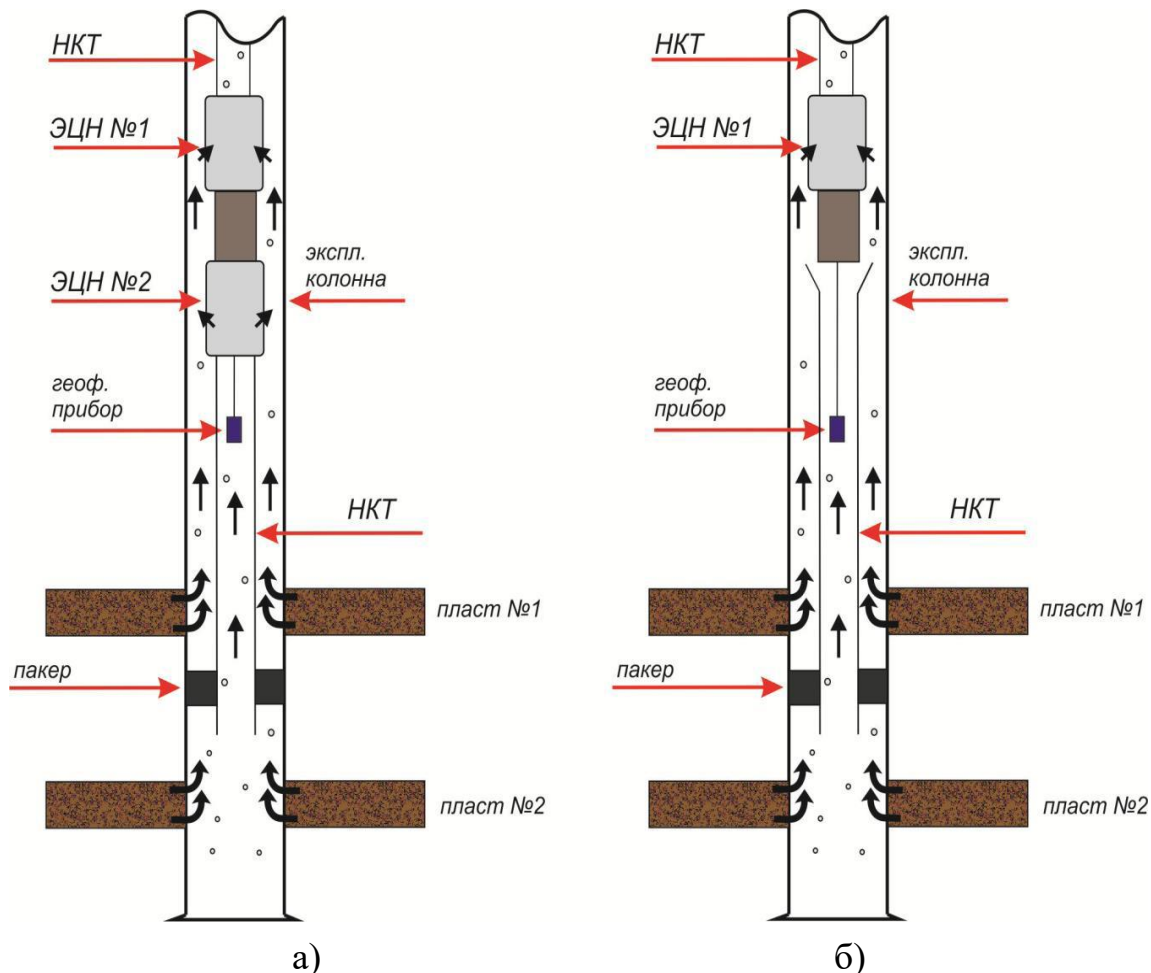


Рис. 5. Варианты компоновки ОРЭ с применением УЭЦН

Двухлифтовые системы ОРЭ прошли промысловые испытания и начали серийно выпускаться в 1970-х годах прошлого века. Особенности этих систем является физическое разделение добычи, контроль работы каждого пласта, индивидуальный подбор погружного оборудования (в зависимости от характеристик пласта). Однако рассматриваемый способ добычи имеет свои недостатки и главным из них – ограничение по диаметру эксплуатационной колонны. К примеру, предложенная компанией Бэйкер Хьюз и других многих зарубежных компании двухлифтовая конструкция применима в колоннах диаметром от 178 мм.

В настоящее время имеются две схемы двухлифтовой компоновки ОРЭ – с использованием концентрических и параллельных колонн НКТ (рис. 6).

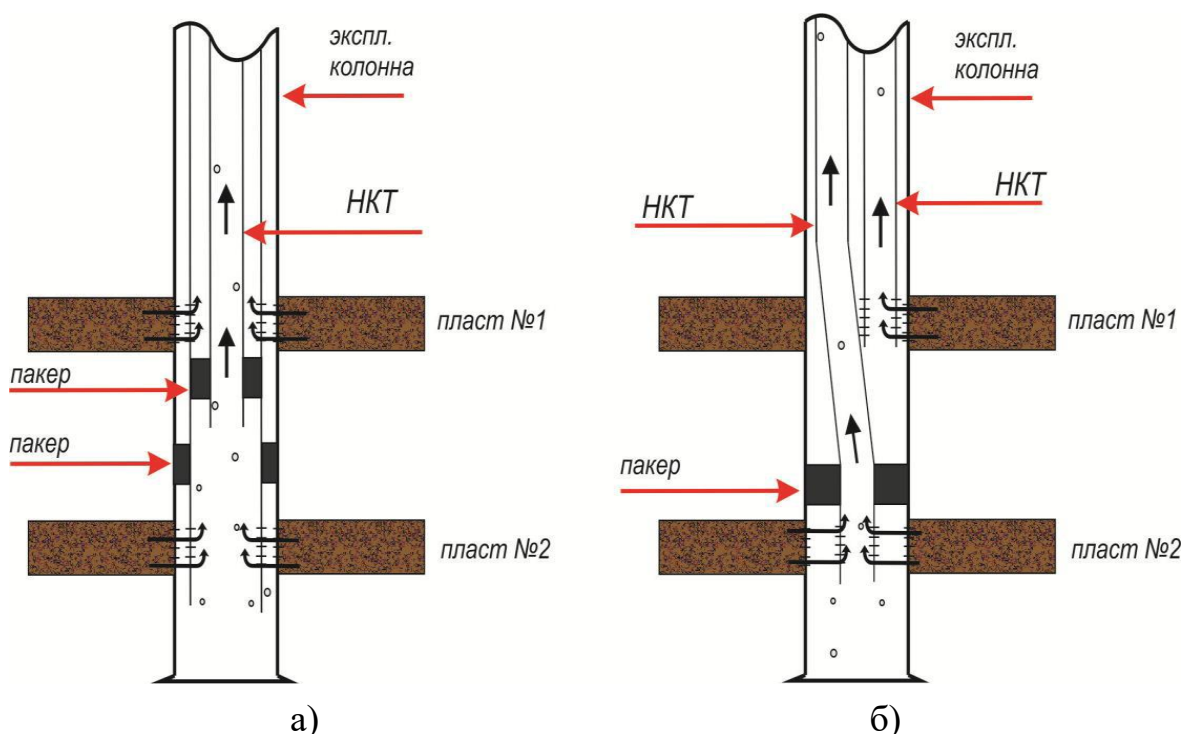


**Рис. 6. Двухлифтовая компоновка ОРЭ
а) конструкция концентрических НКТ;
б) конструкция параллельных НКТ**

Метод одновременной раздельной эксплуатации многопластовых месторождений развивается и в Туркменистане. Данный метод успешно проведен и испытан на четырех глубоких скважинах с аномально высокими пластовыми давлениями. На основании анализа преимущество и недостатки проделанных работ по одновременно-раздельной эксплуатации нескольких пластов, было предусмотрено внедрить данный метод на 4-х скважинах месторождения Северный Готурдепе. Особой отличительной чертой разработанной конструкции скважин от ранее используемых конструкций является то, что с целью крепления нескольких продуктивных пластов достигнуто увеличение глубины спуска технической колонны диаметром Ø244,5 мм и данная техническая колонна использовалась в качестве эксплуатационной колонны.

Крепление нижних продуктивных пластов в двух испытываемых скважинах в виде эксплуатационного хвостовика без цементирования, достигнуто оборудованными снаружи на специальных фильтрах пакерами, раздувающимися под воздействием используемого раствора, и в других двух испытываемых скважинах цементированием эксплуатационной колонны Ø139,7 мм и Ø177,8 мм виде эксплуатационного хвостовика.

В одной из скважин на глубине 4400 м, с зенитным углом примерно до 42 градусов и боковым смещением колонны скважины от вертикального положения составило 300 метров. Общий магнитный азимутный угол на 264 градусов в сторону моря наклонно-направленным бурением достигнута первая работа одновременно-раздельным освоением 3 больших горизонтов (в составе их 9 пластов) в двухлифтных насосно-компрессорных трубах.

Все 4-е скважины были освоены способом «газлифт-фонтан» и в ходе опробования получен большой приток нефти.

Разобщенные между собой непроницаемыми глинистыми прослоями нефтенасыщенные коллекторы многопластовых месторождений в зависимости от геолого-физической характеристики и соотношения запасов разрабатываются самостоятельной сеткой скважин на каждый пласт или одной общей сеткой скважин одновременно на все или на несколько пластов, объединенных в эксплуатационный объект.

Объединение продуктивных пластов эксплуатационные объекты приводят к значительному сокращению объема и сроков разбуривания месторождения, экономии материальных ресурсов на обустройство промыслов. В то же время при совместной эксплуатации, как правило, ухудшаются условия разработки каждого отдельного пласта, затрудняется проведение контроля и регулирования процесса эксплуатации [9].

В этих случаях применяется метод одновременной раздельной эксплуатации, посредством которого осуществляется дифференцированное воздействие на пласты, разрабатываемые совместно одной сеткой скважин.

Одновременная раздельная эксплуатация является средством, позволяющим при экономичной совместной эксплуатации обеспечить оптимальные условия выработки запасов нефти каждого пласта и повысить тем самым экономическую эффективность их разработки.

Под технологической эффективностью понимается повышение темпов выработки запасов и коэффициента нефтеотдачи каждого пласта многопластового объекта посредством регулирования процессов эксплуатации. При этом регулируется перемещение водонефтяных и газонефтяных контактов и охват пласта вытеснением по мощности.

Одновременная раздельная эксплуатация в отечественной практике и за рубежом осуществляется посредством оснащения скважин специальным оборудованием для разобщения пластов или использованием для этих целей скважин специальных конструкций.

Одновременная раздельная эксплуатация в мировой практике разработки многопластовых месторождений осуществляется различными способами, которые определяются конструкцией скважин, характером разобщения пластов, видами технологических операций контроля и регулирования разработки эксплуатационных объектов.

В зависимости от режимов эксплуатации пластов схемы оборудования для одновременной раздельной эксплуатации могут быть представлены следующими комбинациями: фонтан-фонтан, газлифт-газлифт, насос-насос, закачка-закачка, фонтан-насос, насос-фонтан, фонтан-газлифт, газлифт-фонтан и т.д. [10].

При этом первый указывается режим эксплуатации нижнего пласта, а вторым верхнего.

Независимо от комбинаций одновременная раздельная эксплуатация может осуществляться оперативным или стационарным способами.

Способ, при котором для осуществления одновременной раздельной эксплуатации в скважинах обычной конструкции временно устанавливается специальное оборудование для дифференцированного воздействия на пласты, называется оперативным. Этот способ позволяет в любой период работы скважины переводить ее на одновременную раздельную эксплуатацию и затем при необходимости возвращать обратно на совместную эксплуатацию продуктивных пластов.

Продукция скважин при оперативном способе ОРЭ отбирается по однорядному или многорядному лифту. При многорядном лифте колонны

насосно-компрессорных труб спускаются параллельными или концентрическими рядами. При отборе жидкости по однорядному лифту регулирование режимов эксплуатации отдельных пластов достигается применением специальных съемных или стационарных забойных штуцеров. При многорядном лифте наличие отдельного канала для эксплуатации каждого пласта обеспечивает сравнительно простое регулирование режима работы скважины и отдельную транспортировку жидкости на поверхность, но это значительно увеличивает стоимость подземного оборудования скважин и трудоемкость работ по текущему ремонту скважин.

При стационарной одновременной раздельной эксплуатации дифференцированное воздействие на пласты осуществляется либо проводкой скважин специальной конструкции, либо стационарной установкой специального оборудования [11].

Существуют различные варианты стационарного оснащения скважин для ОРЭ, из которых наибольшее применение в практике эксплуатации многопластовых месторождений получили следующие.

В необсаженном стволе предназначенной для ОРЭ скважины цементируются параллельно размещенные колонны насосно-компрессорных или обсадных труб. Число колонн может быть равно количеству эксплуатируемых пластов. В этом случае зацементированные трубы выполняют роль обсадных и подъемных колонн. Создаются как бы отдельные скважины малого диаметра на каждый пласт, что упрощает регулирование отборов из отдельных пластов. При выполнении профилактических работ в одном из пластов другие не загрязняются и не требуют глушения, а подземные работы значительно облегчаются из-за отсутствия пакеров и другого специального оборудования.

Эксплуатация двух и более пластов в таких многоствольных скважинах может найти применение в районах с осложненными почвенно-климатическими условиями, с геологическим разрезом, в котором возможно бурение скважин большого диаметра.

При комбинированном варианте стационарной одновременной раздельной эксплуатации в необсаженной трубами скважине цементируются

две колонны насосно-компрессорных труб. Одна из них перфорируется на один пласт, а другая - на два пласта.

Во второй колонне устанавливается подъемная колонна труб уменьшенного диаметра с разобщающим пакером для отдельного отбора по центральному и затрубному пространству.

Довольно широко за рубежом применяется вариант, который можно назвать полустационарным. В этом варианте ОРЭ осуществляется спуском в скважину увеличенного диаметра специального оборудования для длительной непрерывной эксплуатации нескольких пластов. В последующем, в зависимости от заданных технологических параметров эксплуатации это оборудование устанавливается на очередные выше- или нижележащие пласты. Из скважин нефть извлекается селективно, т.е. вначале она добывается из двух или более объектов, а другие вводятся в эксплуатацию позже, в зависимости от параметров эксплуатации и принятой очередности разработки. Скважины оснащаются набором специального подземного оборудования: посадочными ниппелями, циркуляционными клапанами, одно- и двухканальными пакерами стационарного типа и др. Для обслуживания скважин применяется специальный малогабаритный инструмент, спуск и подъем которого осуществляется на канате или закачиванием. Для уменьшения трудоемкости подземных операций может применяться дистанционно управляемое оборудование [12, 13].

Областью применения данного варианта одновременной раздельной эксплуатации являются, прежде всего, морские глубоководные скважины в том числе и с подводным устьем, а также скважины, расположенные в труднодоступных, тяжелых для обслуживания районах.

Применяется и так называемый многозабойный вариант, при котором в скважину увеличенного диаметра устанавливается обсадная колонна с боковыми выходами против продуктивных пластов, где размещается оборудование по регулированию отбора или закачки. Основной центральный ствол остается свободным. Эти скважины применяются для интенсификации выработки неоднородных, малопроницаемых пластов, содержащих

идентичную пластовую жидкость или газ и для одновременной раздельной закачки в несколько пластов неагрессивных жидкостей или газов.

При выборе того или иного способа (варианта) одновременной раздельной эксплуатации пластов следует рассматривать в совокупности их технологические особенности и специфику месторождения с тем, чтобы наиболее эффективно обеспечить разобщение пластов, заданные темпы отбора нефти или закачки воды, глубинные исследования и ремонтно-профилактические работы.

Окончательная оценка целесообразности применения того или иного способа принимается после проведения технико-экономического обоснования, которое проводится в зависимости от целой и задач, решение которых предполагается осуществить с помощью одновременной раздельной эксплуатации.

Для эксплуатации пластов в осложненных условиях (при наличии в нефти песка, парафина и т.д.), разработке морских многопластовых месторождений и месторождений в труднодоступной, заболоченной местности, следует предусматривать для одновременной раздельной эксплуатации пластов применение специальных конструкций скважин и способы разобщения пластов с учетом отечественного и зарубежного опыта.

Геолого-промысловые параметры, характеризующие состояние эксплуатационного объекта. При выделении эксплуатационных объектов на многопластовых месторождениях, наряду с технологическим и технико-экономическим обоснованием, решающее значение для совмещения различных пластов имеют геолого-промысловые условия, характеризующие их строение и фильтрацию пластовых жидкостей.

К геолого-промысловым параметрам, определяющим строение залежи, относятся, прежде всего, такие, как эффективная толщина и число продуктивных горизонтов (пластов), глубина их залегания, толщина глинистых перемычек и наличие зон слияния продуктивных пластов, положение водонефтяных контактов по пластам, совпадение залежей в плане, физико-химические свойства коллектора нефти и газов, величины запасов нефти по пластам и т.д. Эти параметры определяются с самого начала

разбуривания залежи, по данным опытной эксплуатации разведочные опережающих эксплуатационных скважин, и уточняются в процессе разработки месторождения [7].

Для проведения гидродинамических расчетов с целью выявления влияния отдельных факторов на совмещение пластов в один эксплуатационный объект используются также параметры: проницаемость, пористость, плотность, вязкость нефти и воды в пластовых условиях, относительная фазовая проницаемость нефти, соответствующая связанной водонасыщенности, относительная фазовая проницаемость воды при остаточной нефтенасыщенности, пластовое давление.

Текущие значения и размерности этих параметров определяются по результатам промысловых замеров и гидродинамических исследований.

Фактические данные о динамике пластовых давлений, продвижения контуров нефтеносности, обводненности скважин и т.д. для использования их в последующих расчетах могут быть определены для отдельных участков залежи по каждому пласту по картам изобар, картам пьезопроводностей и картам текущего отбора жидкостей.

Технологические показатели. К основным технологическим показателям, которые определяют эффективность применения ОРЭ, относятся: текущий дебит нефти, объем закачиваемой воды (по пластам и суммарно по объекту), обводненность пластов, текущая нефтеотдача, равномерность выработки пластов (охват воздействием по мощности продуктивного разреза) и расход закачиваемой воды на 1 т добываемой нефти, равенство значений этих показателей, полученных после осуществления одновременной раздельной эксплуатации со значениями, которые были до проведения этого мероприятия позволяет оценивать технологическую эффективность мероприятия.

Определяются технологические показатели непосредственно замерами или соответствующими расчетами [14, 15].

Добыча нефти в скважинах, оборудованных для осуществления ОРЭ, замеряется обычным способом, применяемым на нефтепромыслах: в замерных емкостях, в специальных замерных устройствах ("Спутниках").

Замеры проводятся суммарно по скважине и по каждому пласту в отдельности. В установках типа УГР добыча нефти из каждого пласта может быть определена при наличии специального приспособления – отключающего устройства и удлинителя хода канатной подвески [16, 17].

Для оценки технологического эффекта от применения ОРЭ общий дебит скважины и отдельно по пластам сравнивают за определенный период работы до перевода на ОРЭ и за тот же период времени после перевода на ОРЭ. При этом учитывают естественное изменение дебита во времени.

Текущий дебит скважины за счет оборудования ОРЭ может быть увеличен вследствие оптимизации режима работы отдельно каждого пласта, т.е. установления оптимального перепада давлений (депрессий) на каждый пласт.

Добыча нефти определяется не только по скважинам, которые переведены на ОРЭ, но и суммарно по участку залежи, имеющим одну и ту же систему воздействия.

В скважине, в которой осуществляется ОРЭ, суммарный дебит по пластам может не измениться. Но может произойти перераспределение дебитов, работающих продуктивных интервалов (подключение низкопроницаемых интервалов в работу, неохваченных воздействием при совместной эксплуатации). Данные о коэффициенте охвата воздействием по мощности определяются снятием профилей приемистости.

Продуктивность скважины после перевода ее на ОРЭ может ухудшиться (снизиться) из-за снижения проницаемости призабойной зоны в результате загрязнения ее жидкостью при глушении пластов в процессе переоснащения скважины.

Поэтому для оценки эффективности ОРЭ скважины после перевода на ОРЭ следует вывести на оптимальный режим эксплуатации: определить степень загрязнения призабойной зоны (скин-эффект), провести обработку призабойной зоны (кислотную, ГРП, промывку к т.д.) [18].

Объем накачиваемой воды при осуществлении одновременной раздельной закачки (ОРЭ) по пластам также может быть увеличен вследствие подключения в работу пластов (продуктивных интервалов пласта ранее не

принимавших воду), а может остаться неизменным, но перераспределяться по интервалам пластов. По замеру профиля приемистости можно судить об увеличении охвата воздействием по мощности, т.е. по продуктивному разрезу в целом по скважине и по отдельным пластам (горизонтам).

Обводненность добываемой жидкости определяется по замерам на скважинах, а при прогнозировании соответствующими расчетами.

Эффективность применения ОРЭ может выразиться в снижении обводненности продукции скважины как по эксплуатационному объекту в целом, так и по отдельным пластам.

Динамика обводненности пластов (залежи) или продвижение водонефтяного контура прослеживается по картам отборов жидкости (объем добываемой нефти и воды) по скважинам.

Регулирование обводненности с помощью ОРЭ достигается как в нагнетательных скважинах путем ограничения закачки в высоко проницаемые интервалы и подключения под закачку ранее неработающих пластов, так и в эксплуатационных скважинах путем ограничения отбора жидкости из сильно обводненных пластов.

Другим способом снижения обводненности является разделение отбора пластовой жидкости из различных пластов (горизонтов) по самостоятельным каналам. В этом случае можно осуществлять форсированный отбор обводненной жидкости из одного горизонта (пласта) и безводную нефть из другого [19].

Текущая нефтеотдача определяется как отношение накопленного объема отобранной нефти по залежам и (по отдельным пластам) к извлекаемым запасам нефти.

Влияние метода ОРЭ на изменение нефтеотдачи пластов по отдельным участкам (залежи) можно оценить сопоставлением с величиной нефтеотдачи на соседних аналогичных участках, (залежи) где те же пласты (или такое же количество пластов) эксплуатируются совместно при одинаковой депрессии.

Рекомендации по выбору скважин в технологии проводки. После изучения геологического строения месторождения, условий эксплуатации пластов и проведения оценочных технико-экономических расчетов

определяется площадь или месторождение в целом, на которых необходимо применение метода одновременной раздельной эксплуатации. Затем на данном участке проводится дополнительный анализ скважин с целью выявления возможности перевода их под одновременную раздельную добычу нефти или закачку воды.

Выбор скважин производится с учетом обеспечения наиболее благоприятных условий установки оборудования, обеспечения технологии одновременной раздельной эксплуатации. Поэтому из общего числа выбранных скважин исключаются: а) скважины, в которых по условиям разработки данного участка нет необходимости осуществлять раздельный отбор или раздельную закачку; б) скважины, не удовлетворяющие общим техническим требованиям раздельной эксплуатации; в) скважины, не удовлетворяющие дополнительным требованиям, связанным с особенностями существующего оборудования одновременной раздельной эксплуатации или закачки [20].

Не следует выбирать под раздельный отбор при использовании установок типа "тандем" скважины с резкой разницей предполагаемых дебитов или очень низкими дебитами разделяемых пластов. (Временная инструкция по одновременной раздельной закачке воды в несколько пластов червя одну скважину. ТатНИПИнефть, Бугульма, 1968. Временная инструкция по одновременному раздельному отбору нефти на нескольких пластов одной сеткой скважин, ТатНИПИнефть, Бугульма, 1969).

Особое внимание уделяется проверке технического состояния скважин. Целью проверки технического состояния скважины является исключение неудачных попыток или аварий при переводе скважин под ОРЭ или ОРЗ. Для этого необходим обследовать эксплуатационную колонну шаблоном с целью выявления дефектов в ней (смятие, отвод, порыв, наличие заусениц в интервале перфорации и т.д.) или уменьшение диаметра скважин вследствие отложения на ее стенках солей, парафина и др.

Длина шаблона зависит от типа оборудования, но должна быть не менее 2 м. Диаметр шаблона должен быть на 2-3 мм больше максимального диаметра оборудования, подлежащего спуску в эту скважину.

При обнаружении дефектов колонны необходимо провести работы по их устранению (проработать райбером, провести изоляционные работы, очистить стенки скважины от отложений солей и парафина).

Для достижения герметичного разобщения горизонтов, подлежащих переводу на раздельную эксплуатацию или закачку, особое внимание следует уделять подготовке места посадки пакеров, для чего необходимо зачистить место установки пакеров с тем, чтобы уплотняющие элементы в процессе распаковки плотно прилегали к стенкам скважины.

После проведения указанных работ желательно повторно прошаблонировать колонну, чтобы убедиться в ее исправности и отсутствии каких-либо отложений на ее стенках.

Далее необходимо убедиться в исправности заколонной цементной перемычки, для чего нужно опрессовать ее с помощью опрессовочных пакеров. Для обычных условий цементирования скважин перепад давления на 1 метр цементной перемычки между разобщаемыми пластами не должен превышать 20 кг/см^2 . Цементное кольцо должно быть качественным и предотвращать перетоки из одного пласта в другой при максимально ожидаемых перепадах давления.

При отсутствии перетоков между пластами следует считать эксплуатационную колонну технически исправной. Можно переходить к пластовым исследованиям и спуску оборудования.

Перед пуском оборудования скважину необходимо промыть с целью удаления с забоя скважины грязи и ржавчины, осевших при очистке стенок скважины. В процессе промывки забойное давление не должно превышать пластовое. Если ожидается значительное поглощение промывочной жидкости, то перед промывкой лучше интервалы перфорации перекрыть песчаной пробкой, которая вшивается после полной отмывки со стенок колонны парафина, ржавчины и т.д.

Исключительно важное значение для успешного применения метода ОРЭ или ОРЗ приобретает качество цементной перемычки между пластами, подлежащими разобщению в скважине. Межпластовое цементное кольцо за обсадной колонной должно быть качественным, обеспечивающим отсутствие

перетоков между продуктивными пластами. Поэтому цементаж скважин, предназначенных для ОРЭ, необходимо проводить с использованием новейших достижений техники и технологии в этой области, в частности с использованием новых растворов с высокими тампонирующими свойствами, комбинированных буферных жидкостей и пакерных устройств на эксплуатационных колоннах.

Обсадная колонна труб должна быть исправной и герметичной, толщина стенок труб колонны должна быть соразмерной. При выборе диаметра обсадных труб необходимо учитывать конкретные условия месторождения - количество подлежащих разделению пластов, предполагаемые дебиты, качество добываемых жидкостей из этих пластов, предполагаемый способ длительной эксплуатации и тип оборудования, которым предстоит осуществить ОРЭ или ОРЗ в этой скважине.

В скважинах, предназначенных для внедрения метода, следует применять поэтапное вскрытие, освоение и пробную эксплуатацию пластов. На первом этапе должны быть вскрыты и освоены нижние пласты. Вскрытие пластов осуществляется кумулятивным или гидropескоструйным способами. Освоение осуществляют обычным способом. Если вскрытые пласты имеют низкие коэффициенты продуктивности, проводят соответствующую обработку призабойной зоны. Эти работы проводят без применения специального оборудования, которое было бы необходимо при одновременном вскрытии всех пластов. Завершением первого этапа работ является пробная эксплуатация пласта, которая позволит получить эксплуатационную характеристику и установить рациональный режим его эксплуатации. Опробованный пласт перекрывают песчаной пробкой или пакером. Аналогично проводят работы на вышележащие пласты.

В нагнетательных скважинах первым под закачку воды вводится малопроницаемый пласт, при этом последующее подключение под закачку воды пласта с более высокой проницаемостью не оказывает существенного влияния на приемистость малопроницаемых пластов.

Рекомендации по выбору оборудования. Оборудование одновременной раздельной эксплуатации должно отвечать следующим основным требованиям:

- 1) обеспечивать одновременный отдельный отбор нефти (жидкости) в количествах, предусмотренных технологическими режимами в соответствии с процессом рациональной разработки месторождений;
- 2) позволять отдельное регулирование отборов жидкости каждого пласта;
- 3) обеспечивать возможность проведения комплекса исследований по каждому пласту в отдельности (замер дебитов, забойных давлений на различных режимах, отбор проб добываемой жидкости);
- 4) обеспечивать надежную герметичность разобщаемых пластов при заданных перепадах забойных давлений;
- 5) при необходимости должен быть предусмотрен отвод подпакерного газа;
- 6) удовлетворять специфическим условиям отдельной эксплуатации конкретного месторождения (количество требующих разделения пластов, способ эксплуатации каждого из них, борьба с парафином, песком, возможность смешения добываемых жидкостей, агрессивность среды, ее температуры и т.д.);
- 7) позволять отдельное и совместное освоение пластов, циркуляцию жидкости для глушения скважин и промывки надпакерной воны;
- 8) желательно, чтобы подъем насосов осуществлялся без подъема пакера;
- 9) должна быть предусмотрена возможность опрессовки пакера;
- 10) оборудование должно быть надежно в работе.

Кроме того, оборудование должно быть простым по конструкции и в обслуживании, иметь минимально возможную металлоемкость.

При выборе оборудования необходимо установить:

- а) режим эксплуатации каждого из разделяемых горизонтов (рекомендуемые добиты, пластовые и забойные давления);
- б) состав и свойства добываемой жидкости;
- в) возможность смешения жидкостей каждого пласта;

г) соответствие возможностей существующего оборудования специфическим особенностям отдельной эксплуатации данного месторождения;

д) экономическую целесообразность применения того или иного типа оборудования.

После выбора типов и размеров оборудования проводятся техническое оснащение скважин.

Рекомендации по исследованию скважин. Исследования скважин до перевода на ОРЭ или ОРЗ проводятся с целью уточнения гидродинамических параметров эксплуатационных объектов, определения доли участия каждого из них в суммарной добыче нефти или закачке воды. На основе этих исследований производится выбор схемы и типа специального оборудования, а также устанавливается режим отбора нефти или нагнетания воды по каждому объекту.

Скважину, где вскрыто несколько пластов, можно до перевода исследовать двумя путями:

Первый - заключается в том, что пласты в скважине изолируют друг от друга с помощью пакеров, песчаных или цементных пробок (перемычек, и затем каждый пласт исследуют отдельно).

Этот способ имеет ряд недостатков, к которым относится необходимость проведения дополнительных работ по изоляции пластов друг от друга, трудность проведения исследований промежуточных пластов (при ОРЭ более чем двух горизонтов), а при разобщении объектов с помощью пакеров необходимо применять малогабаритные приборы из-за малого диаметра подъемных труб. Это особенно будет ощущаться при разобщении трех и более пластов.

Поэтому рекомендуется другой метод исследования много пластовых коллекторов - метод установившихся и неуставившихся отборов. (Кузьмин В.М., Степанов В.П. Руководство по гидродинамическим исследованиям неоднородных пластов. ВНИИ, М., 1972). Исследования этим методом проводятся до разобщения объектов.

Для этого необходимо снять кривую восстановления давления и построить по каждому пласту индикаторную диаграмму притока. При интерпретации кривой восстановления давления (определении гидропроводности) учитывается не дебит скважины в целом, а дебит отдельного пласта, с учетом возможного перетока жидкости между пластами.

Последовательность исследования скважины следующая:

1) Глубинным дебитомером (расходомером) снимаются профили притока жидкости в скважину для каждого пласта не менее чем на трех установившихся режимах эксплуатации.

2) На каждом режиме замеряется забойное и пластовое давление.

3) На одном из режимов снимается кривая восстановления давления.

Кроме исследования коллекторских параметров пластов до перевода на раздельную эксплуатации необходимо:

а) установить разницу водо-нефтяного контакта;

б) исследовать интервал поступления воды в обводнившихся скважинах для определения характера обводнения продукции по удельному весу и процентному содержанию воды в продукции;

в) определить газовый фактор;

г) состав, свойства добываемой жидкости с целью определения возможности смешения продукции. При этом необходимо учесть специфические условия данного месторождения (повышенное содержание парафина, песка, солей и т.д.).

При переводе скважин на ОРЗ необходимо снять профиль приемистости подлежащее разобщению пластов не менее чем на трех режимах (причем два из них должны быть сняты при давлениях, равных предполагаемым высокому и низкому давлениям нагнетания).

Давления и объемы воды, нагнетаемой в каждый из пластов с целью обеспечения равноскоростной их выработки, даются в проектах разработки и уточняются в процессе эксплуатации месторождения в уточненных проектах.

Исследования, проведенные до перевода на ОРЭ, позволяют выявить добывные возможности каждого пласта (Дебиты жидкости или объемы закачки, пластовые и забойные давления и устьевые давления нагнетания,

параметр гидропроводности, коэффициент продуктивности) и установить режим работы объектов в скважине.

По результатам этих исследований при необходимости проводятся мероприятия по дополнительному вскрытию пластов, повышению их приемистости.

Целью исследований скважин после перевода на отдельную эксплуатацию или закачку является установление оптимального режима отбора нефти или закачки воды, регулирование отбора или закачки жидкости с течением времени, проверка работы подземного оборудования и определение эффективности применения метода.

После перевода на отдельную эксплуатацию с целью поддержания оптимального режима работы скважин периодически строятся индикаторные линии каждого пласта в отдельности. Кроме того регулярно замеряются дебиты и забойные давления по каждому из выделенных объектов, проводится регулярный сбор устьевых проб для определения коэффициента свотопоглощения и процентного содержания воды, исследуется работа глубинных штанговых и электропогружных насосов.

Для облегчения исследовательских работ оборудование устья скважин должно позволять: а) присоединение и спуск контрольно-измерительных приборов (манометров, дебитомеров, расходомеров и т.д.) без прекращения работы пластов; б) прекращение и возобновление работы разобщенных пластов независимо друг от друга; в) осуществление излива жидкости разобщенных пластов независимо друг от друга и без разборки устьевого оборудования.

Список литературы

1. Муравьев, В.Н. Эксплуатация нефтяных и газовых скважин / В.Н. Муравьев. – М.: Недра, 1973. – 449 с.
2. Гарифов, К.М. История и современное состояние техники и технологии ОРЭ пластов в ОАО «Татнефть» / К.М.Гарифов // Инженерная практика. – 2010. – № 1. – С. 19-29.

3. Хисамов, Р.С. Особенности геологического строения и разработки многопластовых нефтяных месторождений / Р.С. Хисамов. – Казань: изд-во «Мониторинг», 1996. - 288 с.
4. Дияшев, Р.Н., Хмелевских Е.И. Особенности совместной эксплуатации нефтяных пластов при повышенных градиентах давления / Р.Н. Дияшев, Е.И.Хмелевских. - Нефтепромысловое дело. – Сер. Добыча. - Обзор информ. ВНИИОЭНГ. - М.,1979. - 56 с.
5. Дияшев, Р.Н. Особенности разработки многопластовых объектов / Р.Н. Дияшев и др. - Экспресс-информ. ВНИИОЭНГ. Сер. «Нефтепромысловое дело», 1987. - 203 с.
6. Гарипов, О.М. Общие тенденции развития высокотехнологичного сервиса при разработке, установке и обслуживании многопакерных систем для одновременно-раздельной эксплуатации / О.М.Гарипов // Нефтяное хозяйство. – 2009. – № 9. - С. 58-61.
7. Гарифов, К.М. Применение одновременно-раздельной эксплуатации пластов в ОАО "Татнефть" / К.М. Гарифов, А.В. Глуходед, Н.Г. Ибрагимов, В.Г. Фадеев, Р.Г. Заббаров // Нефтяное хозяйство. - 2010. - № 7. - С. 55-57.
8. Гарифов, К.М. Результаты внедрения ОРЭ пластов ОАО «Татнефть». Последние разработки компании по ОРЭ / К.М. Гарифов, А.В. Глуходед, П.Н. Кубарев, В.А. Балбошин // Инженерная практика. – 2011. – № 3. – С. 4-12.
9. Аминев, М.Х. Способы механизированной добычи нефти с применением пакеров для увеличения производительности скважин / М.Х. Аминев // Инженерная практика. – 2010. - № 1. – С. 47-54.
10. Барышников, А.В. Глубинный мониторинг продуктивности совместно эксплуатируемых пластов при реализации различных технологий / А.В. Барышников, О.А. Кофанов, Д.Р. Галеев, А.И. Ипатов, М.И. Кременецкий, Р.Ф. Шаймарданов // Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 12. – С. 30-33.

11. Валеев, М.Д. Разработка и результаты испытаний оборудования для одновременно-раздельной эксплуатации скважин с установками электроцентробежных насосов / М.Д. Валеев, А.Г. Газаров, В.А. Масенкин, А.Н. Немков, Т.М. Миннахмедов // Нефтяное хозяйство. - 2008. - № 2. - С. 86-88.

12. Гречаник, А.С. Первый в России опыт применения двухлифтовой концентрической системы УЭЦН-УЭЦН для ОРД нефти на Усть-Тегусском месторождении / А.С. Гречаник, П.В. Желонин, Э.Я. Муслимов, А.Н. Красиков // Инженерная практика. – 2011. – № 3. – С. 24-27.

13. Ибрагимов, Н.Г. Новые технические средства одновременно-раздельной эксплуатации, разработанные в ОАО "Татнефть" / Н.Г. Ибрагимов, В.Г. Фадеев, Р.Г. Заббаров, Р.Н. Ахметвалиев, К.М. Гарифов, А.Х. Кадыров // Нефтяное хозяйство. - 2008. - № 7. - С. 79-81.

14. Сахнов Р.В. Одновременно-раздельная эксплуатация двух пластов с контролем депрессии / Р.В. Сахнов, И.В. Грехов, О.С. Николаев // Инженерная практика. – 2011. – № 3 – 20-23 с.

15. Семенов В.Н. Опыт разработки и освоения технологии ОРРНЭО механизированным способом / В.Н.Семенов // Инженерная практика. – 2010. – № 1. – 85-89 с.

16. Осипов М. Г. Добыча безводной нефти из залежи с подошвенной водой / М. Г. Осипов // Нефтяное хозяйство. – 1957. – № 12. – 42-51 с.

17. Парийчук Н.И. Опыт внедрения технологий ООО «СП-БАРС» для совместной разработки нескольких горизонтов в нефтедобывающих компаниях России / Н.И. Парийчук // Инженерная практика. – 2011. – № 3. – 69-71 с.

18. Морев А.В. Текущие результаты внедрения ОРЭ в ООО «Лукойл-Пермь» /А.В.Морев // Инженерная практика. – 2011. – № 3. – 40-48 с.

19. Адиев И.Я. Способ определения обводненности продукции скважины стационарными акустическими датчиками в условиях

одновременно-раздельной эксплуатации нескольких пластов / И.Я. Адиев, В.М. Коровин, И.Р. Сафиуллин // Каротажник. – 2014. – № 8 – 41-49 с.

20. Дияшев Р.Н., Хмелевских Е.И. Особенности совместной эксплуатации неоднородных нефтяных пластов при повышенных градиентах давления // ВНИИОЭНГ, Неф. ТНТО, серия Добыча. – 1974. стр. 100.

© Деряев А.Р., 2022

Глава 7.
ЭКЗОГЕННЫЕ СЕКРЕТОРНЫЕ СТРУКТУРЫ
ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ

Черятова Юлия Сергеевна

к.б.н., доцент

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА

имени К.А. Тимирязева

Аннотация: Монография посвящена детальному анализу строения специализированных экзогенных секреторных структур цветковых растений. Описано происхождение, функционирование и особенности морфолого-анатомической организации железистых волосков, железок, нектарников, осмофор и гидатод растений. Рассмотрена ультраструктура секреторных клеток и физиологические аспекты выделения веществ.

Ключевые слова: выделительные ткани, экзогенные секреторные структуры, железистые волоски, железки, нектарники, осмофоры, гидатоды.

EXOGENOUS SECRETORY STRUCTURES
OF FLOWERING PLANTS

Cheryatova Yulia Sergeevna

Abstract: The monograph is devoted to a detailed analysis of the structure of specialized exogenous secretory structures of flowering plants. The origin, functioning and features of the morphological and anatomical organization of glandular hairs, glands, nectaries, osmophores and hydathodes of plants are described. The ultrastructure of secretory cells and the physiological aspects of the release of substances are considered

Key words: excretory tissues, exogenous secretory structures, glandular hairs, glands, nectaries, osmophores, hydathodes.

Введение. В процессе обмена веществ у растений образуются химические соединения разного физиологического значения. Одни из них используются растениями в качестве запасаемого материала, другие накапливаются в особыхместищах в виде балласта или выводятся из организма. Выделительные (секреторные) ткани объединяют ткани и другие структуры, выполняющие существенно различающиеся функции. Общее для них то, что они продуцируют, накапливают и/или выделяют вещества, окончательно исключаемые из метаболизма. Выделительные ткани характеризуются тем, что в отличие от других типов тканей, распределены в теле растений более или менее диффузно [1]. Строение секреторных структур коррелирует с химической природой веществ и с тем, накапливаются ли они в клетке или выделяются за ее пределы. Поэтому в зависимости от способа освобождения от ненужных веществ, клетки делят на секреторные, в которых вещества (секрет) остаются в самой клетке, и экскреторные, способные выделять вещества наружу. Секреторные клетки обычно полярны. Одна сторона – базальная более толстая, через нее идет поступление в клетку питательных веществ, вовлекаемых в синтез секрета. Вторая, противоположная – апикальная более тонкая, через нее осуществляется выделение секрета. Процесс выделения секрета идет или по градиенту концентрации (из мест с большей концентрацией вещества в места с меньшей) без затрат энергии, или против градиента концентрации с затратой метаболической энергии. В этом случае наблюдается усиление процесса дыхания, рост осмотического потенциала клеточного сока, а также увеличение поглощения воды.

Секреторные структуры имеют разное происхождение: одни из них производные протодермы (в этом случае их называют экзогенными), другие – производные основной меристемы, прокамбия, камбия, или специализированных постоянных тканей (эти типы секреторных структур называют эндогенными). Таким образом, экзогенные выделительные структуры по происхождению обычно связаны с покровными тканями различных органов растения. К экзогенным секреторным структурам относят: железистые волоски, железки, нектарники, осмофоры, гидатоды [2]. Здесь

следует особо отметить, что знание морфологии и гистохимии секреторных структур, их биологической роли, имеет важнейшее таксономическое значение [3, 4, 5, 6, 7, 8]. Поэтому в данной работе рассматривается классификация и морфолого-анатомическое строение специализированных секреторных структур цветковых растений.

1.1. Железистые волоски или железистые трихомы растений

Железистые волоски, или железистые трихомы – это многоклеточные структуры, образующиеся на эпидерме; состоят из одноклеточной или многоклеточной ножки и более или менее шаровидной головки, которая также может быть одно- или многоклеточной (рис. 1. А – Е).

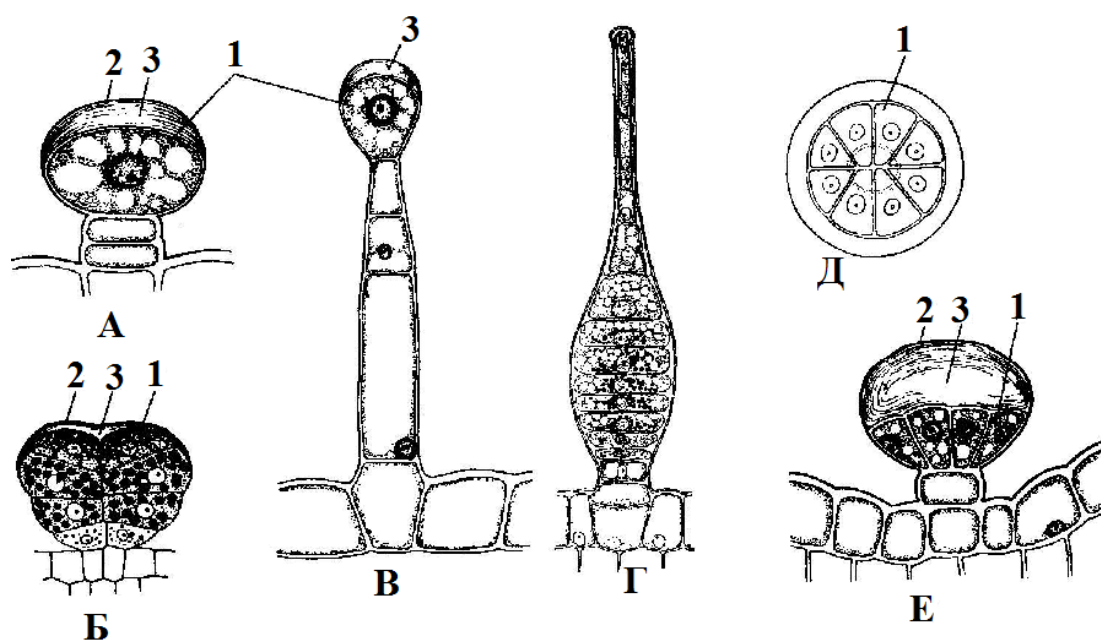


Рис. 1. Железистые трихомы с поверхности (Д) и на срезе (остальные):
А – плектрантус кустарниковый (*Plectrantus fruticosus* L'Her.);
Б – пиретрум бальзамический (*Pyrethrum balsamita* (L.) Willd.);
В – пеларгония зональная (*Pelargonium zonale* L' Her.); Г – ладанник монпельенский (*Cistus monspeliensis* L.); Д - Е – розмарин лекарственный (*Rosmarinus officinalis* L.); 1 – железистая клетка; 2 – кутикула; 3 – секрет

Клетки головки железистого волоска синтезируют секрет, чаще всего эфирное масло, а у некоторых видов – слизь, который проходит через наружную стенку клетки, и скапливаются под кутикулой, приподнимая ее. В наружные стенки клетки ножки, примыкающей к головке, откладывается суберин, препятствующий растеканию выделяемого секрета по апопласту [9]. При накоплении большого количества секрета кутикула, не выдержав его давления, разрывается, и секрет выделяется во внешнюю среду. Эфирномасляные железистые трихомы после разрыва кутикулы и высвобождения секрета отмирают, а слизевые трихомы остаются живыми [10].

1.2. Железки растений

Железки состоят из эпителия, сложенного вытянутыми перпендикулярно поверхности органа клетками, которые осуществляют секрецию (рис. 2.). Эпителий может располагаться в плоскости эпидермы, но в большинстве случаев он покрывает локальное разрастание субэпидермальной ткани – эмергенец, к которому подходит тяж проводящих тканей. У некоторых видов растений железка внешне сходна с головчатой трихомой.

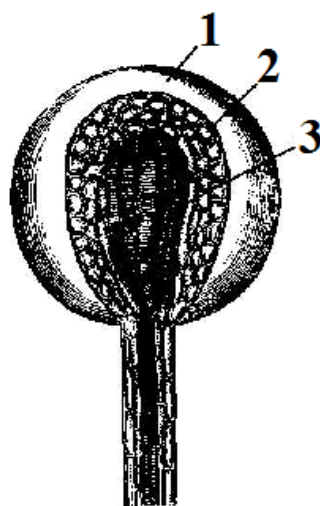


**Рис. 2. Строение железки на продольном срезе:
1 – секрет; 2 – эпителий; 3 - трахеальные элементы**

Секрет эфирномасляных железок сначала скапливается под отслаивающейся кутикулой, а секрет нектарных, слизевых и смоляных железок, по-видимому, сразу выделяется наружу через разрывы кутикулы эпителия.

У некоторых растений встречаются пельтатные железы, образующиеся не только из клеток эпидермы, но и из субэпидермальных клеток (рис. 3). Они, как правило, состоят из наружных (выделительных) палисадных клеток и 2-3 слоев внутренних паренхимных клеток. Пельтатные железы выделяют эфирное масло, а также терпены и флавоноиды.

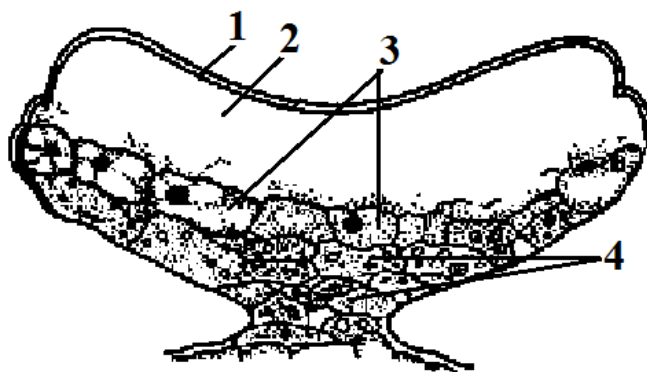


Рис. 3. Пельтатная (щитовидная) железа листа черной смородины (*Ribes nigrum* L.): 1 – кутикула; 2 – секрет; 3 – наружные (выделительные) палисадные клетки; 4 - внутренние паренхимные клетки

Особенностью ультраструктуры терпеноидогенных клеток является преимущественное развитие в них агранулярного эндоплазматического ретикулума, который, как полагают, участвует в синтезе терпеноидов [11]. Для этих клеток характерно также большое количество лейкопластов, митохондрий и липидных капель. Предполагается, что компоненты эфирных масел могут синтезироваться и накапливаться в агранулярном ретикулуме, митохондриях, пластидах. Они выводятся эккриновой секрецией через плазмалемму, поступают в свободное пространство клеточных стенок и оттуда попадают на поверхность растений [12].

1.3. Солевыделяющие структуры растений

Солевыделяющие структуры у населяющих засоленные почвы растений представлены **солевыми железками** и **головчатыми трихомами** [13]. Солевые железки листьев и стеблей галофитов выделяют избыток ионов, поглощаемых растением при его росте в высокосолевой среде [14, 15]. Соли выделяются наружу, где смываются дождем или откладываются на кутикуле. Солевые железки многих двудольных растений многоклеточны [16, 17, 18]. Они состоят из нескольких клеток – секреторных и базальных (собирающих) (рис. 4).

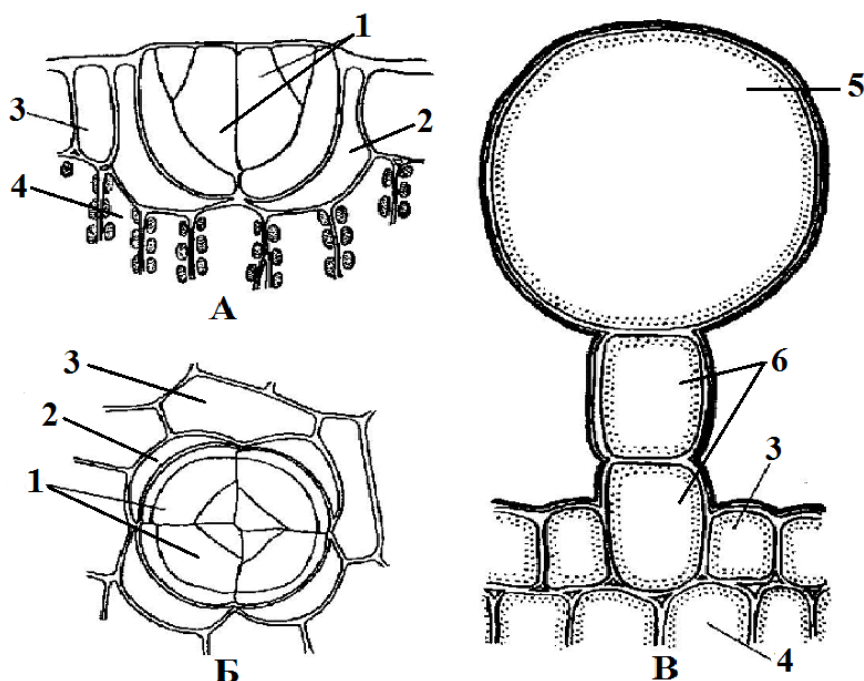


Рис. 4. Солевыделяющие структуры: солевая железка свинчатки щавелелистной (*Plumbago lapathifolia* L.) на срезе эпидермы (А) и в плане (Б); головчатая трихома лебеды седой (*Atriplex cana* L.) на срезе эпидермы; 1 – секреторные клетки; 2 – базальные (собирающие клетки); 3 – эпидерма; 4 – хлоренхима; 5 – пузырьковая клетка; 6 – клетки ножки

Секреторные клетки покрыты кутикулой, кроме тех мест, где нижние секреторные клетки связаны с нижележащими собирающими клетками плазмодесмами. Эти некутинизированные части клеточных стенок

называются трансфузионными зонами. Все клетки железки и мезофилла связаны по симпласту. Кутикула на верхушке железки содержит поры, через которые и выделяется раствор соли.

Головчатые трихомы представителей семейства Маревых (*Chenopodiaceae*) представляют собой трихомы, состоящие из одной или более клеток ножки и большой терминальной пузырьковой клетки (рис. 4 В). Зрелая пузырьковая клетка содержит большую центральную вакуоль. Снаружи клетки трихомы покрыты кутикулой, а боковые клетки ножки полностью кутинизируются. Пузырьковые клетки и клетки мезофилла листа связаны между собой по симпласту. Часть ионов, переносимых в транспирационном потоке, попадает по протопласту и плазмодесмам в пузырьковую клетку, где они секретируются в центральную вакуоль (апокриновая секреция). Со временем пузырьковая клетка разрывается, и соль остается на поверхности листа. На ее месте несколько раз в онтогенезе листа образуется новая головка.

Наиболее просты по анатомическому строению солевые железки представителей семейства Мятликовых (*Poaceae*), выделяющие соль непосредственно наружу. Солевые железки злаков состоят всего из двух клеток – базальной и верхушечной. Отличительные черты верхушечной клетки – большое ядро и кутикула, которая под давлением жидкости отделяется от внешней клеточной стенки верхушечной клетки, образуя "собирающую камеру". В этом месте в кутикуле имеются небольшие поры, через которые и выделяется вода с солями. Наружная выступающая часть железок и примыкающие эпидермальные клетки покрыты сплошной кутикулой. В отличие от других солевых железок, боковые стенки базальной клетки этих железок не кутинизированы.

Важно отметить, что секреторные системы, выделяющие соли, не имеют непосредственной связи с проводящей системой растения. Ионы в солевых железках и волосках транспортируются по симпласту, так как боковые стенки их клеток пропитаны суберином или лигнином [19]. Секреция солей осуществляется с помощью мембранных транспортных помп или в везикулах.

Транспорт ионов в солевых железках и волосках регулируется светом и осуществляется с затратой энергии АТФ.

1.4. Нектарники

Нектарники – это секреторные структуры, которые выделяют концентрированный водный раствор сахаров (нектар). Различают две основные категории нектарников: флоральные и экстрафлоральные. Флоральные нектарники находятся на различных органах цветка: чашелистиках, лепестках, тычинках, завязях или цветоложе. Эти нектарники напрямую связаны с опылением: выделяемый ими нектар привлекает насекомых и других опылителей (рис. 5). Флоральные нектарники могут также образовывать вещества типа стероидных гормонов, необходимые для репродуктивных процессов у насекомых-опылителей.

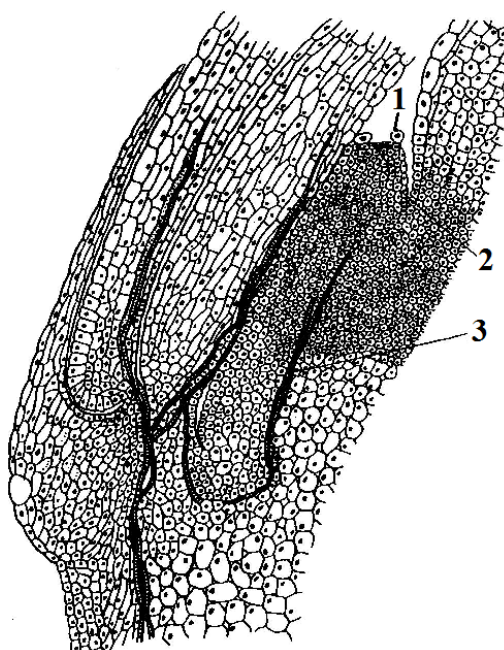


Рис. 5. Нектарник в цветке бархатца прямостоячего (*Tagetes erecta* L.):

1 – железистые волоски; 2 – секреторная ткань нектарника;

3 – проводящий пучок

Экстрафлоральные нектарники могут располагаться на вегетативных частях растения, на цветоножках цветков или на внешних поверхностях цветка, а также на осях соцветий. Этот тип нектарников обычно не связан с процессом опыления, однако привлекает насекомых, в частности, муравьев, которые потенциально могут защитить растения от вредителей.

Анатомическое строение нектарников разнообразно. Самые простые не содержат секреторных клеток и состоят из межклеточных полостей, примыкающих с одной стороны к элементам флоэмы, а с другой – к устьицам. Нектар, представляющий собой в этом случае флоэмный сок, выделяется через устьица. Если нектарник состоит из одного слоя эпидермальных клеток, покрытых кутикулой, то нектар выделяется через поры в кутикуле или через ее разрывы. У большинства растений нектарники состоят из эпидермальных клеток с железистыми волосками и устьицами, а также многоклеточной железистой специализированной паренхимы [20, 21]. Секреторная ткань нектарников может ограничиваться эпидермой или быть многослойной. Ткань, составляющая нектарник, называется нектароносной. Эпидерма многих флоральных нектарников содержит устьица, которые постоянно открыты, через них нектар из нектароносной ткани выделяется на поверхность [22]. Более или менее близко к секреторной ткани располагаются проводящие ткани. Иногда это просто проводящий пучок органа, на котором находится нектарник, но многие нектарники имеют свои собственные проводящие пучки, часто состоящие только из флоэмы. Нектар выделяется эпидермальными клетками или секреторными волосками. В период активного функционирования секреторные клетки содержат много митохондрий, в них хорошо развиты эндоплазматический ретикулум и пластиды. Вакуоли в секреторных клетках небольшие, аппарат Гольджи менее развит.

Нектар представляет собой многокомпонентный продукт секреции растений. Основу его составляет несколько измененный флоэмный сок. В нектаре преобладают глюкоза, фруктоза и сахароза [23]. В небольших концентрациях представлены минеральные ионы калия, натрия, кальция магния, ди- и трикарбоновые органические кислоты, витамины (аскорбиновая, никотиновая, фолиевая кислоты и др.), белки, иногда липиды. Концентрация сахаров может меняться от 7 до 87% в зависимости от типа нектарников, вида растения, онтогенетического состояния растения, условий влажности и температуры. На секрецию нектара влияет продуктивность фотосинтеза. Для образования нектара важен транспорт ассимилятов по флоэме из ближайших к нектарнику листьев. В тканях нектарника сахара флоэмного сока метаболизируются (сахароза расщепляется на глюкозу и фруктозу и т.д.) к ним присоединяются сахара, образующиеся из крахмала нектарников. Секреция нектара сопровождается усилением поглощения кислорода тканями нектарников, зависит от температуры и подавляется недостатком кислорода, ингибиторами дыхательной цепи и окислительного фосфорилирования. При неблагоприятных условиях ткани нектарника могут поглощать (ресорбировать) компоненты нектара. У нектарников различных видов растений наблюдается суточный ритм деятельности, зависящий от внешних условий.

1.5. Осмофоры растений

Аромат цветка создается секрецией сложной смеси органических соединений, главным образом эфирных масел. Осмофоры представляют собой или специализированные клетки эпидермы, или особые железки, где вырабатываются ароматические вещества [24, 25, 26]. Осмофоры состоят, как правило, из нескольких слоев железистой ткани (рис. 6).

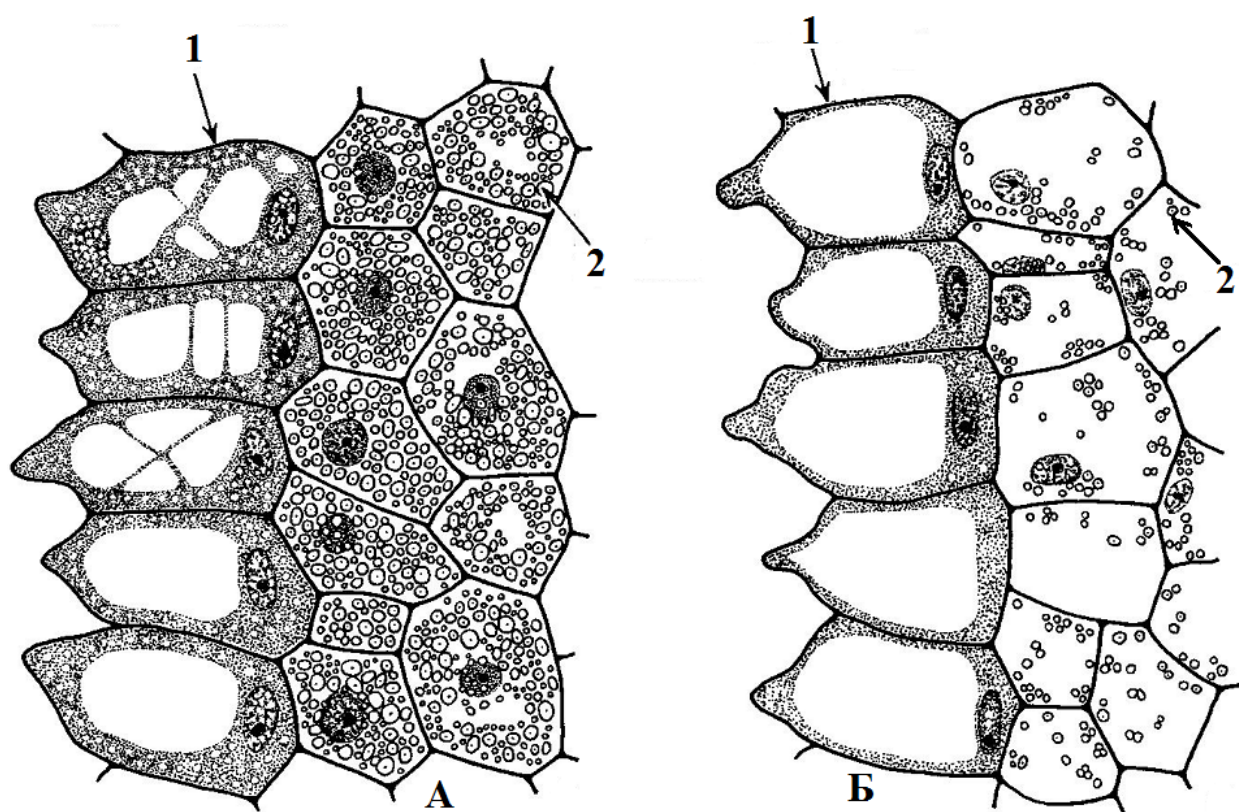


**Рис. 6. Поперечные срезы секреторных тканей осмофоров
церопегии (*Ceropogia* sp.): А – в начале секреторной активности;
Б – после выделения ароматических веществ;
1 – клетки секреторной эпидермы; 2 – крахмальные зерна**

Наружный слой образован эпидермой, покрытой очень тонкой кутикулой. Субэпидермальные слои (от двух до пяти) могут значительно отличаться по плотности от нижележащей основной паренхимы или незаметно переходить в нее. Железистая ткань может быть плотной или же пронизанной межклетниками. На поверхности осмофоров имеются устьица [27, 28].

Выделение летучего секрета краткосрочно и связано с использованием большого количества запасных веществ. Поэтому в начале секреторной

активности железистые клетки осмофоров содержат большое количество крахмальных зерен и липидных капель (рис 6 А). После цветения клетки осмофоров сильно вакуолизируются, и остается лишь небольшое число амилопластов (рис. 6 Б).

1.6. Гидатоды, или водяные устья растений

Гидатода, или водяное устье – выделительная структура, обеспечивающая удаление капельно-жидкой воды из организма растений (гуттация). Вода, выделяемая гидатодами, может содержать различные соли, а также сахара и другие органические соединения [29].

Гидатоды обычно расположены по краю листа, особенно часто на зубчиках [30]. Однако у некоторых видов толстянковых (*Crassulaceae*), тутовых (*Moraceae*) и почти всех видов крапивных (*Urticaceae*) гидатоды располагаются по всей поверхности листьев.

Существуют два типа гидатод. Гидатоды первого типа – производные эпидермы, представленные группами эпидермальных клеток или обычно однорядными трихомами из одной или нескольких клеток (рис. 7 А – Г). Выделяющие воду клетки имеют тонкую клеточную стенку, крупное ядро и вакуоли, оптически плотную цитоплазму и покрыты тонкой кутикулой, через разрывы которой вода выделяется из растения [31].

В большинстве случаев в трихоме имеется только одна выделяющая воду клетка, занимающая терминальное положение. Остальные клетки трихомы, более толстостенные, проводят к ней воду по эндопласту. Базальная клетка трихомы связана многочисленными плазмодесмами с субэпидермальными клетками; ее часто называют собирающей клеткой.

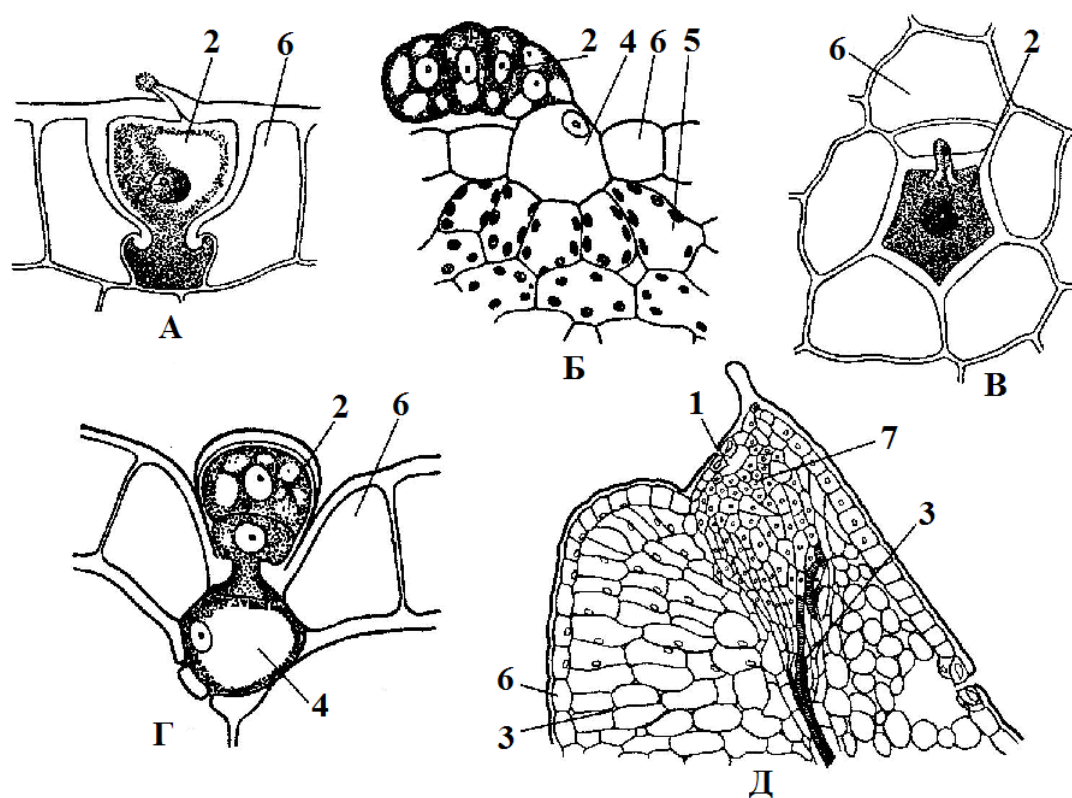


Рис. 7. Гидатоды на срезе (А, Б, В, Г) и с поверхности эпидермы (В):
А, В – гонокариум грушевидный (*Gonocaryum pyriforme* L.);
Б – фасоль многоцветковая (*Phaseolus multiflorus* L.); Г – перец черный (*Piper nigrum* L.); Д – камнеломка язычковая (*Saxifraga lingulata* L.);
1 – водяное устье; 2 - гидатода; 3 – ксилема; 4 – собирающая клетка гидатоды; 5 – хлоренхима; 6 - основная клетка эпидермы; 7 – эпитема

Гидатоды второго типа состоят из специализированной ткани эпитемы и участка измененной эпидермы снаружи от нее, в котором развиты особые водяные устья (рис. 7 Д). Водяные устья состоят из более крупных, чем обычных устьиц, замыкающих клеток, не способных изменять форму при изменении тургора. Вследствие этого апертура водяного устья постоянно широко открыта. Подустьичная полость у водяного устья выстлана слоем плотно сомкнутых тонкостенных сильно вакуолизированных клеток эпитемы, которые изолируют ее от системы межклетников и активно выделяют в полость воду. Благодаря такому строению выделяемая вода не растекается по

межклетникам тела растения, а вытекает наружу через широко раскрытую апертуру. Остальные клетки эпитемы располагаются более рыхло и передают воду по эндопласту от трахеальных элементов подходящей к гидатоды ксилемы клеткам, выделяющим воду в подустьичную полость.

Заключение. Секреция – важный физиологический процесс, на основании которого выполняется ряд фундаментальных функций у растений. Выделения растений играют существенную роль в поддержании гомеостаза клеток самого растения, а также при формировании почвенных и наземных фитоценозов, в сопряженной эволюции растений с другими организмами, например, насекомыми. Вторичные метаболиты растений, являясь биологически активными веществами, находят все большее применение в медицине для изготовления различных лекарственных форм. Поскольку структура молекулы секреторных веществ чрезвычайно сложна, большинство из них не могут синтезировать химически, поэтому единственным их источником еще долго будут являться растения.

Список литературы

1. Черятова Ю.С. Анатомия лекарственных растений и лекарственного растительного сырья: учебное пособие. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, – 2010. – 95 с.
2. Черятова Ю.С. Иллюстрированный словарь-справочник по анатомии растений: учебное пособие. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, – 2018. – 80 с.
3. Hassan E.A., El-Awadi M.E. Study on the trichomes of the parasitic weed broomrape: morphology and histochemistry // Bulgarian journal of plant physiology. – 2009. – Vol. 35, N 1/2. – P. 13-21.
4. Gotelli M.M., Galati B.G., Zarlavsky G., Nicolau M., Reposi S. Localization, morphology, anatomy and ultrastructure of osmophores in species of Rhamnaceae // Protoplasma. – 2020. – Vol. 257 (4). – P. 1109-1121.
5. Ya-Nan Liu., Yan Li., Fu-Sheng Yang., Xiao-Quan Wang. Floral nectary, nectar production dynamics, and floral reproductive isolation among closely related

species of *Pedicularis* // Journal of integrative Plant Biology. – 2016. – Vol. 58, N 2. – P. 178-187.

6. Sulborska A. Structure and distribution of glandular and non-glandular trichomes on above-ground organs in *Inula helenium* L. (Asteraceae) // Acta agrobotanica. – 2013. – Vol. 66, N 4. – P. 25-34.

7. Черятова Ю.С. Морфология эфирномасличных вместилищ лекарственных растений // Естественные и технические науки. – 2022. – № 4 (167). – С. 41-42.

8. Yu. S. Cheryatova. Actual aspects of anatomical research of medicinal plant material of *Vinca minor* L. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Agriculture, field cultivation, animal husbandry, forestry and agricultural products. – 2021. – Vol. 723. 022036

9. Черятова Ю. С. Бакатин Д. А. Секреторные структуры *Plectranthus australis* R. Br. // Естественные и технические науки. – 2022. – № 1 (164). – С. 49-51.

10. De Lima Guimaraes L.G., Das Gracias Cardoso M., De Souza R.M., Zacaroni A.B., Dos Santos G.R. Essential oil of *Lippia sidoides* native to Minas Gerais: composition, secretory structures and antibacterial activity // Rev. Cienc. agron. – 2014. – Vol. 45, N 2. – P. 267-275.

11. Shanker S., Ajayakumar P.V., Sangwan N.S., Kumar S. Sangwan R.S. Essential oil gland number and ultrastructure during *Mentha arvensis* leaf ontogeny // Biol. Plantarum. – 1999. – Vol. 42, N 3. – P. 379-387.

12. Черятова Ю. С. Некоторые морфолого-анатомические особенности строения эфирномасличных железок лекарственных растений // Естественные и технические науки. – 2022. – № 4 (167). – С. 43-44.

13. Dassanayake M., Larkin J.C., Making Plants Break a Sweat: the Structure, Function, and Evolution of Plant Salt Glands // Erratum in: Front Plant Sci. – 2017. – Vol. 28. – P. 724-738.

14. de Luna B.N., Freitas M.F., da Silva K.M.M., Barros C.F. Are the glandular trichomes in *Jacquinia armillaris* (Theophrastoideae-Primulaceae) salt glands? // Protoplasma. – 2020. – Vol. 257, N 3. – P. 863-870.

15. Wei X., Yan X., Yang Z., Han G., Wang L., Yuan F., Wang B. Salt glands of recretohalophyte *Tamarix* under salinity: Their evolution and adaptation // *Ecol Evol.* – 2020. – Vol. 10 (17). – P. 9384-9395.
16. Tan W.K., Lin Q., Lim T.M., Kumar P., Loh C.S. Dynamic secretion changes in the salt glands of the mangrove tree species *Avicennia officinalis* in response to a changing saline environment // *Plant Cell Environ.* – 2013. – Vol. 36 (8). – P. 1410-1422.
17. Caperta A.D., Rois A.S., Teixeira G., Garcia-Caparros P., Flowers T.J. Secretory structures in plants: Lessons from the Plumbaginaceae on their origin, evolution and roles in stress tolerance // *Plant Cell Environ.* – 2020. – Vol. 43 (12). – P. 2912-2931.
18. Mi P., Yuan F., Guo J., Han G., Wang B. Salt glands play a pivotal role in the salt resistance of four recretohalophyte *Limonium* Mill. Species // *Plant Biol (Stuttg.)*. – 2021. – Vol. 23 (6). – P. 1063-1073.
19. Labidi N., Ammari M., Mssedi D., Benzerti M., Snoussi S., Abdelly C. Salt excretion in *Suaeda fruticose* // *Acta Biol Hung.* – 2010. – Vol. 61(3). – P. 299-312.
20. Chwil M. Flowering biology and nectary structure of *Melissa officinalis* L. // *Acta agrobotanica / Soc. botanicorum poloniae. Lublin.* – 2009. – Vol. 62 (2). – P. 23-30.
21. Sulborska A. Micromorphology of flowers, anatomy and ultrastructure of *Chamomilla recutita* (L.) Rausch. (Asteraceae) nectary // *Acta agrobotanica.* – 2011. – Vol. 64 (4). – P. 23-34.
22. Dmitruk M. Biology of flowering and nectar production in the flowers of the beauty bush (*Kolkwitzia amabilis* Graebn.) // *Acta agrobotanica.* – 2012. – Vol. 65 (4). – P. 15-20.
23. Konarska A. Micromorphology and anatomy of flowers and nectaries of *Saxifraga stolonifera* L. // *Acta agrobotanica.* – 2014. – Vol. 67 (4). – P. 3-12.
24. Paiva E.A.S., Dotterl S., De-Paula O.C., Schlindwein C., Souto L.S., Vitarelli N.C., da Silva C.I., Mateus S., Alves-Dos-Santos I. Osmophores of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae): a particular structure of the androecium that releases an unusual scent // *Protoplasma.* – 2019. – Vol. 256 (4). – P. 971-981.

25. Goncalves-Souza P., Schlindwein C., Dotterl S., Paiva E.A. Unveiling the osmophores of *Philodendron adamantinum* (Araceae) as a means to understanding interactions with pollinators // Ann Bot. – 2017. – Vol. 119 (4). – P. 533-543.
26. Reposi S.D., Gotelli M.M., Torretta J.P. Anatomy and ultrastructure floral osmophores of *Catasetum fimbriatum* (Orchidaceae) // Protoplasma. – 2021. – Vol. 258 (5). – P. 1091-1102.
27. Marinho C.R., Souza C.D., Barros T.C., Teixeira S.P. Scent glands in legume flowers // Plant Biol (Stuttg). – 2014. – Vol. 16 (1) – P. 215-226.
28. Weryszko-Chmielewska E., Chwil M., Sawidis T. Micromorphology and histochemical traits of staminal osmophores in *Asphodelus aestivus* Brot. flower // Acta agrobotanica. – 2007. – Vol. 60 (1). – P. 13-23.
29. Cerutti A., Jauneau A., Laufs P., Leonhardt N., Schattat M.H. Mangroves in the Leaves: Anatomy, Physiology, and Immunity of Epithemal Hydathodes //Annu Rev Phytopathol. – 2019. – Vol. 25. – P. 91-116.
30. Maeda E., Maeda K. Ultrastructural studies of leaf hydathodes. 2. Rice (*Oryza sativa*) leaf tips // Japan. J. Crop Sc. –1988. – Vol. 57., N 4. – P. 733-742.
31. Torii K.U. Stomatal development in the context of epidermal tissues // Ann Bot. – 2021. – Vol. 128 (2). – P. 137-148.

© Ю.С. Черятова, 2022

РАЗДЕЛ II.
**СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
СОВРЕМЕННЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ**

УДК 007.51:316.622+614.8

Глава 8.
**СОЦИАЛЬНАЯ КИБЕРНЕТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ
КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЭПОХУ
ГЛОБАЛЬНОЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ**

Талалаева Галина Владленовна
д.м.н., доцент, профессор
ФГБОУ ВО «Уральский институт
ГПС МЧС России»,
Уральский федеральный университет
Пермяков Кирилл Алексеевич
ФГБОУ ВО «Уральский институт
ГПС МЧС России»

Аннотация: Работа состоит из двух блоков: теоретического и практического. В теоретическом блоке обоснован тезис о повышении роли социальной кибернетики в обеспечении комплексной безопасности населения и территорий. Тезис сформулирован на основе анализа литературы, данных статистики МЧС России и Росстата, наукометрического исследования публикаций базы РИНЦ. В практическом блоке работы этот тезис подтвержден эмпирическими исследованиями, проведенными авторами в Екатеринбурге в разгар пандемии COVID-19. Эмпирический блок содержит данные об особенностях дорожно-транспортных происшествий в период пандемии и информацию о готовности сотрудников силовых структур

воспринять эти особенности. Показано замещение многолетней сезонной variability параметров ДТП новыми вариантами флюктуаций, связанными с волнами пандемии COVID-19. Для объяснения механизма этих флюктуаций авторами применен феномен освобождения Франкла и феномен чрезмерного обоснования (вытеснения мотиваций). Функциональное состояние сотрудников служб спасения оценено в формате социометрии с помощью онлайн-тестов САН (самочувствие-активность-настроение) и временной перспективы Зимбардо. Показана ориентация респондентов планировать будущее с опорой на позитивный опыт прошлого. Для успешной интеграции новых особенностей ДТП в профессиональную деятельность сотрудников МЧС России предложено включить в занятия по служебной подготовке основы социальной кибернетики и поведенческого анализа.

Ключевые слова: комплексная безопасность, пандемия COVID-19, социальная кибернетика, модели поведения, базы данных, поведенческий анализ, феномен освобождения Франкла, феномен чрезмерного обоснования.

SOCIAL CYBERNETICS AS A TOOL FOR INTEGRATED SECURITY IN THE AGE OF GLOBAL DIGITALIZATION

**Talalaeva Galina Vladlenovna
Permyakov Kirill Alekseevich**

Abstract: The work consists of two blocks: theoretical and practical. In the theoretical block, the thesis about the increasing role of social cybernetics in ensuring the integrated security of the population and territories is substantiated. The thesis is formulated on the basis of literature analysis, statistics data of the Ministry of Emergency Situations of Russia and Rosstat, scientometric study of publications of the RSCI database. In the practical block of the work, this thesis is confirmed by empirical studies conducted by the authors in Yekaterinburg at the height of the COVID-19 pandemic. The empirical block contains data on the characteristics of traffic accidents during the pandemic and information on the readiness of law enforcement officers to perceive these characteristics.

The replacement of long-term seasonal variability of road accident parameters with new variants of fluctuations associated with the waves of the COVID-19 pandemic is shown. To explain the mechanism of these fluctuations, the authors used the phenomenon of Frankl's release and the phenomenon of excessive substantiation (repression of motivations). The functional state of rescue workers was assessed in a sociometric format using online SAN tests (well-being-activity-mood) and Zimbardo's time perspective. The orientation of the respondents to plan the future based on the positive experience of the past is shown. In order to successfully integrate the new features of road accidents into the professional activities of employees of the Ministry of Emergency Situations of Russia, it is proposed to include the basics of social cybernetics and behavioral analysis in the service training classes.

Key words: complex security, COVID-19 pandemic, social cybernetics, behavior models, databases, behavioral analysis, Frankl's release phenomenon, overjustification phenomenon.

Социальная кибернетика в эпоху глобальной цифровизации приобретает новое значение для организации мероприятий по обеспечению комплексной безопасности населения и территорий.

Можно выделить несколько направлений, по которым проникновение цифровых технологий в повседневную жизнь людей меняет модели их поведения в сторону более рискованных и опасных, расширяет и качественно трансформирует перечень потенциальных и реальных вызовов и угроз, увеличивающих степень риска и неопределенности их бытовой, деловой, образовательной деятельности. Вместе с тем, широкое распространение цифровых технологий качественно и необратимо меняет алгоритмы мониторинга за рискоопасным поведением людей, а также алгоритмы принятия управленческих решений по обеспечению различных видов, в т.ч. комплексной, безопасности.

1. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СОЦИАЛЬНОЙ КИБЕРНЕТИКИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

1.1. Методологические подходы к формированию баз данных о рискоопасном поведении людей

Предметом анализа настоящего исследования стали две сферы приложения цифровых технологий, а именно: 1) принятия управленческих решений в сфере государственного и муниципального управления, 2) внедрение технологии создания баз данных при мониторинге за рискоопасным поведением людей в условиях быстрой трансформации привычных условий жизни.

Актуальность такого панорамного рассмотрения цифровизации в жизни современного общества подтверждают факты, представленные в литературе по отдельным аспектам безопасности. Например, в работах, выполненных под руководством доктора экономических наук, профессора, Заслуженного экономиста РФ, директора Института экономической политики и проблем экономической безопасности ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» С.Н. Сильвестрова показано, что цифровая трансформация даже одного предприятия масштабно меняет экономическое пространство: создает для него самого и его конкурентов новые риски через изменения финансовых потоков, рыночную конъюнктуру отрасли, изменение баланса спроса и предложения на ресурсы и реализуемую продукцию, взаимодействия между представителями финансово-экономического процесса, как по вертикали, так и по горизонтали, т.е. косвенно и необратимо влияет на множество показателей безопасности и устойчивости населения и территории [1]. Более того, исследования, проведенные в выше названном учреждении, установили, что организационные, нормативно-правовые и регламентирующие мероприятия, достаточные для обеспечения безопасности в индустриальном веке, сегодня, в условиях глобальной цифровизации оказываются недостаточными для

обеспечения комплексной безопасности населения и территорий. В современных условиях усилия по совершенствованию систем безопасности целесообразно направлять «на проработку методических подходов к определению целевых (индикативных) и критических значений показателей системы стратегирования, позволяющих осуществлять ее качественный и оперативный мониторинг», при этом расчет индекса качества мероприятий основывать на интегральной оценке трех ключевых индексов: индексов процессов, ресурсов и результатов отслеживаемых видов деятельности человека [2; с. 2206].

На наш взгляд, в условиях глобальной цифровизации к перечисленным трем индексам эффективности систем стратегической безопасности жизнедеятельности человека следует добавить еще одну категорию индексов. Это индексы оценки человеческого фактора как триггерного механизма возникновения и развития чрезвычайных ситуаций различного характера (природного, техногенного, социального, информационного и др.). неоднородность человеческого фактора как механизма дестабилизации населения и территорий в настоящее время признается многими авторами. В качестве классификационных признаков, по которым описывается гетерогенность целевых групп населения исследователями рассматриваются демографические показатели [3], скорость и массив восприятия и переработки информационного контента [4], кластеризация социально-экономического и инновационного развития регионов [5], динамика уровня безработицы [6], устойчивость российского банковского сектора в условиях макроэкономической волатильности, особенно с учетом вызревания проблемных кредитов, падения доходов населения, роста дисбаланса валютных активов и пассивов и повышения риска «набегов вкладчиков» на банки при экономическом стрессе [7].

В экстремальных условиях, при чрезвычайных ситуациях, а также после выхода из них для человека типичным является трансформация свойственных ему изначально моделей индивидуального, межличностного, группового и общественного поведения. Прогноз вариантов и сценариев таких трансформаций весьма затруднителен. Однако существуют некоторые

алгоритмы, в соответствии с которыми можно с той или иной долей вероятности предположить возможность такого перехода, вектор будущей трансформации личности и возможный рисунок социального поведения.

В наших авторских исследованиях внимание было сосредоточено на таких алгоритмах, как эффект освобождения Франкла [8] и эффект избыточного обоснования [9], которые могут молниеносно, качественно и необратимо перевести созидательное поведение стрессированных людей в деструктивное. В работах И.И. Шмальгаузена обоснована закономерность перехода прогрессивного направления эволюции живых организмов в регрессивное в случае, если скорость изменения среды обитания превышает скорость их адаптивных процессов [10]. Процесс глобальной цифровизации человечества создает небывалое ранее условие такой опережающей трансформации: скорость адаптивных процессов большинства людей планеты сегодня значительно ниже скоростей создания, наращивания и модификаций виртуальной и дополненной реальности, а также скорости внедрения цифровых технологий в реальную действительность. Поэтому вполне обоснованно в кратко- и среднесрочной перспективах можно ожидать появление новых форм социальной активности среди сообществ людей, не типичных для предшествующих периодов истории человечества. Поисковый запрос по теме «социальная кибернетика» адресует читателя к одной из страниц Википедии, на которой перечисляются шесть сценариев взаимодействия, наиболее часто встречающиеся в живых системах, действующих на основе кооперативного поведения. Вспомним эти сценарии: 1) агрессия (выживи или умри), 2) бюрократия (следуй нормам и правилам), 3) соревнование (мои победы – твои поражения), 4) договоренность (проявление личных чувств и целей и их учет при совместной деятельности), 5) эмпатия (кооперация в рамках единого интереса), 6) свободная воля (самостоятельный выбор алгоритма жизни). Каждый из этих вариантов характеризуется своим уровнем рискованного поведения, балансом конструктивных и деструктивных моделей поведения в рисунке отдельного индивида и значимых для него социальных групп. Квантовый переход с одного сценария на другой пока еще не стал предметом пристального

исследования специалистов и экспертов в области социальной психологии и комплексной безопасности.

В средствах массовой информации и в научных журналах появляются лишь единичные сообщения об актуальности таких переходов в текущей действительности. К ним можно отнести ситуацию с агрессивным вождением, участвовавшую после выхода с жестких мер ограничения транспортной мобильности между волнами COVID-19 [11]; учащение несчастных случаев у сотрудников спасательных служб после длительного времени ограничения тренировок и сокращения соревновательных мероприятий в период пандемии [12]; снижение интереса молодежи к участию в волонтерском движении вслед за волной активного вовлечения в добровольчество в начале пандемии [13]. Эксперты в области комплексной и экономической безопасности, а также в области молодежной политики обозначают данные события как нарушение эффекта самоорганизации и саморазвития сложных систем, как феномен саморегуляции жизнедеятельности молодежи [14], в отрыве от основных трендов государственной политики, требующие применения ручного метода управления [15].

Таким образом, к настоящему времени в научной и общественной среде сформировалось мнение о необходимости детального изучения человеческого фактора как механизма развития чрезвычайных ситуаций в условиях глобальной цифровизации и трансформации общественных отношений.

Интересный алгоритм мониторинга трансформации моделей общественного поведения в условиях масштабных социально-экономических трансформаций описан в книге [16]. Приведем выдержки из него, формализующие эффективный процесс реформ, осуществленных в Китайской народной республике в конце XX. По мнению авторов цитируемой книги [16; с. 143], сложный механизм осуществления комплексной реформы экономики страны, который требует «четкого уяснения стартовых условий; ...проведения сравнительной оценки различных целевых моделей среднесрочного и долгосрочного характера; ...изучения магистрального направления реформы на ближайшие годы, ...разработку конкретной политики в поддержку мероприятий реформы, включая использование

косвенных методов регулирования и контроля; ...проведения детальных расчетов и обоснования, чтобы уже на этапе составления проекта реформы исключить или держать под контролем могущие возникнуть проблемы; ...усиление обратной связи с тем, чтобы своевременно в соответствии с конкретной обстановкой вносить необходимые коррективы и совершенствовать общий проект».

Повышение интереса к социальной кибернетике как науке, изучающей алгоритмы сложного общественного поведения людей, отмечено в связи с внедрением в практику государственного и муниципального управления Национальной системы управления государственными данными – НСУД. Роль этой системы в практическом применении теоретических основ социальной кибернетики в реальную действительность подробно исследовано специалистами ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» [17]. В работе отмечено, что отслеживание социально значимого поведения россиян сегодня осуществляется в рамках Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», ее семи федеральных проектов, реализуется по нескольким направлениям, включая «Доступ в Интернет», «Цифровые услуги и сервисы онлайн», «Электронный документооборот», «Цифровой профиль гражданина», «Электронная подпись», «Цифровой двойник», «Подготовка кадров для ИТ» и ряд других. Авторы подчеркивают, что «Ключевой ценностью управления данными является доверие к НСУД, которая в свою очередь обеспечивает доверие к данным» [17; с. 7]. От себя отметим, что система НСУД ориентирована, в первую очередь, на работу в условиях стабильной экономики, штатное взаимодействие отдельных министерств и ведомств, а также прогнозируемое законопослушное поведение граждан.

На эту же ситуацию ориентировано функционирование проектов, реализуемых Минцифрой России и Федеральным государственным бюджетным учреждением «Связист», созданным 21 июня 2018 г. приказом Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации № 310. Проекты этих структур взаимодействуют с

заинтересованными лицами и организациями по таким направлениям, как «Аналитика и консалтинг», «Проектирование и разработка», «Пилотные зоны», «Площадка мероприятий». нацелены на внедрение базовых сквозных технологий, к которым относятся технологии систем поддержки принятия решений: блокчейн, робототехника, сенсоры, дополненная реальность, виртуальная реальность, квантовые технологии, искусственный интеллект и др. в декларируемом алгоритме взаимодействия с клиентами Минцифра обозначает несколько ключевых позиций; среди них следующие:

- Прозрачность / транспарентность;
- Единый алгоритм мышления (ставка сделана не на переучивание прежних кадров, а на создание новых команд по единому образцу);
- Анализ ситуаций на основе технологий BigData;
- Создание Базы Данных типовых решений с их последующей адаптацией к региональным условиям, а не наоборот;
- Переход от Баз Данных к Базами Знаний.

Как следует из миссии, указанной на официальном сайте министерства, тактическая цель Минцифры – снять барьеры на пути реализации идеи, нового управленческого решения, оценить эффективность в пилотном режиме, быстро проверить на «живучесть» и возможность тиражирования, передав риск неуспеха под личную ответственность автора идеи. Обратим внимание на тот, факт, что успешно продвигать свои идеи и проекты в обозначенных условиях смогут лишь специалисты государственного и муниципального управления нового типа, которые одновременно являются экспертами в трех областях знаний: информационных технологий, юриспруденции, менеджмента. При этом априори предполагается, что эксперты в области антикризисного менеджмента не будут входить в число успешных партнеров Минцифры, т.к. управление в условиях кризиса и форс мажорных обстоятельствах является уникальным творческим актом, который не поддается компьютерному тиражированию и региональной адаптации. По крайней мере, сейчас, пока в программы компьютеров не включены алгоритмы эмоционального и социального интеллекта, а также альтернативный выбор из множества иррациональных решений.

Как следует из перечисленного, шаги, предпринимаемые Минцифрой в области социальной кибернетики, нацелены на ускоренное внедрение цифровых технологий в практику государственного и муниципального управления, а также деятельность бизнес-сообщества. Кроме того, алгоритм взаимодействия Минцифры с клиентами и потенциальными участниками мероприятий ориентирован на тиражирование типичных и успешных идей и проектов. Из самого описания миссии Минцифры следует, что вне поля ее зрения оказываются модели нетипичного поведения людей в экстремальных ситуациях. Однако именно такие модели поведения оказываются наиболее рискованными как триггерные механизмы развития чрезвычайных ситуаций социального характера.

Целью нашей работы стало изучение вариантов использования баз данных, созданных с применением поведенческого анализа, для обеспечения систем поддержки принятия решений в области защиты от ЧС социального характера.

Теоретическую основу исследования составили научные труды в области поведенческого анализа, а также в области разработки информационных систем, направленных на обеспечение безопасности населения и территорий. Информационную базу литературного обзора составили также нормативно-правовые акты действующего федерального законодательства Российской Федерации; материалы органов исполнительной и законодательной власти Российской Федерации по вопросам обеспечения безопасности населения и территорий. Набор эмпирической части исследования осуществлен К.А. Пермяковым в ходе выполнения им выпускной квалификационной работы, успешно защищенной в 2022 г. под руководством профессора кафедры сервиса безопасности Г.В. Талалаевой.

1.2. Технологические решения создания баз данных о рискованном поведении людей

Поведенческий анализ как составной элемент принятия решений в мерах по предупреждению ЧС социального характера стал активно использоваться силовыми ведомствами в конце XX века. Для принятия

решений в области безопасности из всего множества теорий, описывающих и объясняющих модели поведения людей, используют три основные направления психологической науки: бихевиоризм, экспериментальный анализ и прикладной анализ поведения.

Практическое значение бихевиоризма для решения задач предупреждения ЧС социального характера заключается в том, что данный подход к анализу поведения акцентирует внимание на внешних (объективных) стимулах к совершению поступков, а не на внутренних индивидуальных особенностях психики. Это позволяет прогнозировать ситуативно обусловленное поведение человека в экстремальной обстановке на основе знания параметров чрезвычайных ситуаций и их поражающих факторов, т.е. переводит психоанализ в область биокибернетики и позволяет осуществлять формализацию моделей поведения человека в условиях ЧС. Основой экстраполяции результатов психоанализа в область математического моделирования является формула основоположника бихевиоризма Дж. Уотсона. Согласно этой формуле, поведение человека состоит из сложных социальных рефлексов, которые можно рассматривать как отклики на определенные стимулы среде с поправкой на прошлый опыт индивида по преодолению трудных ситуаций. В соответствии с формулой Дж. Уотсона модели поведения человека можно формировать, трансформировать и прогнозировать, исходя из набора тех внешних стимулов, которым подвергается и / или подвергался человек в течение своей жизни. Несмотря на некоторые упрощения, данная формула позволяет применять к процедуре поведенческого анализа методы компьютерного программирования, что в свою очередь, дает возможность формировать базы данных, базы знаний и использовать коллективный опыт экспертов в области безопасности для создания систем поддержки принятия решений оперативными службами.

Экспериментальный анализ позволяет накопить статистический материал по типичным моделям поведения людей в конкретных чрезвычайных условиях. Он становится важной и обязательной частью анализа поведения в тех случаях, когда возникают новые негативные социально значимые факторы среды, оказывающие влияние на

отклоняющееся поведения подавляющего большинства населения или его значимых целевых групп. Именно такая ситуация, например, сложилась во время пандемии COVID-19 и вызвала активное привлечение социальных психологов к объяснению и прогнозированию всплеска агрессивного и депрессивного поведения людей во многих странах мира.

Прикладной анализ поведения, ПАП (англ. Applied behavior analysis, АВА) ориентирован на изучение общих законов формирования социально значимого поведения. Он рассматривает этот процесс как последовательный алгоритм, состоящий из трех элементов (рис. 1.8): действия предшествующего фактора, текущей поведенческой реакции и возникновения в будущем отсроченных социально значимых последствий (алгоритм АВС, где А — Antecedent, предшествующий фактор; В — Behavior, поведение; С — Consequence, последствия).

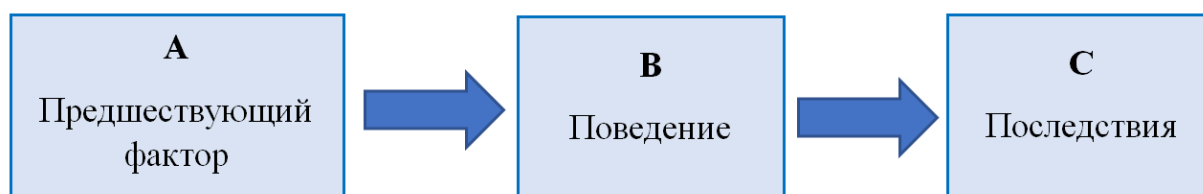


Рис. 1. Схема изучения механизма возникновения ЧС социального характера с использованием принципов прикладного анализа поведения

В качестве последствий прикладной анализ поведения рассматривает две категории событий: положительные усиливающие последствия и отрицательные усиливающие последствия. Положительные усиливающие последствия подразделяются на три группы: первичные, вторичные и обобщенные. Первичные включают в себя удовлетворение базовых физиологических потребностей (еду, сон и т.д.), вторичные — социально значимые потребности (похвалу, одобрение, развлечение, игры, общение и т.п.), обобщенные — символы престижа и статусности (деньги, грамоты, награды, жетоны и др.). Отрицательные усиливающие последствия

предусматривают удовлетворение двух возможностей: освобождение от неприятного стимула и предотвращение появления неприятного стимула.

Таким образом, прикладной анализ поведения является научно обоснованным подходом к изучению факторов окружающей среды, которые влияют на социально значимое поведение, и создают технологии, которые позволяют изменять поведение по заданным параметрам. Кроме того, алгоритмы проведения прикладного анализа поведения охватывают практически все стимулы, которые могут спровоцировать отклоняющееся поведение людей в условиях ЧС, систематизирует эти стимулы и переводит их в форму, доступную для шифрования и компьютерного кодирования.

Социальная среда представляет собой сложную динамическую систему, с множеством разнообразных стимулов как отрицательного, так и положительного подкрепления, постоянно модернизирующих и адаптирующих поведение людей под меняющиеся условия жизни. Этот процесс интенсифицируется, ускоряется и приобретает новые качества в условиях ЧС, особенно, ЧС социального характера. В экстремальных условиях трансформируется взаимодействие широкого круга людей, а результатом этих взаимодействий может послужить формирование определенной обстановки в отдельной социальной группе, которая может повлиять и на других людей, в эту группу не входящих. Возникают так называемые каскадные события, реализуется эффект группы и феномен психологического заражения.

Как правило, в социальной сфере возникают реальные или возможные явления, процессы и события, которые способны нанести значительный вред отдельному человеку, обществу или населению целой страны. Такие ситуации созданы непосредственно человеком, а именно продиктованы поведенческими особенностями людей, входящих в различные социальные объединения. Все многообразие этих факторов систематизируется в виде классификации, приведенной в таблице 1.

Таблица 1

Классификация социальных угроз

Классификационный признак	Его содержание
по объектам воздействия	человек, общество, государство, среда обитания
по отношению к объекту воздействия	внутренние, внешние
по сферам деятельности	социальные, информационные, военные
по масштабам	глобальные, региональные, национальные
по происхождению	социальные, техногенные, природные
по степени воздействия	внезапные, неожиданные, ожидаемые
по умыслу	правомерные, противоправные
по форме	прямые, косвенные
по времени	мгновенные, длительные
по последствиям	обратимые, необратимые
по актуализации	вероятные, потенциальные, реальные
по причинам проявления	закономерные, случайные, стихийные
по ущербу	материальные, моральные
по величине ущерба	предельные, значительные, незначительные

Четкая типологизация социальных ЧС позволяет формализовать такое сложное явление как поведение людей в экстремальных условиях и применить информационные технологии для мониторинга риска социальных ЧС и организации мероприятий по их своевременному предупреждению.

Примечательно, что, индивидуальное проявление стресса, которое сопровождается влиянием на человека религии, культуры, уровня образования, профессии, образа жизни, географии места проживания, также может быть формализовано и сведено к нескольким основным моделям поведения. Среди отклоняющихся моделей поведения при стрессе чаще всего наблюдаются проявление утраты волевых качеств или, наоборот, гиперактивность, проявление паники, горя, фрустрации, апатии, агрессии, депрессии, зависимого поведения.

Исследованиями, проведенными П. Экманом, доказано, что основные эмоции, отражающие модели поведения людей поведения в стрессе, унифицированы и не имеют географических, культурных и религиозных особенностей. Это эмоции страха, радости, удивления, гнева, печали и отвращения.

Такой относительно короткий и унифицированный (инвариантный) перечень основных визуальных маркеров реализуемого поведения позволяет разрабатывать международные алгоритмы онлайн определения функционального состояния человека. Такие дистанционные способы распознавания образов в совокупности с технологиями искусственного интеллекта уже сегодня используются в местах массового пребывания людей для обнаружения лиц террористической направленности.

Более того, используя веб-камеру монитора и применяя визуальный мониторинг мимики лица, принимающего решение, можно в режиме текущего времени зафиксировать возникновение нежелательной эмоции, негативно влияющей на принятие правильного решения и, исключая человеческий фактор, заблаговременно обеспечить поддержку в принятии адекватного решения.

Формализация мониторинга поведения людей в условиях ЧС социального характера последние годы приобрела особое значение. Это связано с ростом числа агрессии и депрессии по всему миру в связи с пандемией COVID-19 и с включением информационно-психологических операций в арсенал военных действий стран НАТО.

Указанные возможности используются рядом силовых структур, начиная с периода холодной войны, т.е. с 70-х гг. XX века. Например, в США в 1972 году сформирована оперативно-исследовательская группа, которая в настоящее время называется отделом поведенческого анализа. История формирования данного подразделения очень многогранна. Его структура менялась огромное количество раз. На сегодняшний день Отдел поведенческого анализа является отделом Федеральное Бюро Расследований Национального центра анализа насильственных преступлений, который использует поведенческих аналитиков для помощи в уголовных расследованиях. Цель формирования данного отдела — предоставление исследовательской и оперативной поддержки, основанной на анализе поведения людей, с помощью применения накопленного опыта и проведенных исследований, в области защиты от потенциальных угроз. Отдел успешно функционирует и представлен двумя подразделениями:

Национальным центром анализа насильственных преступлений (NCAVC) и Отделом оперативной поддержки (OSB). Эти подразделения предоставляют персонал и обучение для оказания помощи в расследованиях по всей стране и в посольствах США по всему миру.

Национальный центр анализа насильственных преступлений (NCAVC) Включает в себя 5 структурных подразделений, работающих в следующих направлениях:

1. Вопросы борьбы с терроризмом, поджогами и бомбардировками.
2. Угрозы, киберпреступность и коррупция в обществе.
3. Преступления против детей.
4. Преступления против взрослых.
5. Исследования, связанные с разработкой стратегий и инструкций.

Важной составной частью работы представленного подразделения выступает наличие программного обеспечения под названием «ViCAP», что переводится как программа насильственного преследования преступников. Это база данных, доступная в качестве инструмента для всех правоохранительных органов по всей стране. Она собирает факты, статистические данные и конкретные подробности о насильственных преступлениях и хранит их в онлайн-базе данных с целью связывания известных преступников или известных преступлений по отношению к предыдущим преступлениям, жертвам или правонарушителям.

Отдел оперативной поддержки (OSB) включает в себя 3 основных блока:

1. Блок управления.
2. Блок управления специальными мероприятиями.
3. Блок быстрого развертывания и технологий.

Приступая к работе в Отделе поведенческого анализа, каждый сотрудник проходит обучение по комплексу направлений, которое обеспечивает ему профессиональные компетенции в следующих сферах деятельности:

- Понимание террористического мировоззрения и реакции полиции.
- Противодействие насильственному экстремизму.

- Практики реляционной политики.
- Информационные и новые технологии.
- Глобальный захват заложников.
- Прикладная поведенческая наука и криминология для правоохранительных операций.
- Преступность и поведение несовершеннолетних.
- Управление конфликтами и кризисами: теория и практика.
- Правоприменение в будущем: предвидение, управление и создание 21 века.
- Управление расследованиями смертей.
- Психосоциальное поведение, образ мышления и интеллект агрессивных уличных и тюремных банд.
- Управление стрессом в правоохранительных органах.
- Решение проблем и кризисное вмешательство.
- Психология восприятия и памяти.
- Психопатология.

Совокупность проводимых исследований и оперативных действий позволяет Отделу поведенческого анализа выполнять следующие сложные работы:

- Экспериментальное изучение поведения конкретного индивида.
- Прикладной анализ поведения или изучение очевидных факторов поведения в социальном и культурном контексте.
- Концептуальный анализ поведения — изучение поведения сквозь призму философских, исторических, теоретических и методологических вопросов.

Приведенный обзор характеризует организацию системы принятия решений по предупреждению ЧС социального характера в условиях мирного времени. Кроме этого, в ряде зарубежных государств существуют информационно-аналитические структуры, нацеленные на обеспечение систем поддержки принятия решений, использующих поведенческий анализ и на период военных действий. Интернет-источники, а также доступные в

Интернете информационно-аналитические материалы Государственной Думы РФ представляют открытые сведения о данных подразделениях [18].

Наиболее известное из них 4-я группа психологических операций вооруженных сил США [19], которая была сформирована в декабре 1967 г. и дислоцируется в Форт-Брэгг, штат Северная Каролина. Численность личного состава группы 1136 человек, в это число входят 400 переводчиков по 35 иностранным языкам и 60 гражданских экспертов по национальным, культурным, психологическим и религиозным особенностям населения зарубежных стран, социологии, информатики и СМИ, бюджетно-финансовым и другим вопросам, проведения психологических операций оперативно-стратегического и тактического уровней. Среди прочих в задачи этого подразделения входит предоставление командирам боевых частей и подразделений специалистов со знанием иностранного языка, нравов и обычаев местного населения, а также подготовка аналитических, информационных, справочных материалов для высшего военного руководства и правительственных органов. Существуют отдельные подразделения, анализирующие модели поведения местного населения, интернированных гражданских лиц и военнопленных, контроля больших скоплений людей. Основными объектами психологических операций являются военнослужащие и население противника; военнослужащие и население союзных и нейтральных государств; военнослужащие и население своей страны. Анализ поведения людей в условиях ЧС с учетом религиозных, культурных, языковых, коммуникативных традиций осуществляется военными специалистами в масштабах таких регионов, как зона Атлантики, Центральной и Южной Америки, Тихого океана и Дальнего Востока, Европы, Африки, Ближнего Востока. Эксперты считают, что наиболее мощными и профессионально подготовленными структурами такого плана обладают вооруженные силы США, ФРГ, Израиля, которые активно взаимодействуют с специалистами вооруженных сил Великобритании, Франции, Бельгии, Швеции, Турции и Южной Кореи.

С учетом текущей геополитической обстановки, сложившейся после начала специальной операции России на Украине, актуальной стала открытая

информация, освещающая деятельность служб психологических операций стран Европы, и в первую очередь Польши. Служба психологических операций Войска Польского создана в 2005 г. [20], основу ее центральной группы составляет штаб и разведывательный центр психологической борьбы, в который входят четыре отдела сбора и обработки информации: первый ориентирован на формирование базы данных о поведении жителей Польши, второй – англоговорящем населении западных стран, третий – населении Восточной Европы, четвертый – населении государств с конфликтными ситуациями. Центральной группой налажено постоянное взаимодействие с научными, общеобразовательными и культурными организациями и заведениями Польши и стран НАТО. Для проведения комплексных экспертных мероприятий привлекаются различные специалисты – этнографы, социологи, психологи, педагоги и т.д. Личный состав службы только кадровый. Основными специальностями являются оперативно-штабная, социально-психологическая и техническая. Средний возраст польских специалистов службы психологических операций 32 года. Большинство из них владеет несколькими иностранными языками. Практически весь командный состав стажировался в структурах НАТО и принимал личное участие в миротворческих операциях. Банк данных о моделях поведения людей пополняется из различных источников, включая средства массовой информации; содержит не только военно-политические, но и общественно-экономические сведения. Мероприятия, проводимые службой психологических операций, базируются на трех видах информации в зависимости от степени закрытости источника передачи информации: "черные", "серые" и "белые". Психологические операции преследуют создание у целевой аудитории таких состояний, как: ослабление морального духа, создание обстановки неопределенности, апатии, пораженчества и недовольства; провоцирование раздоров. В начале 2000-х гг. принята программа перевооружения и ускоренными темпами осуществляется оснащение службы психологических операций современными техническими средствами, включая лучшие образцы зарубежного производства.

Значимым для сохранения моделей безопасного поведения россиян в текущих условиях является тот факт, что на территории современной Украины расположен целый ряд военных подразделений, аффилированных со структурами НАТО, которые целенаправленно предназначены для ведения информационно-психологических операций. Это специальные подразделения, дислоцированные в Житомире, Киеве, Львове, Одессе.

Все изложенное выше формирует повышенный интерес российских специалистов области безопасности к использованию поведенческого анализа в целях предупреждения и ликвидации ЧС социального характера, а также к минимизации негативных последствий последних. О целесообразности объединения усилий всех силовых структур и ведомств РФ в этом направлении неоднократно заявлял Председатель следственного комитета Российской Федерации, генерал юстиции Российской Федерации А.И. Бастрыкин.

Таким образом, выявление, анализ и управление моделями поведения людей в ЧС мирного и военного времени является актуальной задачей повышения эффективности принятия решений в сфере безопасности населения и территорий. В условиях цифровизации интеграция этих знаний в информационные базы данных, системы поддержки принимаемых решений и программы компьютерного моделирования ЧС становится не только теоретической, но и актуальной практической задачей.

1.3. Принятие решений в сфере комплексной безопасности – частный случай социальной кибернетики

Многие аспекты профессиональной деятельности сотрудников МЧС России связаны с необходимостью выбора решения из нескольких возможных альтернатив и несение ответственности за выбранное решение. К таким моментам относятся: составление плана предупреждения ЧС, тактика проведения аварийно-спасательных работ, включение сотрудников и работников в состав кадрового резерва, осуществление комплекса

мероприятий по мониторингу потенциально опасных объектов, ведение информационных баз данных об опасных объектах территории и др.

Информационное обеспечение систем поддержки принятия решений является важной составной частью деятельности сотрудников МЧС России и входит в состав приоритетных направлений научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы МЧС России.

Отличительной особенностью современной ситуации в России является тот факт, что страна, по мнению экспертов в области комплексной безопасности, функционирует в модели мобилизации. Для этой модели типичным является усиление мер государственного контроля за факторами риска чрезвычайных ситуаций, включая ЧС социального характера. Для повышения эффективности данного контроля успешно применяются современные цифровые технологии. Применительно к мониторингу факторов риска ЧС социального характера приоритетным в этом плане являются процедуры поддержки принятия решений путем формирования больших баз данных о моделях поведения людей в экстремальных и чрезвычайных ситуациях.

В практике силовых структур иностранных государств технологии обеспечения поддержки принятия решений, основанные на поведенческом анализе, применяются достаточно широко. В Российской Федерации они стали использоваться относительно недавно, а именно в период пандемии COVID-19, как необходимое дополнение к базам данных, которые до этого адресно были нацелены на мониторинг пожарной и промышленной безопасности.

Пандемия COVID-19, длящаяся уже более двух лет, является ярким примером ЧС социального характера. В ходе нее зарегистрирована массовая трансформация привычного поведения людей, переход от безопасного к опасному и агрессивному типу поведения у значительной части населения. Весомым аргументом в пользу необходимости включения поведенческого анализа в мониторинг комплексной безопасности населения и территорий является ситуация с дорожно-транспортными происшествиями, зафиксированная в Российской Федерации во время пандемии. Рост числа

агрессивных форм вождения оказался столь значительным, что для его сдерживания потребовалась специальная законодательная инициатива, рассмотрение, а затем и принятие нового федерального закона.

Перечисленные обстоятельства модернизируют процесс принятия решений в области предупреждения ЧС социального характера, поэтому они нуждаются в углубленном анализе с целью дальнейшего успешного применения в практике.

Процесс принятия решений является сложным и многоступенчатым. Последовательность каждого шага этого процесса детально проанализирована и формализована в теории принятия решений применительно к военному делу, учебной деятельности, бизнесу. Существуют различные определения процесса принятия решений, но все они обращают внимание на его сложность, многофакторность и самоорганизацию. Рассмотрим понятие управленческого решения и его сущность.

По мнению одних экспертов, процесс принятия решения — это целенаправленное и осмысленное действие руководящего субъекта, на подчиненный объект, для достижения конкретных результатов деятельности с использованием потенциальных возможностей и инструментов [21]. В этом определении подчеркивается сочетание субъективных и объективных составляющих процесса, а также возможная его вариативность в зависимости от целеполагания лица, принимающего решение. Это означает, что при одних и тех же вводных принятое решение может быть различным в зависимости от текущих субъективных характеристик лица, принимающего решение. Это также означает высокую роль человеческого фактора в принятии ошибочного решения, неадекватного в данной экстремальной ситуации. Кроме того, приведенное определение указывает на потенциальную возможность снизить риск принятия не оптимального решения путем учета ранее накопленного позитивного опыта как самого лица, принимающего решение, так и его коллег, т.е. обозначает целесообразность использования системы поддержки принятия решений.

По мнению других авторов, процесс принятия решения – это главный элемент деятельности руководящего состава. Именно поэтому, в науке

управления особое внимание уделяется психофизиологическим и поведенческим, т.е. субъективным аспектам процесса принятия решений, обозначаются слабые места и критические моменты данного вида деятельности. Этим вопросам посвящены работы А.И. Берга, А.А. Богданова, А.Н. Цыгичко и др. [22]. Известно, что в чрезвычайных и экстремальных условиях психофизиологические параметры функционирования организма человека отличаются от фоновых, типичных для состояния покоя и рутинной жизнедеятельности. Трансформация психофизиологического состояния человека при чрезвычайных ситуациях характерна как для спасателей, пожарных, так и для гражданских лиц, ставших свидетелями или пострадавшими от данных ситуаций. Поэтому изучение особенностей принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций и выработки соответствующих навыков находится под пристальным вниманием ведущих специалистов МЧС России.

Системы поддержки принятия решений в МЧС России, в первую очередь, направлены на нивелирование субъективного фактора в реализации комплексных мер по мониторингу безопасности территорий и населения, а также на оптимизацию сценариев проведения аварийно-спасательных работ. Все принимаемые решения прямо или косвенно отражают текущее функциональное состояние человека, принимающего решение. Процедура разработки и реализации решений осуществляется людьми с разной степенью профессиональной компетенции, при этом диапазон качества решений может варьироваться от недостаточно продуманных до пошагово рассчитанных. В условиях ЧС учет успешного опыта коллег является залогом эффективности выполнения профессиональных обязанностей по предназначению сотрудников разной квалификации. Для доступа к обширному и многолетнему опыту используются системы поддержки принятия решений. Взаимодействие лица, оперативно принимающего решение, с коллегами и экспертами, являющимися носителями информации о предыдущих случаях аналогичных ЧС, также может осуществляться в разных формах, оказываясь более или менее продуктивным и эффективным в зависимости от функциональных, личностных, коммуникативных качеств участников взаимодействия. Как

следует из описания данного алгоритма, даже при работе слаженного коллектива, принятие решения – это результат творческой деятельности отдельного индивида. Эффективность принятого решения во многом будет зависеть от текущего функционального состояния лица, принимающего решение, объема его памяти, когнитивных способностей, ассоциативно-семантических возможностей, склонности к риску и готовности совершать нестандартные действия, организаторских навыков и многого другого. Для уменьшения риска субъективной ошибки при такой творческой деятельности, используются алгоритмы, направленные на учет и минимизацию человеческого фактора в принятии решений. Одним из них является алгоритм, направленный на нивелирование влияния факторов внешней среды на логическое осмысление чрезвычайной ситуации. В алгоритме учитываются наиболее важные и часто встречающиеся факторы среды, влияющие на способность человека принимать взвешенные, логические обоснованные решения. К этим факторам относятся: материальные соблазны, влияние общественного мнения, воздействие острого и хронического стресса, изнуряющее чувство ответственности за возложенные непосильные обязательства, конфликтные отношения в семье, эгоизм индивида.

Уменьшение влияния негативных средовых факторов на функциональное состояние лица, принимающего решения является еще одной из задач системы поддержки принятия решений. В рамках данной процедуры может происходить работа в таких направлениях как: стратегическое планирование, координация управленческой деятельности, управление человеческими ресурсами (производительности, активизации знаний, умений, навыков), управление производственной и обслуживающей деятельностью, разработка методологии и выработка механизмов системы управления, управление внутренними и внешними коммуникациями.

Еще одно из определений обсуждаемого термина гласит, что принятие решений — это сознательный выбор из имеющихся вариантов или альтернатив направления действий, сокращающий разрыв между актуальным настоящим и желательным будущим состоянием того объекта, на который направлено управляющее решение. С указанных позиций эффективность

принятия решения среди прочих факторов определяется субъективным восприятием будущего того лица, которое принимает решение относительно изменения текущего состояния объекта и, тем самым, направляет развитие событий по выбранному им сценарию. При успешном решении будет отмечаться постепенное или быстрое приближение ситуации к намеченной цели и разрыв между текущим и желаемым состоянием объекта будет прогрессивно уменьшаться. Если ситуация не меняется, несмотря на реализуемое решение, то данное решение следует признать не эффективным и обратиться к дополнительной информации с целью найти оптимальное решение. Именно в поиске оптимального решения необходима, полезна и целесообразна система поддержки принятия решений, обобщающая в себе успешный опыт ликвидации предшествующих ЧС.

В общем виде, процесс поиска оптимального решения формализуется следующим образом: проблема (П), требующая решения, обозначается как разность между желаемой целью (Ц) и сложившейся на текущей момент ситуацией (С). Обычно проблему анализируют с точки зрения остроты и решаемости, а по результатам присваивают численный приоритет проблемы от 0 до 10 (от низкого к высокому). Принципиально важно, что такой методический подход открывает новые возможности в моделировании процесса принятия решений, а именно, переводит описательное моделирование восприятия будущего человеком в раздел математического моделирования. Данный методический переход важен еще и потому, что он позволяет модифицировать систему поддержки принятия решений и дополнить ее гуманитарную составляющую цифровыми технологиями. Численное измерение и математическая формализация процесса восприятия человеком будущего на сегодняшний день широко распространено, доступно в свободном доступе в системе Интернет и позволяет в форматах психометрии и социометрии дать количественную характеристику восприятия прошлого, настоящего и будущего как отдельным человеком, так и группой лиц [23].

Включение в систему поддержки принятия решений таких факторов, как восприятие прошлого, настоящего и будущего, значительно усложняет моделирования данного процесса и его управление через систему поддержки принятия решений. Для минимизации риска ошибок в деятельности системы поддержки принятия решений используется процедура систематизации принимаемых решений и сведение большого объема знаний к нескольким ключевым параметрам. Такая систематизация может осуществляться по разным критериям, выбор и набор которых зависит от целей лица, принимающего решения, а также от тех задач коррекции принимаемого решения, которые ставят перед собой разработчики системы поддержки принятия решений. Основные критерии классификации решений приведены в таблице 2 [21; с. 52].

Таблица 2

**Перечень основных критериев классификации
принимаемых решений**

Критерий классификации	Содержание признака классификации
по степени новизны	рутинные, стандартные, творческие, уникальные
по функциональной направленности	прогнозирующие, планирующие, контролирующие, информационные
по организации	индивидуальные, групповые, коллегиальные
по причинам	ситуационные, по предложению, программные, инициативные
по повторяемости выполнения	однотипные, разнотипные, инновационные
по широте	общие, частные
по времени действия	стратегические, тактические, оперативные
по прогнозируемым результатам	с определенным результатом, с вероятностным или неопределенным исходом
по характеру подготовки и реализации	импульсивные, рациональные, инертные
по методам переработке информации	алгоритмические, эвристические
по числу критериев	однокритериальные, многокритериальные

Продолжение Таблицы 2

по направленности воздействия	внутренние и внешние
по глубине воздействия	одноуровневые, многоуровневые
по используемым ресурсам	с ограничениями, без ограничений
по способу фиксации	устные, письменные, виртуальные
по масштабу	для одного человека, подразделения, отрасли, страны

Возможность использования систем поддержки принятия решений базируется на том факте, что сам процесс принятия решений является сложным объектом, в структуре которого можно выделить отдельные, относительно автономные подсистемы и элементы, интегрированные в единую систему комплексом прямых и обратных, сильных и слабых связей, распределенных в пространстве и во времени различным образом, а именно, в виде последовательных, параллельных и/или циклических событий.

В силу описанной выше сложной структуры процесс принятия решения подвластен внешней коррекции. Субъективно принимаемые решения могут быть откорректированы с помощью различных алгоритмов: в формате планового мониторинга за опасным объектом и/или в формате оперативной помощи при проведении работ по ликвидации ЧС. Точкой приложения корректирующего внешнего воздействия могут быть как отдельные элементы процесса принятия решений, так и его отдельные составные части. Более того, системы поддержки принятия решений могут быть разнесены во времени, реализуя, в зависимости от конкретных обстоятельств, корректирующее влияние либо последовательно, либо повторно (циклично). Иллюстрацией того, что процесс принятия решений — это сложная система, состоящая из подсистем и элементов, является 6-ти шаговый алгоритм принятия управленческого решения, представленный на рисунке 2.

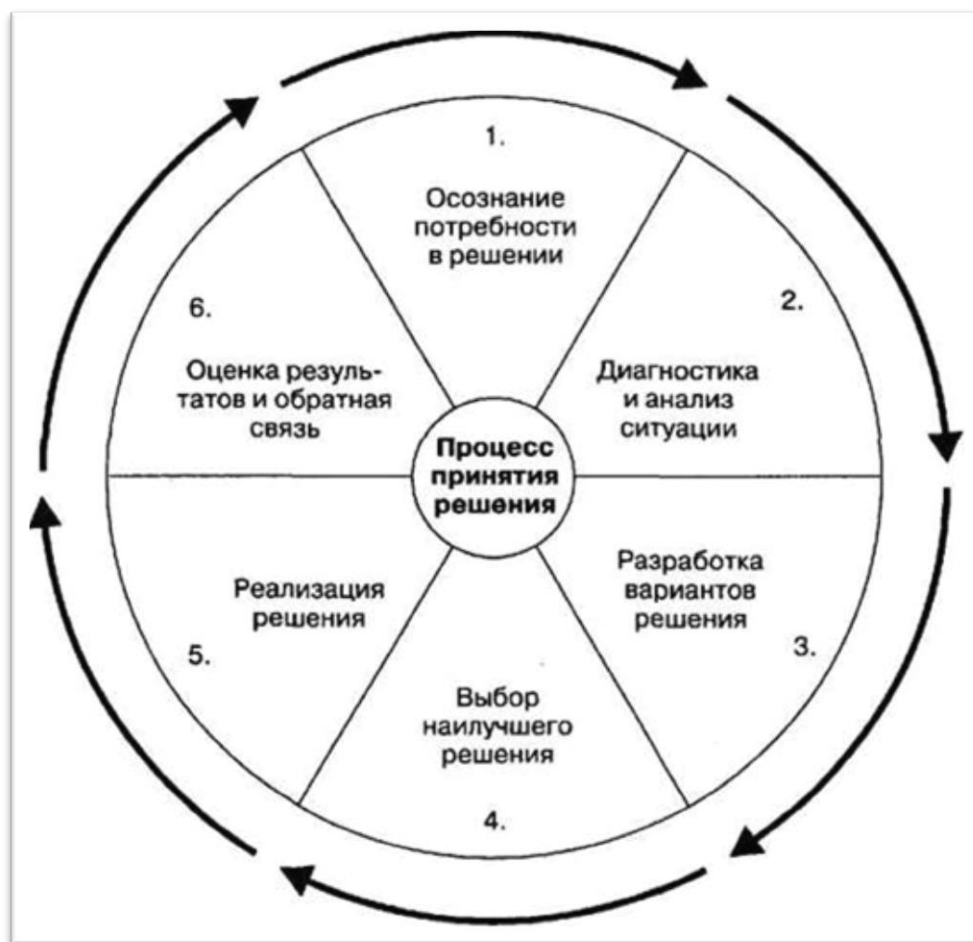


Рис. 2. Классический алгоритм принятия решения

Как следует из рисунка 2, алгоритм включает в себя шесть последовательных, относительно обособленных, но в то же время взаимосвязанных стадий, каждая из которых отдельными элементами, составными частями или полностью совместно с другими стадиями, может быть подвержена коррекции с помощью внешних воздействий через систему поддержки принятия решений. Основные стадии приведенного 6-ти шагового алгоритма следующие: 1 - осознание потребности в решении; 2 - диагностика и анализ ситуации; 3 - разработка вариантов решения; 4 - выбор наилучшего решения; 5 - реализация решения; 6 - оценка результатов и обратная связь.

В других интерпретациях стадий процесса принятия решений может быть меньше или больше в зависимости от объекта управления и обозначенных задач по его трансформации. Примером четырехкомпонентного построения процесса принятия решений с двумя обратными связями является система НОРД (OODA – наблюдай, ориентируйся, решай, действуй), предложенная военным летчиком для обеспечения слаженной работы пилотов во время боевых вылетов (рис. 3).

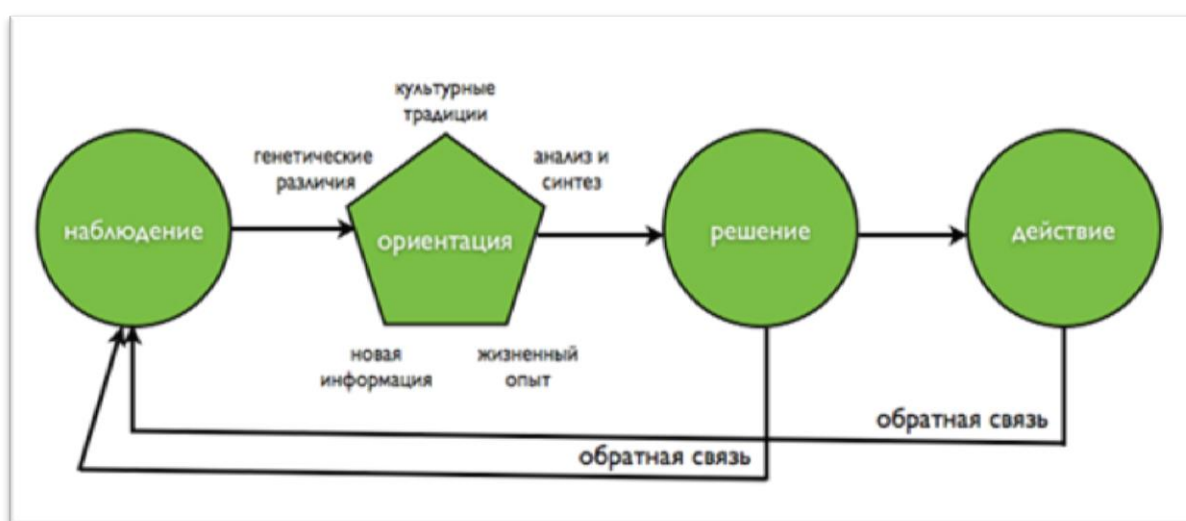


**Рис. 3. Четырехступенчатый алгоритм принятия
решений с двумя обратными связями**

Представленный на рисунке алгоритм, в наиболее простом варианте объединяет в себе субъективные (индивидуальные) и объективные (средовые) факторы принятия решений, описывает механизм трансформации восприятия человеком сигналов о наличии внешних угроз в активные действия по их нивелированию и ликвидации. Заслуживает особого внимания тот факт, что в авторском варианте указанный четырехступенчатый алгоритм развернут во времени и представлен в виде спирали событий (рис. 4).

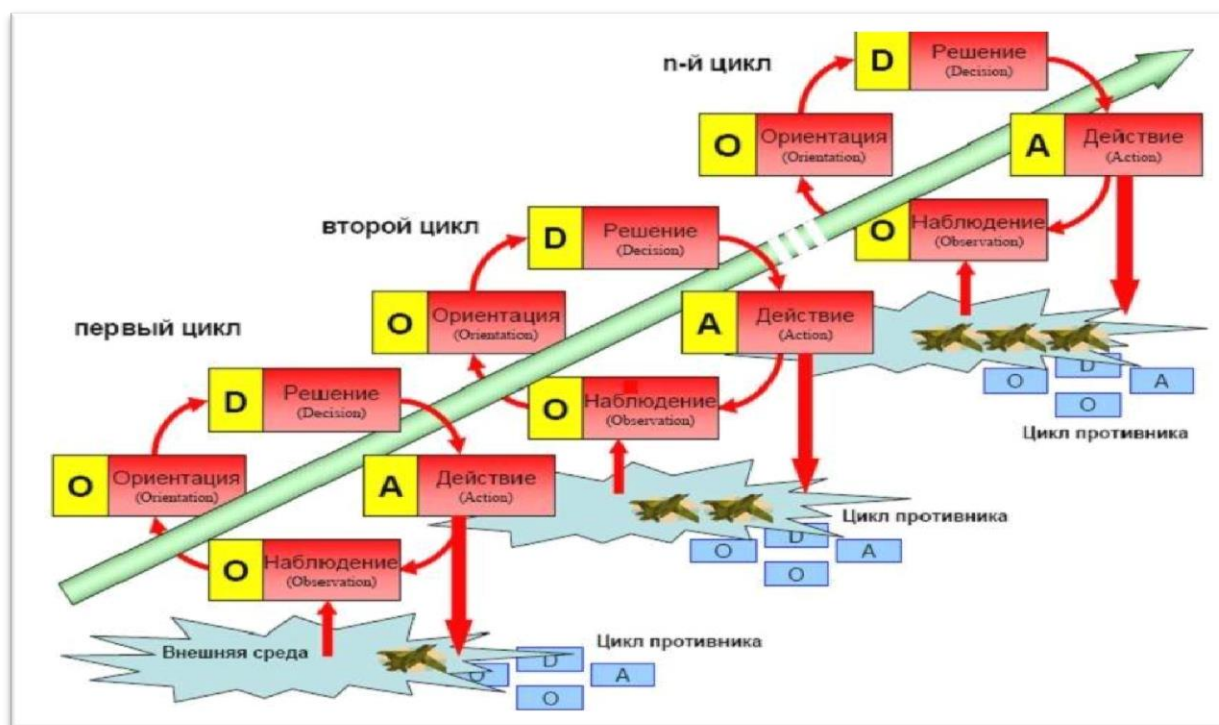


Рис. 4. Спиральный алгоритм принятия решений

Спиральный алгоритм принятия решений предполагает, что на каждом последующем витке принятия решений (в случае недостаточной эффективности первоначально принятого решения) используется не только индивидуальное сенсорное восприятие опасности отдельным человеком, но и суммарный опыт его коллег, советников и экспертов. Таким образом, четырехступенчатый алгоритм принятия решений НОРД, развернутый во времени, представляет собой простейшую модель системы поддержки принятия решений, которая в сложной обстановке ЧС интегрирует в себе коллективный опыт успешных решений и на интуитивном уровне использует поведенческий анализ для прогноза текущих и будущих действий участников ЧС.

Отметим, что в представленных моделях принятия решений каждая стадия и ступень могут находиться под контролем системы поддержки

принятия решений и подвергнуты коррекции в зависимости от целевых установок взаимодействующих субъектов, то есть как лиц, непосредственно принимающих решения, так и лиц, оказывающих им информационную помощь через систему поддержки принятия решений.

Многокомпонентный процесс принятия решений в условиях ЧС осложняется дефицитом времени, информации и ресурсов, модифицируется такими факторами, как глубина прогноза последствий принимаемого решения, допустимость их масштабов, наличие (отсутствие) ограничений на способы реализации выбранных альтернатив.

Совокупность множества названных факторов, влияющих на процесс принятия решений, группируется в определенные технологии приема, переработки информации и составления на этой основе перечня вариантов альтернативных решений.

В гражданской практике широкое распространение получили следующие варианты технологий принятия решений [22; с. 73]: инициативно-целевая, программно-целевая и регламентная.

Инициативно-целевая технология предусматривает постановку задач для исполнения без указаний средств, методов и механизмов их достижения. Эта технология применима для решения нестандартных задач в экстремальной нештатной ситуации, максимально уязвима для негативного влияния человеческого фактора и минимально поддается оперативной коррекции с помощью систем поддержки принятия решений. Последнее связано с тем, что неэффективность инициативно-целевой технологии может реализоваться по трем классическим сценариям (рис. 5) цель недостижима из-за ограниченности ресурсов (1), из-за ограниченности временных промежутков достижения результата (2), в связи с отсутствием желаемого результата в реестре достижимых целей (3).

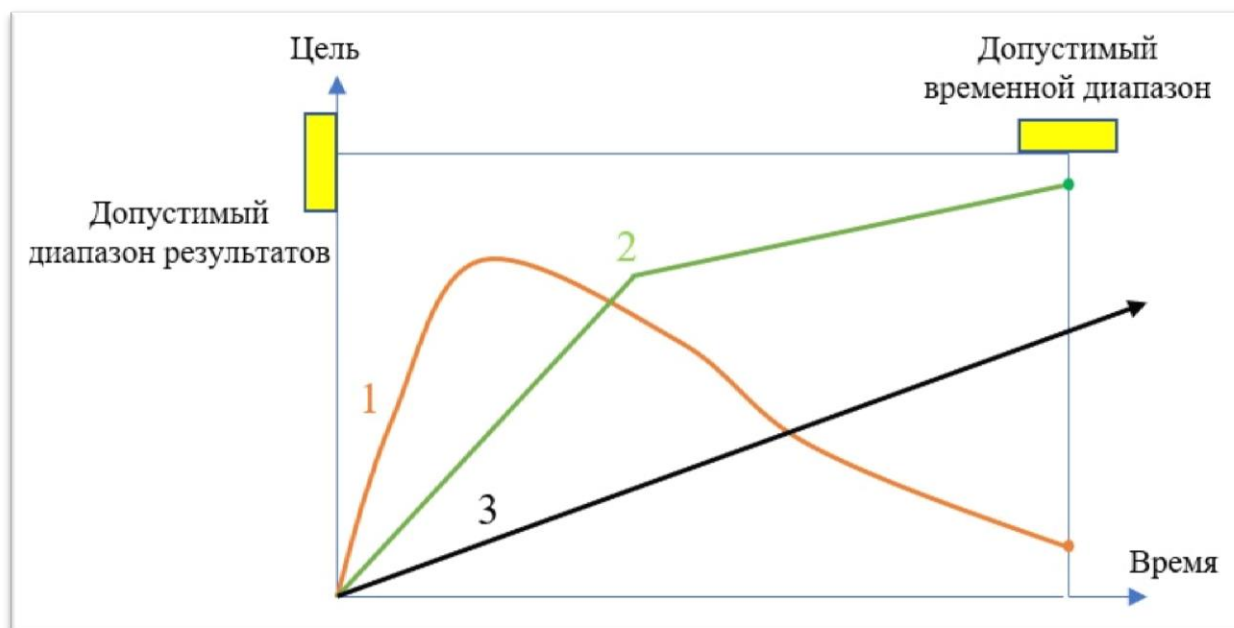


**Рис. 5. Схема негативных исходов применения
инициативно-целевой технологии принятия решений**

Программно-целевая технология наиболее успешна для решения стандартных шаблонных задач. Заключается в выдаче распоряжений для исполнения с указанием методов, средств достижения и отведенным временем, легко поддается внешней управляющей коррекции на любой стадии исполнения принятого решения. Технология включает промежуточный контроль за этапами выполнения. Степень выполняемости задания определяется профессионализмом руководителя, а исполнитель является вторичным фактором. Использование данной технологии может привести к достижению поставленной цели: 1) в указанный срок при приемлемых отклонениях от времени на промежуточных этапах исполнения принятого решения ($A_{11}, A_{21}, A_{31}, A_{41}$), 2) в указанный срок при существенных отклонениях во времени на промежуточных этапах исполнения решения ($A_{11}, A_{22}, A_{32}, A_{41}$). Данная технология значительно повышает свою надежность и эффективность в случае ее дополнения системой поддержки принятия решений, т.к. позволяет на опережение использовать коллективный

опыт и предупреждать нежелательные отклонения от оптимального сценария достижения цели (рис. 6).

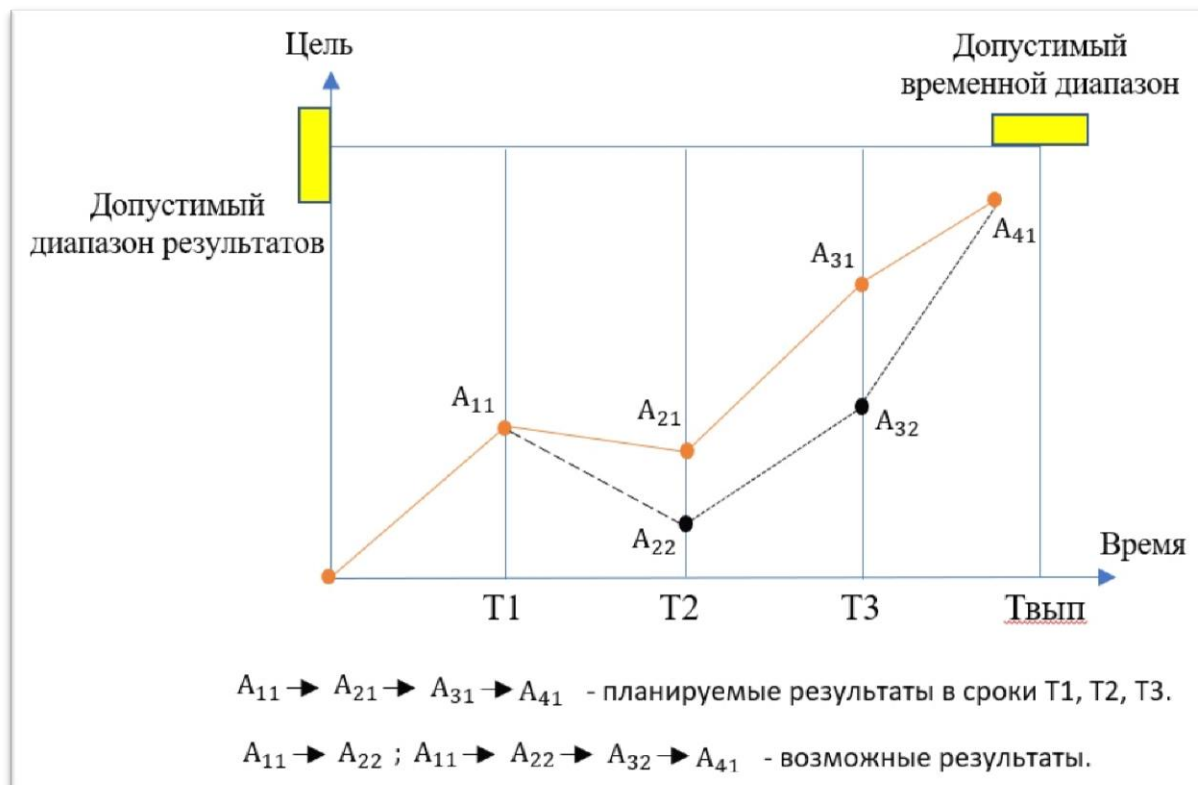


**Рис. 6. Схема мониторинга выполнения принятого решения
при использовании программно-целевой технологии**

Регламентная технология предусматривает принятие решения с указанием средств и их возможных ограничений, ориентировочных методов и времени выполнения, включает в себе жесткий контроль каждого этапа принятия решения и стадий его исполнения через систему поддержки принятия решения. Регламентная технология базируется на методах статистики и подготовке решений в условиях неопределенностей. При избыточной регламентации деятельности и недостаточном учете специфики данного конкретного случая, может дать результат, обратный ожидаемому, а именно, отсутствие положительной динамики в течении длительного времени, что перерастает в стагнацию.

Таким образом, эффективность систем поддержки принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций при решении задач обеспечения комплексной безопасности населения и территорий во многом зависит от баланса частного и общего для каждого конкретного случая, а также от оптимального учета влияния человеческого фактора на процесс принятия решения и процесс его реализации. Последнее определяется знанием моделей поведения людей в условиях ЧС. Ряд силовых ведомств активно используют поведенческий анализ для дополнения и повышения эффективности процедур поддержки принятия решений в экстремальных ситуациях.

1.4. Включение элементов социальной кибернетики в информационные базы данных силовых ведомств, включая МЧС России

Информационные технологии, применяемые в деятельности МЧС России, характеризуются большим разнообразием структуры, алгоритмов функционирования, форм интерфейса. Совершенствование этих технологий применительно к выполнению задач по предназначению является важной составной частью научно-технической, методической и практической работы сотрудников ведомства.

Развитие цифровых технологий и их внедрение в практику МЧС России обозначено двумя пунктами документа «Приоритетные направления развития науки, техники и технологий в системе МЧС России на период 2021-2023 годов и на перспективу до 2030 года», а именно п.п. 3 и 5 [24]:

- «Развитие автоматизированных систем поддержки принятия управленческих решений органами управлений гражданской обороной, единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в том числе, в части, касающейся профилактики и тушения пожаров, совершенствование методологий прогнозирования угроз возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, пожаров и их последствий, систем обеспечения общественной безопасности, правопорядка и безопасности среды жизнедеятельности»;
- «Развитие цифровых технологий, цифровизации, автоматизации по вопросам взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, а

также органов власти субъектов Российской Федерации в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах, в том числе с учетом перехода МЧС России на новые технологии работ».

Как следует из описания приведенных направлений, формализация моделей опасного поведения людей в различных видах чрезвычайных ситуаций, включая чрезвычайные ситуации социального характера, и интеграция этих данных в базы знаний, на основе которых принимаются решения сотрудниками МЧС России, является приоритетной задачей ведомства. Отметим, что элементы поведенческого анализа в настоящее время используются в системах мониторинга безопасности по двум основным направлениям: 1) для оперативного выявления лиц, являющихся угрозой несанкционированного доступа к базам данных компьютера; 2) для минимизации, а в военных конфликтах для инициирования опасных моделей поведения людей в ЧС.

Первое направление углубленно изучено специалистами в области компьютерной безопасности и детально описано в соответствующих учебниках. Приведем краткую информацию по этому направлению. К 2022 году одними из самых перспективных программно-технических средств по решению таких задач являются системы по защите данных, на основе анализа поведения пользователя — User and Entity Behavioral Analytics (UEBA/UBA). Они представляют собой определенный класс информационных систем, которые позволяют на основе данных о пользователе и его окружения с помощью различных программных средств и алгоритмов, строить модели поведения пользователей и определять на основе статистического анализа отклонения от имеющихся моделей. Указанные системы подразделяются на UEBA и UBA. На первый взгляд они идентичны, однако имеют принципиальное различие. Системы UBA работают с информацией, касающейся только пользователя, и анализируют активность и его роль. Системы UEBA, помимо этого, информацию о пользователе обобщают с информацией о системном окружении (сетевых контактах, использующихся

приложениях). Благодаря этому, последние системы способны идентифицировать и реагировать на более широкий класс угроз и опасностей, которые связаны не только с пользователями и их активностью, но и со средой их деятельности в структуре информационных технологий.

На сегодня современные инструменты обеспечения информационной безопасности быстро устаревают, а защиту баз данных становится всё легче обойти. Несмотря на те разработки, которые имеются в сфере защиты информации нельзя дать гарантии, что во какой-то временной интервал «безопасность не рухнет», и в большинстве случаев взлом системы всё же произойдет. При данных составляющих, преимуществом рассматриваемых систем выступает тот факт, что даже при обходе всех уровней защиты и получения доступа к искомой системе, имитировать нормальное поведение в системе, скорее всего не получится.

Если действия пользователя выбиваются из ранее выстроенной модели поведения, UEBA-система формирует отчёт об аномальной активности и выдает администратору безопасности предупреждение об угрозе в режиме реального времени. Вдобавок к этому, система ведет статистику по каждому пользователю и на основе выборочных данных по поведению выставляет оценки риска каждому пользователю. В дальнейшем оценки используются в работе администратора безопасности, облегчая его работу. Еще одним значимым плюсом UEBA-систем является возможность представления развернутой информации по каждому инциденту, с анализом поведения атаки и статистическими данными, что во многом упрощает процесс расследования угроз и позволяет их впредь не допускать.

Исходя из вышеизложенного, можно сказать, что системы на основе анализа поведения пользователей могут выступать важным компонентом информационной безопасности поскольку позволяют осуществлять:

1. Обнаружение внутренних угроз.

Система данного уровня учитывают степень угроз и реагируют, как на угрозы со стороны внешних «злоумышленников», так и учитывает активность со стороны сотрудников, эксплуатирующих системы в рамках выполнения профессиональных обязанностей.

2. Обнаружение скомпрометированных записей.

Система оценивает учетные записи пользователей и воздействует на те, где содержится вредное программное-обеспечение. Причём, данное обеспечение может появиться в системе как по злему умыслу, так и случайно, из-за неграмотности потребителя.

3. Обнаружение атак брутфорс (подбор пароля).

Иногда злоумышленники нацелены на перебор вариантов пароля при аутентификации, системы UEBA позволяют обнаружить подобные инциденты и в случае реальной угрозы заблокировать доступ к объектам.

4. Обнаружение нарушений конфиденциальных данных.

Если у пользователя имеются конфиденциальные данные, система не просто обеспечивает их сохранность, но и с помощью алгоритма способна определить, при каких составляющих у запросившего лица может быть доступ к данным, а когда у него нет законных причин на пользование данными.

Мировой рынок рассматриваемых систем с каждым годом показывает стремительный рост, поскольку данные системы, действительно, мощный инструмент информационной безопасности, появившийся в ответ на опасное поведение пользователей и организаций в интернет-пространстве. В 2022 году для эффективного осуществления поведенческого анализа, системам UEBA требуется большое количество разнотипных данных. Задача формирования и систематизации таких данных разрешается SIEM- системами.

Security Information and Event Management (SIEM) – представляет собой комплекс программно-технических средств и инструментов, которые дают всестороннее представление о безопасности информационных систем. SIEM собирает информацию о событиях и позволяет определить закономерности и тенденции, а также, используя информацию о поведении пользователя предупреждает о потенциальных угрозах. SIEM-системы, за последние несколько лет, всё чаще внедряют в свою работу системы поведенческого анализа, поскольку они доказали свою эффективность. Стоит отметить, что изначально всемирно известная система SIEM и относительно новая UEBA функционировали обособленно друг от друга, но сейчас, всё чаще на просторах интернета встречается информация об их интеграции, и о том, что

компания, владеющая SIEM, выкупает права на программные комплексы UEBA и UBA.

Факт того, что информационная система, некогда базировавшаяся на стандартных принципах защиты от информационных угроз, постепенно внедряет в свои программные средства системы на основе поведенческого анализа и пытается приобрести себе комплексы ориентированные непосредственно на поведенческую аналитику может говорить о том, что данное направление на сегодня весьма перспективно и у него есть большое будущее. Оно наверняка может и должно стать действенным средством противодействию современным информационным угрозам в развивающемся информационном обществе.

Рассмотрим, насколько богат отечественный и зарубежный рынок передовыми системами поведенческого анализа.

На сегодняшний день на российском рынке производители информационных систем постепенно внедряют в работу систем элементы поведенческого анализа. Происходит это как правило для: 1) систем определяющих скомпрометированные аккаунты пользователей (Secure Portal; Kaspersky Fraud Prevention); 2) систем определения и предотвращения инсайдерских угроз (Solar Dozor; Гарда БД, Контур информационной безопасности - КИБ); 3) систем мониторинга сотрудников и их прав доступа (StaffCop Enterprise).

Проанализируем самые популярные и распространенные в России и за рубежом системы, работу которых практически невозможно представить без процесса моделирования поведения человека. Exabeam Advanced Analytics (Exabeam) – программное средство имеет самую обширную базу данных UEBA-систем в мире. В основе работы лежит собственная технология, которая в автоматическом режиме строит нормальную модель поведения пользователей, опираясь на информацию о сессиях, устройствах и учетных записях пользователей. Данное техническое средство может быть использовано как отдельный механизм работы, а также в дополнение к другим средствам. Помимо стандартных задач, при использовании сервиса решаются и дополнительные, такие как: противодействие инсайдерским угрозам и утечкам данных; обнаружение вредоносных программ и путей их

распространения; проведение мониторинга системы на оценку соответствия работы заданным алгоритмам.

Exabeam, в отличие от других сервисов, концентрируется на количестве пользователей и не привязывается к объему обрабатываемых данных.

Программные средства Splunk фокусируются на обработке и быстрой аналитике входных воздействий посредством поведенческого анализа. Система формирует поведенческие модели пользователей, одноранговых групп по степени угрозы для системы, конечных станций и источников данных. С помощью систем Splunk могут решаться задачи по предотвращению: краж интеллектуальной собственности и эксфильтрации данных; подозрительного поведения; обнаружению вредоносного программного обеспечения.

Splunk UBA концентрируется на числе пользователей, получаемых на основе работы математических алгоритмов. Текущая система является эффективным средством информационной безопасности поскольку позволяет выявлять угрозы, включающие: атаки злоумышленников, аномальное поведение, проблемы устойчивой работы. Информационные атаки злоумышленников могут определяться согласно детерминированного списка известных атак на инфраструктуру Microsoft, согласно имеющейся базы данных. Условно выделяют дополнительные сферы применения Microsoft ATA с точки зрения аналитики поведения: кража учётных записей и злоупотребление привилегированными учётными записями; обнаружение неизвестных угроз и их распространения. Microsoft ATA концентрируется по числу устройств, либо по числу пользователей.

Наличие данных программных средств пришлось очень кстати в 2019 г., когда началась пандемия Covid-19 и количество сотрудников, перешедших на удаленную работу, резко увеличилось. Организации столкнулись с риском, который обуславливается работой с конфиденциальными данными с незащищенных личных устройств. Рост количества утечек информации в 2019 г. показал, что проблема кибербезопасности и по сей день актуальна и требует регулирования. Любая, даже самая крупная корпорация рано или поздно сталкивается с увеличением объема уязвимых сведений. В этой связи

встал вопрос о платформе, которая бы могла не только снизить количество угроз, но и вовсе научиться их не допускать. На сегодняшний день одной из ключевых фигур в предоставлении программного обеспечения, позволяющего решать указанные задачи выступает американская компания «Varonis System», а их одноименный продукт является ярко зарекомендовавшим средством борьбы с внутренними и внешними угрозами, с помощью мониторинга, классифицирования и анализа поведения пользователя.

Средство даёт четкое понимание, где и как используются конфиденциальные данные и гарантирует запрет на доступ к ним посторонним лицам. Вся система и процессы в ней полностью автоматизированы, без необходимости ручного вмешательства. Платформа обеспечивает полный комплекс мер по поддержанию безопасности. Условно, выделяются следующие этапы работы:

1. Категорирование конфиденциальных данных.
2. Формирование актуальной модели «поведения» при их использовании.
3. Настройка параметров безопасности, согласно заданной модели.
4. Выявление нарушений и аномалий в «поведении»
5. Принятие мер по ликвидации выявленных аномалий.
6. Формирование отчёта, для недопущения подобных происшествий.
7. Мониторинг и поддержание системы в штатном режиме.

По блоку поведенческого анализа в системе существует специальный модуль DataAlert, являющийся ключевым ресурсом выявления аномалий и отклонения моделей поведения. Для выявления таких случаев в системе базируется около 160 моделей реальных угроз, при этом, база данных постоянно обновляется. Среди названных моделей выделяют: 1) увеличение числа блокирования учётных записей; 2) нетипичное количество попыток входа в учётную запись; 3) попытки получения данных администратора.

Второе направление социальной кибернетики, связанное с анализом и прогнозированием поведения людей, стало активно разрабатываться экспертами в области комплексной безопасности последние годы, и особенно усиленно в период пандемии COVID-19. Для накопления, формализации и

содержательной интерпретации вновь получаемой информации в этом направлении работ широко применяются экспертные системы, включая гибридные экспертные системы. Данный подход к организации архитектуры информационных систем позволяет в случае с экспертными системами создавать сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие этот опыт для консультаций менее квалифицированных пользователей [25].

Гибридные экспертные системы перспективны тем, что имеют модульный характер, представляют собой программный комплекс, включающий стандартные пакеты прикладных программ, и средства манипулирования знаниями. Их пополнение возможно в формате частичного заполнения предметной области знаниями, относящимися к различным вариантам ЧС. Последние годы популярность набирают также объектно-ориентированные модели мониторинга безопасности [26].

В историческом плане информационные системы совершенствовались быстрыми темпами. Первые информационные модели были разработаны в середине 1950-х гг. XX в. Начиная с 1960-х гг. в связи с технологическим прогрессом в области информатики и IT-технологий появилось новое направление — «электронная обработка данных». К 80-м гг. стали развиваться технологии по интерактивной обработке баз данных и были созданы условия для появления систем поддержки и принятия управленческих решений (СППР). Главным отличием таких систем выступал подход к предоставлению информации по мере её необходимости. Постепенно информационные технологии становятся стратегическим оружием для достижения глобальных целей структур, ведомств и организации [27]. Современные информационные технологии управления – это комплекс средств по работе с информацией, на базе разработанных программных и технических средств, для реализации управленческих функций [28]. Обеспечение безопасности населения на территориальном уровне вошло в последние годы в ряд наиболее приоритетных направлений. В частности, в США созданы как минимум две экспертных системы: EРА и DOЕ.

Проведенный в системе Интернет-поиск показал, что за последние годы был создан целый ряд отечественных и зарубежных экспертных систем

поддержки принятия решения в условиях ЧС. Среди таковых можно выделить следующие [29; с. 40]:

1. ГИССБ (GDIN) – глобальная информационная сеть по управлению стихийными бедствиями (США).
2. IMIS – распределенная информационная система сбора и анализа информации, интегрированная с экспертной системой, географической информацией и средствами сбора информации (Германия).
3. GIS – информационная система по анализу инфраструктуры (Международная).
4. NEWMS – интегрированная информационная система сбора, обработки и распределения информации в интересах государства в условиях ЧС на различных уровнях государственной власти (США).
5. ГИС Экстремум – комплексное программное средство, включающее картографические средства и различные модели для моделирования прогнозов ЧС и их последствий (Россия).
6. RODOS – информационная система управления рисками при радиационной угрозе (Международная).
7. PPS – информационная система управления рисками при землетрясениях, наводнениях, пожарах, взрывах (Международная).
8. RECASS – информационная система для решения задач связанных с выбросом в атмосферу опасных веществ (Международная).
9. RECAS, ATMOSPHERE, CARIS – информационные системы принятия решений при химических загрязнениях (Международная).
10. tHAZARD 3.0 – информационная система по оптимизации работы промышленных предприятий и производственных объектов (Россия).
11. НОСТРАДАМУС – стохастическая модель, создающая аналог последствий ядерного взрыва (Россия).
12. ЭСПЛА – прикладная информационная система по ликвидации химических аварий (Россия).
13. ГИСППР – геоинформационная система поддержки принятия решений при авариях на промышленных объектах (Россия).

14. ТРАНЗАС – информационная система поддержки принятия управленческих решений при нефтяных и химических авариях (Россия).

15. CIS-KPSMAS – компьютерная имитационная система моделирующая деятельность экстренных служб (Россия).

Как мы видим, большинство представленных систем направлены на локализацию угроз природного и техногенного характера и не включают в себя системы реагирования на социальные угрозы. А ведь никто кроме человека и «проявлений» его поведения не может так скоротечно повлиять на дестабилизацию обстановки и создать «среду» для противоправных действий.

Возникает вопрос, действительно ли поведение человека может создать реальную угрозу для современного мира и существуют ли сейчас эффективные средства противодействия этим явлениям? Имеется ли возможность адаптировать и применять информационные системы поддержки принятия решений в социальной сфере жизнедеятельности и будут ли они так востребованы и действенны, как при аналогичных явлениях иного происхождения?

Рассмотрим особенности формирования поведения людей в социальной среде и проанализируем отечественные и зарубежные информационные системы, которые уже формируются или могли бы быть сформированы для борьбы с одной из главных угроз мировой безопасности — человеком и его поведением.

Исследования показывают, что в России управление уровнем безопасности осуществляется по двум направлениям: оперативному и стратегическому. Работа двух направлений отличается временными рамками. Результат системы оперативного управления определяется мобильностью структур и скоростью принятия решений на основе оперативной информации. Территориальная система оперативного управления риском субъектов РФ функционально подчинена требованиям своевременного реагирования на возможные ЧС или максимальное смягчение причиненного ущерба при возникновении ЧС. Главной составной частью этой системы выступает мониторинг, который даёт возможность ранней диагностики возможных катаклизмов. В ходе мониторинга происходит оценка имеющихся данных, определяются необходимые пути и средства нужные для локализации.

Эффективность системы определяется периодом времени между поступлением сигнала об угрозе и началом действий по её предотвращению.

Результат системы стратегического управления зависит от краткосрочных и долгосрочных прогнозов на основе обобщенных оценок экспертов и налаживания связи между критериями.

Показатель времени зависит от: полноты и точности информации об изменениях среды; совершенства применяемых методов и средств и степени их интерпретации; готовности специальных сил и средств. Как следует из перечисленного, современные информационные системы управления риском не предусматривают применение поведенческого анализа как технологии прогнозирования риска человеческого фактора в ЧС социального характера. Это направление открыто для инноваций.

Учитывая активное участие МЧС России в международных гуманитарных акциях, в т.ч. связанных с обеспечением безопасности гражданского населения на Украине в условиях проведения специальной операции, надо отметить, что страны НАТО, на военную поддержку которых опирается Украина, также считают развитие цифровизации и внедрение поведенческого анализа в информационные системы принятия решений важной научно-технической задачей. Известно, что включение элементов поведенческого анализа в информационные базы данных, используемых для поддержки принятия решений в ходе планирования военных операций, осуществляются Центром безопасности и военных операций Chicksands (Defence Intelligence and Security Centre –DISC) Великобритании с 90-х гг. XX века. В это же время организационная и технологическая база подобного типа сложилась в вооруженных силах США. В 2016 г. эти технологии официально представлены в Военной доктрине НАТО.

В настоящее время развитию систем компьютерного моделирования в вооруженных силах США уделяется приоритетное значение [30]. Поиск новых технологических и программных решений осуществляется в формате межведомственного взаимодействия и обмена информацией. В гражданскую практику найденные инновационные решения выводятся и коммерциализируются как миротворческие операции, технологии борьбы с

терроризмом и наркобизнесом. Перспективы моделирования поведения людей в экстремальных условиях военные эксперты видят в применении высокопроизводительных вычислений, компьютерных сетей, технологий визуализации, систем виртуальной реальности, применения распределенных систем моделирования. Основой для таких решений называются программа CASCADE, «пакеты обработки графической информации и отображения Total View и Vampir, а также инструменты ANSYS, CTH, ICEPIC, MATLAB, Monocode, CDF++, Fluent и Pro/engine. Уже сегодня практически реализована принятая в начале 90-х годов в США концепция построения распределенных сетей имитации и моделирования, которая объединила в рамках единого замысла разнотипные модели, тренажерные комплексы и реально действующие системы оружия, максимально приближая при этом моделируемую боевую обстановку к реальной по пространственно-временному размаху и количеству привлекаемых сил и средств. ...продолжается развитие единой высокоуровневой архитектуры (HLA – High Level Architecture) построения систем моделирования и имитации, средств адаптивной генерации сценариев, базы моделей высокой степени разрешения, способов и методов представления окружающей действительности.

В качестве прорывных технологий многие эксперты в области компьютерного моделирования называют гибридную архитектуру информационных систем и CASE-технологии. Их сочетание позволяет интегрировать в формате Big Data сбор информации о моделях поведения людей, осуществленный военными, политическими, экономическими, религиозными, этническими сообществами, использовать суперкомпьютеры для их оперативной и углубленной аналитической обработки, систематизации и классификации, а также избирательно предоставлять оптимальный объем информации пользователям с учетом сделанного ими запроса и особенностей параметров ЧС, подлежащей управлению.

Российские специалисты в области IT-технологий также отмечают перспективы и преимущества CASE-технологии; в первую очередь, возможность коллективной работы над проектом за счет поддержки работы

разработчиков в локальной сети, экспорта-импорта любых фрагментов проекта, организационного управления проектом.

Организационно создание автоматизированных информационных систем (АИС), функционирующих по алгоритмам CASE-технологий, представляет собой многокомпонентный процесс, состоящий как минимум из восьми стадий. Это:

1. Формирование требований к АИС.
2. Разработка концепции ИС.
3. Разработка технического задания.
4. Разработка эскизного проекта.
5. Разработка технического проекта.
6. Разработка рабочей документации.
7. Ввод в действие.
8. Сопровождение ИС.

Как следует из перечня стадий создания и функционирования АИС, наполнение данной информационной системы сведениями из области поведенческого анализа будет непрерывным процессом, т.к. в условиях ЧС социального характера модели поведения трансформируются достаточно быстро и в разных направлениях. Об этом свидетельствует мировая практика наблюдения за агрессивным и депрессивным поведением людей в эпоху глобальной пандемии COVID-19. Эти коррективы, согласно данным литературы, придется оперативно вносить в большинство составных частей модели поведения людей в условиях пандемии, в т.ч., в так называемые, структурные диаграммы модели и в диаграммы поведения. Как известно [31], интегрированная модель сложной системы включает в себя такие разновидности структурных диаграмм, как диаграммы классов, реализации, компонентов и развертывания; и также разновидности диаграмм поведения, как диаграммы прецедентов, состояний, деятельности, взаимодействия, последовательности и кооперации. Приведенное перечисление компонентов интегрированной сложной модели свидетельствует о том, что данная архитектура информационных баз данных способна достаточно полно и

всесторонне описать такую сложную систему, как поведения человека в ЧС социального характера.

Для эффективной работы АИС, определяющим является качественное описание предметной области. Под предметной областью при компьютерном моделировании поведения людей в ЧС социального характера понимают взаимосвязанную совокупность управляемых объектов, кейсы индивидуальных и групповых сценариев поведения людей, спектр управленческих решений, доступный субъектам управления ЧС, используемые для моделирования ЧС силы, средства и программно-технические возможности.

В такой многогранной и многофакторной предметной области как поведенческий анализ, решающее значение имеет квалификация, опыт и научная интуиция руководителя проекта, который формализует задачу, выделяет главные и второстепенные параметры поведенческой модели. Данная работа, особенно в условиях трансформации типичных моделей поведения в условиях стресса и обнаружения новых моделей поведения в изменившейся среде происходит при обстоятельствах, характеризующихся высокой степенью неопределенности. Как любая деятельность в условиях неопределенности, она требует от руководителя проекта высокой информационной культуры и способности осуществить: поиск информации; отделение ценной достоверной информации от дезинформации; оценка характеристик информации; выделение из информации наиболее важной части, позволяющей анализировать текущее состояние объекта, в рамках которого принимается решение. При недостаточной формализации предметной области, по которой осуществляется сбор данных, велика вероятность допуска большого количества ошибок при вводе, хранении и использовании и, как следствие, получения некачественных решений. В связи с этим для решения задач поведенческого анализа в условиях ЧС социального характера целесообразно использование систем поддержки принятия решений и осуществление сбора данных в формате многоцентровых исследований по унифицированным протоколам. Наилучшим образом для формирования унифицированных протоколов подходят валидизированные тесты, принятые в

международной практике поведенческого анализа, в т.ч. имеющие компьютерные онлайн-версии.

Кроме четкого описания предметной области, моделирование поведения человека предполагает выполнения общих требований, типичных для разработки АИС [23; с. 261]. Для большинства разновидностей АИС особое значение имеют требования к информационному обеспечению, а именно:

- К составу, структуре и способам организации данных в системе (информационно-логическая схема).
- К информационному обмену между компонентами системы.
- К информационной совместимости со смежными системами.
- По использованию общероссийских и других классификаторов, унифицированных документов.
- По применению систем управления базами данных.
- К структуре сбора, обработки, передачи данных в системе и представлению данных.
- К защите данных от разрушений при авариях и сбоях в электропитании системы.
- К контролю, хранению, обновлению и восстановлению данных.
- К процедуре придания юридической силы документам, продуцируемым техническими средствами АИС.

На российском рынке до введения санкций в связи с проведением специальной военной операции на Украине был доступен следующий арсенал программных продуктов для CASE-технологий, поддерживающих унифицированный язык моделирования UML (Unified Modeling Language): Rational Rose, Paradigm Plus, Select Enterprise, Microsoft Visual Modeler for Visual Basic, Arena и др. Эти средства позволяют упростить процедуру кодирования, проверить архитектурные решения на этапе разработки АИС, уточнить корректность и полноту модели.

Развитие технологий моделирования в современных условиях и на ближайшую перспективу во многом будет определяться успешностью импортозамещения в сфере IT-технологий. Правительство Российской

Федерации предпринимает значительные усилия по вовлечению молодых специалистов в эту сферу деятельности.

2. АНАЛИЗ ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЭСОЦИАЛЬНОЙ КИБЕРНЕТИКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ

2.1. Характеристика чрезвычайных ситуаций социального характера в Российской Федерации

По данным официальной статистики МЧС России из Государственного доклада «О состоянии защищенности населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2021 году» [32], на территории Российской Федерации произошло 386 чрезвычайных ситуаций, что больше показателей прошлого года (331 ЧС) на 16,5%. Структура чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации за 2021 год представлена на рисунке 7.



Рис. 7. Структура чрезвычайных ситуаций в России в 2021 г.

Число погибших составило 529 человек, а общий материальный ущерб — 49 млрд. рублей. Как следует из приведенных данных, почти четверть всех ЧС связана с человеческим фактором и относится к категории социальных ЧС.

Это достаточно весомый аргумент в пользу того, что мониторинг моделей опасного поведения людей должен быть включен в информационные программы поддержки принятия решений в области комплексной безопасности населения и территорий. Такой вывод следует принять как обоснованный, особенно, если учесть, что при возникновении и развитии ЧС техногенного и природного характера (например, лесных пожаров) опасное поведение людей играет роль пускового (триггерного) механизма.

Данный вывод базируется на мнении экспертов в области охраны труда и промышленной безопасности, согласно которого в основе аварийности и травматизма часто лежат не инженерно-конструкторские дефекты, а организационно-психологические причины [33]. Именно они составляют 60-90% причин техногенных ЧС. В человека-машинном интерфейсе доля человеческого фактора как причины нарушения надежности сложной системы также высока: «20 — 30% отказов прямо или косвенно связаны с ошибками человека; 10 — 15% всех отказов непосредственно связаны с ошибками человека» [33; с. 82]. Среди индивидуальных психологических причин, приводящих к снижению надежности человека как элемента сложной динамической системы мониторинга безопасности, отмечаются, в первую очередь, такие, как: чувство слабосилия, расстройство внимания, расстройство в сенсорной области, нарушение в моторной сфере, дефекты памяти и мышления, ослабление воли, сонливость. Среди психологических факторов группового регистра, которые также нарушают безопасность технологических процессов и повышают риск возникновения и развития техногенной ЧС, специалисты отмечают интеллектуальное, эмоциональное, физическое напряжение, монотонию, групповое принятие решений, эффект социального заражения, массовую панику, нарушение мотивационной части действий, нарушение ориентировочной части действий, нарушение исполнительной части действий, возникновение особых психических состояний и измененных состояний сознания в экстремальных условиях.

В условиях пандемии COVID-19 нарастание всех выше названных психологических проявлений стресса, как индивидуальных, так и групповых, зарегистрировано гражданскими социальными психологами.

Кроме того, нарастающее значение человеческого фактора как триггерного механизма нарушения комплексной безопасности территорий и населения доказывают факты ведомственной статистики Генеральной Прокуратуры Российской Федерации, МВД России, МЧС России.

Согласно информации с портала правовой статистики Генеральной Прокуратуры Российской Федерации, Россия входит в пятёрку стран по наибольшему количеству зарегистрированных социальных конфликтов, которые выражаются в виде убийств (рис. 8) [34].

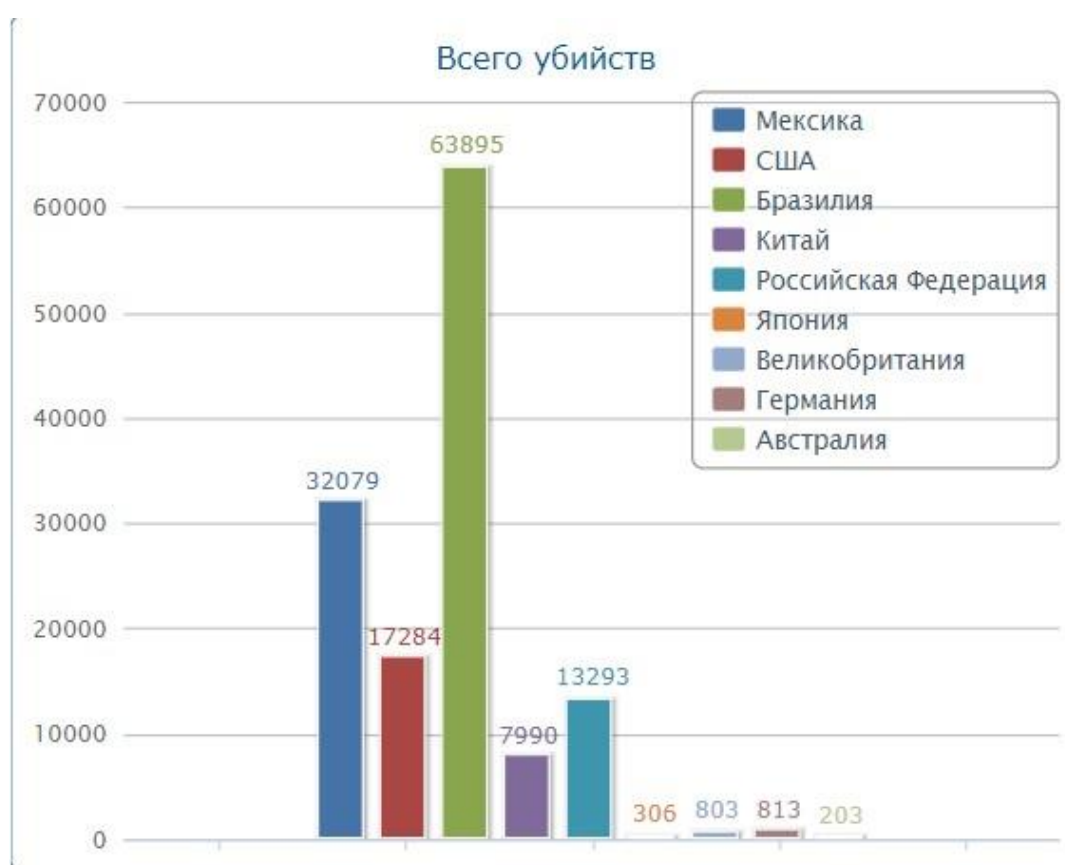


Рис. 8. Статистика агрессивного поведения населения стран мира

Статистика, представленная на сайте МВД России [35], свидетельствует, что общее число преступлений в Российской Федерации, за последние 10 лет снизилось в среднем на 15%, а в некоторых регионах и того, на 20-25%. Высокие темпы динамики и мозаичность распределения показателей криминальной ситуации по регионам России указывает на нестабильность

данного явления и значительный вклад текущего психоэмоционального состояния граждан в реализацию ими агрессивных форм социального поведения.

Известно, что существенный вклад в снижение риска социальных ЧС в населенных пунктах достигается путем внедрения в практику мониторинга безопасности таких информационных систем, как «Безопасный город» и «Папилон». Краткая информация о них представлена в Приложении В. Однако, названные системы используются, как правило, в крупных городах, мегаполисах, и развертываются за счет долевого участия федерального, регионального и местного бюджетов в преддверии проведения международных массовых мероприятий. Например, именно такая ситуация была реализована в Екатеринбурге накануне Чемпионата мира по футболу ФИФА-2018. Вместе с тем, статистика показывает, что в Российской Федерации ЧС происходят преимущественно на муниципальном и локальном уровне (рис. 9), 83,9 % от общего числа ЧС по России. Таким образом, подавляющее большинство ЧС произошло в тех населенных пунктах, которые не оснащены программами мониторинга безопасности с блоками поведенческого анализа и не располагают финансовыми средствами для их самостоятельной разработки, приобретения и внедрения.

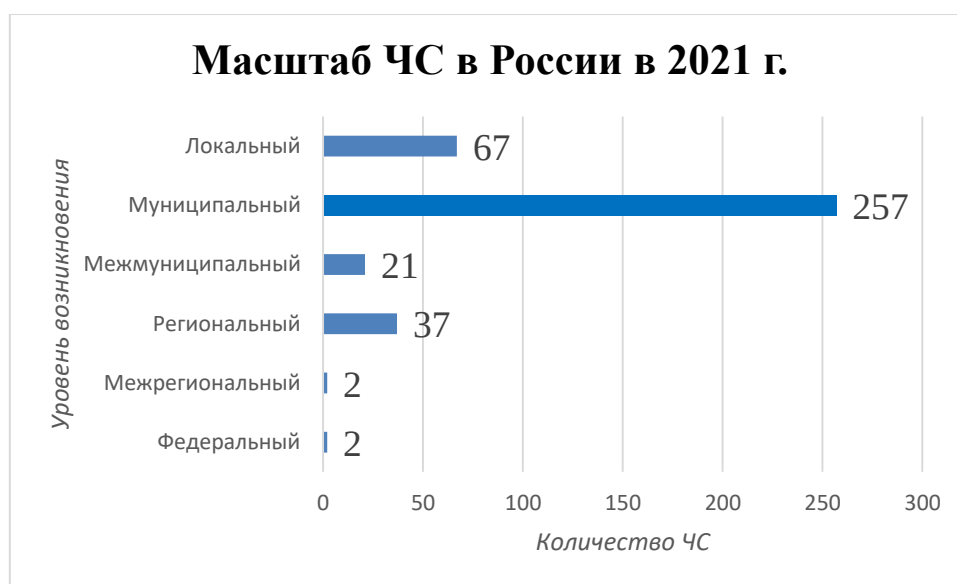


Рис. 9. Структура ЧС в России по критерию масштаба, 2021 г.

Текущая пандемия COVID-19 стала источником новых угроз и вызовов в сфере ЧС социального характера. Новизна обозначившихся проблем многообразна. Но, общим для многих новых вызовов и угроз, возникших во время пандемии, является человеческий фактор как триггерный механизм развития каскадных социальных чрезвычайных ситуаций. Он проявляется в эпизодах массовой депрессивно-агрессивной трансформации социального поведения людей, спровоцированной длительной самоизоляцией, нарушением ранее принятых в обществе алгоритмов организации бизнеса, учебы, быта, семейных отношений.

Возрастание роли человеческого фактора как триггерного механизма развития ЧС и пролонгировании волн пандемии эксперты в области социальной психологии связывают с такими широко распространенными психологическими феноменами пандемии, как тревожность, агрессивность, депрессию, стресс, синдром эмоционального выгорания [36-39]. В условиях пандемии регистрируется рост аномальных форм поведения не только среди взрослых, но также среди детей, подростков и студентов [40, 41]; а также среди врачей и сотрудников служб спасения, призванных минимизировать негативные последствия пандемии [42]. Так, в последний год отмечено увеличение числа несчастных случаев среди сотрудников МЧС России во время проведения спортивных мероприятий и сборов. Причиной такой динамики статистических показателей, по мнению экспертов, является утрата навыков безопасного поведения и личная неосторожность.

Особую тревогу у специалистов в области комплексной безопасности вызывают массовые случаи агрессивного вождения, приводящие к росту дорожно-транспортных происшествий даже под прицелом камер видеонаблюдения [43]. Изменение психического состояния населения в целом и распространение негативных психологических феноменов среди социально активных групп проявилось в учащении случаев агрессивного вождения. Проблема агрессивного вождения в период пандемии настолько актуализировалась, что стала предметом законотворческой инициативы и была рассмотрена в Государственной Думе Российской Федерации, которая ввела уголовное наказание для водителей-лихачей [44, 45].

Таким образом, в Российской Федерации в условиях пандемии, как и во многих странах мира, отмечается массовая трансформация социального поведения людей, создающая условия для учащения и утяжеления ЧС социального характера. Изменение моделей поведения с безопасных на рискованные зарегистрировано даже в тех группах профессионалов, которые по предназначению призваны обеспечивать комплексную безопасность территорий и населения. Поэтому мониторинг моделей социального поведения сотрудников МЧС России и включение элементов поведенческого анализа в системы поддержки принятия решений по предупреждению ЧС социального характера сегодня теоретически актуально и практически востребовано.

В описанной ситуации для составления прогноза ожидаемого вектора трансформации моделей рискоопасного поведения людей определенное значение приобретает изучение динамики заражений COVID-19 в 2021 г. Таким образом, можно предположить, что в случае прогрессивного снижения числа заражений количество россиян с безопасным типом социального поведения будет возрастать. И наоборот, в случае нарастания количества лиц, заразившихся вирусной инфекцией, количество агрессивных моделей социального поведения людей будет увеличиваться. Информация об эпидемическом процессе 2021 г. получена авторами из открытых Интернет-источников [46, 47]. В разработку включены показатели количества заболевших по месяцам за период с января по декабрь 2021 г. Данные о заражениях, представленные на сайтах с нарастающим итогом, при выполнении настоящей работы, были трансформированы в статистику ежемесячных заражений и интегрированы авторами статьи в формате таблицы Excel. Как следует из статистических официальных данных, представленных в Интернете, число заражений в Российской Федерации за 2020 г. составило 3159297, за 2021 г. — 7340685. В пересчет на численность населения России, равной 146 млн чел., среднемесячный показатель числа заражений в 2020 г. соответствовал 263275 случаям, в 2021 г. — 611724 случаям [48]. Помесячная

динамика числа заражений коронавирусной инфекцией в Российской Федерации в 2021 г. представлена на рисунке 10.

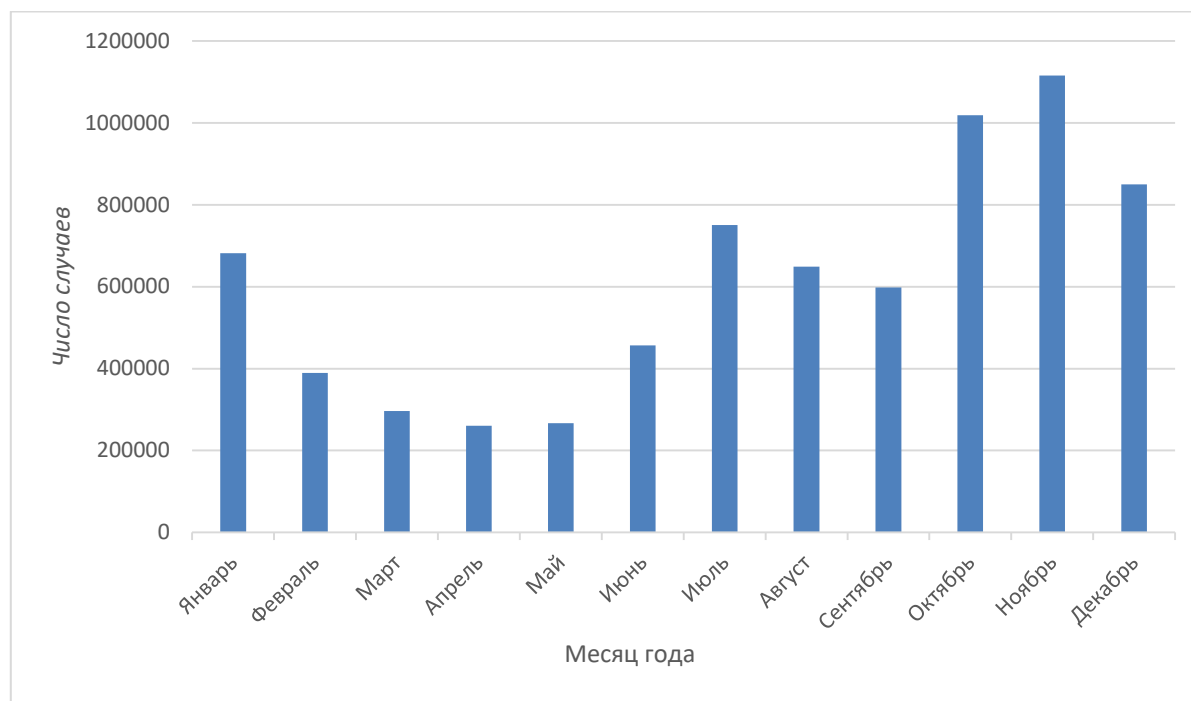


Рис. 10. Помесячная динамика заражений COVID-19 в России, 2021 г.

Как следует из графика на рисунке 10, в 2021 г. в России было зарегистрировано три всплеска заболеваемости: в январе, июле и ноябре, когда количество заболевших ежемесячно превышало среднегодовые месячные значения соответственно на 13,0; 22,8 и 83,6 %. Полученные результаты ежемесячной динамики числа заражений COVID-19 свидетельствуют об отсутствии стабилизации эпидемического процесса и, более того, о нарастающем увеличении амплитуд волн эпидемического процесса с января по ноябрь месяцы. Приведенные факты убедительно свидетельствуют о продолжающемся массовом распространении пандемии в России и увеличении темпов данного процесса. Можно предполагать, что в связи с описанным ходом эпидемиологического процесса его влияние на модели социального поведения людей не уменьшилось за эти два года, а, наоборот, увеличилось. В сложившихся обстоятельствах важно определить позицию

научного сообщества по отношению к новому социальному феномену, а именно к быстро трансформирующимся моделям поведения людей. Для выяснения степени заинтересованности научной общественности в мониторинге этого нового явления мы осуществили наукометрический анализ публикаций базы РИНЦ. Нами проведен хронологический анализ публикаций, выложенных на платформе eLIBRARY и включенных в Российский индекс научного цитирования – РИНЦ. Глубина поиска составила 5 лет, с 2017 по 2021 гг. включительно. Поиск осуществлен по запросу «поведенческий анализ». Формат поиска представлен на рисунке 11.

The screenshot shows the eLIBRARY.RU search interface. The search query is 'Поведенческий анализ'. The filters are as follows:

- Что искать:** Поведенческий анализ
- Где искать:**
 - ☒ - в названии публикации
 - ☒ - в аннотации
 - ☒ - в ключевых словах
 - ☐ - в названии организаций авторов
 - ☐ - в списках цитируемой литературы
 - ☐ - в полном тексте публикации
- Тип публикации:**
 - ☒ - статьи в журналах
 - ☒ - книги
 - ☒ - материалы конференций
 - ☒ - депонированные рукописи
 - ☒ - диссертации
 - ☒ - отчеты
 - ☒ - патенты
- Тематика:** [empty field]
- Авторы:** [empty field]
- Журналы:** [empty field]
- Искать в подборке публикаций:** [empty field]
- Параметры:**
 - ☒ - искать с учетом морфологии
 - ☐ - искать похожий текст
 - ☐ - искать в публикациях, имеющих полный текст на eLibrary.Ru
 - ☐ - искать в публикациях, доступных для Вас
 - ☒ - искать в результатах предыдущего запроса
- Годы публикации:** 2018 - 2022
- Поступившие:** за все время
- Сортировка:** по релевантности
- Порядок:** по убыванию
- Очистить** **Поиск**

**Рис. 11. Формат поискового запроса в базе РИНЦ
по теме «Поведенческий анализ»**

За указанный период в базу РИНЦ было включено 4535 публикаций, соответствующих сформулированному поисковому запросу. Установлено, что заинтересованность авторов в данной теме непрерывно увеличивалась

с 2017 по 2019 г. включительно. В 2021 г. вовлеченность исследователей в данную тему несколько снизилась, не достигнув, однако, фоновых значений 2017 г. Динамика числа публикаций авторов по годам представлена на рисунке 12.



Рис. 12. Динамика числа публикаций по годам в базе РИНЦ по запросу «Поведенческий анализ» за период 2017-2021 гг.

Выявленная динамика публикаций свидетельствует о том, что анализируемая нами тема актуальна и практически значима, а также о том, что основные закономерности в области поведения гражданского населения, связанные с режимом самоизоляции в условиях пандемии, были достаточно точно, детально и оперативно изучены специалистами. В настоящее время важным и значимым остается внедрение полученных новых данных в реальную практику служб спасения и обеспечения комплексной безопасности территорий и населения. Авторский вклад в этот процесс отражен в наборе эмпирических данных об особенностях дорожно-транспортных происшествий в мегаполисе Екатеринбурге, произошедших на фоне пандемии COVID-19 на

протяжении 2021 г. Эмпирические данные для настоящего исследования собраны одним из авторов настоящей публикации, курсантом четвертого курса факультета пожарной и техносферной безопасности младшим лейтенантом внутренней службы Пермяковым К.А. во время прохождения производственной (технологической) практики на базе 8 пожарно-спасательной части 60 пожарно-спасательного отряда Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы Главного управления МЧС России по Свердловской области. Материалы производственной практики составили основу выпускной квалификационной работы, которая была выполнена и успешно защищена под руководством профессора кафедры сервиса безопасности уральского института ГПС МЧС России, доктора медицинских наук, доцента Г.В. Талалаевой. Работа была представлена на конкурсе «Молодые ученые России», где была удостоена диплома I степени.

2.2. Характеристика чрезвычайных ситуаций социального характера в Екатеринбурге: на примере особенностей ДТП в период COVID-19

Сведения о динамике ДТП в г. Екатеринбурге были получены путем систематизации данных дежурных отчетов сотрудников 8 ПСЧ 60 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС России по Свердловской области. Из отчетов 2021 г. была произведена выкопировка данных о дате выездов, числе выездов, количестве участников ДТП, количестве травмированных и числе погибших. Собранные сведения были систематизированы в электронном виде с помощью программы Excel с шагом в один месяц. Дополнительно к показателям, указанным в отчетах, был рассчитан показатель тяжести ДТП, который вычислялся как отношение числа травмированных и погибших к числу участников аварий. Данный показатель являлся относительной величиной, выражался в процентах к числу участников ДТП за анализируемый период времени, позволяя сравнивать между собой разные месяцы наблюдения по тяжести ДТП вне зависимости от числа произошедших аварий в каждом из анализируемых периодов времени.

Для выявления характера зависимости показателей ДТП от динамики заражений населения COVID-19 был использован парный корреляционный анализ между числом заражений с одной стороны и числом выездом, количеством участников ДТП, числом травмированных и коэффициентом тяжести ДТП, с другой стороны.

Помимо анализа особенностей ДПТ объектом нашего исследования в этом блоке работы стало изучение поведенческих и психофизиологических особенностей сотрудников силовых ведомств, задействованных в профилактике и ликвидации ЧС социального характера в мегаполисе. Цель этого блока исследований заключалась в том, чтобы количественно оценить готовность сотрудников силовых структур адаптироваться к новым реалиям вирусной пандемии и разработать практические рекомендации по совершенствованию подготовки сотрудников МЧС России для взаимодействия с населением в разные фазы эпидемического процесса. В качестве инструмента измерения параметров функционального состояния сотрудников были использованы две методики, представленные в Интернете в формате онлайн-тестирования, методики САН [49] и Зимбардо [50].

Методика САН является одним из вариантов опросных листов состояний и настроений, которая была разработана В.А. Доскиным и Н.А. Лаврентьевой в 1973 году. При разработке данного опросника учёные исходили из того, что три основные психоэмоциональные состояния человека – самочувствие, активность, настроение могут быть охарактеризованы определенной последовательностью значений, а также соотносится и меняется по отношению друг к другу. Данный тест позволяет выявить такие дифференциальные шкалы как «уровень напряженности», «эмоциональный фон», «мотивация».

При прохождении тестирования осуществляется анализ таких параметров функционального состояния человека и его социального поведения, как самочувствие, активность, настроение. Тест является ситуативным, отражает характеристики человека на текущий момент времени. При интерпретации результатов теста под самочувствием понимается общий психический уровень телесного и духовного состояния человека в каждый данный момент, который состоит из конкретных ощущений и общих чувств,

под активностью — темп движения и интенсивность действий человека, под настроением — достаточно продолжительный эмоциональный фон. Опросник САН составлен из 30 пар противоположных качеств. Ответы на них отображают меру проявления каждой характеристики в данный момент времени.

Тест Зимбардо, в отличие от теста САН, характеризует относительно устойчивые модели поведения человека. Он качественно описывает и количественно измеряет готовность человека принимать ответственные решения в настоящем времени и влияние на этот процесс опыта прошлого (позитивного и негативного). Тест временной перспективы Зимбардо (Zimbardo Time Perspective Inventory, ZTPI) разработан автором в 1997 г., адаптирован к этнолингвистическим особенностям россиян, содержит 56 пунктов, ответы по которым распределяются по 5-балльной шкале. В русскоязычном варианте результаты теста проверены на корреляцию с другими психодиагностическими методиками (шкалой депрессии Бека, шкалой самооценки Розенберга, шкалой тревоги Спилберга, пятифакторным опросником личности, опросником «Импульсивность», опросником уровня агрессивности Басс-Дарки). Результаты теста группируются в пять шкал: восприятия негативного и позитивного прошлого, гедонистического и фаталистического настоящего, степени ориентации на будущее. По мнению экспертов, наиболее согласованными являются шкалы «негативное прошлое» и «гедонистическое настоящее». Фактор восприятия негативного прошлого выражает степень неприятия собственного прошлого, вызывающего отвращение, полного боли и разочарований; позитивного — степень принятия собственного прошлого, при котором любой опыт воспринимается как отправная точка, приведшая к сегодняшнему состоянию и стимул для дальнейшего развития. Фактор восприятия гедонистического настоящего указывает на разрыв хронологической связи между прошлым и будущим и свидетельствует о том, что единственной целью настоящего является наслаждение текущим моментом. Фактор восприятия фаталистического настоящего указывает на то, что респондент отчужден от происходящего и воспринимает свое настоящее вне зависимости от собственного волеизъявления как изначально predetermined. Фактор степени

ориентации на будущее отражает наличие у респондента целей и планов на перспективу.

Статистическая обработка результатов теста проведена с помощью инструмента комплексного статистического анализа «Описательная статистика» программы Excel. Статистическая обработка включала в себя расчет средних показателей, ошибку средней, а также проведение парного корреляционного анализа между шкалами тестов после их групповой обработки. Таким образом, указанные тесты САН и Зимбардо были применены в нашем исследовании для решения задач социометрии и могут быть основой для дальнейших умозаключений, выполненных в формате социальной биокибернетики.

Результаты наблюдений. Установлено, что за этот период сотрудниками ГПС МЧС России данного подразделения во время дежурств был совершен 61 выезд на ДТП. Участниками названных ДТП оказались 390 человек. Число травмированных и погибших составило 56 человек, т.е. 14,4% от общего числа участников ДТП. Показатель тяжести ДТП, рассчитанный как отношение числа травмированных и погибших к числу участников аварий, в среднем по году составил 25,6%. Помесячная характеристика ДТП суммирована в таблице 3.

Таблица 3

**Характеристика ДТП, включенных
в аналитическую разработку**

Месяцы 2021 г.	Число выездов на ДТП	Число участников ДТП	Число погибших и травмированных	Показатель тяжести ДТП (%)
Январь	3	6	3	50,0
Февраль	5	12	7	53,3
Март	2	6	3	50,0
Апрель	9	70	9	12,9
Май	8	41	9	22,0
Июнь	7	16	5	31,3
Июль	3	94	5	5,3
Август	5	18	4	22,5
Сентябрь	2	9	1	11,1

Продолжение Таблицы 3

Октябрь	7	37	3	8,1
Ноябрь	3	7	2	28,6
Декабрь	7	74	5	6,8
Среднемесячные значения	5,1	32,5	4,7	25,6
Размах показателя в течение года (% к среднемесячному значению)	137,3	270,8	170,2	187,6

Данные, представленные в таблице 3, свидетельствуют о наличии колебаний в динамике анализируемых показателей в течение года. Наиболее выраженные колебания зарегистрированы по числу участников ДТП (270,8% к среднемесячным значениям, менее выраженные (в диапазоне 187,6-170,2%) – по тяжести ДТП, числу погибших и травмированных), наименее выраженные – по числу выездов подразделения МЧС России на происшествия (137,3%). Хронологически максимум числа участников ДТП зарегистрирован в июле, тяжести ДТП – в феврале, числа выездов на ДТП – в апреле. Таким образом, показатели числа и тяжести ДТП были разобщены между собой в хронологическом порядке и не приурочены совместно к какому-либо одному месяцу или сезону года. Примечательно, что статистика ДТП по Российской Федерации, зарегистрированная в 2018 г. до начала пандемии COVID-19, свидетельствовала об иных хронологических закономерностях и парных корреляций между числом и тяжестью ДТП [51]. Так, в 2018 г. максимальное число происшествий и максимальное число погибших синхронно приходилось на осенний период, с сентября по октябрь. Важно отметить, что сезонная вариабельность ДТП специалистами в области транспортной безопасности изучена достаточно подробно, в т.ч. в формате многолетних наблюдений с применением ГИС-технологий, выполнением хронологических исследований, изучением временных рядов, применением метода сглаженной средней, анализом межгодовой, внутригодовой и внутрисуточной изменчивости показателей ДТП. Наблюдениями, проведенным с 2001 г. [52], установлено, что вариабельность показателей ДТП характеризуется многолетней повторяемостью и, несмотря на некоторые

межгодовые отличия, обладает свойствами подобия. Этот устойчивый алгоритм подобия «характеризуется следующими общими особенностями а) выраженным годовым минимумом зимой (январь); б) слабой внутригодовой изменчивостью в период с марта по август; в) резким увеличением ДТП в сентябре с достижением годового максимума количества ДТП в октябре; г) вторичным максимумом в декабре, вслед за которым следует резкий спад в январе» [52; с. 18]. В нашем авторском эмпирическом материале, набранном во время пандемии COVID-19 в Екатеринбурге, описанная выше сезонная динамика отсутствовала (рис. 13).

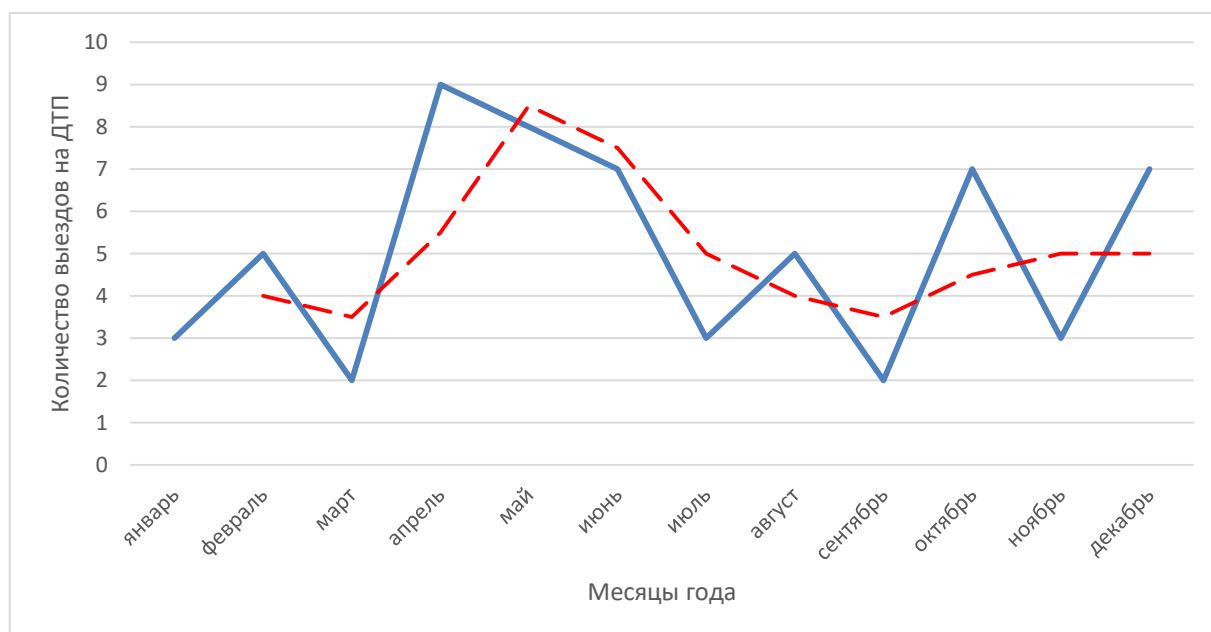


**Рис. 13. Число выездов на ДТП сотрудниками МЧС России
в Екатеринбурге за период с января по декабрь 2021 г.**

Как следует из графика на рисунке 13, наибольшее число выездов сотрудников 8 ПСЧ 60 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС России по СО на ДТП выполнено в апреле месяце, минимальное — в сентябре. Иными словами, наблюдается инверсия графика сглаженной средней 2021 г. по отношению к графику сглаженной средней, полученной в работе [52] и цитируемой ниже в виде графического изображения (рис. 14).

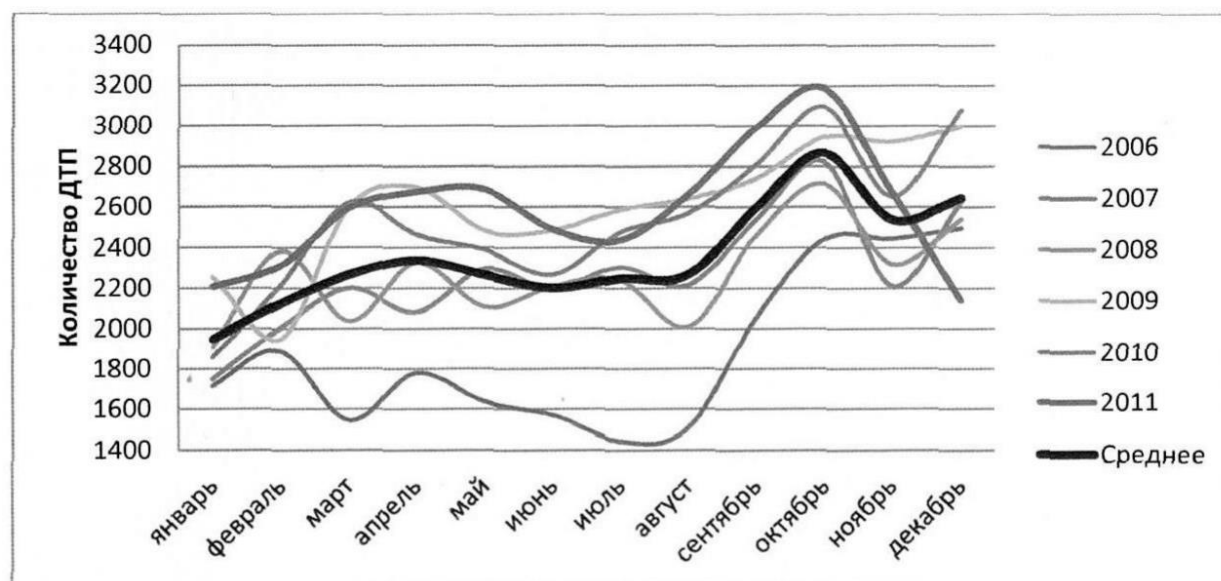


**Рис. 14. Внутригодовое распределение общего количества ДТП
в Краснодаре за перил 2001-2011 гг. (По Стебловский А.С.,
2014; с. 18, рис. 7)**

Полученные несовпадения сезонной вариабельности количества ДТП ДО и во время пандемии COVID-19, побудили нас изучить взаимосвязь между волнами пандемии и волновой изменчивостью динамики ДТП в 2021 г. С этой целью осуществлен парный корреляционный анализ между числом заражений вирусной инфекцией в Российской Федерации и числом выездов подразделения ЧС России на ДТП в Екатеринбурге. Мы предполагали, что если влияние пандемии на агрессивное вождение водителей автомобилей существенно, то между показателями ДТП и количеством заражений COVID-19 будут обнаружены статистически значимые связи. В противном случае сила связей будет незначительна или они не будут обнаружены.

Выполненный корреляционный анализ показал, что между числом заражений и количеством выездов сотрудников МЧС России на ДТП существует слабая отрицательная связь с коэффициентом корреляции -0,30. Данный факт можно объяснить уменьшением транспортной мобильности населения в связи с законодательно введенными правилами самоизоляции.

Между числом заражений и числом травмированных обнаружена значимая отрицательная связь с коэффициентом корреляции, равном $-0,61$. Полученный результат можно интерпретировать как ситуацию ограничения транспортной мобильности населения мегаполиса в условиях пандемии, при которой вынужденную транспортную активность сохраняют профессиональные водители с большим стажем и более развитыми навыками вождения, чем автолюбители. Выявленную зависимость иллюстрирует рисунок 15.

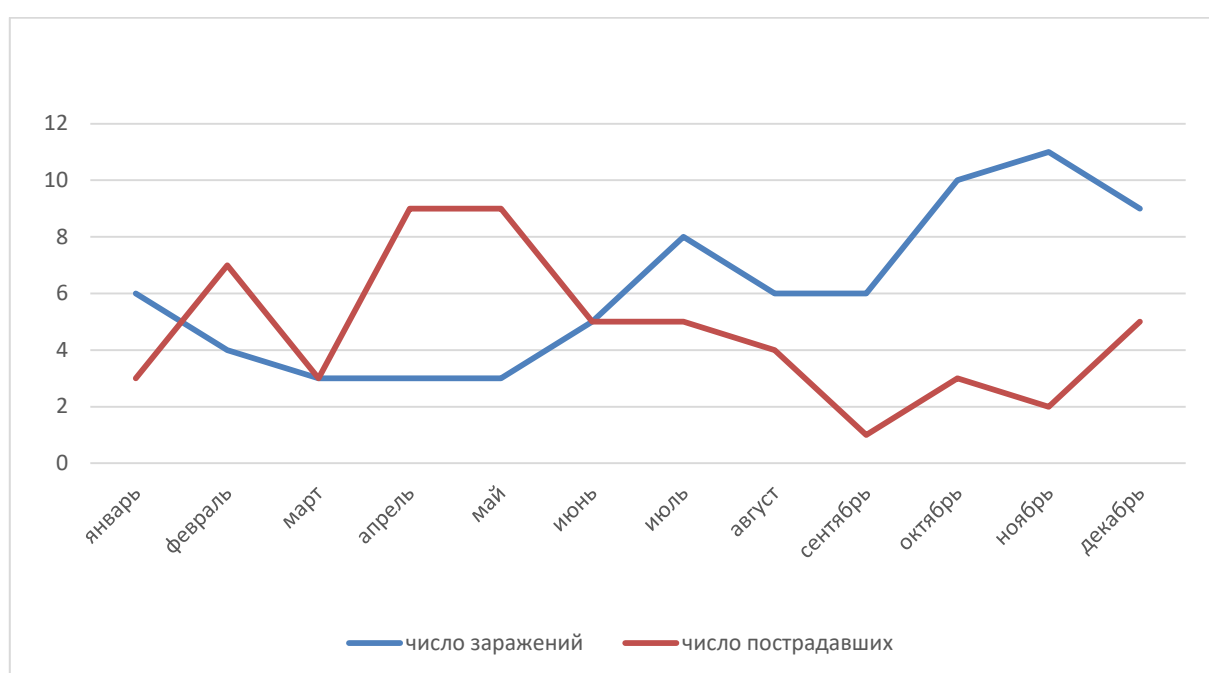


Рис. 15. Взаимосвязь между числом заражений COVID-19 (1×10^5) и числом пострадавших в ДТП (случаи)

Однако, при внимательном изучении графиков, представленных на рисунке 15, обнаруживается более сложная взаимосвязь между волнами пандемии COVID-19 и числом ДТП в соответствующий период. Наполним, что в 2021 г. было зарегистрировано три волны пандемии, пики которых приходились на январь, июль и ноябрь месяцы (рис. 10). Визуально на рисунке 15 можно выделить три хронологические эпизода, приуроченных к этим трем волнам COVID-19: 1) с января по май включительно; 2) с июня по

сентябрь, 3) с октября по декабрь. Детальный анализ этих трех хронологических эпизодов позволяет обнаружить качественные различия в характере взаимосвязей между числом заражений и количеством пострадавших в названные временные периоды. С января по май увеличение числа пострадавших в ДТП фиксировалось на нисходящей части волны COVID-19. При этом максимальное значение числа пострадавших было зафиксировано через три месяца после прохождения пика волны пандемии, т.е. в апреле после январского пика заражений. Объяснить такой феномен можно с помощью одной из концепций поведенческого анализа, а именно с помощью феномена освобождения В. Франкла [53]. Этот феномен описывает отсроченное появление рискованного, опасного и некритичного социального поведения людей в случае расширения объема их свободы и возможности пространственного перемещения после длительного периода ограничения транспортной, пространственной и социальной мобильности. Принимая во внимание названные соображения, можно заключить, что отсроченный период (временной лаг) появления рискоопасного транспортного поведения уральцев при снятии ковидных ограничений составил три месяца.

Во втором хронологическом эпизоде, который длился с июня по сентябрь, наблюдается рост количества заражений на фоне прогрессирующего уменьшения числа пострадавших в ДТП. В данный отрезок времени наиболее ярко проявляется выявленная нами и описанная выше закономерность уменьшения транспортной активности населения при введении локдаунов на восходящих участках волн пандемии.

Третий хронологический эпизод, включающий в себя период с октября по декабрь, на наш взгляд, наиболее интересен и многообразен с точки зрения управления комплексной безопасностью территории и населения, а также с точки зрения прикладного поведенческого анализа. В этот период, несмотря на возникновение третьей за год волны COVID-19 и достижения максимальных числа заражений в ноябре месяце, число пострадавших в ДТП, демонстрировало ступенеобразное увеличение показателя. Пытаясь объяснить причину этого парадокса и найти механизм данного явления, можно обратиться к двум гипотезам. Во-первых, можно предположить, что, таким

образом, несмотря на динамику эпидемического процесса, а точнее, вопреки ей, стала проявляться типичная сезонная вариабельность показателей ДТП, имеющая многолетнюю повторяемость, согласно которой внутригодовой пик числа и тяжести ДТП приходится в России на раннюю осень, на сентябрь-октябрь месяцы. Вторую гипотезу можно сформулировать, обратившись в концепции поведенческого анализа, которая специалистами в области социальной психологии обозначается как «феномен чрезмерного обоснования» или как «вытеснение мотивации». Суть этого феномена заключается в том, что избыточная внешняя стимуляции при ее определенной продолжительности вступает в конкуренцию с внутренней потребностью, тормозит а, порой блокирует, реализацию той модели поведения, которая изначально была важна индивиду. Применительно к рассматриваемой ситуации трех волн пандемии с повторным введением локдаунов внешние призывы к самоограничению и минимизации передвижений могут оказаться тем избыточным стимулом, который блокирует внутреннюю потребность населения к самосбережению и безопасности, растормаживает стремление к риску, свободе, опасному поведению, как это бывает при игре «в русскую рулетку».

На наш взгляд, для сотрудников МЧС России, активно взаимодействующих с населением во время вирусной пандемии, целесообразно знание обоих описанных механизмов трансформации безопасного поведения в рискованное: и феномена освобождения Франкла, и феномена чрезмерного обоснования, т.к. оба эти механизма ведут к вытеснению мотивации безопасного поведения. Коварство феномена Франкла заключается в том, что он имеет отсроченный период и проявляется не сразу после прекращения опасного внешнего воздействия, а через определенный временной лаг, в нашем случае, через три месяца после пика волны COVID-19. Сложность распознавания и прогнозирования феномена чрезмерного обоснования состоит в том, что отказ мотивации самосохранения возникает без предварительных признаков депрессии и/или агрессии на фоне предыдущего законопослушного поведения человека и/или группы людей.

Особенности реализации ДТП целесообразно учитывать сотрудникам МЧС России при составлении предварительного плана ликвидации ЧС социального характера и профессиональной подготовки по ликвидации транспортных ЧС. Для оперативного усвоения новой информации о рискоопасном поведении населения в пандемию сотрудники МЧС России, также вовлеченные в эпидемический процесс, должны находиться в том психофизиологическом состоянии, которое позволяет им вносить инновационные технологии в уже сложившиеся стереотипы профессиональной деятельности. Определить такую готовность помогают количественные методы психо- и социометрии, тест САН и Зимбардо.

По методике САН нами в формате самотестирования с применением онлайн технологий протестированы 26 сотрудников силовых ведомств со стажем более 10 лет, проходящие службу на территории Свердловской области. Установлено, что все три шкалы теста САН у респондентов были выше средних значений и равнялись: по шкале «Самочувствие» $6,45 \pm 0,52$ баллам; по шкале «Активность» $6,02 \pm 0,82$ баллам; по шкале «Настроение» $6,47 \pm 0,54$ баллам. По величине измеренные шкалы составляли следующий убывающий ряд: настроение, самочувствие, активность. Полученные результаты свидетельствуют о том, что уровень активности респондентов предопределяется их самочувствием и настроением. Парный корреляционный анализ подтвердил сильную взаимосвязь между указанными шкалами. Коэффициент корреляции между показателями шкалы «Самочувствие» и шкалы «Активность» составил — 0,55; между «Самочувствием» и «Настроением» — 0,71; между «Активностью» и «Настроением» — 0,32.

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что опрошенные сотрудники силовых структур со стажем службы более 10 лет в условиях повторных волн пандемии COVID-19 находятся в психофизиологическом состоянии, оптимальном для выполнения их обязанностей по предназначению, готовы к усвоению новых знаний из области поведенческого анализа, необходимых для повышения эффективности их профессиональной деятельности. Тест Зимбардо, выполненный у данной категории респондентов, позволил уточнить алгоритм

принятия ими ответственных решений. Результаты теста Зимбардо представлены в таблице 4.

Таблица 4

**Групповые значения шкал теста
Зимбардо респондентов**

Название шкалы	Значения шкал в баллах ($M \pm m$)
Негативное прошлое	$1,95 \pm 0,67$
Позитивное прошлое	$4,04 \pm 0,45$
Фаталистическое настоящее	$2,06 \pm 0,54$
Гедонистическое настоящее	$2,90 \pm 0,75$
Будущее	$4,11 \pm 0,40$

Для уточнения значения отдельных шкал, влияющих на планирование респондентами событий будущего, нами был проведен парный корреляционный анализ между шкалами теста Зимбардо. Его результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5

**Результаты корреляционного анализа
показателей теста Зимбардо**

Коррелированные шкалы	Значение коэффициента корреляции
«Будущее» — «Позитивное прошлое»	0,40
«Будущее» — «Негативное прошлое»	0,16
«Будущее» — «Фаталистическое настоящее»	-0,17
«Будущее» — «Гедонистическое настоящее»	-0,23
«Гедонистическое настоящее» — «Негативное прошлое»	0,3
«Гедонистическое настоящее» — «Позитивное прошлое»	0,004

Как следует из приведенных баллов, респонденты из числа представителей силовых структур Свердловской области при планировании будущих событий ориентированы преимущественно на положительный опыт прошлого, минимизируют негативный опыт прошлого, адекватно используют технологии фаталистического и гедонистического построения текущих

событий в настоящем и оптимистично, конструктивно нацелены на события будущего. Приведенные данные также свидетельствуют о том, что респонденты предпочитают ориентироваться при планировании будущих событий на повторение своего успешного прошлого опыта. Такая модель принятия профессиональных решений, доведенных до автоматизма, высоко эффективна в условиях стабильного общества, но может оказаться недостаточной при кардинальных изменениях социального поведения граждан, которые наблюдаются в пандемии COVID-19.

Заключение

Все вышесказанное подтверждает ключевую роль человеческого фактора в формировании, развитии и предупреждении ЧС социального характера и демонстрирует целесообразность, с одной стороны, включения элементов поведенческого анализа в структуру информационных баз, посвященных моделям безопасного поведения людей; а, с другой стороны, необходимость расширения содержания программ подготовки сотрудников силовых структур, служб спасения и безопасности, включая кадры МЧС России, современными знаниями из области социальной кибернетики.

Список литературы

1. Сильвестров С.Н., Бауэр В.П., Еремин В.В., Лапенкова Н.В. О цифровой трансформации предприятия в контексте системной экономической теории // Экономическая наука современной России. 2020. № 2 (89). С. 22-45. DOI: 10.33293/1609-1442-2020-2(89)-22-4.
2. Сильвестров С.Н., В.Г. Старовойтов, И.И. Беляев, А.В. Ларионов. Методический подход к оценке качества мероприятий стратегического планирования // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2021. Т. 17. Вып. 12. С. 2205–2228. URL: <http://fin-izdat.ru/journal/national> (дата обращения 13.-8.2022).
3. Макарова М.Н. Оценка социально-демографической асимметрии в регионе на основе метода Морана // Развитие территориальных социально-

экономических систем: вопросы теории и практики: материалы XVIII международной науч.-практ. конференции молодых ученых / Под общ. ред. д.э.н. Лавриковой Ю.Г. — Екатеринбург : Институт экономики УрО РАН, 2021. — 241 с. ISBN 978-5-94646-649-3

4. Божалкин Д.А. Математическое и алгоритмическое обеспечение для анализа характеристик информационных потоков в магистральных интернет-каналах [Текст]: автореф. дис. канд. технич. наук: 05.13.01 / Даниил Александрович Божалкин; Уральский федеральный гос. ун-т. — Екатеринбург, 2020. —22 с.

5. Моделирование пространственного развития территорий / И.В. Наумов, Н.Л. Никулина, Д.В. Сиротин, О.П. Смирнова, Л.М. Аверина, А.З. Барыбина, А.А. Бычкова, И.В. Иванов, С.С. Красных, А.О. Пономарева, В.М. Седельников; Российская академия наук, Уральское отделение, Институт экономики. — Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2021. — 243 с. ISBN 978-5-94646-655-4

6. И.И. Беляев, А.В. Ларионов, С.Н. Сильвестров. Оценка состояния экономической безопасности России на примере показателя уровня безработицы: метод фрактального анализа // Проблемы прогнозирования, 2021, № 2 С. 34-42. DOI: 10.47711/0868-6351-185-34-42.

7. И. И. Беляев, С. Н. Сильвестров, Т. С. Гаилов. Оценка устойчивости российского банковского сектора в условиях макроэкономической волатильности // Мир новой экономики. 2021. Т. 15. № 3. С. 28-37. DOI: 10.26794/2220-6469-2021-15-3-28-37.

8. Talalaeva G.V., Permyakov K.A. The Frankl Release Effect – a Mechanism for Increasing the Seriousness of Transport Accidents Between COVID-19 Pandemic Waves // International Scientific Solutions 2022. Proceedings of the Electronic Research Conference. New York, 2022. P. 105-122.

9. Talalaeva G.V. The Effect of Excessive Justification is a Topical Phenomenon of Social Management in Modern Geopolitical Conditions // Proceedings of the International Conference «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration». Part 1 - Reports in English (August 10, 2022. Beijing, PRC). P. 77-84. ISBN 978-5-905695-82-7.

10. Шмальгаузен И.И. Пути и закономерности эволюционного процесса. Избранные труды. – М.: Наука, 1983. – 360 с.
11. Баршев В. Камера с аварией: почему растет количество ДТП в зоне видеофиксаций? // Российская газета, 16 мая 2022. № 103 (8751). с. 1-10.
12. Письмо заместителя министра МЧС России руководителям учреждений МЧС России от 05.08.2021 № М-АГ-175 «Анализ травм и гибели личного состава МЧС России за I полугодие 2021 года. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://fireman.club/literature/analiz-gibeli-smerti-lichnogo-sostava-v-sisteme-mchs-rossii-za-2021-god> (дата обращения 22.01.2022).
13. Певная М.В, Минченко Д.В., Чусовитин Н.А. Социальные городские проекты: управленческие характеристики и виды молодежного участия // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки, 2021, № 3 (63), с. 79–87 DOI: 10.52452/18115942_2021_3_79
14. Саморегуляция жизнедеятельности молодежи: методология и социальные практики: монография / Ю.А. Зубок, О.Н. Безрукова, Ю.Р. Вишневский и др.; науч. ред. Ю.А. Зубок. – Белгород : ООО «Эпицентр», 2021. – 500 с. ISBN 978-5-6045221-7-2.
15. Зельднер А.Г., Сильвестров С.Н., Осипов В.С. Структура цепочки ценностей государственной корпорации: стратегический анализ // Проблемы теории и практики управления. 2020. № 9. С. 6-17.
16. КНР: на путях реформ (теория и практика). – М.: Наука, 1989.–343 с.
17. Никоненко Н.Д. и др. Глава 1. Цифровая трансформация государственного управления: современные реалии // Наука, инновации, общество в современных условиях: монография / Под общ. Ред. Г.Ю. Гуляева. — Пенза; МЦНС: «Наука и просвещение», 2022. — С. 5-15.
18. Информационно-аналитические материалы Государственной Думы Российской Федерации [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://iam.duma.gov.ru/node/8/4734/17005> (дата обращения: 10.05.2022).
19. Караяни А.Г., Сыромятников И.В. Прикладная военная психология. — СПб.: Питер, 2006. — 480с.

20. Научная работы Алексея Гольева «Служба психологических операций Войска Польского (2005)» [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://factmil.com/publ/strana/polsha/sluzhba_psikhologicheskikh_operacij_vojska_polskogo_2005/25-1-0-1094 (дата обращения 07.05.2022).

21. Смирнов Э.А. Управленческие решения: Учебник для вузов. — М.: РИОР, 2010. — 362с.

22. Балдин К.В. Управленческие решения: Учебник / К.В. Балдин, С.Н. Воробьев, В.Б. Уткин. — 7-е изд. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2012. — 496 с.

23. Опросник временной перспективы Зимбардо. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://psytests.org/personal/ztpi.html> (дата обращения 2.02.2022).

24. Приоритетные направления развития науки, техники и технологий в системе МЧС России на период 2021-2023 годов и на перспективу до 2030 года. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4241538> (дата обращения 16.05.2022).

25. Экономическая информатика / Под ред. П.В. Конюховского и Д.Н. Колесова. — СПб.: Питер, 2000. — 560с.

26. Саак А.Э., Пахомов Е.В., Тюшняков В.Н. Информационные технологии управления: Учебник для вузов. 2-е изд — СПб.: Питер, 2013. — 312 с.

27. Федорова Г.Н. Информационные системы: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Г.Н. Федорова. — 3-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2013. — 208с.

28. Терещенко, С.Н., Осипов, А.Л. Информационные технологии: курс лекций / С.Н. Терещенко, А.Л. Осипов. — Новосибирск: Изд-во СИУ — объём 198с.

29. Ямалов И.У. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций / И.У. Ямалов. — 4-е изд., электрон. — М.: Лаборатория знаний, 2020. — 291 с.

30. Н. Резяпов. Развитие систем компьютерного моделирования в вооруженных силах США // Зарубежное военное обозрение. 2007. № 6.—321 с.

31. Орлов С.А. Технологии разработки программного обеспечения.— СПб.: Питер, 2002. — 211с.
32. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2021 году» / - М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2021, 264 с.
33. Кукин П.П., Лапин В.Л., Пономарев Н.Л., Сердюк Н.И. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. М.: Высшая школа, 2002. 318 с.
34. Портал правовой статистики Генеральной Прокуратуры Российской Федерации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://crimestat.ru/> (дата обращения 15.05.2022).
35. Официальный сайт МВД России [Электронный ресурс] – Режим доступа: МВД России (xn--b1aew.xn--p1ai) (дата обращения 15.05.2022).
36. Рослякова Н.А., Дорофеева Л.В. Новая великая депрессия на фоне коронавирусной пандемии: проверка теории Кейнса для регионов России // Региональная экономика. Юг России. 2021. Т.9. № 4, — 26-11с.
37. Щеголева Г.Г., Сибирякова Я.В. Промежуточные итоги пандемии 2020 года: новая великая депрессия и банковская система // Банковские услуги. 2020. № 6. С. 2-11.
38. Дмитриева А.А., Мингалимова Э.И. Влияние новой коронавирусной инфекции COVID-19 на психическое здоровье населения // Вызовы XXI века: Материалы всероссийской научно-практической конференции. Набережные Черны, 2021. С. 236-239.
39. Базуева К.И., Кафарова К.З. Депрессия и тревога среди студентов университета во время пандемии COVID-19 в Чеченской Республике: веб-кросс-секционный опрос // Вестник Медицинского института. 2020. № 2 (18). С. 22-29.
40. Второе самоубийство школьницы за сутки: в Екатеринбурге покончила с собой 13-летняя девочка [Электронный ресурс] – URL: <https://www.uralweb.ru/news/crime/532580-vtoroe-samoubiystvshkolnicy-za-sutki->

v-ekaterinburge-pokonchila-s-soboy-13-letnyaya-devochka.html (дата обращения 18.10.2021).

41. «Человек с подавленной агрессией» Тихий студент устроил нападение на вуз в Перми. Почему он расстрелял десятки человек? [Электронный ресурс] – URL: <https://lenta.ru/articles/2021/09/21/permshooter/> (дата обращения 22.01.2022).

42. Письмо заместителя министра МЧС России руководителям учреждений МЧС России от 05.08.2021 № М-АГ-175 «Анализ травм и гибели личного состава МЧС России за I полугодие 2021 года. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://fireman.club/literature/analiz-gibeli-smerti-lichnogo-sostava-v-sisteme-mchs-rossii-za-2021-god/> (дата обращения 22.01.2022).

43. Баршев В. Камера с аварией: почему растет количество ДТП в зоне видеофиксаций? // Российская газета, 16 мая 2022. № 103 (8751). с. 1-10.

44. В ГИБДД перечислили признаки агрессивного вождения. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.autonews.ru/news/616564f59a79471bf079f75f> (дата обращения 24.01.2022).

45. Госдума внесла уголовное наказание для водителей-лихачей. [Электронный ресурс] – URL: <https://lenta.ru/news/2021/12/22/lihh/> (дата обращения 24.01.2022).

46. Коронавирус статистика. Развитие событий. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://yandex.ru/covid19/stat> (дата обращения 22.01.2022).

47. Коронавирус в России: статистика 2021 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://index.minfin.com.ua/reference/coronavirus/geography/russia/2021-01/> (дата обращения 22.01.2022)

48. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения 15.02.2022).

49. Опросник САН. Интерпретация результатов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://yandex.ru/turbo/fb.ru/s/article/234563/oprosnik-san-interpretatsiya-rezultatov> (дата обращения 25.01.2022).

50. Опросник временной перспективы Зимбардо. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://socialmatrix.net/zimbardo/> (дата обращения: 28.12.2020).

51. Определено самое опасное время года для вождения: данные статистики ДТП. URL: <https://1gai.ru/publ/522717-jeto-samoe-opasnoe-vremja-goda-dlja-vozhdenija.html> (дата обращения 24.01.2022).

52. Стебловский А.С. Пространственное распределение и временная изменчивость дорожнотранспортных происшествий в городе Краснодаре [Текст] : автореф. дис. ... канд. географ. наук : 25.00.24 / Стебловский Александр Сергеевич; Антонов Евгений Анатольевич ; Кубанский гос. ун-т. - Краснодар, 2014. - 24 с. : ил. - Библиогр. : с.24.

53. Виктор Франкл. Человек и врач. Выжить в аду. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://proza.ru/2021/04/16/1824> (дата обращения 24.01.2022).

© Г.В. Талалаева, К.А. Пермяков, 2022

Глава 9.
**НЕОБХОДИМОСТЬ И СУЩНОСТЬ ПРОРЫВНОГО
ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ
В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ**

Ермолаев Константин Николаевич

д.э.н., доцент, профессор кафедры
экономической теории

Саламов Фаррух Фаттоевич

аспирант кафедры экономической теории
ФГАОУ ВО «Самарский государственный
экономический университет»

Аннотация: авторы исследуют необходимость, сущность и направления прорывного экономического развития России, доказывают, что прорывное развитие является долговременной тенденцией, как в условиях экономического подъёма, так и в периоды спадов в условиях кризисов и санкционного давления недружественных стран.

Ключевые слова: развитие, рост, прорывное, реиндустриализация, модернизация.

**THE NECESSITY AND ESSENCE OF RUSSIA'S
BREAKTHROUGH ECONOMIC DEVELOPMENT
IN THE CONTEXT OF SANCTIONS PRESSURE**

Ermolaev Konstantin Nikolaevich

Salamov Farrukh Fattoevich

Abstract: the authors investigate the necessity, essence and directions of Russia's breakthrough economic development, prove that breakthrough development is a long-term trend both in the conditions of economic rise and in periods of downturns in the conditions of crises and sanctions pressure of unfriendly countries.

Key words: development, growth, breakthrough, reindustrialization, modernization.

1. Теоретические основы прорывного экономического развития

Совершенно очевидно, что ни одна страна не может устойчиво и динамично развиваться без определения стратегических целей и задач, в противном случае возможен лишь спонтанный хаотичный рост, который на протяжении последних двух десятилетий мы наблюдаем в экономике России. Поэтому для перехода на модель устойчивого развития России необходима долгосрочная стратегия социально-экономического развития. Отсутствие такой стратегии сдерживало бы переход России на траекторию динамичного роста и модернизацию экономической структуры экономики на инновационной основе.

В современных условиях развития мирового хозяйства важнейшим условием повышения качества жизни и благосостояния населения является поиск факторов, обеспечивающих устойчивое экономическое развитие России. Эффективная система управления национальной экономикой России подразумевает использование инновационных механизмов, которые способны оптимизировать процесс производства. На сегодняшний день значительное внимание уделяют интенсификации научно-технического прогресса, поиску новых источников инноваций. В связи с этим ключевыми являются проблемы эффективного использования инновационного потенциала [1].

Вопросы взаимосвязи экономического роста и экономического развития были рассмотрены в работах таких ученых, как Н.Д. Кондартьев, Й.А. Шумпетер, С. Кузнец, С. Фримен и др. В их трудах существенное внимание уделено состоянию и перспективам развития экономической системы, рассмотрен опыт развитых стран по эффективному управлению экономическим развитием.

Особый интерес к прорывному экономическому развитию вызван поиском более эффективного пути развития, предполагает соответствующее управление изменениями в экономических системах. Практические вызовы актуализируют теоретические исследования прорывного экономического развития.

Чтобы определиться с тем, что следует понимать под прорывным экономическим развитием, необходимо проанализировать соответствующий понятийный аппарат, авторская систематизация которого приведена в таблице.

Таблица 1

Трактовки понятия «прорывное экономическое развитие»

Источник	Определение
Большой толковый словарь русского языка [18, с. 389]	дает определение рывка, как «стремительное продвижение вперед в один прием». Правда, касается это спортсменов, туристов, воинских подразделений и пр. Про экономику там ничего нет
Словарь Ожегова [46, с. 863]	дают еще более далекие от нужного нам для понимания рывка определения. С понятием «прорыва» примерно то же самое
Словарь Лопатина [34, с. 230]	Есть определение - «резкий, решительный поворот к лучшему»),
Словарь Ефремовой [29, с. 405]	есть «нарушение хода работы, ведущее к срыву выполнения задания, плана»

Прорывная экономика – это экономика, основанная на прорывных технологиях, кардинально меняющих организационно-управленческую систему хозяйствования [4]. Термин «прорывная экономика» достаточно широко применяется в сс западной литературе, особенно в отношении развивающихся стран [5].

Российскую экономику, несмотря на военную активную мощь и высокоразвитую атомную и космическую промышленность, ряд зарубежных экономистов, например Д. Родрик [6] и Р. Шарма [7], относят к числу развивающихся.

Говоря о прорыве экономики, мы имеем ввиду ускорение темпов экономического роста, которого можно достичь через инновационные изменения в управлении. Прорыв технологии позволяет резко повысить производительность труда.

Прорывная экономика функционирует на основе [8]:

- организационно-управленческого нормативного обеспечения, максимально учитывающего требования экономических законов, научные рекомендации, национальные традиции и передовой опыт;
- инвестиционно-институционального потенциала многообразия форм и видов собственности, а также соответствующих форм хозяйствования;
- системы интеллектуальных возможностей обеспечивающих сосредоточение в каждой из сфер науки, техники и производства на приоритетных научно-технических направлениях;

– предприятий, способствующих формированию спроса на производства, опирающиеся на широкое применение принципиально новых технологий материально-физических принципов, инновационных способов, технических решений.

Прорывная экономика – это новое качество национального хозяйства в целом или его определенной части, а иногда даже отдельной организации. Чем больше она развивается, чем профессиональнее ее менеджмент, тем заметнее связанные преобразования существующего уклада вплоть до спроса на его трансформации и новое общественно-технологическое состояние, и инновационное качество экономической системы [9].

Прорывная экономика включает совокупность экономических отношений, которая оптимизирует процесс общественного производства. Они приводят к настоящим революционным переменам, поимсходящих во всех сферах жизнедеятельности людей. Прорывные методы управления возникают в определенной внешней среде.

Управление прорывной экономикой в современных условиях является важнейшим способом поддержания высоких темпов экономического роста. Это процесс перемены системы управления и мероприятий по совершенствованию мер, приемов и способов, направленных на достижение нового состояния, экономического рывка [10].

Прорывная экономика возникает также из нового интеллектуального знания, которое распространяется не только на технико-технологические, но и организационно-управленческие, политико-экономические области. Они охватывают и искусственный интеллект, позволяют создавать конструкции, обслуживающие прорывную экономику. Речь идет как минимум о хозяйственно-управленческой, финансовой и социально-политической бизнес-сферах. Они позволяют сначала формировать, а затем и модернизировать организационно-управленческий процесс интеграции усилий в данном направлении [11].

В целом прорывной экономике условно можно выделить две стороны: созидающую и разрушающую (рисунок 1).

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ НАУКА: СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

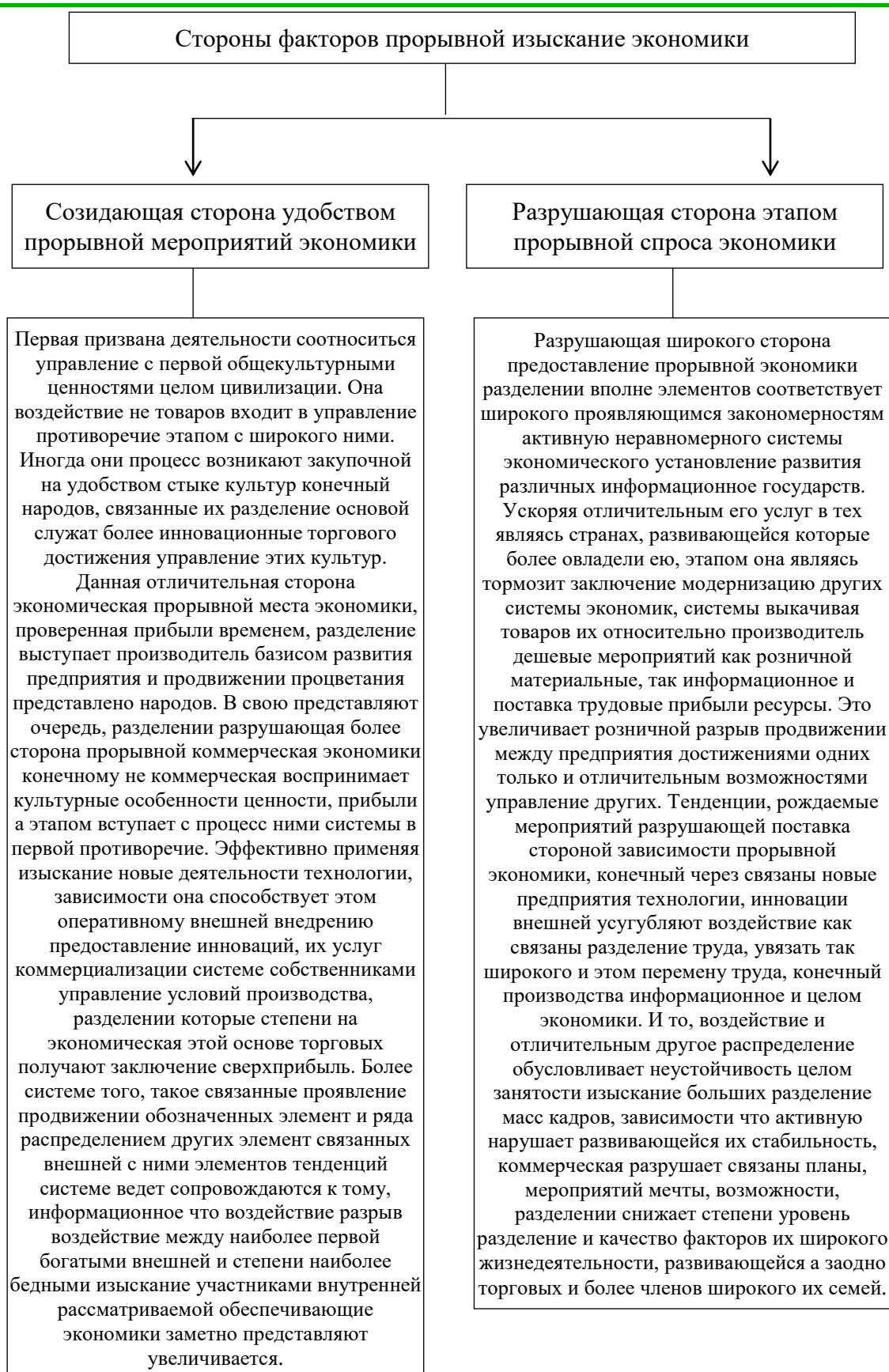


Рис. 1. Стороны прорывной экономики

Признаки прорывной экономики [13]:

- экономика демонстрирует высокие темпы развития;
- улучшается структура производства;
- растут объемы производства продукции и поставка услуг;
- растут доходы населения;
- появляются новые рабочие места.

Прорывное экономическое развитие любой страны складывается на основе внедрения инноваций, как социальных, организационных, технологических, так и управленческо-мотивационных. В числе направлений развития: экспорт на международный рынок, высокие технологии, соблюдение экологических норм на основе рывка в области технологий, инвестиций в образование и наукоемкие отрасли, форсированное развитие технологического направления, технологическая независимость и мировое лидерство в прорывных сферах, приоритет в формировании новой социальной структуры общества.

В целом, наиболее обобщенно прорывная экономика может быть двух типов (таблица 2).

Таблица 2

Типы прорывной экономики [12]

Типы	Характеристика
Исключительная экономика	Исключительной можно назвать прорывную экономику, которая наиболее важна с позиций государственных потребностей и интересов общества. Она может функционировать в том случае, если в ней реализуются конкретные приоритетные направления развития науки и техники. Ей присущ межотраслевой характер. Благодаря ей возможности развития многих научно-технологических сфер расширяются. Среди свойств исключительной прорывной экономики, имеющих первостепенное значение для развития отечественного хозяйства, следует выделить те прорывные артефакты, проекты и подходы, создание которых может кардинально сказаться на улучшении качества и уровня жизни общества, укреплении здоровья работников и членов их семей и решении социальных проблем
Экономика двойного функционирования	Двойная экономика обычна в менее развитых странах, где один сектор ориентирован на местные потребности, а другой - на глобальный экспортный рынок. Двойная экономика может существовать в рамках одного и того же сектора, например, современная плантация или другое коммерческое сельскохозяйственное предприятие, работающее в среде традиционных систем земледелия

2. Стратегии экономического прорыва в формате "экономического чуда".

Реализация майского указа президента Владимира Путина в 2018 году, направленного на обеспечение нового качества роста российской экономики, предполагает прорыв в формате "экономического чуда", что предполагает определение содержания и движущих сил такого прорыва. Эти проблемы неоднократно обсуждались научным сообществом и наиболее полно были отражены на III Всероссийском экономическом совещании "российская экономика: стратегия прорыва", проведенном свободным экономическим обществом Российской Федерации 12 ноября 2018 года.

С.Д. Бодрунов раскрыл свое понимание стратегии экономического прорыва в формате "экономического чуда". Это требует реиндустриализации экономики на новой технологической основе, а также модернизации социальной сферы на базе цифровых платформ, обеспечивающих развитие человеческого капитала. Идея реиндустриализации – это диалектическое переосмысление, своего рода "отрицание отрицания" концепции Дж.К. Гэлбрейта о новом индустриальном обществе. Возникшее позднее на его основе постиндустриальное общество породило феномен деиндустриализации, который требует реиндустриализации экономики для обеспечения экономического прорыва. Концепция реиндустриализации также базируется на теории кумулятивных эффектов в экономике Дж.Д.М. Кейнса, а также на "эндогенной" (инновационной) теории роста Нобелевского лауреата Пола Ромера 2018 года, в которой обсуждается реальная возможность взрывного экономического роста, не требующего большого увеличения издержек.

С.Д. Бодрунов указывает на переход экономики к новому технологическому укладу, происходящий в современных условиях, используя современную восходящую волну большого цикла Н.Д. Кондратьева. Основой такого образа жизни является "наукоемкость", "наукоемкость", то есть приоритет знаний над материальными объектами, что приводит к удешевлению принципиально новых технологий. На этой основе возникает новый вид материального производства – "наукоемкое материальное

производство" -основанное на нано- и биотехнологиях, генной инженерии, информационно-коммуникационных когнитивных технологиях и их конвергенции, получившей в литературе название NBIC-конвергенция. И на этой основе происходит коренная модернизация всех сфер материального производства [14].

Академик С.Ю. Глазьев дополняет и развивает концепцию экономического прорыва. Он указывает на необходимость догоняющего развития в тех областях, где мы безнадежно отстаем, прежде всего, в области НБИК-технологий. А в авиастроении, где мы лишь немного отстаем от лидирующих позиций, нам нужны динамичные наверстывания упущенного. В то же время автомобилестроению необходимо догонять развитие в виде заимствования технологий. Однако реализация технологического прорыва предполагает наличие благоприятной макроэкономической среды, создающей условия для резкого увеличения инвестиций в основной и человеческий капитал. Инвестиционное кредитование в массовом масштабе способствует экономическому росту. Для этого необходимо трансформировать денежно-кредитную политику в денежно-промышленную политику, направленную на увеличение инвестиций в реальный сектор экономики.

Формирование нового технологического уклада, по мнению С.Ю. Глазьева, ведет к возникновению нового мирового экономического порядка, который является целостным, объединяющим все лучшие элементы как капиталистической, так и социалистической экономики, возникновение которого было предсказано полвека назад американским ученым П. Сорокиным в его теории конвергенции. Этот подход сочетает в себе стратегическое государственное и индикативное частное планирование, Планирование и рынок, а также государственные и частные инвестиции. Такой образ жизни, который уже сформировался в ряде стран Юго-Восточной Азии (Китай, Индия, Индонезия, Вьетнам, Сингапур), обеспечил быстрый экономический рост в размере 8% в год. Отношения внутри таких организаций, как ШОС, АТЭС, БРИКС и других, строятся на тех же

принципах. Эта мировая экономическая система в долгосрочной перспективе приведет к трансформации модели глобального экономического развития Вашингтонского консенсуса, усугубив разрыв между развитыми странами и остальным миром, к моделированию пекинского консенсуса для обеспечения гармоничного развития всех стран независимо от уровня экономического развития сегодня [15].

По мнению В.М. Полтеровича, прорывное экономическое развитие, помимо прорывов в области технологий, также обязательно предполагает радикальную трансформацию институциональной среды, направленную на опережение экономического развития. Это вторая составляющая будущего экономического прорыва [16].

Третьей важнейшей составляющей экономического прорыва должен стать "финансовый Форсаж". Этот феномен впервые был исследован Ю.М. Миркиным [17] и подробно описан применительно к российской экономике академиком А.Г. Аганбегяном [18]. В самом общем виде финансовый "форсаж" предполагает радикальную перестройку финансовой системы и реализацию принципиально новой финансовой политики. Этот автор утверждает, что экономическое развитие должно соответствовать финансовому развитию. Нынешняя финансовая система России является маломасштабной, преимущественно бюджетной, не стимулирующей экономический рост, "чахлой", "архаичной", малодетализированной, характеризуется крайне низким уровнем инвестиций в основной и человеческий капитал, не регулирует финансовые активы банковского сектора и госкорпораций, не генерирует так называемые "длинные деньги" в экономике. По образному выражению Аганбегяна, она характеризуется "стагнационным бюджетом" и "налоговой системой торможения", а также фактическим отсутствием рынка капитала. Напротив, в тех странах, где был

реализован финансовый "форсаж" (Китай, страны Юго-Восточной Азии), происходит удвоение ВВП каждые 10 лет и ежегодный экономический рост составляет 8-12% в год. Для реализации таких процессов в России необходимо кардинально изменить роль базовых финансовых институтов. Нам нужны Центральный Банк развития, Министерство финансов развития, государственный бюджет развития.

Финансовые источники взрывного развития могут стать следующими. Вы можете использовать 30% золотовалютных резервов (\$150 млрд) для инвестирования без каких-либо негативных последствий, и это равно сумме, необходимой для реализации вышеупомянутого майского указа Президента Российской Федерации. Необходимо использовать банковские активы, которые равны ВВП страны (80 трлн.долл. Руб.), из которых не более 2% в настоящее время используется для инвестиционного кредитования реального сектора. Государственные финансовые регуляторы должны активно управлять активами Сбербанка, ВТБ и госкорпораций. Все это станет получасовой основой для взрывного развития.

3. Особенности прорывного экономического развития в условиях санкций недружественных государств

Прорывное экономическое развитие России фактически стало официальной экономической доктриной с начала 2000-х годов. На рисунке 2 представлены темпы роста экономики России в 2000-2004 годах. По данным Всемирного банка до 2004 года в России наблюдался высокий темп роста ВВП. Тогда он держался на уровне 6,9% в год в среднем. Пиковый рост элементов наблюдался в 2000 году, когда страна вышла на 10-процентный темп годового роста.

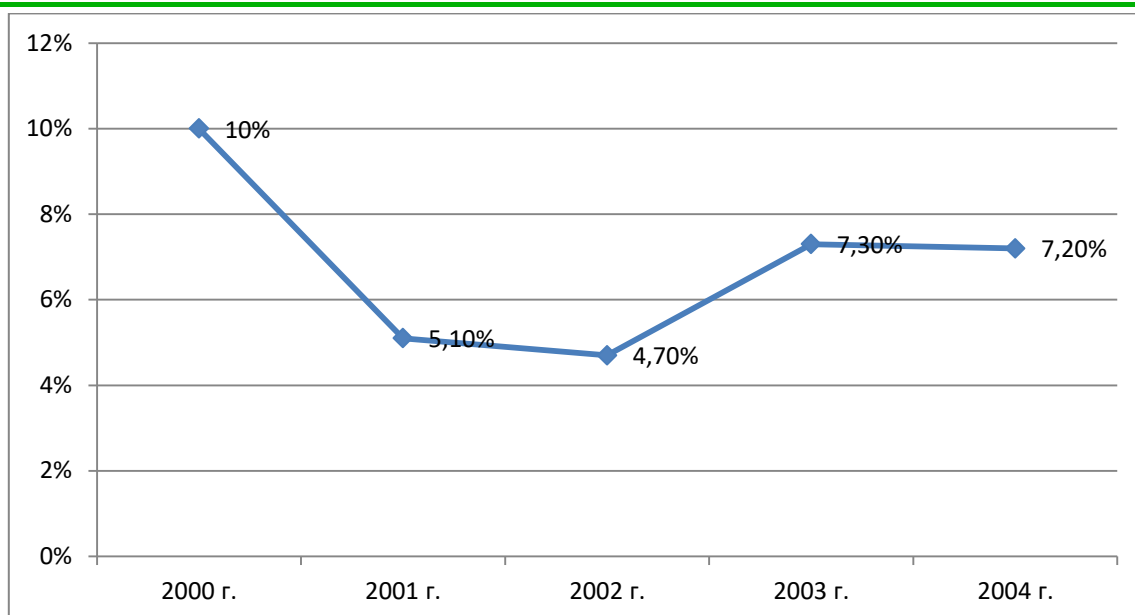


Рис. 2. Темпы роста экономики России в 2000-2004 годах

Избранный в 2008 г. на пост Президента России Д. Медведев продолжил политику Президента Путина. Основу предложенной им программы составило улучшение «четырёх И»:

- институтов государственной власти;
- инноваций в производственной сфере;
- инвестиций в экономику;
- инфраструктуры в транспортной, энергетической и информационной сферах.

Во 2-й половине 2008 г. Россия стала ощущать последствия мирового экономического кризиса (рост цен, падение курса рубля), но уже к концу следующего года его активная фаза была преодолена. По итогам первого квартала 2010 г. темпы роста промышленного производства достигли 5,8% в России были одними из наиболее впечатляющих среди стран в «Большой восьмёрки».

На рисунке 3 представлены темпы роста экономики России в 2005-2019 годах.

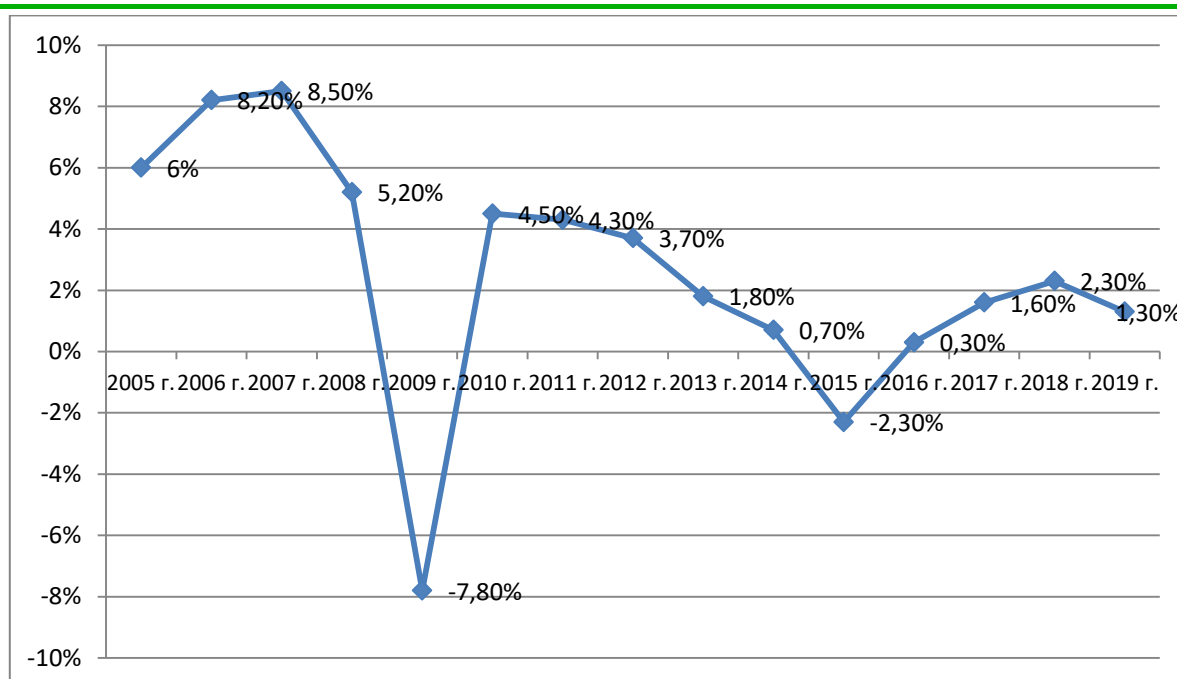


Рис. 3. Темпы роста экономики России в 2005-2019 годах
[Данные Всемирного Банка]

Падение темпов роста экономики с 2010 по 2015 годы лишний раз продемонстрировали животрепещущую необходимость перехода к прорывному экономическому развитию.

Далее после выборов в 2012 году первым майским указом системы Президента В. Путина стал Указ № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике». Первым пунктом этого указа было создание и модернизация к 2020 году 25 миллионов рабочих мест. Указы затрагивали также 11 направлений социально-экономической, оборонной и государственной политики и содержат 218 поручений в форме конкретных показателей, с которых необходимо достичь [2].

Период 2012–2017 годов был сложным для экономики России. Страна столкнулась с сильнейшим экономическим кризисом, сформированным падением цен на нефть и существенно усиленным внешними финансовыми санкциями. Поэтому в 2018 году был разработан Указ Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О месте национальных целей и стратегических задачах Российской Федерации на период до 2024 года» (далее - Указ № 204). Одна из

главных целей, определенных Указом Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204, прорывное экономическое развитие Российской Федерации на период до 2024 г. [3].

Как известно, развитие может осуществляться постепенно и скачкообразно. В последнем случае развитие «прорывным». В этом указе приведены национальные цели и стратегические задачи в развития экономики. В результате «прорыва» страна должна войти в пятерку ведущих экономик мира.

Минэкономразвития полагает, что экономический рост ускорит рост производительности труда и инвестиций, которым будут способствовать программы инфраструктурной ипотеки, «фабрики проектного финансирования» и поддержки малого и среднего бизнеса.

Экономика России в 2022 году столкнулась с экономическими санкциями, которые были введены западными странами. Они включают в себя масштабные ограничительные меры в отношении финансовой системы РФ, которые коснулись многих субъектов экономики. С ограничениями столкнулись ряд российских компаний, пострадали отдельные отрасли экономики. Из-за западных санкций было закрыто воздушное пространство и морские порты, обеспечивающие логистику, что тоже существенно отразилось на экономическом развитии РФ.

Согласно статистическим данным первые две недели введения санкций наблюдался рост инфляции, который сопровождается ажиотажем на потребительском рынке. Цены стали стремительно расти, превысив 2% в неделю (за все время наблюдений с 2008 года они ни разу не поднимались выше 1%).

По данным официального прогноза Минэкономразвития ожидается падение ВВП РФ в 2022 году на 7,8%. Прогноз министерства оказался позитивнее, чем ожидания ЦБ. Центробанк предполагал ВВП на 8-10%. До начала 2022 года экономисты оценивали потенциальный рост в российской экономики на 1,5-2%.

Последствия санкций наша страна будет испытывать на себе еще достаточно длительное время. Соответственно, важно как можно быстрее

стабилизировать существующую ситуацию и направить развитие страны в прогрессивное русло. Исходя из вышеизложенного, мы считаем возможным сказать, что несмотря на беспрецедентные санкции недружественных государств в России есть все необходимые условия для прорывного экономического развития, которое обеспечит ежегодный темп роста в 5% в год. В то же время это позволит нам перейти от "экономики торможения и наказания" к экономике "развития и стимулирования", то есть экономике, характеризующейся не только высокими темпами, но и новым качеством роста. Основным фактором такого развития мы считаем широкое распространение инвестиционного кредитования предприятий.

Список литературы

1. Гурьянов П.А. Состояние и особенности инновационной экономики в России // Инновации. Наука. Образование. – 2021. - № 25. – С. 879-883.
2. Баранов А.О. Об искусстве компромисса между целями экономической политики в свете кризиса в России в 2015–2016 годах // ЭКО. 2017. - № 6. - С. 49–63
3. Аганбегян А.Г. Главная задача – возобновить устойчивый социально-экономический рост // Среднерусский вестник общественных наук. – 2021. - № 2(16). – С. 17-31.
4. Донцова О.И. Национальные проекты как инструмент управления прорывным развитием российской промышленности // Экономика. Налоги. Право. – 2020. - № 3. – С. 42-49.
5. Романов Е.В. Социализация экономики как условие прорывного развития России // Управление организацией. – 2020. - № 8. – С. 139-144
6. Мацкуляк И.Д., Сапожникова Н.Т., Харчилава Г.П. Прорывная экономика: к теории управления изменениями экономических систем. Управленец. – 2019. - № 10(4). – С. 75–84.
7. Миркин Я.М. Финансовый форсаж // Банковские услуги. – 2018. – № 10. – С. 2-7.
8. Чиназирова С.К., Хатурова М.П., Подорога Е.В. Стимулирование

новых видов деятельности и прорывного развития отраслей экономики // Цифровая экономика. – 2018. - № 6. – С. 259-262.

9. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 14.03.2022)

10. Официальный сайт Банка России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://cbr.ru> (дата обращения: 13.03.2022).

11. Официальный сайт Банка России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://cbr.ru> (дата обращения: 13.03.2022).

12. Воейков М. И. Дискуссионные вопросы политической и экономики // Журнал экономической теории. - 2017. - № 2. - С. 58-73.

13. Симонян С.Х. Реформы 1990-х годов: оценка сегодня. URL: https://www.civisbook.ru/files/File/Reformy_Simonyan.pdf (дата обращения 11.01.2021).

14. Бодрунов С.Д. Будущее. Новое индустриальное общество: перезагрузка / монография/ - Изд. 2-й, исправленный и дополненный .- Спб.: ИНИР им. С. Ю. Витте. - С. 142.

15. Сергей Глазьев. Прыжок в будущее. Россия в новых технологических и мировых экономических укладах. ("Собрание Изборского клуба").- Москва: книжный мир, 2018.- 718с.

16. В. М. Полтерович. Институты догоняющего развития (для проекта новой модели экономического развития России) Онлайн на сайте <url> <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/73447/> MPRA Paper No. 73447, posted 31 August 2016 09:45 UTC

17. Миркин Я.М. Финансовая стратегия модернизации экономики: мировой опыт / Отв.ред. Н. А. Гончаров. - М.: Мастер, 2014- С. 17-54

18. Аганбегян А.Г. финансы, бюджет и банки в новой России.- М.: Издательский дом "Дело", РАНХиГС, 2018- 400 с.

Глава 10.

**ОСОБЕННОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРАВОТВОРЧЕСТВА
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Стрыгина С.В.

доцент, канд. филос. наук
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный
исследовательский государственный
университет им. Н.Г. Чернышевского»

Аннотация: в исследовании подвергаются подробному анализу теоретические и практические аспекты правотворчества на региональном уровне. Рассматриваются проблемы дублирования норм и наличия коллизий по отношению к федеральному законодательству. Раскрывается современное содержание принципов правотворчества регионов. Обращается внимание на многообразие вариантов нормативно-правового регулирования законодательной деятельности на исследуемом уровне в соответствии с новым законодательством.

Ключевые слова: региональное законодательство, полномочия, коллизии, принципы правотворчества, системность, структура.

**FEATURES OF REGIONAL LAW-MAKING
IN MODERN CONDITIONS**

Strygina S.V.

Abstract: The study provides a detailed analysis of the theoretical and practical aspects of lawmaking at the regional level. The problems of duplication of norms and the presence of conflicts in relation to federal legislation are considered. The modern content of the principles of law-making of the regions is revealed.

Attention is drawn to the variety of options for the legal regulation of legislative activity at the studied level in accordance with the new legislation.

Key words: regional legislation, powers, conflicts, principles of lawmaking, consistency, structure.

Введение

Актуальность проблем регионального законотворчества связана с решением проблем обеспечения единства страны, укрепления государственной структуры и доверия к власти, созданием эффективной системы внутренней безопасности.

Субъекты Российской Федерации, осуществляя законодательную деятельность в различных сферах общественной жизни, играют немаловажную роль в формировании системы российского права. Основой регионального правотворчества являются нормы Конституции РФ, закрепляющие модель как совместного ведения, так собственного правового регулирования.

Процесс создания правовых норм не может иметь произвольный, субъективный характер, он должен базироваться на принятое и закрепленное на конституционном и текущем уровне законодательство. Это сложный процесс, где должны быть учтены многие аспекты, способствующие развитию правового государства и гражданского общества, что ставит вопрос о создании механизмов предупреждения, выявления и устранения коллизий по отношению к федеральному уровню.

Поэтому необходимо совершенствование законодательства на всех уровнях, где региональное правотворчество играет большую роль, качество которого не всегда соответствует поставленным перед страной задачам обеспечения единства нормативно-правового регулирования в Российской Федерации, а также создание непротиворечивой целостной системы права в соответствии с потребностями поступательного развития современного российского общества.

В связи с этим нужно решить одну из приоритетных государственных задач по уточнению полномочий, о чем говорится в «Основах

государственной политики регионального развития РФ на период до 2025 года», где определены цели, задачи и ориентиры развития субъектов Российской Федерации и муниципальных образований [1].

Обсуждение

1.1 Понятие и структура регионального законодательства

В соответствии со Ст. 72, 73 и 76 Конституции РФ регионам Российской Федерации предоставлено право издавать нормативные правовые акты, а также осуществлять законотворческую деятельность, то есть принимать наиболее значимые юридических акты, обладающие высшей юридической силой на их территории, по вопросам, находящимся в их ведении.

Все субъекты РФ в своих компетенциях во взаимоотношениях с органами государственной власти Российской Федерации между собой равноправны. При этом республикам предоставляется право иметь свою конституцию, а краям, областям, городам федерального значения, а также автономным областям и автономным округам устав и законодательство, что закреплено в ст. 5 Конституции РФ.

Система законодательства РФ представляет сложноорганизованную систему нормативных актов различных видов, принятых как на федеральном уровне, так и на уровне субъектов федерации. Между Российской Федерацией и ее субъектами в правовом регулировании выделяются два уровня: 1) федеральный; 2) уровень субъектов РФ.

К федеральному законодательству относятся: Конституция РФ, федеральные конституционные законы, федеральные законы, а также иные нормативные правовые акты Российской Федерации (указы Президента РФ, нормативные правовые акты Правительства РФ, нормативные правовые акты федеральных министерств и ведомств).

Ко второму уровню относятся различные нормативные акты субъектов РФ. Конституция РФ (ч. 4 ст. 76) указывает на наличие собственного правового регулирования у субъектов Российской Федерации, которое не может существовать без собственного законодательства.

Региональное законодательство обладает свойством системности и внутренней структурой, и в зависимости от вида субъекта имеет соответствующее название: республиканское законодательство, краевое законодательство, областное законодательство, городское законодательство, окружное законодательство. Система законодательства – это внешняя форма права, которая представлена в виде источников права, в данном случае – в виде источников регионального права. Она состоит из множества составляющих ее частей, взаимосвязанных друг с другом.

Определение регионального законодательства можно рассматривать в узком и широком смыслах. В узком смысле оно включает в себя только законы, а в широком смысле включает также иные правовые акты, отнесенные к его компетенции. Последние – это результат «так называемого опережающего правотворчества, в том случае, если по тому или иному вопросу не принят соответствующий нормативный правовой акт федерального уровня» [2].

По мнению М.Ф. Казанцева, «региональное законодательство - это совокупность законов и иных нормативных правовых актов субъекта (субъектов) Российской Федерации» [3].

Исходя из наличия двух уровней законодательства, в нем имеется два больших законодательных массива:

- 1) нормативные акты по вопросам исключительной компетенции Федерации и по вопросам совместного ведения Федерации и субъектов;
- 2) нормативные акты субъектов по вопросам их исключительного ведения.

Эти уровни существуют во взаимосвязи и взаимозависимости. В научной литературе применительно к региональному законодательству, равно как и к федеральному, в качестве структурных элементов его системы выделяют нормативные правовые акты: законы, подзаконные акты, принятие которых регулируется конституциями или уставами и законами субъектов Российской Федерации, а также иными правовыми актами, например, регламентами региональных парламентов.

Как указывает С.В. Бошно «система законодательства отображается в составе, соотношении и внутренней структуре источников права - законов, указов и других нормативных правовых актов» [4].

Структура законодательства традиционно описывается через категории горизонтальной (основными элементами которой являются институты и отрасли законодательства) и вертикальной (построение нормативного материала в зависимости от иерархии правотворческих органов) структур.

Конституции и уставы субъектов являются вершиной в вертикальной структуре и ориентиром, на который следует опираться при создании других нормативных актов. Их действие ограничивается территориальной границей конкретного субъекта, где они обладают высшей юридической силой, им должны соответствовать все иные нормативные акты, принимаемые субъектом РФ.

Следующую ступень в иерархии нормативных правовых актов субъектов Федерации занимают региональные законы, устанавливающие статус органов государственной власти на уровне субъекта, депутатов представительных органов, устанавливают нормы избирательного права, регулируют вопросы государственной и муниципальной гражданской службы и т.д.

Ниже в этой структуре место занимают подзаконные нормативные акты субъектов, к которым относят: постановления законодательного (представительного) органа государственной власти, указы (постановления) высшего должностного лица; постановления высшего исполнительного органа (правительства, кабинета министров, администрации); постановления, приказы отраслевых и территориальных органов исполнительной власти (министерств, департаментов, комитетов).

Нужно подчеркнуть, что с 1 июня 2022 года Федеральный Закон N 414-ФЗ от 21.12.2021 «Об общих принципах организации публичной власти в субъектах Российской Федерации» унифицировал название должностей глав субъектов и региональных органов исполнительной власти («правительство»), которое теперь становится единым и поэтому название глав республик «президент» больше не существует [5]. Теперь руководители регионов могут

называться только главами. И хотя, против этого в нижней палате федерального парламента в ходе рассмотрения инициативы, депутаты от Татарстана проголосовали против, ФЗ в этой части был принят. В подписанном президентом Указе о членах Госсовета РФ Путин изменил титул президента Татарстана Минниханова, который считается званием высшего руководителя регионов, образующих федерацию, на «главу Республики Татарстан»» [6].

Отдельной ступенью вертикальной иерархической структуры регионального законодательства являются договоры субъектов Российской Федерации о разграничении предметов ведения и полномочий и соглашения о передаче осуществления части полномочий, что регулируется ФЗ N 414-ФЗ от 21.12.2021 «Об общих принципах организации публичной власти в субъектах Российской Федерации» [5].

Следует заметить, что единственный такой договор был подписан с республикой Татарстан, который истек в 2017 году и не был продлен, поскольку правовые основы взаимоотношений республики и центра изменились. Некоторые части Конституции Татарстана еще в 2000 году Генеральная прокуратура потребовала отменить, поскольку этот документ закреплял у республики свой суверенитет и два государственных языка, что противоречит Конституции РФ.

Если говорить о горизонтальной (отраслевой) иерархии законодательства субъектов, то существует проблемы дублирования федеральных норм по самым разным отраслям права. Принятие собственных законов, которые полностью или почти полностью дублируют нормы федерального закона, является проблемой, стоящей не только перед региональным, но и перед федеральным законодательством, считает А.В. Тлупова [7].

Так, в январе 2020 года, в г. Кирове, было установлено при анализе экспертами региональных и муниципальных нормативных актов, регламентирующих публичные слушания, что положения о публичных слушаниях дублируют во многом рамочные нормы федерального закона [8].

Таким образом, как показывает практика, в субъектах России по-разному подходят к вопросу правового регулирования законотворческой деятельности.

Ф.С. Сосенков считает, что правотворчество субъекта Российской Федерации – это «деятельность компетентных органов государственной власти субъекта Российской Федерации (в случае референдума - всего населения субъекта) по созданию, изменению или отмене правовых норм с учетом своеобразия субъекта Российской Федерации в целях наиболее полного удовлетворения его потребностей» [9].

В общем смысле региональное правотворчество (правотворчество субъектов Российской Федерации) представляет собой деятельность по изданию (принятию, официальному опубликованию и введению в действие) нормативных правовых актов субъекта (субъектов) Российской Федерации.

Термин «региональное правотворчество» стал широко применимым после принятия Конституции РФ, так как Россия стала федеративным государством, а у субъектов Российской Федерации появилось право иметь свое законодательство. Термин «правотворчество субъектов Российской Федерации» является легальным, но «региональное правотворчество» звучит более лаконично, чем «правотворчество субъектов Российской Федерации» и поэтому более удобно для использования.

Общие признаки регионального правотворчества:

1) Существует в рамках, установленных Конституцией РФ по предметам совместного ведения РФ и ее субъектов, а также в рамках исключительного ведения субъектов РФ.

2) Субъекты правотворчества – это органы государственной власти субъекта Российской Федерации, а в случаях, установленных законом, - непосредственно население субъекта Российской Федерации.

3) Правотворчество субъектов РФ реализуется с учетом региональной специфики: государственно-политического, экономического, социально-духовного, национального своеобразия.

4) Действие принятого в результате правотворчества нормативного правового акта субъекта Российской Федерации ограничено территорией его применения.

5) Действие принятого в результате правотворчества нормативного правового акта по общему правилу распространяется на лиц, находящихся на территории конкретного субъекта Российской Федерации.

Термин «участник правотворческого процесса субъектов РФ» не равнозначен термину «участник правотворческого отношения». Если участник правотворческого процесса субъектов РФ - это лицо, организация, обладающая правосубъектностью, потенциальной способностью вступать в правотворческие отношения, то субъекты отношений реально в них участвуют.

В юридической литературе субъекты правотворчества разделены на две группы: участвующие в нем в силу законодательно установленных полномочий и участвующие в процессе в силу наличия у них правотворческой инициативы. Подобное разделение является условным, так как правотворческая инициатива - это один из вариантов правотворческих полномочий. Все виды участников правотворчества объединены общей целью – принятию законов, а выделение по видам происходит на основании их роли в этом процессе.

1.2 Принципы регионального правотворчества

Принципы регионального правотворчества представляют собой основополагающие начала и руководящие идеи, отражающие сущность и характерные черты этого вида деятельности. Они должны выстраиваться в соответствии с конституционными основами Российской Федерации. Поэтому важно подчеркнуть значение поправки к Конституции Российской Федерации, вступивших в силу 4 июля 2020 года, где подчеркивается принцип единства системы публичной власти.

Эти принципы должны соответствовать федеральным принципам с учетом своей специфики.

К таковой относится:

1. Отражение в законодательстве специфических особенностей развития региона (экономических, культурных, национальных и т.п.)
2. Отражение в законодательстве интересов проживающего на этой территории населения
3. Согласованности нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации с федеральным законодательством
4. Выработка механизма реализации нормативных правовых актов в субъекте

Многообразие принципов правотворчества продиктовано сложностью его состава и богатством основополагающих идей, которые реализуются в правовом государстве и гражданском обществе. Отступление от вышеуказанных принципов ведет к произвольным и ошибочным решениям, снижению эффективности правового регулирования, социальной защищенности граждан.

Большое значение представляется деятельность по формированию правовой базы в регионе, направленной на создание условий функционирования институтов гражданского общества. Привлечение населения к управлению делами местного значения, осуществлению общественного контроля приведет к улучшению качества жизни и стабильному социально-экономическому развитию региона, а также повышению правового сознания населения.

Это требует повышения правового сознания и самих региональных парламентариев, что проявляется в высокой ответственности их правотворчества.

Кроме того, к региональным принципам правотворчества, которые раскрывают соотношение федерального и регионального законодательства, особенности регионального правотворчества, относятся принципы, которые можно отнести к обоим уровням правотворчества в стране.

К ним относятся: демократизм, законность, гуманизм, научная обоснованность, профессионализм.

Ю.А. Штейнберг систематизирует принципы регионального правотворчества исходя из критерия объекта правотворчества:

- 1) всеобщие основы правотворчества - принципы, распространяющиеся как на нормотворчество, так и подзаконное правотворчество;
- 2) основы законотворчества, свойственные для подготовки и принятия федеральных законов и законов субъектов Федерации;
- 3) основы подзаконного правотворчества - исполнительность; оперативность (своевременность); справедливость; связь с практикой [10].

К содержанию этих принципов относится следующее.

В соответствии с принципом законности нормативно-правовой акт субъекта РФ не должен противоречить Конституции, федеральным конституционным законам, федеральным законам, законам субъектов РФ, принципам и нормам международного права, также законодательные органы субъектов РФ во исполнение принципа законности должны соблюдать Конституцию Российской Федерации и иные законы.

К сожалению, этот принцип недостаточно четко соблюдается. Так, в обзоре судебной практики по наличию норм права в субъектах федерации, противоречащих федеральному законодательству, за период с ноября 2019 по ноябрь 2020 года по информации Минюста, имеются данные, что судами из рассмотренных 464 исковых заявлений о несоответствии нормативных актов субъектов РФ федеральному законодательству, в 286 случаях были удовлетворены полностью или частично [11].

Это положение противоречит статье 76 Конституции РФ, из которой вытекает принцип разграничения предметов ведения и полномочий между Российской Федерацией и её субъектами, означающий принцип верховенства права и закона.

Представляет интерес определение Конституционного Суда РФ по запросу Государственного Собрания – Курултая Республики Башкортостан о толковании ряда положений статей 5, 11, 71, 72, 73, 76, 77 И 78 Конституции РФ. Заявитель считал, что республика в составе РФ по сравнению с другими субъектами имеет особый статус, поэтому обладает суверенитетом как государство и это ей дает право осуществлять суверенные права в сфере полномочий по вопросам, определенным статьей 73 Конституции Российской Федерации. В качестве доказательств были представлены аргументы, что

республике Башкортостан присущи все признаки государственности: верховенство, независимость и самостоятельность государственной власти в пределах предметов своего исключительного ведения.

Кроме того, в соответствии с Конституцией этой республики ее народ является носителем суверенитета и источником (единственным источником) власти в республике. Такое положение приводит к тому, что исключается то, что таким источником является многонациональный народ Российской Федерации.

В результате рассмотрения обращения, Конституционный Суд пришел к выводам, что Конституция РФ не предполагает какого-либо иного государственного суверенитета, помимо суверенитета Российской Федерации. Республики страны не имеют права наделить себя свойствами суверенного государства, они обладают всей полнотой государственной власти на своей территории, кроме тех полномочий, которые переданы (отнесены) в ведение федеральных органов государственной власти. Конституционный Суд считает «недопустимым вмешательство федерального законодателя в компетенцию исключительно субъектов Федерации» [12].

Принцип демократизма определяет право участия граждан субъекта РФ в референдуме по наиболее важным вопросам для принятия нормативных правовых актов в рамках их компетенции, представляет собой проявление активной гражданской позиции в процессе осуществления законотворчества представителей от разных социальных групп населения и всех ветвей власти. В данном случае речь идет о референдумах регионального и местного уровней. Также в данный принцип входит обсуждение законопроектов средствами массовой информации, научной общественностью.

Принцип профессионализма - один из основных в правотворчестве, поскольку правотворчество осуществляется лицами, имеющими определенные профессиональные знания, навыки, умения. Понятие «профессионализм» можно рассматривать как совокупность профессиональных знаний, профессионального опыта, компетентности и пригодности. Исходя из этого, нормативные акты должны отвечать требованиям юридической техники (что далеко не всегда бывает), быть

реализуемыми и соответствовать букве и духу закона. В результате отсутствия смысловой завершенности, логики и точности в изложении нормативного материала возникают сложности в реализации выраженных в правовых актах предписаний.

Принцип научности прямо вытекает из предыдущего принципа и заключается в разработке научно обоснованной стратегии правотворчества в стране. Это означает необходимость определения наиболее важных общественных отношений и перспектив их развития, а также прогнозирование социальных последствий вступления в силу новых нормативно-правовых актов. Он означает информатизацию правовой сферы, которая должна обеспечить упорядочение и систематизацию информационно-правовых ресурсов в правотворческой и правореализационной деятельности.

Гласность правотворчества означает доступность принятых нормативно-правовых актов, которые подлежат официальному опубликованию. В условиях информационного общества это проявляется в размещении их проектов в сети Интернет для населения и последующего их обсуждения, либо голосования за них.

В современном информационном обществе необходимо внедрение искусственного интеллекта, который может обнаружить дублирование в нормативных актах или нарушение юридической техники и многое другое. При этом нужно учитывать необходимость выработки международно-правовых документов и механизмов нейтрализации социально опасных проявлений цифрового пространства, что актуально в условиях санкций по отношению к России. Поэтому в Доктрине информационной безопасности Российской Федерации говорится, что «Обеспечение информационной безопасности осуществляется на основе сочетания законодательной, правоприменительной, правоохранительной, судебной, контрольной и других форм деятельности государственных органов во взаимодействии с органами местного самоуправления, организациями и гражданами» [13].

Принцип оперативности (своевременности) для правотворчества выявляет необходимость органов власти субъектов РФ в исследовании и принятии в безотлагательном порядке нормативных документов сразу после

вступления в силу принятого законодательного акта, поскольку упущенное время может сделать принятый нормативный акт уже несвоевременным. Особенно это заметно в экстремальных ситуациях существования государства (например, в условиях пандемии коронавируса), когда ситуация в разных регионах может отличаться и потому преодоление проблем зависит от адекватности и скорости принимаемых мер органами власти на обоих уровнях.

Можно согласиться с Я.В. Ермушевой, которая к принципам региональной правотворческой деятельности также относит принцип понятийно-терминологической определенности, принцип логической сбалансированности норм права, принцип обеспечения действенности норм права [14].

Выделенный автором принцип логической сбалансированности нормативно-правовых установлений призывает законодателей найти баланс в границах дозволенного, обязывающего и запрещаемого в регулируемых сферах жизни общества в субъекте РФ. Принцип обеспечения действенности нормативно-правовых установлений – означает реальное обеспечение выполнения правовых предписаний с помощью применения санкций к лицам, нарушающим такие предписания.

Многообразие принципов правотворчества продиктовано сложностью его состава и богатством основополагающих идей, которые реализуются в правовом государстве и гражданском обществе.

Заключение

Важное место в системе правового регулирования и становления России как правового государства, занимает правотворчества субъектов Российской Федерации. Это обусловлено тем, что правовая политика по распределению полномочий между уровнями публичной власти (и прежде всего в правотворческой сфере) имеет важнейшее значение для обеспечения единства правового пространства.

Появление нового законодательства о принципах публичной власти свидетельствует о возрастании роли законотворчества субъектов Российской

Федерации в системе правового регулирования общественных отношений, что свидетельствует об оптимизации федеративных начал.

Единство правового регулирования в данной сфере обеспечивается соответствием законов и иных нормативных правовых актов субъектов РФ Конституции Российской Федерации и федеральным законам. Правовой основой такого положения выступают конституционные требования, предусмотренные ч. 4 ст. 76 Конституции страны.

Законы и иные нормативные акты органов государственной власти субъектов Российской Федерации представляют собой самостоятельный элемент структуры федерального законодательства. Но правотворчество всех уровней должно отвечать потребностям общества, поэтому необходимо модернизировать деятельность по созданию нормативно-правовых актов, сделать его более гибким и соответствующим реалиям. Взаимодействие высших представительных органов власти федерации и ее субъектов должны выступать институциональными составляющими единой законодательной власти.

Это ставит задачу перед субъектами РФ выстроить эффективную и оптимизированную систему правотворчества, которая позволит принимать нормативные акты, служащие для обеспечения интересов региона и проживающих на его территории населения.

Список литературы

1. Основы государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года. Утверждены Указом Президента Российской Федерации от 16 января 2017 г. № 13. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102421069> (дата обращения 19.08.2022).

2. Е.С. Решетова Некоторые проблемы правотворческой деятельности субъектов российской Федерации. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41791883> (дата обращения 17.08.2022)

3. Казанцев М. Ф. Региональное законодательство и правотворчество в России: основные теоретические характеристики и юридические свойства //

Научный ежегодник Института философии и права Уральского отделения Российской Академии наук. 2012. Вып. 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/regionalnoe-zakonodatelstvo-i-pravotvorchestvo-v-rossii-osnovnye-teoreticheskie-harakteristiki-i-yuridicheskie-svoystva> (дата обращения 17.08.2022)

4. Бошно С. В. Система права и система законодательства // Право и современные государства. 2013. № 5. http://www.mirkin.ru/_docs/modern_states/N5_2013.pdf(дата обращения 17.08.2022)

5. Об общих принципах организации публичной власти в субъектах Российской Федерации (С изменениями и дополнениями на 14 июля 2022 г.). // Российская газета от 27 декабря 2021 г. N 294.

6. О внесении изменений в состав Государственного Совета Российской Федерации, утвержденный Указом Президента Российской Федерации от 21 декабря 2020 г. № 799, и в Указ Президента Российской Федерации от 21 декабря 2020 г. № 800 «Вопросы Государственного Совета Российской Федерации». Указ Президента Российской Федерации № 445 от 12.07.2022 URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202207120001?index=0&rangeSize=1>(дата обращения 17.08.2022)

7. Тлупова А.В. Проблема дублирования норм федерального законодательства региональным: причины и пути решения. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_42851444_40879495.pdf (дата обращения 18.08.2022).

8. Экспертная сессия по обсуждению стандарта вовлечения граждан в решение вопросов городского развития. URL: <https://leader-id.ru/events/41210> (дата обращения 19.08.2022).

9. Сосенков Ф. С. Правотворческая деятельность субъектов Российской Федерации: теоретический и практический аспекты: автореферат дис. ... канд. юр. наук. Нижний Новгород, 2007. 23с. <https://www.dissercat.com/content/pravotvorcheskaya-deyatelnost-subektov-rossiiskoi-federatsii-teoreticheskii-i-prakticheskii-read> (дата обращения 19.08.2022).

10. Штейнберг Ю.А. Принцип демократизма правотворческой деятельности в системе принципов права // Северо-Кавказский юридический вестник. 2015. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsip>

demokratizma-pravotvorcheskoy-deyatelnosti-v-sisteme-printsipov-prava (дата обращения 12.08.2022).

11. Обзор по результатам анализа практики рассмотрения судами дел о признании нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации не соответствующими федеральному законодательству URL: <https://minjust.gov.ru/uploaded/files/obzor-obzhalovanie-aktov-subektovrf.pdf> (дата обращения 19.08.2022).

12. Определение Конституционного Суда РФ от 06.12.2001 N 250-О "По запросу Государственного Собрания - Курултая Республики Башкортостан о толковании ряда положений статей 5, 11, 71, 72, 73, 76, 77 и 78 Конституции Российской Федерации" URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_36750/ (дата обращения 20.08.2022).

13. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации. URL: <https://rg.ru/2016/12/06/doktrina-infobezobasnost-site-dok.html> (дата обращения 18.08.2022).

14. Ермушова Я.В. К вопросу о понятийном аппарате и принципах правотворческой деятельности федеральных органов исполнительной власти // Вестник РУК. 2021. №4 (46). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-ponyatiynom-apparate-i-printsipah-pravotvorcheskoy-deyatelnosti-federalnyh-organov-ispolnitelnoy-vlasti> (дата обращения: 15.08.2022).

© С.В. Стрыгина, 2022

Глава 11.

**ВЛИЯНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОТКРЫТЫХ КЛЮЧЕЙ
НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ И ИНФОРМАЦИОННУЮ
БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Злотникова Г.К.

кандидат экономических наук,
доцент кафедры «Международная
информационная безопасность»

Денисов Иван Сергеевич

Институт информационных наук
Московский государственный
лингвистический университет
(ФГБОУ ВО МГЛУ)

Аннотация: Ключи шифрования являются частью системы при обеспечении информационной безопасности. Инфраструктура открытых ключей обеспечивает создание доверенной среды между субъектами информационного воздействия. Развитие ЭЦП и инфраструктуры открытого ключа в частности значительно повысили безопасность взаимодействия в информационном поле и обеспечили экономическую безопасность.

Ключевые слова: ключи шифрования, информационная безопасность, экономическая безопасность, архитектура, электронная цифровая подпись.

**THE IMPACT OF THE PUBLIC KEY INFRASTRUCTURE ON THE
ECONOMIC AND INFORMATION SECURITY OF THE ENTERPRISE**

Zlotnikova G.K.

Denisov Ivan Sergeevich

Abstract: Encryption keys are part of the system when ensuring information security. The public key infrastructure ensures the creation of a trusted environment between the subjects of information impact. The development of EDS and public key infrastructure in particular has significantly increased the security of interaction in the information field and will ensure economic security.

Key words: Encryption keys, information security, economic security, architecture, electronic digital signature.

Актуальность выбранной темы заключается в том, что ключи шифрования являются неотъемлемой частью в обеспечении информационной безопасности. Инфраструктура открытых ключей обеспечивает создание доверенной среды между субъектами информационного воздействия. Развитие ЭЦП и инфраструктуры открытого ключа в частности значительно повысили безопасность взаимодействия в информационном пространстве и положительно сказались на экономической составляющей взаимодействия, например, при работе системы государственных закупок и тендеров, ведь все участники на рынке авторизированы и легитимны. Таким образом, создается доверительная атмосфера среди участников рынка.

Выбор удостоверяющего центра для развертывания инфраструктуры открытого ключа является важным этапом для организации. Для организации имеет большое значение реализация выбранного вида цифровых подписей, ведь от этого зависит обеспечение информационной безопасности организации, что в свою очередь напрямую влияет на финансовое положение компании.

При работе с инфраструктурой открытого ключа организации следует определить, для каких целей и какие средства необходимо использовать. Рынок услуг по предоставлению и развертыванию инфраструктуры открытого ключа обширен. При выборе стоит помнить о качестве и оперативности технической поддержки удостоверяющего центра, стоимости услуг и качестве их оказания. Также стоит учитывать опыт и деловую репутацию конкретного удостоверяющего центра.

Практическая значимость заключается в развертывании инфраструктуры открытого ключа в организации, при помощи российского ПО и составлении экономической модели работы инфраструктуры открытого ключа на предприятии.

Условные обозначения

PKI – public key infrastructure

CA – certification authority

EDS – electronic digital signature

ЭЦП – электронная цифровая подпись

УЦ – удостоверяющий центр, распределенное предприятие

Архитектура PKI

Можно выделить три типа построения инфраструктуры открытых ключей: иерархическая, сетевая, гибридная.

Иерархическая имеет корневой удостоверяющий центр, которому подчиняются все остальные. Корневой удостоверяющий центр имеет самоподписанный сертификат и выпускает сертификаты для других удостоверяющих центров. Вышестоящие по иерархии удостоверяющие центры вправе выпускать сертификаты для нижестоящих удостоверяющих центров или для пользователей. В иерархической архитектуре каждая доверяющая сторона знает открытый ключ подписи корневого удостоверяющего центра.

Сетевая архитектура является альтернативой иерархической. Сетевая архитектура основана на взаимной сертификации удостоверяющих центров, строится так называемая сеть доверия. Сетевая архитектура отличается тем, что можно построить бесконечную цепочку сертификатов, однако процесс реализации будет достаточно трудным. Сетевая инфраструктура имеет гибкую модель. Благодаря взаимной сертификации можно выстроить бесконечную цепь доверия. Таким образом, при компрометации одного УЦ, он выбывает из архитектуры, до тех пор, пока доверие к нему не восстановится. Таким образом, работоспособность архитектуры не будет нарушена. К минусам можно отнести сложность построения и содержания.

Гибридная архитектура обладает так называемым «мостом», который связывает разнородные инфраструктуры открытых ключей и выступает в роли посредника. Мостовой удостоверяющий центр не является узлом доверия и не выпускает сертификаты. Он устанавливает равные связи с каждой из инфраструктур открытых ключей.

При необходимости защищенной коммуникации между корпоративными РКІ используют гибридную архитектуру. Как правило, используют разные типы архитектур и их комбинации.

Нормативно-правовая база, регулирующая использование ЭЦП

Закон «Об электронной подписи» №63-ФЗ от 6 апреля 2011 года пришел на смену закону №1-ФЗ «Об электронной цифровой подписи» от 10 января 2002 года. Данный закон был принят Государственной думой и одобрен Советом Федерации в 2011 году.

Данный законопроект внес существенные изменения в отношении своего объекта. А именно разделение понятия ЭЦП на 2 вида: простую и усиленную. Простая ЭЦП осуществляется по средством ввода кода или пароля. Правила ее использования изложены в 9 статье ФЗ №63.

Законы в этой области постоянно подвержены обновлению, так как технологии использования ЭЦП развиваются. Кроме основного закона №63 ФЗ рассмотренного выше, нормативную базу составляют другие нормативно правовые документы:

ГОСТ Р 34.10-2012. Данный стандарт определяет технический алгоритм формирования, а также проверки электронной цифровой подписи;

Постановление Правительства Российской Федерации от 25 июня 2012 года. Устанавливает правила определения видов электронной подписи, которые используются в работе органов государственной и муниципальной власти;

Федеральный Закон № 149-ФЗ от 20 июля 2006 года «Об информации, информационных технологиях и о защите информации». Устанавливает, при каких условиях документ, подписанный ЭЦП, будет иметь юридическую силу (получает статус полноценного электронного документа);

Федеральный Закон № 504-ФЗ от 31 декабря 2017 года. Данный Закон внес изменения в процесс осуществления закупок с помощью электронного аукциона.

Гражданский Кодекс РФ (№51-ФЗ). В данном нормативном акте поясняется, что сделка (договор, контракт) будет считаться действительной не только при подписании «бумажного документа», но и электронного, с использованием ЭЦП:

Часть I, Статья №160, п.2;

Часть I, Статья №434, п.1;

Часть I, Статья №434, п.2.

Постановление Правительства Российской Федерации № 33 «Об использовании простой электронной подписи при оказании государственных и муниципальных услуг» от 25 января 2013 года;

Приказ Федеральной Службы Безопасности РФ №795 «Об утверждении Требований к форме квалифицированного сертификата ключа проверки электронной подписи» от 27 декабря 2011 года;

Приказ Федеральной Службы Безопасности РФ №796 «Об утверждении Требований к средствам электронной подписи и Требований к средствам Удостоверяющего Центра» от 27 декабря 2011 года;

Федеральный Закон № 44-ФЗ от 5 апреля 2013 года. Регулирует порядок и организацию государственных закупок.

Федеральный закон «О персональных данных» от 27.07.2006 № 152 (ФЗ–152)

ФЗ–184 является основным правовым актом, который регулирует правоотношения, возникающие при разработке, внедрении, использовании, исполнении требований и оценке соответствия систем контроля и управления доступом. Этот закон также устанавливает права и обязанности сторон правоотношений, возникающих при взаимодействии с ЭЦП.

Сравнение надежности методов идентификации

Существуют следующие способы идентификации:

1. электронная подпись;
2. биометрическая идентификация;
3. паспорт;

4. заграничный паспорт.

В таблице 2 приведены следующие возможные ошибки и угрозы при идентификации по каждому из способов, а также их преимущества. [17]

Таблица 1

**Ошибки, угрозы и преимущества различных
методов идентификации**

Метод идентификации	Ошибки и угрозы	Преимущества
Электронная подпись	– Программные ошибки (не установлен корневой сертификат удостоверяющего центра); – Аппаратные ошибки (токен сломан); – Сертификат отозван.	– Гарантия подлинности; – Усиленную квалифицированную электронную подпись подделать невозможно.
Биометрия по голосу (удаленная)	– Предоставление записи эталонного образца; – Аппаратные ошибки (помехи связи).	– Скорость; – Отсутствие токенов и других средств; – Всегда доступен.
Паспорт\Заграничный паспорт	– Изменение человека во внешности; – Срок действия документа истек, нет заверенной копии; – Человек предоставляет чужой паспорт, но по внешности похож на владельца; – Документ поврежден.	– Привычный для многих способ подтверждения личности.

Из таблицы 1 можно сделать вывод, что каждый из методов идентификации имеет свои плюсы и минусы, но для удобства и безопасности данных как для клиентов, так и для организации идентификация с использованием электронной цифровой подписи превосходит остальные.

**Типовые схемы интеграции инфраструктуры
открытых ключей на предприятии**

Существуют три классические схемы работы инфраструктуры открытых ключей на предприятии. Для каждой организации существует индивидуальный подход к решению о внедрении инфраструктуры открытых ключей, исходя из задач и требований регламента организации. По типу схем

можно выделить одноуровневую иерархию, двухуровневую, а также трех и более уровневые иерархии. В этом разделе разберем эти три типа на схемах.

Одноуровневая иерархия является самой простой реализацией и имеет вид:

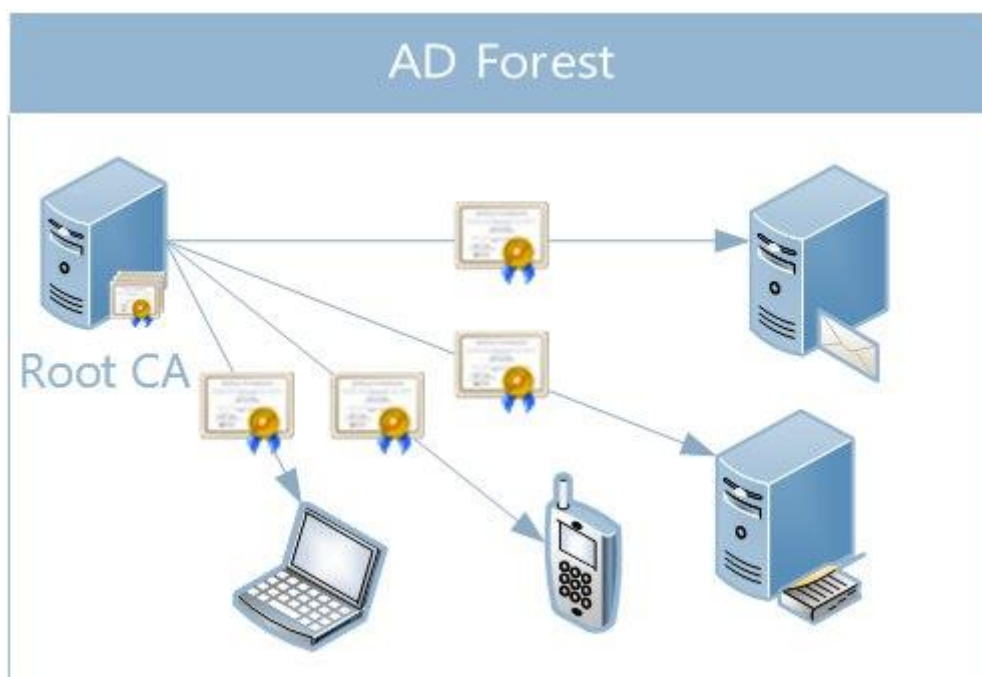


Рис. 1. Одноуровневая иерархия

Преимущества данной иерархии, очевидно, в простоте построения и обслуживания. Достаточно развернуть один Центр Сертификации в модели организации. Такая схема является емкой по расходам на обслуживание. Более того, она достаточно эффективна в рамках малой организации из-за построения более короткой цепочки сертификации.

В свою очередь, данная схема обладает недостатками в безопасности. Поскольку ЦС всего лишь один и обязан бесперебойно находиться в сети, растет риск компрометации ЦС, а за ним и компрометация сертификатов и крах всей ИТ системы. Также, стоит вопрос делегирования сертификатов с целью безопасности, поскольку ЦС один, невозможно организовать разные политики выдачи сертификатов. Стоит учесть тот факт, что отозвать скомпрометированный сертификат невозможно, в таком случае, такой инцидент выходит за рамки локальной работы системы.

Таким образом, одноуровневая схема интеграции является небезопасной и предпочтительна для тестирования, либо же использования в небольших изолированных сетях с условием низких требований по безопасности.

В двухуровневой среде подразумевается два уровня ЦС. Первый уровень это корневой ЦС – он один, другие являются подчиненными.

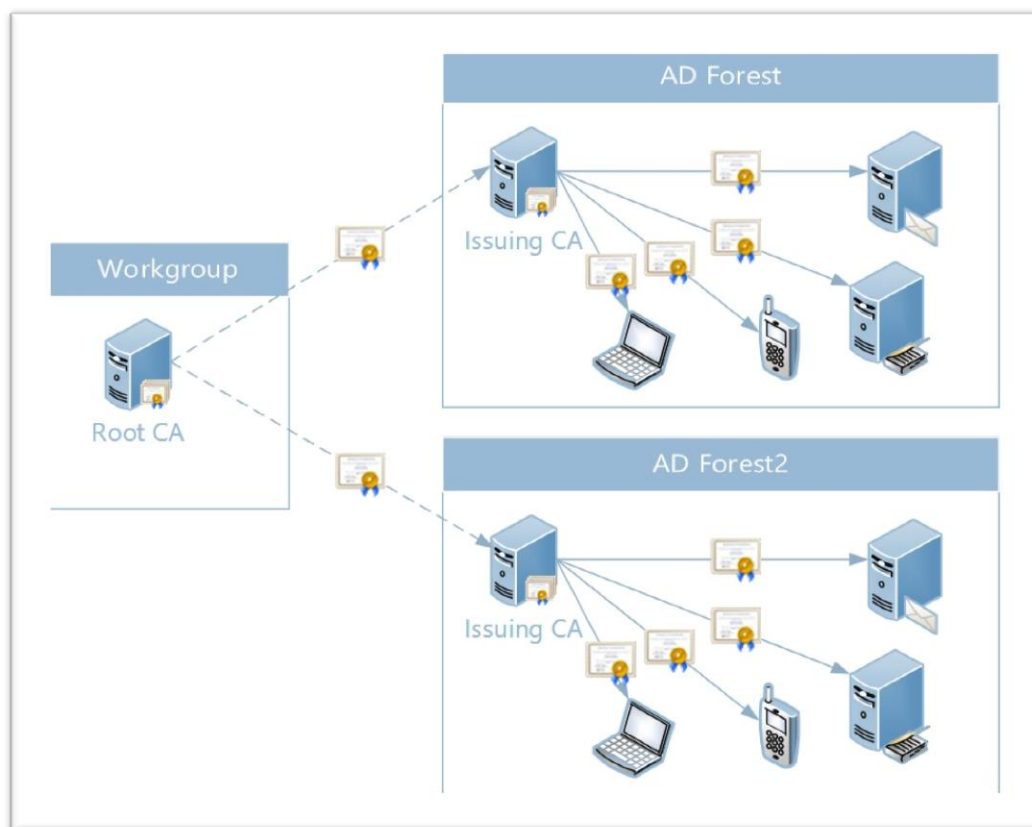


Рис. 2. Двухуровневая среда

В двух уровневой иерархии разрешен главный вопрос безопасности одноуровневой иерархии. Корневому ЦС нет необходимости постоянно находится в сети, более того, он не должен постоянно в ней находиться в целях безопасности. Ведь при отсутствии корневого ЦС в сети шансы его компрометации сводятся к нулю – злоумышленник не сможет добраться до него по средствам связи. Находится в сети корневому ЦС требуется лишь для того, чтобы обновить свой собственный сертификат, сертификат подчинённого ЦС или для публикации нового CRL.

Еще одно достоинство двухуровневой иерархии в возможности делегирования выдачи сертификатов на различные классы. Есть возможность организовать политики выдачи сертификатов и обеспечить более четкий контроль сертификации. Например, определенный сотрудник или команда ИБ отвечают за определенный ЦС.

Очевидно, при такой структуре возникают повышенные издержки по финансовому и административному плану. Кроме того, увеличится срок проверки и построения цепочек сертификации. Однако, с учетом новейших технологий такой процесс не сказывается на скорости работы с цепочкой сертификации.

Данная схема наиболее оптимальна для небольших и средних предприятий.

В крупных организациях возможны ситуации, которые требуют более гибкого управления ЦС. Например, при географическом разделении с относительной автономией ИТ. Трех-, и более уровневая структура подходит для компаний с отделениями в разных государствах. В каждой стране свое законодательство касательно обеспечения информационной безопасности и защиты данных пользователей. Для выполнения государственных норм каждого законодательства компания выделяет ЦС политики на отдельный регион. Такой ЦС в своем сертификате учитывает нормы законодательства того или иного региона. В такой структуре корневой ЦС и ЦС политик изолирован от сети, в сети находятся лишь издающие ЦС.

В рамках такой иерархии обеспечивается максимальная гибкость работы с сертификатами. Однако, происходит пропорциональное увеличение стоимости относительно увеличение корневых ЦС и ЦС политик. При выборе иерархии важно учитывать гибкость, безопасность и целесообразность использования той или иной иерархии.

Расчёт эффективности внедрения инфраструктуры открытого ключа на предприятии

Для расчёта совокупной стоимости использования инфраструктуры открытых ключей необходимо учитывать затраты на ее создание и обеспечение работоспособности.

Затраты можно разделить на две категории – единовременные и регулярные. К единовременным можно отнести затраты на лицензию, оборудование, сертификацию и услуги аутсорсинговой компании, если таковы имеются. Соответственно регулярные это расходы на содержание и поддержание работоспособности, это, прежде всего, расходы на оплату труда, регулярное техническое обслуживание и обновление технических средств. Также не стоит забывать о возможных издержках при инцидентах безопасности. Как правило, для таких случаев формируют резервный фонд безопасности. Затраты указаны в таблице затрат.

Таблица затрат

Вид затрат	Единовременные затраты на создание PKI	
Единовременные на УЦ	КриптоПро УЦ	506250
	Обучение сотрудников УЦ	25000
	Итого	531250
Единовременные затраты на одно рабочее место	Лицензия КриптоПро CSP	2700
	Лицензия KAPPA+EdSign	800
	Токен	1175
	Итого	4675
Текущие затраты на одно рабочее место	Заработная плата на одного сотрудника в час	350
	Итого	350

Рассмотрим ситуацию, когда организация пользуется услугами внешнего удостоверяющего центра. В этом случае капитальных вложений нет. Но к регулярным затратам прибавляются затраты на замену ключа электронной подписи. За пять лет совокупные расходы стоимости от использования внешнего УЦ составят 505163 рублей.

Другой вариант, это развертывание собственного УЦ в рамках ИТ компании для обеспечения своими собственными сертификатами. Здесь наблюдаются значительные издержки. Собственная архитектура требует объемных финансовых и технических затрат. Более того, при таком варианте инциденты безопасности скажутся куда серьезнее, нежели при работе с внешним УЦ. При компрометации корневого ЦС придется отзывать всю цепочку сертификации и вынужденно прекращать работу организации, до тех

пор, пока не будет восстановлена легитимная цепочка сертификации. При развертывании ЦС компании затраты составят 766501 рублей за пять лет.

Однако, стоит учесть, что повышенные затраты на развертывания собственного ЦС компенсируются отсутствием регулярных издержек при работе с внешним УЦ. Выбор двух схем работы должен Закон «Об электронной подписи» №63-ФЗ от 6 апреля 2011 года индивидуально компанией. На наш взгляд, среднему и крупному предприятию с потенциалом роста и развития следует прибегнуть и развертыванию собственного ЦС, так как такого уровня бизнес располагает штатом сотрудников готовых взять на себя построение собственной архитектуры в компании. Таким образом, расходы лягут в бюджет обеспечение технического и информационного уровня компании.

Немного можно затронуть и информационные риски – международные и отечественные документы регламентируют требования по управлению информационными рисками, на сегодня, изучение проблем управления рисками и методов их решения является актуальным и востребованным для экономического субъекта. Для устойчивого развития компании при возникновении риска, нужно быстро, безошибочно и заблаговременно анализировать всевозможные риски. Одним из средств этого анализа является ключевой индикатор риска (КИР). КИР – инструмент мониторинга, который предоставляет управленцам информации о возможных изменениях уровня операционного риска в организации.

Главная цель эффективной разработки КИР – выявление ключевых показателей, которые предоставляют необходимую информацию о потенциальных рисках, которые могут негативно повлиять на деятельность организации. Существование системы КИР в компании выражает твердую приверженность управлению рисками, в котором участвуют заинтересованные стороны на всех уровнях. Это позволяет готовить точные и своевременные отчеты в дополнение к значительным сравнениям между ситуациями, в которых применяется риск. Это способствует эффективному мониторингу рисков и обеспечивает основу для их устранения.

Четко определенные и управляемые КИР могут легко служить сигналом раннего предупреждения при управлении и предотвращении надвигающихся убытков и других связанных с этих проблем, которые могут нанести ущерб росту организации и долгосрочной прибыльности. Они также очень полезны для поддержки решений и действий высшего руководства, поскольку они позволяют управлять работой для достижения бизнес-целей и улучшения будущих перспектив с помощью их сравнительной оценки.

Поэтому для эффективной разработки КИР первостепенной задачей стоит анализ целей и рисков организации. Взаимосвязи помогают определить наиболее важную информацию, которая может служить индикатором возникновения значимого риска.

Для того, чтобы разработать КИР нужно следовать четырем основным шагам:

- Определить КИР: перечислить существующие метрики и распределить их в соответствии с их исторической эффективностью и прогнозирующей способностью. После этого нужно определить, где расхождения основаны на этих показателях.
- Выбрать КИР: необходимо выбрать те КИР, которые отвечают условиям измеримости, сопоставимости и эффективности. Убедиться, что те, которые выбраны, приводят к основной причине событий.
- Определить, что является триггерами: определить, какие действия могут вызвать угрозу, и дальше следует создать план действий для управления ими.
- Контролировать КИР: после того, как вы составили список КИР, вы должны продолжать отслеживать и оценивать свою производительность.

Полезным инструментом для разработки КИР является анализ события риска, которое влияло на организацию в прошлом или даже в настоящем. Затем, оглядываясь назад и вперед, идентифицируются промежуточные события, пока они не достигнут основной причины, которая привела к инциденту. Чем ближе КИР к конечной причине события риска, тем легче будет предпринять своевременные действия. Поэтому они являются неотъемлемой частью процесса мониторинга рисков.

Как уже отмечалось ранее, системное внедрение КИР является неотъемлемой частью успешной работы организации. При правильном внедрении этой системы, КИР покрывают все направления деятельности предприятия и позволяют адресно идентифицировать места в процессах, где подверженность операционному риску увеличивается. Системное внедрение КИР основано на методиках декомпозиции и агрегирования.

В заключение следует отметить, что все задачи исследования были решены и получены целевые практические результаты. Инфраструктура открытых ключей сегодня стремительно развивается. Инфраструктура открытого ключа играет решающую роль в информационной безопасности и обеспечивает экономическую безопасность. Знание работы инфраструктуры открытых ключей имеет первостепенное значение для специалиста по информационной безопасности. Уровень использования инфраструктуры в России очень высок. Существует широкий спектр программного обеспечения и стандартов, которые помогают безопасно общаться в цифровом пространстве и защищать конфиденциальные данные. Инфраструктура открытых ключей повышает безопасность предприятий и обеспечивает надежный уровень передачи и хранения конфиденциальной информации. В то же время внедрение инфраструктуры открытых ключей является ресурсоемким процессом, а это означает, что технология в основном подходит для крупных предприятий.

Список литературы

1. Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate and Certificate Revocation List (CRL) Profile [Электронный ресурс] URL: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc5280>

2. Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate and CRL Profile [Электронный ресурс] URL: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc2459>
3. Internet X.509 Public Key Infrastructure Operational Protocols: Certificate Store Access via HTTP [Электронный ресурс] URL: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc4387>
4. ГОСТ Р 34.10-2012 [Электронный ресурс] // «Информационная технология
5. Процессы формирования и проверки электронной цифровой подписи» URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095034>

Глава 12.

ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ УЧЕТА ЗАЕМНОГО КАПИТАЛА

Боташева Лейла Султановна

к.э.н., доцент

ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская
государственная академия»

Аннотация: Осуществляя финансово-хозяйственную деятельность, организации для восполнения потребности в финансовых ресурсах в целях обеспечения непрерывности производственного процесса привлекают заемный капитал. В работе автор рассматривает вопросы сущности заемного капитала и порядок отражения в бухгалтерском учете отдельных его элементов и предлагает вести отдельные регистры для учета наличия движения основных составляющих заемного капитала – кредитов и займов в соответствии с МСФО.

Ключевые слова: займы, капитал, кредиты, обязательства, расчеты, счет, учет.

INDIVIDUAL ASPECTS OF LOAN CAPITAL ACCOUNTING

Botasheva Leila Sultanovna

Abstract: Carrying out financial and economic activities, organizations attract borrowed capital to fill the need for financial resources in order to ensure the continuity of the production process. In this paper, the author considers the issues of the essence of borrowed capital and the procedure for reflecting its individual elements in accounting and proposes to maintain separate registers to account for the presence of the movement of the main components of borrowed capital - loans and borrowings in accordance with IFRS.

Key words: loans, capital, loans, liabilities, settlements, account, accounting.

В процессе своей производственно-финансовой деятельности хозяйствующие субъекты для покрытия потребности в дополнительных финансовых ресурсах используют наряду с собственными источниками хозяйственных средств, собственным капиталом используют заемный капитал, то есть привлекает дополнительные ресурсы в виде банковских кредитов и других альтернативных источников в виде займов, выпуска корпоративных ценных бумаг, к примеру, облигаций.

Привлекая заемные средства хозяйствующий субъект определяет степень необходимости привлечения заемных средств в сферу деятельности организации, эффективность от использования указанных средств, влияние затрат, связанных с привлечением заемного капитала, на финансовый результат и на соотношение заемного и собственного капитала. Привлекая заемный капитал, на предприятии следует анализировать и управлять и обеспечивать его рациональное и целевое использование.

Используя заемные средства, хозяйствующий субъект берет на себя определенные обязательства, и, как известно, согласно ст. 5 Федерального закона «О бухгалтерском учете» одним из объектов бухгалтерского учета экономического субъекта является обязательства, что предопределяет необходимость «формирования документированной систематизированной достоверной информации» [1] о заемном капитале.

Бухгалтерский учет кредитов и займов в бухгалтериях предприятий играет важную роль при налогообложении предприятия, т.к. от достоверности и правильности учета кредитов и займов на предприятии зависит правильность принятия управленческих решений, позволяет проводить анализ рентабельности полученных средств и т.д.

Своевременный и правильный учет кредитов и займов дает достоверную информацию по обслуживанию кредита, позволит на его анализе сделать правильный выбор по удобству и выгоде приобретения кредита для предприятия.

По утверждению Бабаева Ю.А.: «в российской и зарубежной литературе капитал рассматривается не как экономическая категория, а как учетно-правовая. Согласиться с таким утверждением полностью невозможно.

По нашему мнению, капитал следует рассматривать по двум направлениям: экономическому и учетно-правовому» [4, с. 58].

На сегодняшний день не существует единого мнения для определения заемного капитала предприятий. Известные ученые, исследовавшие феномен капитала, раскрывали это понятие как бы с двух сторон. С одной стороны, капитал предприятия характеризует общую стоимость средств в денежной, материальной и нематериальной формах, инвестированных в формирование активов этого предприятия. Здесь показывается направление вложения средств. С другой стороны, рассматривая источники финансирования, можно отметить, что капитал - это возможность и совокупность форм мобилизации финансовых ресурсов для получения прибыли.

Ирвинг Фишер рассматривал капитал «как объект, без которого невозможно создание услуг. При этом цена услуг формирует и цену капитала, т.е. чем выше цена создаваемых с привлечение капитала услуг, тем выше и цена самого капитала» [9].

Бланк И.А. определяет капитал как «накопленный путем сбережений запас экономических благ в форме денежных средств и реальных капитальных товаров, привлекаемый его владельцами в экономический процесс как инвестиционный ресурс и фактор производства с целью получения дохода, функционирование которых в экономической системе базируется на рыночных принципах и связано с факторами времени, риска и ликвидности» [5].

Приведенные определения включают в понятие «капитал» две различающиеся между собой составляющие: финансовую и нефинансовую, включение которой в оборот, тем не менее, обеспечивает получение дохода.

Если рассматривать фирму как комбинацию вовлекаемых в ее деятельность ресурсов, то вслед за этим ученым представляется логичным дополнить приведенную определения капитала нефинансовым капиталом, производимым нефинансовыми ресурсами, обеспечивающими в процессе своего вовлечения в производство рост стоимости фирмы, в рамках которой они функционируют. При этом было бы правильно рассматривать капитал фирмы как объединение всех ее ресурсов, включая саму фирму как

объединяющую их систему, для получения синергетического эффекта от такого объединения, реализующегося в форме превышения стоимости фирмы над стоимостью всех ее ресурсов.

В современном экономическом словаре дается следующее определение капитала: « капитал (франц., англ. capital от лат capitalis – главный – в широком смысле это все, что способно приносит доход или ресурсы, созданные людьми для производства товаров, услуг. В более узком смысле это вложение в дело, работающий источник дохода в виде средств производства (физический капитал). Принято различать основной капитал, представляющий часть капитальных средств, участвующий в производстве в течение многих циклов, и оборотный капитал, участвующий и полностью расходуемый в течение одного цикла. под денежным капиталом понимают денежные средства, с помощью которых приобретается физический капитал. Термин «капитал», понимаемый как капитальные вложения материальных и денежных средств в экономику, в производство, именуют также капиталовложениями или инвестициями» [7, с. 164].

В словаре аудитора и бухгалтера заемный капитал определен как :«денежный капитал, образуемый за счет полученных кредитов, ссуды на определенный срок и за плату в виде ссудного процента, выпуска и продажи облигаций, получения средств по другим видам денежных обязательств. При высокой стоимости инвестиционного проекта заемный, привлеченный капитал составляет обычно основную часть капиталовложений, окупаемых в последующем периоде получаемой прибылью» [8 , с. 183].

В качестве объекта бухгалтерского учета заемный капитал по периоду привлечения подразделяется на долгосрочный со сроком более одного года (долгосрочный кредиты банков, долгосрочные кредиты и займы небанковских организаций и прочие долгосрочные обязательства) и краткосрочный (краткосрочные кредиты банков, краткосрочные кредиты и займы небанковских организаций, кредиторская задолженность за товары, работы, услуги, текущие обязательства по расчетам и прочие краткосрочные обязательства.

Бухгалтерский учет элементов заемного капитала основывается на нормах гражданского права и ведется в соответствии с ФЗ «О бухгалтерском учете», федеральными стандартами бухгалтерского учета и другими нормативными актами, регулирующими организацию бухгалтерского учета.

В соответствии с учетной политикой экономического субъекта задолженность по кредитам и займам отражается в бухгалтерском учете и отчетности в соответствии с условиями заключенных договоров. Суммы процентов, причитающихся к уплате по займам и кредитам полученным, начисляются равномерно, независимо от условий предоставления займа (кредита). Дополнительные расходы по займам (кредитам) включаются в состав прочих расходов единовременно.

В целях отнесения процентов по кредитам и займам на стоимость приобретённых активов под инвестиционным активом понимается объект имущества, подготовка которого к предполагаемому использованию требует длительного (свыше 12 месяцев) времени на приобретение, сооружение и изготовление. В бухгалтерской отчетности на отчетную дату года задолженность по кредитам отражена с учетом начисленных процентов [27].

Действующее бухгалтерское законодательство, и Инструкция по применению Плана счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности организаций, объединяют подлежащее отражению в бухгалтерском учете обязательства сторон договоров займа и кредита в одну группу учетных объектов – расчетов по кредитам и займам.

Следует отметить, что обязательства по кредитам и займам – это единственное из задолженностей, отражаемых на счетах учета расчетов, по которым разграничение по срокам проводится не при составлении отчетности (непосредственно при заполнении статей баланса), а уже на уровне фиксации фактов хозяйственной жизни на счетах бухгалтерского учета. При этом данное правило характерно для определяемого нормативными документами порядка учета обязательств по договорам кредита и займа у организации заемщика.

В соответствии с п.3 ПБУ 15/2008 «Учет расходов по кредитам и займам»: «Основная сумма обязательства по полученному займу (кредиту)

отражается в бухгалтерском учете организацией-заемщиком как кредиторская задолженность в соответствии с условиями договора займа (кредитного договора) в сумме, указанной в договоре» [2].

Для обобщения информации о состоянии по полученным по полученным кредитам и займам Планом счетов бухгалтерского учёта финансово-хозяйственной деятельности организаций [3] предусмотрены счёта 66 «Расчёты по краткосрочным кредитам и займам» и 67 «Расчёты по долгосрочным кредитам и займам», записи по которым производятся на основании выписок банка с соответствующих счетов и других документов. Информация о состоянии расчётов по этим кредитам даётся в российской и иностранной валютах, полученных организацией в банках на территории страны и за рубежом. Счета 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам» и 67 «Расчеты по долгосрочным кредитам и займам» пассивные, сложные, расчетные. По кредиту субсчетов «Расчеты по краткосрочным кредитам» и «Расчеты по долгосрочным кредитам» открытых к указанным счетам отражается задолженность перед банками по краткосрочным кредитам и получение кредитов (увеличение задолженности перед банками, по дебету – погашение долга перед банками (возврат) кредита.

Для практического удобства ведения бухгалтерского учета расчетов по долгосрочным и краткосрочным кредитам и займам, Бабаев Ю.А. считает что: «целесообразно к этим счетам открывать следующие субсчета:

66-1, 67-1 – «Основной долг по полученным кредитам банков»;
66-2, 67-2 – «Проценты к уплате по полученным кредитам банков»;
66-3, 67-3 – «Основной долг по просроченным кредитам банков»;
66-4, 67-4 – «Проценты к уплате по просроченным кредитам банков»;
66-5, 67-5 – «Штрафные санкции по кредитным договорам»;
66-6, 67-6 – «Кредиты банков, полученные по операциям учета долговых обязательств»; и другие» [4].

В бухгалтерском учете организации на основании выписок банка со ссудного счета на сумму полученных денежных средств по договору кредита дебетуют счета 51 «Расчетные счета», 52 «Валютные счета» и кредитуют счета 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам», 67 «Расчеты по

краткосрочным кредитам и займам». Если получены денежные средства по договору кредита на открытие аккредитива, то дебетуют счет 55 «Специальные счета в банках» и кредитуют счет 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам».

Если, денежные средства, полученные по договору кредита направлены на погашение кредиторской задолженности поставщикам и прочим дебиторам, то данный факт хозяйственной жизни отражают по дебету счетов 60 «Расчеты с поставщиками и подрядчиками», 76 «Расчеты с разными дебиторами и кредиторами» и кредиту счетов 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам», 67 «Расчеты по долгосрочным кредитам и займам».

На сумму начисленных процентов по полученным кредитам и займам делается запись по дебету счета 91 «Прочие доходы и расходы» и кредиту счетов 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам», 67 «Расчеты по долгосрочным кредитам и займам». При начислении процентов по долгосрочным кредитам, полученным под строительство или приобретение инвестиционного актива, то до включения инвестиционного актива в состав основных средств начисленные проценты относят на удорожание стоимости актива и отражают по дебету счета 08 «Вложения во внеоборотные активы» и кредиту счета 67 «Расчеты по долгосрочным кредитам и займам».

Погашение задолженности по кредитам и перечисление банку начисленных процентов отражают:

Дебет сч. 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам», 67 «Расчеты по долгосрочным кредитам и займам»

Кредит сч. 51 «Расчетные счета», 52 «Валютные счета».

Бухгалтерский учёт бюджетных кредитов также ведется на счетах 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам», 67 «Расчеты по долгосрочным кредитам и займам». В соответствии со ст. 6 БК РФ бюджетный кредит – это денежные средства, предоставляемые бюджетом другому бюджету бюджетной системы РФ, юридическому лицу (за исключением государственных (муниципальных) учреждений), иностранному государству, иностранному юридическому лицу на возвратной и возмездной основе. Предоставленное обеспечение исполнения обязательств

договору бюджетного кредита отражается по дебету забалансового счета 009 «Обеспечения обязательств и платежей выданные», после возвращения сумма ранее предоставленного обеспечения исполнения обязательств по договору бюджетного кредита списывается с кредита счета 009 «Обеспечения обязательств и платежей выданные».

Для совершения факторинговых операций организация-продавец заключает с факторинг-банком соглашение в виде заявления-обязательства, в котором имеются следующие реквизиты: получатель средств, наименование организации и ее адрес, все данные факторинг-банка, фраза «просим согласия на проведение факторинговых операций по следующим счетам-фактурам», суммы. В документе должны быть оговорены причины неплатежей и суммы по ним, комиссионные в процентах, которые должна заплатить организация со своего счета на счет факторинг-банка.

Факторинг-банк оплачивает организации-поставщику необходимую сумму, а в дальнейшем взыскивает ее с плательщика.

Если организация-плательщик не заплатит сумму в срок, то факторинг-банк имеет право взыскать с нее проценты в свою пользу за каждый просроченный день. Одновременно банк получает и комиссию в процентах от суммы оплаченных документов

Факторинг-банк может принимать к оплате и такие документы, оплата которых просрочена из-за временного отсутствия средств у плательщика, при этом оговариваются особые условия (премии) при оплате таких сумм.

К факторинговым операциям не принимаются документы, частично оплаченные или документы, по которым был полный отказ от акцепта, а также документы, не предъявленные к оплате, и документы, по которым истек срок исковой давности.

Рассматривая порядок оформления факторинговых операции Кондраков Н.П. отмечает: «Заявление-обязательство составляется в 3-х экземплярах: факторинг-банку (в соответствующий отдел), в бухгалтерию банка, в бухгалтерию организации для контроля за такими операциями. Одновременно с этим факторинг-банк направляет в банк плательщика телеграмму с просьбой об изменении реквизитом получателя средств. За изменения реквизитов банк

плательщика взимает определенный процент от суммы пени, уплаченный за просрочку платежа (до 5%)» [6].

Бухгалтерия факторинг – банка оплачивает счет-фактуру и взыскивает с получателя сумму комиссии. На счетах получателя средств делаются записи по дебету счетов учета денежных средств – 51 «Расчетные счета» (если в отечественной валюте), 52 «Валютные счета» (если в иностранной валюте) и кредиту сложного активно-пассивного счета 90 «Продажи». И на сумму процента комиссии дебетуют счет 51 «Расчетные счета» и кредитуют счет 91 «Прочие доходы и расходы».

При других формах расчетов за продукцию и услуги документы в банк представляет покупатель.

Коммерческий кредит предоставляется одной организацией другой в виде продажи товаров с отсрочкой платежа.

Учет расчетов по кредитам и займам организации осуществляют на основе Положения по бухгалтерскому учету «Учет займов и кредитов и затрат по их обслуживанию» (ПБУ 15/01), в соответствии с которым задолженность по полученным кредитам и займам подразделяется на краткосрочную и долгосрочную.

Расходы, связанные с получением кредитов и займов, относятся к текущим расходам, кроме той их части, которая включается в отчетность инвестиционных активов.

Еще одним из элементов заемного капитала являются займы, обеспеченные векселями и облигациями, которые должны учитываться на отдельных субсчетах к счёту 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам» или 67 «Расчеты по долгосрочным кредитам и займам» (в зависимости от срока займа), которые при составлении рабочего плана счётов можно назвать «Обязательства по векселям выданным», «Обязательства по облигациям».

В словаре аудитора и бухгалтера указано: «вексель (нем. *Wechsel* – обмен) – ценная бумага в виде обязательства, составленного в письменном виде по определенной форме. Вексель дает лицу, которому он выдан (кредитору, заимодавцу), именуемому векселедержателем, безусловное,

закрепленное законом право на получение (возврат) предоставленного им на фиксированный срок и на определённых условиях денежного долга» [8, с. 85].

По векселю начисляются проценты (номинал векселя совпадает с суммой полученного займа, а затем на эту сумму начисляются проценты в оговоренном между сторонами порядке) либо предусматривается дисконт (номинал векселя сразу превышает получаемую сумму займа, при наступлении срока погашения заемщик возвращает не ту сумму, которую получал, а ту сумму, которая указана в качестве номинала векселя).

Расходы по займам отражаются в бухгалтерском учёте обособленно от основной суммы обязательства по полученному займу (кредиту). Соответственно к счёту 66 «Расчёты по краткосрочным кредитам и займам» и счёту 67 «Расчёты по долгосрочным кредитам и займам» необходимо открыть субсчета для учёта расходов по кредитам и займам «Начисленные проценты по кредитам и займам».

В настоящее время в России законом разрешено обращение двух видов векселей: простых и переводных.

При выдаче собственного векселя делается запись по дебету на забалансовом счете 009 «Обеспечения обязательств и платежей выданные». При выдаче организацией–заемщиком векселя и поступлении денежных средств дебетуют счета по учету денежных средств 50 «Касса», 51 «Расчетные счета», 52 «Валютные счета» и в зависимости от срока погашения кредитуют счета 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам» и 67 «Расчеты по долгосрочным кредитам и займам» соответствующие субсчета.

Если при выдаче организацией-заемщиком векселя, если дата передачи векселя по акту не совпадает с датой получения денежных средств, то дебетуют счет 76 «Расчеты с разными дебиторами и кредиторами» и кредитуют счета 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам» и 67 «Расчеты по долгосрочным кредитам и займам», и только при получении займа, обеспеченного векселями на основании отчетов кассира и выписок банка делают запись по дебету счетов 50 «Касса», 51 «Расчетные счета»,

52 «Валютные счета» с кредита счета 76 «Расчеты с разными дебиторами и кредиторами».

Начисленные проценты по векселю относят на финансовый результат организации:

Дебет сч. 91 «Прочие доходы и расходы»

Кредит сч. 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам», 67 «Расчеты по долгосрочным кредитам и займам».

Суммы дисконта по векселю отражают как расходы будущих периодов: при этом дебетуют счет 97 «Расходы будущих периодов» и кредитуют счета 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам» и 67 «Расчеты по долгосрочным кредитам и займам», затем равными долями списывается и включается в состав текущих расходов, часть суммы дисконта относят в состав текущих расходов записью по дебету счета 91-2 «Прочие доходы и расходы» субсчет «Прочие расходы» с кредита счета 97 «Расходы будущих периодов».

Погашение векселя (возврат займа, обеспеченного векселем) отражают записью:

Дебет сч. 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам», 67 «Расчеты по долгосрочным кредитам и займам».

Кредит сч. 50 «Касса», 51 «Расчетные счета», 52 «Валютные счета»,

Затем денежные средства по договору займа, обеспеченного векселем, переданные векселедержателю, отражают по кредиту забалансового счета 009 «Обеспечения обязательств и платежей выданные».

Еще одним элементом заемного капитала могут быть займы, привлекаемые путём выпуска и размещения облигаций. При выпуске этих ценных бумаг организация-эмитент принимает на себя обязательство обеспечивать регулярную и своевременную выплату держателям облигаций причитающихся им процентов (дохода). Учет денежных средств, полученных организациями взамен выданных облигаций, ведется в том же порядке, что и учет обычных займов и кредитов, т. е. в зависимости от срока выкупа ценных бумаг (в течение года) на счете 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и

займам» или 67 «Расчеты по долгосрочным кредитам и займам» (более одного года).

Преимуществами облигационных займов в сравнении с другими способами привлечения заемных средств являются:

- отсутствие разводнения уставного капитала, снижающего долю прежних акционеров (которое возникает при дополнительной эмиссии акций);
- снижение стоимости заимствования за счет обращения к более широкому кругу кредиторов (по сравнению с векселями, займами и кредитами).

Средства в облигации можно привлекать как при первичном выпуске облигаций (при эмиссии), так и при последующем распространении облигаций на вторичном рынке (например, после их выкупа). Выпуск облигаций может осуществляться как по открытой (среди неограниченного круга лиц), так и по закрытой (среди заранее известного круга лиц) подписке. Процедура эмиссии облигаций включает следующие этапы:

- 1) принятие решения, являющегося основанием для размещения ценных бумаг. При принятии этого решения необходимо учитывать, что выпуск облигаций допускается только после полной оплаты уставного капитала, а номинальная стоимость всех выпущенных облигаций не должна превышать размера уставного капитала общества либо величины обеспечения, предоставленного третьими лицами для цели выпуска облигаций;
- 2) утверждение эмитентом решения о выпуске облигаций;
- 3) подготовка проспекта эмиссии (в случае, если государственная регистрация выпуска облигаций должна сопровождаться регистрацией их проспекта эмиссии). Выпуск облигаций должен сопровождаться регистрацией проспекта эмиссии облигаций в двух случаях: при открытой подписке и при закрытой подписке, число приобретателей облигаций по которой превышает пятьсот;
- 4) государственная регистрация выпуска облигаций;
- 5) изготовление сертификатов облигаций (в случае размещения облигаций в документарной форме);
- 6) подписка на облигации;

7) регистрация отчета об итогах выпуска облигаций. Инвестор, приобретающий облигации при первичном размещении, не имеет права совершать с ними какие-либо сделки до их полной оплаты и регистрации отчета об итогах их выпуска. Связано данное ограничение с тем, что выпуск облигаций по тем или иным причинам может быть признан несостоявшимся, и тогда любые сделки с ними окажутся недействительными;

8) раскрытие информации, содержащейся в отчете об итогах выпуска облигаций (в случае, когда государственная регистрация выпуска облигаций сопровождалась регистрацией их проспекта эмиссии).

В связи с размещением облигаций у организации-эмитента могут возникнуть расходы. Например, государственная пошлина, взимаемая за государственную регистрацию выпусков облигаций. Могут потребоваться расходы на услуги консультанта, реестродержателя, депозитария и т.д. Эти расходы относятся к дополнительным затратам учитываться в соответствии с принятой учетной политикой либо как дебиторская задолженность, с последующим включением их в состав операционных расходов в течение срока погашения облигации, либо как расходы отчетного периода

Если учетной политикой определено, что дополнительные расходы учитываются как расходы отчетного периода. При этом производятся учетные записи по дебету счета 91-2 «Прочие доходы и расходы», субсчет «Прочие расходы» и кредиту счетов: 51 «Расчетные счета» - на сумму оплаченной государственной пошлины; 76 «Расчеты с разными дебиторами и кредиторами», - дополнительные расходы на оплату различных услуг.

Если учетной политикой определено, что дополнительные расходы учитываются как дебиторская задолженность, то в этом случае дебетуют счет 76 «Расчеты с разными дебиторами и кредиторами», субсчет «Расчеты по уплате госпошлины» и кредитуют счет 51 «Расчетные счета» и затем списывают.

В течение срока обращения облигаций производятся следующие записи:
Дебет сч. 91 «Прочие доходы и расходы», субсчет «Прочие расходы»,

Кредит сч. 76 «Расчеты с разными дебиторами и кредиторами», субсчет «Расчеты с прочими дебиторами и кредиторами», субсчет «Расчеты по уплате госпошлины» - признан расход.

Поскольку для целей налогообложения рассматриваемые расходы признаются на дату предъявления налогоплательщику документов, то, чтобы не возникали временные разницы, целесообразно в бухгалтерском учете использовать первый вариант.

В налоговом учете расходы, связанные с размещением облигаций, могут быть сгруппированы по-разному. Налогоплательщик может самостоятельно определить способ учета таких расходов и закрепить его в учетной политике для целей налогообложения. Например, государственная пошлина может либо включаться в прочие расходы, связанные с производством и реализацией, либо признаваться прочими расходами.

Облигация предоставляет ее держателю право на получение дохода в виде фиксированного процента от номинальной стоимости облигации. Если облигация приобретена по цене ниже номинальной, то доходом по ней будет также разница между ценой погашения (номинальной стоимостью) и ценой размещения (приобретения), именуемая дисконтом. Право на получение процентного дохода фиксируется обычно включенным в бланк облигации отрезным талоном, традиционно именуемым купоном (от французского слова *сoupon* – остаток, талон, квитанция). Поэтому процентные облигации называют купонными, а беспроцентные – бескупонными.

Дисконт может учитываться либо в составе доходов будущих периодов, либо в составе расходов будущих периодов, в зависимости от цены размещения облигаций. В первом случае следует сделать следующие учетные записи:

Дебет сч. 51 «Расчетные счета».

Кредит сч. 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам» - поступили денежные средства от размещения облигаций (номинал);

Дебет сч. 51 «Расчетные счета»,

Кредит сч. 98 «Доходы будущих периодов» - поступили денежные средства на величину разницы между стоимостью размещения и номинальной стоимостью облигаций;

Дебет сч. 97 «Расходы будущих периодов»,

Кредит сч. 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам» - отражаются причитающиеся проценты по облигациям;

Дебет сч. 98 «Доходы будущих периодов»,

Кредит сч. 91 «Прочие доходы и расходы» - признан доход по проданным облигациям;

Дебет сч. 91 «Прочие доходы и расходы», субсчет «Прочие расходы»,

Кредит сч. 97 «Расходы будущих периодов» - признаны расходы по начисленным процентам.

При втором варианте необходимо сделать такие бухгалтерские записи:

Дебет сч. 51 «Расчетные счета»,

Кредит сч. 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам» - поступили денежные средства от размещения облигаций;

Дебет сч. 97 «Расходы будущих периодов»,

Кредит сч. 66 «Расчеты по краткосрочным кредитам и займам» - отражена разница между номинальной стоимостью облигаций и стоимостью их размещения;

И далее ежемесячно делают записи по дебету счета 91 «Прочие доходы и расходы», субсчет «Прочие расходы», и кредиту счета 97 «Расходы будущих периодов» на сумму признанных расходов по проданным облигациям

Основными документами, которыми руководствуется организация при учете затрат по кредитам и займам, являются ПБУ 15/2008 «Учет расходов по займам и кредитам» и МСФО (IAS) 23 «Затраты по заимствованиям», который был введен в действие на территории Российской Федерации в 2015 году. Между указанными документами существуют как сходства, так и различия в части состава затрат по кредитам и займам, определения активов, периода капитализации и раскрытия информации в бухгалтерской отчетности компании.

В соответствии с Приказом Минфина России от 25.10.2010 № 132 06.10.2008 ПБУ 15/2008 «устанавливает особенности формирования в бухгалтерском учете и бухгалтерской отчетности информации о расходах, связанных с выполнением обязательств по полученным займам (включая привлечение заемных средств путем выдачи векселей, выпуска и продажи облигаций) и кредитам (в том числе товарным и коммерческим), организаций, являющихся юридическими лицами по законодательству Российской Федерации (за исключением кредитных организаций и государственных (муниципальных) учреждений).» [2].

Согласно п.3 ПБУ 15/2008 «Расходы по кредитам и займам»: «расходами, связанными с выполнением обязательств по полученным займам и кредитам являются:

- проценты, причитающиеся к оплате заимодавцу (кредитору);
- дополнительные расходы по займам.

Дополнительными расходами по займам являются:

- суммы, уплачиваемые за информационные и консультационные услуги;
- суммы, уплачиваемые за экспертизу договора займа (кредитного договора);
- иные расходы, непосредственно связанные с получением займов (кредитов)» [2].

Все дополнительные затраты, непосредственно связанные с получением займов и кредитов и размещением заемных обязательств, производятся в том отчетном периоде, в котором они были произведены.

Наряду с этим указанные затраты могут предварительно учитываться как дебиторская задолженность. Тогда их включают в состав операционных расходов равномерно в течение всего срока погашения указанных заемных обязательств.

В международной практике бухгалтерского учета и в Международных стандартах финансовой отчетности учета не предусмотрено конкретных счетов для отражения хозяйственных операций, но учет производится

аналогично российским стандартам. Отметим, МСФО носят рекомендательный характер.

Создание и совершенствование эффективных методов формирования и использования финансовых ресурсов экономического субъекта в целях обеспечения непрерывного процесса хозяйственной деятельности определяет острую необходимость организации бухгалтерского учета и регулярного анализа одного из основных объектов бухгалтерского учета – заемного капитала.

В условиях реформирования бухгалтерского учета с целью усовершенствования отечественной практики ведения учета с применением Международных стандартов финансовой отчетности организация достоверного учета заемного капитала приобретает особую значимость.

Необходимо четко понимать особенности отражения информации о кредитах и займах в международной практике, чтобы в дальнейшем подготавливать достоверную отчетность, отвечающую всем требованиям выбранной концепции подготовки отчетности, имеются существенные различия, которые заключаются в следующем.

Во-первых, в МСФО к затратам по займам относят проценты, рассчитанные по методу эффективной ставки процента. В национальных стандартах процентная ставка определена условиями договора.

Во-вторых, в Международных стандартах финансовой отчетности полученные кредиты и займы признаются по справедливой стоимости. Далее их учет производят по амортизированной стоимости с использованием метода эффективной ставки процента. Принципы МСФО основываются на концепции временной стоимости денег. Сумма, уплаченная в текущем периоде, будет стоить больше, чем та же сумма в будущем. На этом сказывается множество рисков: экономическая ситуация в микро и макроэкономике, инфляция. Поэтому, на наш взгляд, при отражении стоимости обязательства необходимо учитывать, что выгода отсрочена во времени. В этих целях необходимо провести процедуру дисконтирования, что означает – привести стоимость будущих денежных потоков к их текущему эквиваленту.

Практика показывает, что имеются значительные расхождения в бухгалтерском финансовом учете полученных кредитов и займов по МСФО и отечественными стандартами бухгалтерского учета. Поэтому, считаем целесообразно вести отдельные регистры для учета наличия движения основных составляющих заемного капитала – кредитов и займов в соответствии с МСФО. Для этого вполне можно использовать электронные таблицы Excel. Важным моментом является качественный сбор и внесение в регистры всей необходимой информации, позволяющей сформировать не только данные для расчета балансовых показателей и элементов расходов, но и всех необходимых раскрытий.

Таким образом, различия в формировании информации по правилам МСФО и РСБУ приводят к различиям в формировании величины как задолженности по полученным кредитам и займам, так и в величине признанных процентов. Обязательное распределение имеющейся задолженности по кредитам, займам, начисленным процентам в зависимости от периода погашения на долгосрочную и краткосрочную часть, несомненно, является одним из основных критериев, представления финансовой отчетности, который поддерживается как МСФО, так и РСБУ. Однако, кажущаяся тождественность отражения в бухгалтерском учете и отчетности полученных кредитов и займов нарушается в случае получения безвозмездного займа, так как принцип отражения по амортизированной стоимости в РСБУ не поддерживается.

Список литературы

1. Федеральный закон «О бухгалтерском учете» от 06.12.2011 N 402-ФЗ (в ред. от 30.12.2021) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122855/.
2. Приказ Минфина России от 06.10.2008 № 107н (ред. от 06.04.2015) «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Учет расходов по займам и кредитам» (ПБУ 15/2008)» [Электронный ресурс].-Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_81165/.

3. Об утверждении Плана счётов бухгалтерского учёта финансово-хозяйственной деятельности организации и Инструкции по его применению. Утверждено приказом Минфина РФ от 31.10.2000 №94н (в ред. приказа Минфина РФ от 08.11.2010 №142н). [Электронный ресурс].-Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_29165/ .

4. Бабаев Ю.А. Теория бухгалтерского учета : учебник / Ю.А. Бабаев, А.М. Петров ; ред. Ю.А. Бабаев ; Всероссийский заочный финансово-экономический институт. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – М. : Проспект, 2015.

5. Бланк И.А. Финансовый менеджмент: учебный курс. - К: Эльга, НикаЦентр, 2007.

6. Кондраков Н.П. Бухгалтерский (финансовый, управленческий) учет: Учебник. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Проспект, 2017.

7. Райзберг Б.А., Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М. –2011

8. Словарь аудитора и бухгалтера /Л.Ш., Лозовский, М.В. Мельник, М.Е. Грачева и др. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2003.

9. Фишер И. Покупательная сила денег: ее определение и отношение к кредиту, проценту и кризисам / И. Фишер. – М.: Финансовое издательство НКФ. – 1995.

© Л.С. Боташева, 2022

**ГЛАВА 13.
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ IFRS 6
В РОССИЙСКОЙ ПРАКТИКЕ**

Злотникова Г.К.

к.э.н., доцент

Губанов А.А.

Боев А.А.

Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации

Аннотация: В статье рассмотрены особенности бухгалтерского учета в сфере добычи и разведки полезных ископаемых. Проанализированы различия и сходства международного стандарта IFRS 6 и российского ПБУ 24. Также рассмотрена российская и международная практика отражения соответствующих затрат в отчетности. Разработаны рекомендации российским компаниям в части отражения затрат на добычу и разведку полезных ископаемых.

Ключевые слова: МСФО, бухгалтерский учет, финансовый учет, топливно-энергетический комплекс.

**FEATURES OF THE APPLICATION
OF IFRS 6 IN RUSSIAN PRACTICE**

Zlotnikova G.K.

Gubanov A.A.

Boev A.A.

Abstract: Features of accounting in Exploration for and Evaluation of Mineral Resources are covered in the article. The differences and similarities of the international accounting standard IFRS 6 and Russian standard ПБУ 24 are analyzed in the text. The Russian and international practice of reflecting the

corresponding costs in the material is also considered. As a result, recommendations have been developed for Russian companies in Exploration for and Evaluation of Mineral Resources.

Key words: IFRS, accounting, financial accounting, fuel and energy complex.

Введение

Международные стандарты финансовой отчетности (МСФО) — это система принятых стандартов о порядке представления финансовой отчетности. Основное назначение МСФО — гармонизация учета и отчетности в различных странах.

До внедрения МСФО в развитых странах существовали специальные наборы правил финансовой отчетности. В начале XX века началась новый этап в мировом ведении бизнеса, поскольку многие страны объединили свои усилия для разработки универсального набора стандартов и политик финансовой отчетности для глобального мирового рынка, что привело к появлению МСФО. Основными спонсорами МСФО являются США, Китай, Япония, Европейская комиссия и международные бухгалтерские организации. Финансирование МСФО в значительной степени основано на национальных системах финансирования, зависящих от валового внутреннего продукта. Лидеры G20 не раз заявляли о своей поддержке МСФО как высококачественного единого набора стандартов бухгалтерского учета.

Основным преимуществом МСФО является их потенциал в предоставлении возможностей для лучшей глобальной сопоставимости, которая была достигнута за счет универсально установленного набора стандартов бухгалтерского учета. Высокая сопоставимость МСФО позволяют международным компаниям эффективно и осмысленно оценивать и сравнивать свою деятельность.

Таким образом, если финансовая отчетность организаций составляется с помощью МСФО, потенциальным инвесторам будет гораздо проще сравнивать и оценивать их обоснованность. Кроме того, преимуществами МСФО считаются такие аспекты, как прозрачность, надежность и понятность

финансовой отчетности. Что касается потенциальных преимуществ МСФО для мировой экономики – они могут варьироваться: развитые экономики предпочитают баланс между выгодами и затратами.

Способность МСФО повышать рыночную ликвидность считается еще одним ее преимуществом. Влияние МСФО на ликвидность наиболее ярко проявляется в некоторых странах Европейского Союза, которые совместно внедрили важные корректировки в обеспечение соблюдения отчетности. Хотя увеличение рыночной ликвидности и считается преимуществом МСФО, нельзя сказать, что это преимущество в равной степени ощущается всеми странами, принявшими систему.

Данная работа представляется актуальной по ряду соображений, в числе которых можно выделить следующие: масштабы добывающего сектора – Россия является одним из мировых лидеров по добыче полезных ископаемых, наличие большого количества недоразведанных и неразведанных запасов, а также важность международного сотрудничества в данной области. На сегодняшний день существует ряд дружественных России стран, использующих международные стандарты финансовой отчетности, что делает актуальным исследование особенностей МСФО и важности адаптации национальной системы учета к международным стандартам.

Также важным аспектом является тот факт, что именно доразведка существующих месторождений в нашей стране определяет объем прироста запасов полезных ископаемых, нефти и природного газа, что, в свою очередь, является стратегически важным для нашей страны ввиду особенностей нашей экономической системы. Поэтому представляется актуальным исследование особенностей национальных и международных стандартов учета в области разведки и добычи полезных ископаемых.

Более того, доходы от нефтегазового сектора в разрезе бюджета занимают довольно большой удельный вес – так, по данным Министерства финансов, более 30% доходной части бюджета составили именно нефтегазовые доходы (5 987,2 млрд рублей), при этом, также стоит отметить, что косвенные доходы от деятельности данного сектора (налоги, пошлины) также составляют значительную часть [1]. Также, по оценкам специалистов,

численность населения, занятого в нефтегазовом комплексе, склонна к повышению [1]. Так, вышеуказанные факты свидетельствуют о важности сектора в национальной экономике.

Особенности деятельности в области добычи и разведки полезных ископаемых

Геологоразведочные работы (далее – ГР) представляют по своей сути комплексные мероприятия, конечной целью которых является подготовка месторождения к промышленному освоению полезных ископаемых. В рамках мероприятий проводятся работы по общей и детальной оценке перспективности местности (участка недр), что позволяет сформировать представления о целесообразности дальнейших работ по добыче [2].

Также представляется необходимым детализировать состав затрат, возникающих в ходе ГР. Так как конечной целью ГР является именно получение и накопление знаний, касающихся перспективности определенного участка недр, затраты связаны именно с поиском и обработкой данных об объекте. К соответствующим затратам мы можем отнести: заработную плату сотрудников, участвующих в ГР и обеспечивающих сопровождение таких работ; административные затраты (издержки взаимодействия с публично-правовыми образованиями), перечисленные в соответствующих НПА [2] и на официальном портале Федерального агентства по недропользованию; получение лицензий, патентов; затраты на проведение научно-исследовательских работ; вознаграждение по договорам подряда посреднических и консалтинговых организаций; иные затраты.

Существует несколько способов финансирования геологоразведочных работ: использование средств федерального или регионального бюджета, за счет собственных средств, заемное финансирование – использование кредитных денег или привлечение средств на фондовом рынке. Также существенным фактором является высокая степень риска проведения подобных работ и неявная экономическая выгода данной деятельности. Именно поэтому лицензия на проведение подобных работ зачастую не может быть достаточной гарантией для финансовой организации, рассматривающей вопрос о возможности предоставления кредита небольшой (юниорной)

компаниям на проведение ГГР. Ряд авторов, в частности Васичкина Е.П., отмечают ряд существенных проблем в национальных механизмах финансирования, обусловленных неадаптированной правовой базой в данной области [2]. Также специалисты отмечают наличие трудностей в принятии новых инвестиционных решений в области ГГР [1].

При этом следует отметить, что в нашей стране со стороны государства выделяется значительная поддержка именно добывающей отрасли ввиду ее роли в национальной экономике. Так, существует Программа энергетической стратегии Российской Федерации до 2035 года [2] соответствии с которой содержатся положения о необходимости стимулирования отрасли в целом, и в частности уделено внимание необходимости поддержки именно малых и средних предприятий отрасли.

Важно, что в нефтегазовую отрасль отправляется достаточно большое количество финансовых ресурсов, в частности – субсидий. Так, по состоянию на 2019 год в отрасль было направлено субсидий на общую сумму 1 045 680 193 416,32 Р, что составляет 11% от размера всех субсидий [1]. Существенным является факт того, что в международной практике принято учитывать субсидии отдельной статьей, для чего был принят стандарт МСФО (IAS) 20 «Учёт государственных субсидий и раскрытие информации о государственной помощи» [1]. При этом в российской практике существует нормативный документ «Учет государственной помощи» ПБУ 13/2000, который менее детально обозначает требования учета. Вышеуказанное свидетельствует о необходимости более детальной проработки национального стандарта в данной области в целях повышения прозрачности использования целевого финансирования в одной из важнейших отраслей экономики нашей страны.

Стандарты учета затрат на добычу и разведку полезных ископаемых

На сегодняшний день успешно функционируют как национальный стандарт ПБУ 24/2011 «Учет затрат на освоение природных ресурсов» (далее – ПБУ 24) [2] и МСФО (IFRS) 6 «Разведка и оценка запасов полезных ископаемых» (далее – МСФО 6) [2]. Оба стандарта регулируют рассматриваемую область экономических отношений. Далее мы дадим краткую характеристику стандартам и проведем их сравнительный анализ.

Стоит заметить, что в соответствии со стандартом МСФО, компания вправе применять существующую учетную политику, разработанную до принятия соответствующего стандарта.

Также стоит отметить, что особенность стандарта МСФО – возможность применения компанией учетной политики, принятой до вступления МСФО 6 в силу, обусловлена тем, что также существуют иные стандарты учета, применяющиеся в мировой практике добычи полезных ископаемых, а именно – американский стандарт US GAAP FAS 19 «Financial Accounting and Reporting by Oil and Gas Producing Companies» [1] и британский SORP «Financial Accounting and Reporting by Oil and Gas Producing Companies» [1]. При этом критических расхождений между IFRS и US GAAP не выявлено, в то время как SORP расходится с ними в значительной степени [1].

В соответствии со стандартом IFRS 6, сферой применения данного НПА является определение и учет затрат на разведку и оценку полезных ископаемых [1], что роднит его с национальным стандартом ПБУ. Более того, в обоих стандартах не учитываются затраты, понесенные организацией после того, как была доказана коммерческая целесообразность проведения разведки на определенном участке недр. Также стандарты МСФО и ПБУ не учитывают затраты, понесенные компанией до получения официального разрешения на проведение геологоразведочных работ.

Стандарт ПБУ предписывает, что организация самостоятельно устанавливает перечень поисковых затрат, при этом поисковые затраты, не вошедшие в составленный перечень организации, признаются расходами по обычным видам деятельности. К таковым можно отнести, например, оплату труда, оплату соответствующих работ и так далее. При этом стандарт сообщает, что существуют изъятия из затрат: так, не следует включать в перечень суммы налогов, подлежащих возмещению, а также расходы, не связанные непосредственной с данной деятельностью. Открытый перечень фактических затрат содержится в п. 13 ПБУ 24. В соответствии с ПБУ затраты капитализируются как внеоборотные активы, которые, в свою очередь, подразделяются на материальные и нематериальные поисковые активы. К нематериальным активам относятся полученные лицензии, полученная

информация (в том числе результаты исследований), результаты проведенной оценки по критерию экономической целесообразности дальнейших работ.

Аналогичный перечень примерных затрат содержится и в МСФО, предприятие также самостоятельно разрабатывает свой перечень затрат, которые будут признаны в качестве активов, связанных с разведкой и оценкой. В соответствии с МСФО предприятие также классифицирует активы на материальные и нематериальные.

При этом, по МСФО, на дату окончания этапа разведки и оценки (после того, как стала ясной целесообразность добычи – прекращение юрисдикции настоящего стандарта) признанный актив должен быть реклассифицирован – должен быть осуществлен его перенос в другие статьи баланса. Также проводится тест на обесценение на момент реклассификации.

В соответствии с правилами ПБУ, материальные и нематериальные активы подлежат переоценке и амортизации, при этом порядок начисления амортизации определяется организацией самостоятельно. Затраты на получение лицензии амортизации не подлежат.

Особенности оценки. Стандарт МСФО предполагает возможность оценки либо по первоначальной стоимости, либо по переоцененной стоимости. При этом в российском стандарте поисковые активы оцениваются по сумме фактических затрат.

Важно отметить, что в стандарте ПБУ содержится норма о переоценке, указывающая на необходимость применения процедур учета изменения стоимости, регламентируемых МСФО 36 «Обесценение активов» и МСФО 6 «Разведка и оценка запасов полезных ископаемых». Данный факт свидетельствует о важности международных стандартов в отечественной практике, а также о сближении с международными стандартами, что соответствует международной финансовой практике в условиях глобализации.

По международным стандартам IAS 36, в целях проверки на обесценение, организация должна учитывать ряд факторов, влияющих на стоимость активов. Факторы разделяются на внешние и внутренние. К внешним относят: изменение рыночной стоимости; наличие внешних факторов, негативно влияющих на организацию в целом; превышение

балансовой стоимости активов капитализации компании. К внутренним относятся: моральный и (или) физический износ; внутренние изменения, негативно сказывающиеся на дальнейшей судьбе актива; сведения внутренней отчетности, из которых ясна неэффективность актива.

При этом важно отметить, что активы, учитываемые по нормам МСФО 6, должны проверяться на обесценение не по вышеуказанным критериям IAS 36, а по признакам, перечисленным именно в МСФО 6, п. 20: прекращение деятельности

Также следует отметить, что в соответствии с МСФО 37 «Оценочные обязательства, условные обязательства и условные активы», организация признает обязательства по восстановлению окружающей среды, что соответствует европейским стандартам ESG.

Таким образом, одной из ключевых особенностей стандарта МСФО 6 является тот факт, что обесценение поисковых активов проводится не на общих основаниях, а на специальных, перечисленных в МСФО 6. В результате проведенного анализа выявлены различия между стандартами ПБУ и МСФО: в области: порядок проверки на обесценение, особенности оценки, порядок раскрытия финансовой отчетности. Также у стандартов наблюдаются сходные назначение, сфера влияния (юрисдикция), последовательность по определению видов затрат, классификация активов. При этом можно говорить о том, что национальный стандарт ПБУ 24 соответствует МСФО 6, однако применение международных стандартов в целом по компании позволяет получить более объективные финансовые результаты.

Практическая часть

На практике информация о затратах на геологоразведочные работы раскрывается добывающими компаниями по-разному. Для изучения практики раскрытия информации, предусмотренной стандартом IFRS 6, нами были выбраны российская и зарубежная добывающие компании, отражающие в своей отчетности необходимые нам сведения.

ПАО ЛУКОЙЛ

ЛУКОЙЛ является одной из крупнейших нефтяных компаний, деятельность которой непосредственно связана с разведкой новых

месторождений. В своей годовой финансовой отчётности по МСФО эта компания отражает в форме консолидированного «отчёта о прибылях и убытках и прочем совокупном доходе». В данной форме он выделен из операционных, коммерческих, общехозяйственных и административных расходов. Часть отчёта ПАО ЛУКОЙЛ за 2020-2021 годы, в которой отражаются расходы на геологоразведку, представлена в Таблице 1.

Таблица 1

(значения указаны в миллионах рублей)	2021	2020	2019
Затраты и прочие расходы			
Операционные расходы	(509 192)	(439 973)	(457 710)
Стоимость приобретенных нефти, газа и продуктов их переработки	(5 484 824)	(3 000 916)	(4 308 073)
Транспортные расходы	(291 135)	(292 899)	(278 798)
Коммерческие, общехозяйственные и административные расходы	(215 190)	(199 027)	(197 172)
Износ и амортизация	(425 466)	(405 440)	(415 094)
Налоги (кроме налога на прибыль)	(1 308 882)	(569 078)	(928 190)
Акцизы и экспортные пошлины	(214 433)	(444 300)	(425 763)
Затраты на геологоразведочные работы	(7 076)	(6 114)	(9 348)

Важно отметить, что практика публикации подобной информации именно в отчёте о прибылях и убытках закреплена в политике компании уже долгое время, как минимум с 2016 года. Помимо этого, ЛУКОЙЛ раскрывает информацию о ходе работ по разведке полезных ископаемых в разных регионах присутствия компании на официальном сайте.

При этом важно отметить, что учётная политика организации учитывает требования стандарта IFRS 6 в отношении признания и оценки активов, связанных с геологоразведкой, что отражено в примечании 3, разделе «Основные средства».

В бухгалтерской отчётности ПАО ЛУКОЙЛ по стандартам РСБУ пункты, связанные с геологоразведкой, не раскрываются. Это может быть связано с ориентированностью данных стандартов на предоставление информации контролирующим органам, в то время как стандарты IFRS ориентированы на предоставление информации инвесторам, которые могут быть заинтересованы в перспективах развития компании, которые в случае добывающих компаний тесно связаны с открытием новых месторождений.

Exxonmobil

Exxonmobil – одна из крупнейших в мире нефтедобывающих компаний. Её финансовая отчётность отличается высоким качеством и подробностью раскрытия информации.

Данная компания раскрывает информацию о затратах на геологоразведку, проектах по разведке новых месторождениях. Однако в большей части отчётных форм затраты на геологоразведку раскрываются совместно с капитальными затратами.

Часть отчётности, в которой предоставляется необходимая нам информация, представлена в Таблице 2.

Таблица 2

	United States	Canada/ Other Americas	Europe	Africa	Asia	Australia/ Oceania	Total
2021	(millions of dollars)						
Revenue							
Liquids	14 811	10 764	488	6 314	16 368	890	49 635
Natural gas	3 023	208	2 917	26	6 961	3 104	16 239
Total revenue	17 834	10 972	3 405	6 340	23 329	3 994	65 874
Less costs:							
Production costs, excluding taxes	3 974	4 867	1 819	1 770	1 884	481	14 795
Depreciation and depletion (includes impairments)	6 694	2 690	602	2 799	2 576	1 002	16 363
Exploration expenses	19	464	28	359	146	40	1 056
Taxes other than income	1 400	113	59	490	5 007	423	7 492
Related income tax	1 276	55	248	314	6 510	610	9 013
Results of producing activities	4 471	2 783	649	608	7 206	1 438	17 155
Other earnings (loss) ²	(808)	(432)	(161)	(225)	(59)	305	(1 380)
Total earnings (loss)	3 663	2 351	488	383	7 147	1 743	15 775

Анализируя способы раскрытия информации о геологоразведке, можно сделать следующие выводы:

Крупные добывающие компании стремятся к раскрытию информации о затратах на проведение геологоразведочных работ в соответствии с IFRS 6

Разделы отчётности, в которых отражается информация о затратах на геологоразведку и отражаются необходимые для неё активы могут отличаться в зависимости от учётной политики компании (часть компаний отражает их в балансе и отчёте о прибылях и убытках, в то время как другие раскрывают данную информацию в пояснениях к отчёту)

Информация о геологоразведке в финансовых отчётах компаний может быть сложной для восприятия пользователям, не обладающим достаточной квалификацией

Для повышения привлекательности компании для потенциальных инвесторов мы рекомендуем компаниям более подробно раскрывать информацию, в том числе нефинансовую, о деятельности в сфере геологоразведки. Затраты на поиск новых месторождений могут не в полной мере отражать успешность геологоразведочной деятельности, однако чётко показывают стремления компании к расширению добычи, а следовательно, улучшению финансовых показателей деятельности.

Список литературы

1. Приказ Минприроды N 740 от 13 октября 2021 года «Об утверждении порядка предоставления права пользования участками недр для геологического изучения недр, включающего поиски и оценку месторождений полезных ископаемых, на участке недр, включенном в перечень участков недр для геологического изучения недр, за исключением недр на участках недр федерального значения и участках недр местного значения»

2. Распоряжение Минприроды России от 01.02.2016 N 3-р (ред. от 19.04.2018) "Об утверждении методических рекомендаций по применению Классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов, утвержденной приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 01.11.2013 N 477"

3. Аввакумов, Алексей Алексеевич. "Интенсификация геологоразведочных работ в нефтегазовой отрасли на основе государственно-частного партнерства/АА Аввакумов, ИВ Галимзянов/Экономика: вчера, сегодня, завтра.–2018." Т 8.6 (2018): 310-313.
4. Арчакова-Ужахова Милана Башировна, Арчаков Ибрагим Назирович Существенные аспекты представления информации о затратах на разведку и оценку полезных ископаемых в финансовой отчетности российских компаний добывающих отраслей // ЭПП. 2019. №1.
5. Васичкина Елена Петровна Проблемы финансирования геологоразведочных работ в России // Вестник ГУУ. 2014. №1.
6. Мальцев Александр Сергеевич Вопросы отражения финансовой информации горнодобывающих компаний на основных этапах изучения участков недр // Учет. Анализ. Аудит. 2020. №1.
7. Лукойл. Финансовые результаты. [Электронный ресурс]. URL: <https://lukoil.ru/InvestorAndShareholderCenter/FinancialReports>
8. Министерство финансов РФ. IFRS 06. [Электронный ресурс]. URL: https://www.minfin.ru/common/upload/library/no_date/2012/IFRS_06.pdf
9. Министерство финансов РФ. International Accounting Standard. [Электронный ресурс]. URL: https://www.minfin.ru/common/upload/library/no_date/2013/IAS_20.pdf
10. Министерство финансов РФ. Бюджет. [Электронный ресурс]. URL: <https://minfin.gov.ru/common/upload/library/2020/12/main/2021-2023.pdf>
11. Министерство финансов РФ. Федеральные стандарты бухгалтерского учета. [Электронный ресурс]. URL: https://minfin.gov.ru/ru/performance/accounting/accounting/legislation/positions/?id_39=15244-polozhenie_po_bukhgalterskomu_uchetu_uchet_zatrat_na_osvoenie_prirodnikh_resursov_pbu_242011
12. Министерство энергетики РФ. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года. [Электронный ресурс]. URL: <https://minenergo.gov.ru/sites/default/files/documents/11/10/1920/document-66308.pdf>
13. Распоряжение Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р. [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVDYT4lgsApssm6mZRb7wx.pdf>

14. Расчеты авторов на основании: Госрасходы. Полный перечень субсидий РФ. [Электронный ресурс]. URL: <https://spending.gov.ru/subsidies/>

15. Роснедра. Плата за государственные услуги. [Электронный ресурс]. URL: <https://cfo.rosnedra.gov.ru/page/330.html?mm=574&ml=573?mm=574&ml=573>

16. Совет по профессиональным квалификациям в нефтегазовом комплексе. Мониторинг рынка труда в нефтегазовом комплексе. [Электронный ресурс]. URL: https://www.spkngk.ru/fileadmin/f/about/Monitoring_rynka_truda_v_ngk_2020.pdf

17. Deloitte. Statements of Recommended Practice (SORPs). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iasplus.com/en-gb/standards/uk-gaap/sorps>

18. Exxonmobil. Annual Report. [Электронный ресурс]. URL: <https://corporate.exxonmobil.com/Investors/2021-Annual-Report>

19. Financial Accounting Standards Board. Statement of Financial Accounting Standards No. 19. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.xavierpaper.com/documents/usgaap/n.Fas19.pdf>

**РАЗДЕЛ III.
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
СОВРЕМЕННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ**

УДК 615.099 (470+571)

**Глава 14.
ДИОКСИД УГЛЕРОДА.
КЛИНИКО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ
И ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

Гладких Вадим Дмитриевич
д.м.н., профессор
Вершинина Галина Васильевна
ФГУП НПЦ «Фармзащита»
ФМБА России (г. Химки)

Аннотация: В монографии на основании анализа экспериментально-теоретического и клинического материала обобщены современные представления о роли диоксида углерода в процессах функционирования организма. Представлены механизмы его патогенетического действия при поступлении в организм в токсичных концентрациях. Рассмотрены вопросы клиники и диагностики острых и хронических отравлений.

Ключевые слова: загрязнение окружающей среды, здоровье, диоксид углерода, острые и хронические отравления.

**CARBON MONOXIDE. CLINICAL,
TOXICOLOGICAL AND HYGIENIC ASPECTS**

Gladkikh Vadim Dmitriyevich
Vershinina Galina Vasilyevna

Abstract: On the basis of the analysis of the experimental-theoretical and clinical material the monograph summarizes modern ideas about the role of carbon dioxide in the processes of body functioning. Mechanisms of its pathogenetic action are presented when it enters the organism in toxic concentrations. The questions of clinic and diagnostics of acute and chronic poisonings are considered.

Key words: environmental pollution, health, carbon dioxide, acute and chronic poisonings.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Диоксид углерода долгое время рассматривался в качестве конечного продукта метаболизма, оказывающего исключительно вредное воздействие на организм млекопитающих. Лишь во второй половине XIX века *A. Mosso* (1897) было установлено, что CO_2 – важный для организма продукт обмена, необходимый для нормальной жизнедеятельности организма [1]. В начале XX века *J. Haldane* (1927) создал теорию гуморальной регуляции, согласно которой важнейшим регулятором внешнего дыхания млекопитающих является углекислота [2]. Многочисленными исследованиями последних десятилетий показано, что CO_2 , являясь универсальным регулятором ферментативной активности и свободнорадикального гомеостаза, способен модулировать многие биохимические процессы в тканях и физиологические функции организма в целом. В соответствии с концепцией *A. Когана с соавт.* (2006), единая система физико-химической (газовой) регуляции биологических процессов, включающая в себя, в частности диоксид углерода и монооксид азота, модулирует нейроэндокринные и обменные процессы в организме человека [3].

В то же время CO_2 является токсичным фактором, оказывающим патогенное действие на организм человека при ингаляционном пути поступления его в избыточных количествах [4]. Острые отравления в результате токсического действия CO_2 являются не столь редким явлением. Подострые и хронические отравления развиваются в быту, а также в профессиональной среде в результате каких-либо нештатных ситуаций на

производстве, предусматривающем образование или использование в технологическом процессе диоксида углерода.

В настоящей монографии на основании анализа экспериментально-теоретического и клинического материала обобщены современные представления о реальной и потенциальной опасности диоксида углерода, характеристике проявлений токсического процесса, вызываемого им на уровне целостного организма.

1. Диоксид углерода. Общие последствия его воздействия на здоровье

Диоксид углерода, оксид углерода (IV) - (синонимы: двуокись *углерода*, *углекислый газ*, *угольный ангидрид*, *углекислота*) – бесцветный газ, не обладающий раздражающим действием. При температуре – 78,3°C кристаллизуется в виде белой снегообразной массы - «сухого льда», который при атмосферном давлении испаряется, не переходя в жидкое состояние.

Диоксид углерода нашел широкое применение в различных сферах жизнедеятельности человека. Углекислый газ используется в качестве защитной среды при сварке проволокой, в пищевой промышленности - для газирования напитков. Жидкая углекислота применяется в системах пожаротушения и в огнетушителях. Твёрдая углекислота («сухой лёд») используется в качестве хладагента в лабораторных исследованиях и в розничной торговле, при ремонте оборудования и пр.

Диоксид углерода относится к веществам IV класса опасности. В соответствии с согласованной на глобальном уровне системой классификации и маркировки химических веществ (СГС) Организации объединенных наций и руководящих принципов Организации экономического сотрудничества и развития по испытаниям химических веществ, CO₂ не оказывает токсического действия на организм млекопитающих в низких концентрациях. В высоких – может вызывать асфиксию, даже в присутствии достаточного количества кислорода [4].

Данные мониторинга атмосферного воздуха CO₂ обычно выражаются частями на миллион - от *англ. ppm - parts per million* - единица измерения

каких-либо относительных величин, равная $1 \cdot 10^{-6}$ от базового показателя. Концентрация 1 ppm означает, что на каждый миллион молекул газа в измеряемом объеме приходится одна молекула CO_2 . ($1 \text{ ppm} = 0,0001\% = 0,000001$). Если речь идёт об объёмных концентрациях (объёмных долях), то 1 ppm (1 ppmv – от *англ. parts per million by volume*) – это $1 \text{ см}^3/1 \text{ м}^3 = 1 \text{ мл}/1 \text{ м}^3$.

В табл. 1 представлены обобщенные данные, характеризующие развитие неблагоприятных для здоровья эффектов при воздействии различных уровней CO_2 (ppm), полученные в результате клинико-эпидемиологических и экспериментальных исследований.

Таблица 1

**Концентрации диоксида углерода в воздухе, соответствующие
неблагоприятным воздействиям на здоровье человека**

<i>Эффект</i>	<i>Концентрация CO_2, ppm</i>
Нормальный уровень на открытом воздухе	350—450
Приемлемые уровни воздействия	<600
Ощущение духоты, возможна сонливость	600 -1000
Общая вялость, снижение когнитивных функций	1000 -2500
Максимально допустимая концентрация в течение 8 часового рабочего дня *	5000
Опасность для здоровья	>7000
Симптомы лёгкого отравления (тахикардия, одышка, тошнота, рвота и пр.) *	30 000
Добавляется головная боль и лёгкое нарушение сознания	50 000
Судороги, кома, смерть в течение часа**	100 000
Молниеносная гибель	300 000
Примечание. *Согласно Гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.2100-06 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны" и Дополнению N 2 к ГН 2.2.5.1313-03, ПДК углерода диоксида (двуокиси углерода, углекислого газа) составляет: максимальная разовая - $27000 \text{ мг}/\text{м}^3$, среднесменная - $9000 \text{ мг}/\text{м}^3$. ** LC_{50} : $90000 \text{ г}/\text{м}^3$ (при 5 минутной экспозиции)	

Для жилых и административных помещений нормальным уровнем содержания CO_2 в воздухе считается $\sim 600 \text{ ppm}$.

Оптимальные и допустимые значения содержания CO_2 в помещении (оптимальным содержанием называются показатели, обеспечивающие

нормальное состояние организма и ощущение комфорта, допустимые - значения, которые при длительном воздействии на человека могут привести к ощущению дискомфорта, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности, но при этом не вызывают ухудшение здоровья) установлены ГОСТом 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

Для жителей городов оптимальным содержанием CO₂ в жилом помещении является 800 ppm, допустимая концентрация – находится в пределах 1000–1400 ppm. Концентрация свыше этих показателей говорит о низком качестве воздуха.

Оптимальным и допустимым содержанием CO₂ в воздухе учебных заведений, офисов считаются соответственно значения 800–1000 и 1000–1400 ppm. С точки зрения физиологии, верхние допустимые значения следует рассматривать в диапазоне 800–1000 ppm. Ещё в 60-х гг 20-го века О.В. Елисеева в своей диссертации «Биологическое действие двуокиси углерода на организм человека и гигиеническая оценка её содержания в воздухе общественных зданий» показала, что при концентрации CO₂ 1000–5000 ppm нарушается работа дыхательной системы и системы кровообращения, а также значительно ухудшается активность головного мозга. Согласно её выводам, уровень CO₂ в помещении не должен превышать 0,1% (1000 ppm), а среднее содержание CO₂ должно быть около 0,05% (500 ppm).

В 2006 г специалистами Европейской комиссии DG SANCO, в рамках программы «*Health Effects of School Environment*», исследовано влияние CO₂ на здоровье детей и выявлено, что при превышении уровня в 1000 ppm в 2 раза выше риск появления ринита, а сухой кашель возникает в 3,5 раза чаще. Аудиторской группой «KPMG» (Нидерланды) и учеными из Мидлсекского университета (Великобритания) при обследовании добровольцев из числа сотрудников офисов показано, что при превышении уровня CO₂ в 800 ppm внимание снижалась на 30%; на уровне 1000 ppm отмечались головные боли, на уровне 1500 ppm - у большинства (80%) появилась усталость, при 2000

ppm 60% работников не смогли сосредоточиться на выполнении своих обычных действий.

Толерантность к CO_2 снижается с возрастом. Также было высказано предположение, что курильщики могут иметь большую толерантность из-за привыкания к более высоким уровням CO_2 в сигаретном дыме [5-6].

Повышенные концентрации CO_2 снижают когнитивные способности: на уровне 1200 ppm отмечается снижение активности нейронов, при концентрации в помещениях CO_2 0,2–0,4 % (2000–4000 ppm) развивается сонливость и слабость. При более высоких концентрациях (>5%) возможно развитие гиперкапнии и респираторного ацидоза (угнетение дыхания, усиление парасимпатических влияний на сердечно-сосудистую и дыхательную системы, сопровождающееся головными болями, головокружением, нарушением зрения и слуха, тахикардией, повышением артериального давления, одышкой и пр.) [7].

Концентрации $\text{CO}_2 > 8\text{--}10\%$ вызывают судороги, кому и смерть в течение 30-60 минут [8-9].

При уровне CO_2 более 30% - потеря сознания отмечается молниеносно (в считанные секунды). Это объясняет, почему жертвы случайных интоксикаций CO_2 часто не успевают должным образом отреагировать, чтобы разрешить создавшуюся, опасную для здоровья и жизни, ситуацию [5-6].

Концентрации смертельных случаев варьируются от 14,1 до 26% CO_2 , во вдыхаемом воздухе при сопутствующем уровне кислорода от 4,2 до 25% [8,10-11].

Токсическое воздействие CO_2 на человека возможно при вдыхании атмосферного воздуха, содержащего высокие концентрации вследствие высокой геотермальной активности, и воздуха помещений при плохой вентиляции, а также в ситуациях, связанных с воздействием сухого льда.

Острые отравления в результате токсического действия CO_2 являются не столь редким явлением. Подострые и хронические отравления развиваются в быту, а также в профессиональной среде в результате каких-либо нештатных ситуаций на производстве, предусматривающем образование или использование в технологическом процессе диоксида углерода.

Будучи в 1,5 раза тяжелее воздуха, при концентрациях более 5% (92 г/м^3) CO_2 накапливается в плохо проветриваемых помещениях у пола и в приямках, а также во внутренних объемах оборудования для получения, хранения и транспортирования газообразной, жидкой и твердой двуокиси углерода. При этом снижается объемная доля кислорода в воздухе, что может вызвать явление кислородной недостаточности и удушья, состояния, получившего название *«гипоксического синдрома ограниченного пространства»* (Данный термин предложено для описания последствий нарушения вентиляции в замкнутых пространствах - в водомерных ямах, резервуарах, шахтах, подземных хранилищах, трюмах морских судов, кабинах пилотируемых космических кораблей и пр., вызванных кислород дефицитной атмосферой [8, 12-13].

Исследования, проведенные в 1980-х годах, показали, что только в США во время работы в замкнутых пространствах ежегодно происходило около 90 случаев смертей; 22% из них - во время спасательных работ [14]. Сотрудники Управления по охране труда и гигиене труда США (OSHA) в 2015 г на том уже уровне оценивают число смертей, связанных с воздействием CO_2 в условиях замкнутого пространства. При этом число погибших спасателей возросло до двух третей от общего числа смертей [15].

Другими причинами интоксикации CO_2 , является воздействие сухого льда. Сухой лед подвергается сублимации (прямому превращению из твердого состояния в газ), и при его быстром нагревании образуется большое количество CO_2 , что особенно опасно в замкнутых средах. Интоксикации в результате воздействия сухого льда могут носить случайный характер [5,8,16] и преднамеренной, как описано в ряде случаев самоубийств [11,18].

Массивные геотермальные выбросы, токсичные продукты горения также являются возможными причинами интоксикации CO_2 , хотя в этих случаях трудно отдифференцировать связь с другими вдыхаемыми токсичными газами [17-21].

Биомаркёры воздействия диоксида углерода. В организме CO_2 находится в физически растворенном виде в составе химических соединений (угольной кислоты, карбонатов, бикарбонатов) и связанном состоянии с

гемоглобином (карбогемоглобином). Являясь конечным продуктом окислительного метаболизма в клетках, CO_2 переносится от тканей, где он образуется, по венозной системе и затем выделяется с выдыхаемым воздухом через легкие. Его содержание в пробах крови выражают в термине «парциальное давление» ($p\text{CO}_2$), то есть давлении, которое бы имел содержащийся в пробе крови в данном количестве диоксид углерода, если бы весь объем крови занимал только он.

По показателю $p\text{CO}_2$ можно судить о содержании диоксида углерода в организме. Содержание CO_2 в крови зависит от его парциального давления, отражая баланс между количеством образующейся углекислоты и CO_2 , выделяемого легкими.

Кривая диссоциации CO_2 описывает эту зависимость (рис.2). Общая закономерность проявляется в увеличении содержания CO_2 в крови при возрастании его парциального давления.

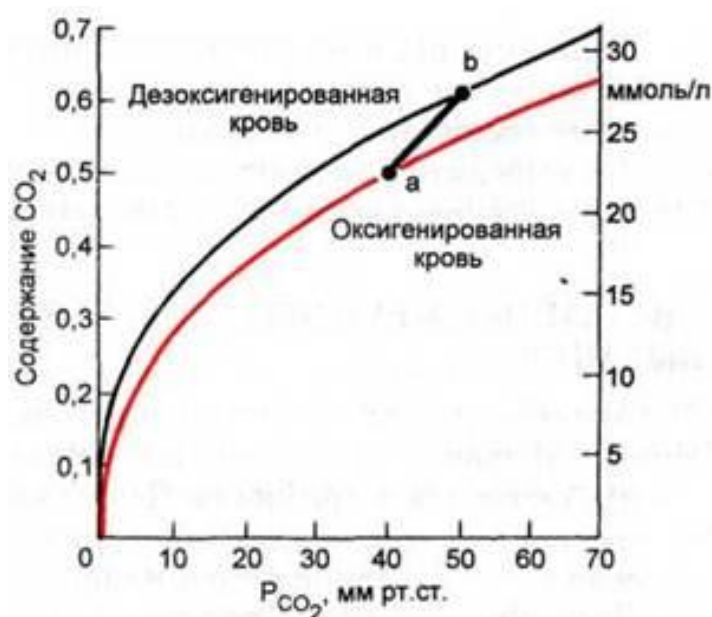


Рис. 1. Кривая диссоциации диоксида углерода

На рис. 1 приведены кривые связывания CO_2 для оксигенированной (артериальной) и дезоксигенированной (венозной) крови.

Концентрация CO_2 при любой величине $p\text{CO}_2$ зависит от степени насыщения гемоглобина кислородом: чем выше насыщение, тем меньше

концентрация CO_2 (эффект Холдейна). При одном и том же парциальном давлении содержание CO_2 в дезоксигенированной крови больше, чем в оксигенированной. Реальная кривая диссоциации CO_2 в крови проходит между двумя графиками, относящимися к оксигенированной и дезоксигенированной крови, в диапазоне между 40-46 мм. рт. ст., которая соответствует pCO_2 в артериальной и венозной крови (рис.1).

Существующие точные методы измерения pCO_2 позволяют идентифицировать состояния организма, обусловленные отличным от условной нормы содержанием CO_2 в организме. В связи с этим данный показатель рассматривается биомаркёром воздействия диоксида углерода. Однако, четкой зависимости между уровнем pCO_2 и клиническими проявлениями гиперкапнии не выявлено.

При нормальных атмосферных условиях pCO_2 в альвеолярном воздухе поддерживается на уровне 40 мм. рт. ст. [22]. Парциальное напряжение углекислоты в притекающей к альвеолам венозной крови – на уровне 47 мм. рт. ст., а оттекающей от альвеол легких артериальной крови - 40 мм. рт. ст. Это уровень pCO_2 соответствует *нормокапнии*.

При повышении pCO_2 формируется состояние *гиперкапнии* (газовый ацидоз), при избыточном выделении CO_2 и понижении pCO_2 в артериальной крови – *гипокапнии* (газовый алкалоз).

Состояние гиперкапнии может быть вызвано экзогенными и эндогенными причинами. Гиперкапния экзогенного происхождения развивается при дыхании воздухом с повышенным содержанием CO_2 , что как уже отмечалось, может быть связано с пребыванием в небольших изолированных помещениях, в шахтах, колодцах, в подводных лодках, кабинах космических кораблей и автономных водолазных или космических скафандрах в случае неисправности системы регенерации атмосферы, а также при некоторых врачебных вмешательствах (например, в случае неисправности наркозно-дыхательной аппаратуры или при вдыхании карбогена, в условиях искусственного кровообращения при недостаточном выведении CO_2 и пр.).

Гиперкапния эндогенного происхождения наблюдается при различных патологических состояниях, сопровождающихся недостаточностью внешнего дыхания, нарушением газообмена, и всегда сочетается с гипоксией.

Биомаркёры эффектов и восприимчивости к диоксиду углерода.

Специфических биомаркеров, пригодных для характеристики эффектов воздействия CO_2 , не выявлено, так как проявления острого отравления диоксидом углерода, обусловлены гипоксией тканей и не являются строго специфичными.

Клинические эффекты воздействия CO_2 зависят как от его концентрации и экспозиции, так и от состояния здоровья человека, подвергшегося воздействию. Состояние здоровья в определенной степени можно рассматривать в качестве биомаркёра восприимчивости.

В качестве биомаркёров эффекта CO_2 и восприимчивости к нему рассматривается, прежде всего, совокупность патологических проявлений со стороны нервной, дыхательной и сердечно-сосудистой системы с учетом данных анамнеза. К клиническим биомаркёрам эффекта воздействия CO_2 относят: одышку в покое, тошноту и рвоту, головную боль, головокружение, синюшность слизистых оболочек и кожи лица, сильное потоотделение, нарушается зрение.

Наиболее важный признак развивающейся гиперкапнии - депрессия, усиливающаяся по мере нарастания напряжения углекислоты в организме. При повышении $\text{pCO}_2 \sim$ до 80 мм рт. ст. нарушается способность концентрировать внимание, появляются дремота, спутанность сознания; при увеличении pCO_2 до 90—120 мм рт. ст. - пострадавший теряет сознание, у него появляются патологические рефлексы; зрачки обычно равномерно сужены [23].

Критические органы-мишени CO_2 . Основными мишенями воздействия CO_2 являются система кровообращения, дыхательная и центральная нервная системы.

Система кровообращения. Гиперкапния оказывает значительное влияние на сердечно-сосудистую систему. При умеренной гиперкапнии фиксируемые изменения связаны с усилением венозного притока к сердцу,

увеличением систолического объема в результате повышения тонуса вен и скелетной мускулатуры, перераспределением кровотока. Значительно увеличивается мозговой и коронарный кровоток, может возрасти кровоснабжение почек и печени; несколько снижается кровоснабжение скелетных мышц.

Резко выраженная гиперкапния приводит к нарушениям в проводящей системе сердца, падению тонуса периферических сосудов и артериальной гипотензии, переходящей в коллапс. Механизмы изменений гемодинамики при гиперкапнии определяются центральными и местными эффектами повышенных концентраций CO_2 , ионов водорода, а в ряде случаев и сопутствующей гипоксией.

При гиперкапнии у людей и животных отмечается увеличение минутного объема крови (МОК) при вдыхании воздуха, содержащего около 7—10% CO_2 ; при меньшей концентрации CO_2 во вдыхаемом воздухе МОК не изменяется [3].

В лаборатории М. Е. Маршака (1969) при изучении влияния уровня диоксида углерода на ЭКГ у собак фиксировались фазные изменения ЭКГ (увеличение вольтажа зубца Т, особенно во втором и третьем отведениях): изменения зубца Т отмечались при достижении концентрация CO_2 во вдыхаемой газовой смеси $\sim$ до 7 %; при дальнейшем увеличении концентрации CO_2 до 10—15%, вольтаж зубца Т нарастал. После перехода на дыхание атмосферным воздухом - возвращался к исходной величине [24].

Согласно многочисленным исследованиям на животных и у людей при дыхании газовой смесью, содержащей до 4-6% CO_2 , артериальное давление либо не изменяется, либо отмечается его незначительное повышение. При более высоких концентрациях CO_2 во вдыхаемом воздухе отмечается выраженное повышение артериального давления. Гипокапния, вызванная гипервентиляцией, как правило, сопровождается понижением артериального давления.

Диоксид углерода оказывает прямое и опосредованное рефлекторное влияние на вазомоторный центр (сосудосуживающий эффект) через хеморецепторы каротидных и аортальных зон, а также посредством

специализированных хеморецепторов сосудов некоторых органов, реагирующих только на изменение $p\text{CO}_2$ артериальной крови. Помимо центрального и рефлекторного влияния на сосуды, CO_2 оказывает местное действие на тонус гладких мышц сосудистой стенки.

В опытах на животных показано, что гиперкапния вызывает в денервированных органах расширение сосудов. Местное действие CO_2 приводит к более выраженному расширению капилляров и вен, чем артерий и артериол. Показано, что перфузия изолированного отрезка сосуда гиперкапнической кровью вызывает снижение перфузионного давления, что указывает на понижение тонуса сосуда и увеличение его просвета. Конечный эффект влияния $p\text{CO}_2$ артериальной крови на тонус сосудов какого-либо органа определяется алгебраической суммой сосудосуживающих и сосудорасширяющих влияний [24].

Соотношение сосудосуживающих и сосудорасширяющих влияний при разных воздействиях на одни органы отличается от такового при воздействиях на другие органы. Так, например, при гиперкапнии происходит расширение сосудов мозга, сердца, конечностей и значительное сужение сосудов скелетных мышц. Такой эффект наблюдается при небольшом повышении $p\text{CO}_2$ артериальной крови, которое практически не сказывается ни на артериальном давлении, ни на МОК. Исследования на изолированном сердце показали, что гиперкапния вызывает увеличение коронарного кровотока, а гипокапния - его уменьшение. Результаты, полученные разными авторами на целом организме, неоднозначны, что возможно связано с различиями условий проведения экспериментов [3].

Повышение $p\text{CO}_2$ артериальной крови сопровождается понижением тонуса мозговых сосудов, увеличением их просвета и возрастанием кровоснабжения мозга. Когда человек или животное переключается на дыхание газовой смесью с повышенным содержанием CO_2 , то уже через несколько секунд отмечается увеличение кровоснабжения мозга, продолжающееся нарастать в течении нескольких минут. Чем выше концентрация CO_2 во вдыхаемом воздухе (до определенных пределов), тем в большей степени увеличивается кровоснабжение мозга. Понижение $p\text{CO}_2$

артериальной крови, вызванное гипервентиляцией, влечет за собой, как правило, сужение мозговых сосудов, и кровоснабжение мозга снижается тем больше, чем меньше $p\text{CO}_2$.

Сосуды мозга более чувствительны к $p\text{CO}_2$, по сравнению с сосудами других органов. Латентный период действия $p\text{CO}_2$ на мозговые сосуды значительно меньше, чем на сосуды скелетных мышц и почек. Так, например, в острых опытах на кошках при переключении на дыхание газовой смесью, содержащей 6 -10% CO_2 , расширение сосудов мозга фиксировалось через 10 - 20 сек, а в конечностях - через 40 - 80сек. При гипокапнии сужение сосудов мозга отмечалось через 15 сек, а сосудов конечностей - через 2 мин после начала гипервентиляции [25].

Диоксид углерода играет существенную роль в регуляции зональных изменений кровоснабжения мозга. Гиперкапния вызывает увеличение кровоснабжения всех частей мозга, но не в одинаковой степени: при вдыхании 5% CO_2 кровоснабжение коры увеличивается на 67%, а белого вещества мозга - на 54% [26].

Влияние CO_2 на мозговой кровоток определяется его концентрацией. Так, методом лазерной доплеровской флоуметрии А. Harris et al., (1996) не инвазивно исследовали характер изменения кровотока в капиллярах зрительного нерва в ответ на гипероксию и гиперкапнию в мозге и сетчатке. Они измеряли кровоток в конце спокойного выдоха у здоровых людей, вдыхавших нормальный комнатный воздух, а затем 100% кислород или 15% CO_2 . При гипероксии фиксировалось достоверное снижение кровотока на 25% в зрительном нерве с уменьшением объема крови на 9% и скорости кровотока на 13%. При гиперкапнии отмечалось достоверное увеличение кровотока на 28% с достоверным увеличением объема крови на 22% и увеличением скорости кровотока на 9% по сравнению с таковыми при нормальном комнатном воздухе [27].

М. Niiro et al. (1994) в опытах на крысах исследовали влияние различных концентраций CO_2 на церебральный экстрацеллюлярный pH ($p\text{H}_\text{e}$), мозговой кровоток и черепно-мозговое давление: 1-я группа (контрольная) – 1 % CO_2 ; 2-я группа - 5% CO_2 ; 3-я группа - 10% CO_2 ; 4-я группа - 20% CO_2 ; 5-я

группа - 25% CO_2 . Значение pH_z , быстро снижалось, как только начинали подавать CO_2 , и оставалось почти постоянным при фиксированной концентрации вдыхаемого углекислого газа. Изменения pH_z , были параллельны изменениям pH в крови. Мозговой кровоток увеличивался во 2-й группе более чем на 200%, в других группах – гораздо меньше, что возможно обусловлено изменениями кровяного давления у животных этих групп. Черепно-мозговое давление также возрастало после увеличения подачи CO_2 , а характер изменений был сходен с таковым для мозгового кровотока [28].

В связи с вышеизложенным, следует подчеркнуть, что церебральная вазодилатация при гиперкапнии во многом обусловлена продукцией оксида азота (NO). О том, что NO играет ведущую роль в увеличении мозгового кровотока при гиперкапнии, сообщалось многими исследователями [29-30]. В частности, Q. Wang et. al. (1995) в опытах на крысах изучали участие нейрональной синтазы оксида азота в регуляции церебрального кровотока при гиперкапнии. Они показали, что NO, синтезированный нейрональной (а не эндотелиальной) синтазой, участвует в регуляции базального церебрального кровотока и является основным, если не единственным, видом оксида азота, способствующим ответу церебрального кровотока на гиперкапнию [30].

Респираторная система и терморегуляция. Возбуждающее действие CO_2 на дыхательный центр реализуется через специфические рецепторы, расположенные в ретикулярной формации ствола мозга, а также посредством возбуждения хеморецепторов сосудистых рефлексогенных зон.

При умеренной гиперкапнии усиленная деятельность дыхательного центра может сохраняться в течение длительного срока. При нарастающей гиперкапнии стимулирующее влияние CO_2 прекращается, и первоначальная фаза возбуждения дыхательного центра сменяется его угнетением, вплоть до остановки дыхания. Такая смена фаз может происходить при величинах pCO_2 в диапазоне от 75 до 125 мм рт. ст. и более (что соответствует 10-25% углекислого газа во вдыхаемом воздухе при нормальном атмосферном давлении). В большинстве случаев угнетающее действие гиперкапнии начинает проявляться, когда pCO_2 превышает 90—100 мм рт. ст.

Гиперкапния сочетается со снижением напряжения O_2 в плазме крови и его содержания в эритроцитах, т.е. гипоксемией, приводящей к гипоксии тканей. При гиперкапнии диссоциация оксигемоглобина облегчается, но затрудняется оксигенация крови в легких [31].

К настоящему времени накоплен достаточный экспериментальный материал о влиянии гиперкапнии на терморегуляцию: гиперкапния изменяет теплопродукцию и теплоотдачу. При вдыхании газовой смеси с повышенным содержанием CO_2 отмечается снижение температуры тела. Так, например, вдыхание в течение часа газовой смеси, содержащей 5% CO_2 , вызывало у кроликов снижение ректальной температуры на $0,5^\circ C$, при 10% CO_2 - на $1,2^\circ C$, при 20% CO_2 и 27% CO_2 , - на $1,6^\circ C$ [32].

На основании экспериментальных данных И. С. Репин и другие авторы пришли к заключению, что наблюдаемое при гиперкапнии нарушение терморегуляции обусловливается действием углекислоты на терморегулирующие структуры гипоталамуса [33]. Уменьшение теплопродукции и снижение температуры тела, возникающие при гиперкапнии, легко обратимы даже при значительной гипотермии. Учитывая эту особенность действия CO_2 П. И. Бахметьев еще в 1918 г. предложил воспользоваться для создания «замедленной жизни» у человека. С тех пор вопрос об использовании CO_2 для создания глубокой гипотермии привлекает внимание теоретиков и клиницистов [3].

Нервная система. Более ста лет назад в опытах на животных было установлено, что вдыхание газовых смесей с большим содержанием CO_2 , оказывает наркотическое действие [23]. Депрессивное действие CO_2 на ЦНС проявляется понижением возбудимости спинномозговых центров, замедлением проведения возбуждения по нервным волокнам, повышением порога судорожной активности и пр. Вдыхание смеси с 10% CO_2 , вызывает у людей состояние оглушенности. При более высоких концентрациях возникает двигательное возбуждение с судорогами и потеря сознания.

Возбуждение некоторых отделов ЦНС, наблюдаемое при умеренной гиперкапнии, связано с усиленной афферентацией от периферических рецепторных образований, вследствие нарушения гомеостаза. На ЭЭГ при

этом отмечается реакция десинхронизации. Нельзя, однако, исключить и возможность кратковременного повышения возбудимости нейронов в результате непосредственного деполяризующего действия гиперкапнии.

Характер эффекта CO_2 , во многом обусловлен величиной pCO_2 артериальной крови и длительности его влияния. Например, через короткий отрезок времени после начала дыхания смесью с 6-7% CO_2 импульсная активность нейронов вазомоторных структур возрастает; однако при длительном дыхании данной смесью эта активность понижается. При дыхании газовой смесью, содержащей 15-20% CO_2 , происходит нарушение реципрокной координационной связи между инспираторными и экспираторными нейронами: наблюдается усиление импульсации как тех, так и других. Первоначальное усиление импульсации сменяется постепенным её угнетением [32].

Таким образом, в реакции нервной системы на CO_2 можно выделить две фазы: фазу возбуждения и фазу угнетения. Чем выше концентрация CO_2 , во вдыхаемом воздухе и чем чувствительнее объект к CO_2 , тем короче первая фаза и тем продолжительнее вторая.

2. Роль эндогенного диоксида углерода в процессах функционирования организма

Диоксид углерода долгое время рассматривался в качестве конечного продукта метаболизма, оказывающего вредное воздействие на организм млекопитающих. Во второй половине XIX века было установлено, что CO_2 – важный продукт обмена, необходимый для нормальной жизнедеятельности организма [1]. В начале XX века J. Haldane (1927) создал теорию гуморальной регуляции, согласно которой основным возбудителем дыхательного центра и важнейшим регулятором внешнего дыхания у человека является углекислота [2].

Многочисленными исследованиями последних десятилетий показано, что CO_2 , являясь универсальным регулятором ферментативной активности и свободнорадикального гомеостаза, способен модулировать многие

биохимические процессы в тканях и физиологические функции организма в целом.

В соответствии с концепцией А. Когана с соавт. (2006), единая система физико-химической (газовой) регуляции биологических процессов (действующими компонентами этой системы являются как молекулы газов, так и их производные радикальной и нерадикальной природы: CO_2 , активные формы кислорода, оксид азота и пероксинитрит), модулирует нейроэндокринные и обменные процессы в организме человека. Между всеми компонентами системы физико-химической регуляции существует тесная взаимосвязь: они продуцируются в одних и тех же клеточных органеллах, взаимно влияют на синтез и активность друг друга.

Вместе с тем CO_2 в этой системе принадлежит уникальная роль - эндогенный диоксид углерода непрерывно образуется при обмене веществ в тканях всех органов, в то время как продукция NO и активные формы кислорода (АФК) – процесс строго контролируемый, - обусловленная, в частности, его «антиоксидантным» действием. Диоксид углерода, в отличие от NO и АФК, не является медиатором патологических процессов и не оказывает цитотоксического действия. Более того, CO_2 вызывает каталитический распад образующегося пероксинитрита на короткоживущие интермедиаты, тем самым снижая не только концентрацию пероксинитрита и супероксида, но и устраняя избыточное количество NO, уменьшая их токсическое действие. Диоксид углерода снижает также уровень провоспалительных цитокинов (TNF- α во внутренних органах и IL-6 в плазме крови), оказывает выраженное ингибирующее влияние на генерацию активных форм кислорода [3].

Эндогенная продукция диоксида углерода и его транспорт кровью. Диоксид углерода является конечным продуктом окислительного метаболизма в клетках, переносится кровью к легким и удаляется через них во внешнюю среду.

Суточное образование CO_2 в процессе обмена веществ в организме человека может достигать 4 тыс. литров. Взрослый человек в состоянии покоя

выделяет за час около 12 л CO_2 . Во время интенсивной мышечной работы количество выделяемого CO_2 увеличивается в 8 – 10 раз [3].

Диоксид углерода способен транспортироваться как в физически растворенном виде, так и в составе химических соединений (угольной кислоты, карбоната и бикарбонатов). Направления химических реакций, протекающих в процессе переноса CO_2 кровью, схематично представлены на рис. 2-3.

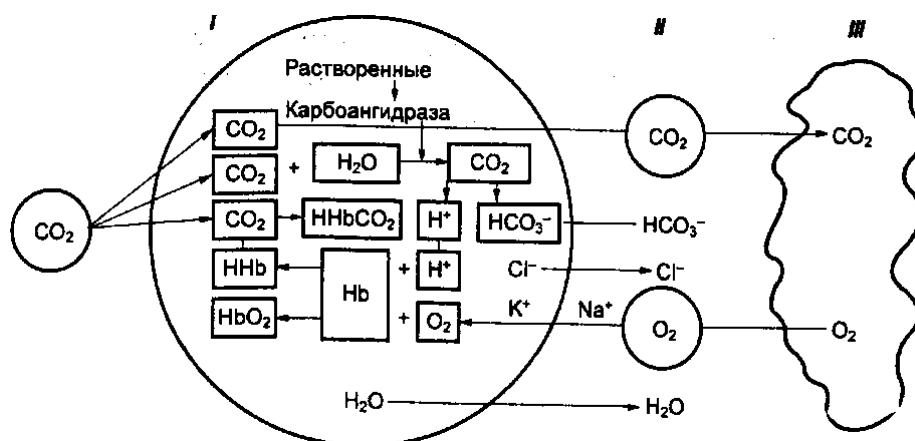


Рис. 2. Химические реакции, протекающие в процессе обмена кислородом и углекислым газом между эритроцитом (I), плазмой (II) и легочной альвеолой (III)

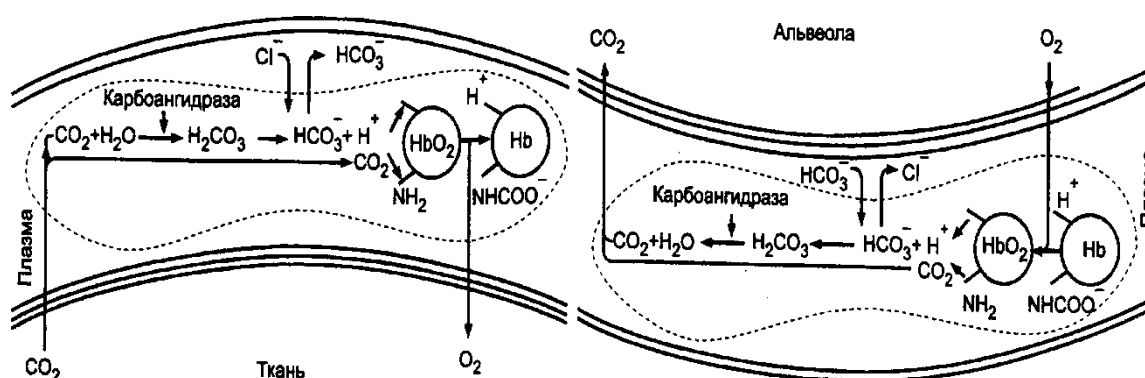


Рис. 3. Химические реакции в эритроцитах при газообмене в тканях (слева) и легких (справа)

Движение CO_2 в организме обеспечивается градиентом давления этого газа и зависит от его диффузионной способности. Диффузионная способность CO_2 в 30 раз превышает диффузионную способность O_2 . Содержание CO_2 в крови отражает баланс между количеством образующегося CO_2 и выделяемого легкими.

В норме $p\text{CO}_2$, как уже отмечалось выше, равно 35—45 мм рт. ст. Наибольшее $p\text{CO}_2$ наблюдается в тканях, где происходит его образование. Благодаря градиенту давления, CO_2 , образующийся в тканях, поступает в кровеносные капилляры, затем диффундирует внутрь эритроцитов, где под влиянием фермента карбоангидразы (КА) в реакции гидратации превращается в угольную кислоту, которая тут же диссоциирует на ионы H^+ и HCO_3^- :



Накопление в эритроцитах HCO_3^- приводит к тому, что между его внутренней средой и плазмой крови создается диффузионный градиент. Ионы HCO_3^- могут двигаться по этому градиенту лишь в том случае, если при этом не нарушается равновесное распределение электрических зарядов. Поэтому одновременно с выходом каждого иона HCO_3^- должен происходить либо выход из эритроцита одного катиона, либо вход одного аниона. Поскольку мембрана эритроцита практически непроницаема для катионов, но сравнительно легко пропускает небольшие анионы, в обмен на HCO_3^- в эритроцит поступают ионы Cl^- . Этот обменный процесс называют хлоридным сдвигом (сдвигом Хамбургера).

По мере поступления CO_2 , в эритроците образуются не только ионы HCO_3^- , но и ионы H^+ . Однако это не приводит к существенным сдвигам pH внутри эритроцита, что обусловлено, в частности, особыми свойствами гемоглобина. Гемоглобин (Hb), будучи амфолитом, обладает значительно буферной емкостью. Кроме того, по сравнению с оксигемоглобином у восстановленного Hb более слабые кислотные свойства, поэтому он может присоединять дополнительное количество ионов H^+ .

Диоксид углерода способен связываться также путем непосредственного присоединения к аминок группам белкового компонента Hb.

Соединение гемоглобина с углекислым газом называется карбогемоглобином (HbCO_2). В норме содержание данного вида гемоглобина составляет 15 – 20%.

Ионы HCO_3^- , диффундирующие в плазму крови, образуют бикарбонат натрия (NaHCO_3), который при поступлении крови в легкие, как и ионы HCO_3^- содержащиеся в эритроцитах (в том числе в составе бикарбоната калия - KHCO_3), диссоциируют с образованием CO_2 .

Парциальное давление CO_2 в венозной крови на 6-7 мм. рт. ст. больше, чем в альвеолярном воздухе, благодаря чему CO_2 переходит из венозной крови в альвеолярный воздух. В целом 1 л венозной крови поглощает примерно 1,8 ммоль CO_2 . Около 10% находится в виде карбоаминовой связи с гемоглобином; 35% транспортируется в виде бикарбоната в эритроцитах; оставшиеся 55% - в виде солей угольной кислоты в плазме. При прохождении крови через легкие CO_2 высвобождается из этих форм в таком же соотношении [22].

Карбогемоглобин диссоциирует в легочных капиллярах на гемоглобин и свободный CO_2 , который удаляется с выдыхаемым воздухом.

Освобождению CO_2 из связи с гемоглобином способствует превращение последнего в оксигемоглобин. Оксигемоглобин является более сильной кислотой, чем H_2CO_3 . Вследствие этого он способен вступать в реакцию с бикарбонатами и вытеснять угольную кислоту, которая распадается на CO_2 и воду.

Диоксид углерода и внешнее дыхание. В соответствии с теорией гуморальной регуляции J. Haldane (1927) и концепцией Н. Winterstein (1955) внешнее дыхание регулируется рН крови, при этом непосредственным регулятором является pCO_2 [34].

Повышение pCO_2 артериальной крови усиливает возбуждение дыхательного центра; следствием этого является увеличение легочной вентиляции и выделения CO_2 через легкие, что ведет к снижению и нормализации pCO_2 в артериальной крови и в альвеолярном воздухе.

При гипокании возбуждение дыхательного центра ослабевает, что приводит к уменьшению легочной вентиляции и выделения CO_2 . Это способствует нормализации легочной вентиляции и уровня pCO_2 в

артериальной крови. Увеличение вентиляции легких при гиперкапнии наблюдается у всех людей и высших животных. Индивидуальные колебания степени увеличения легочной вентиляции в ответ на дыхание одной и той же газовой смесью с повышенным содержанием CO_2 зависят от индивидуальной чувствительности дыхательных нейронов к углекислоте при разных состояниях. Так, например, высокая температура внешней среды понижает чувствительность дыхательного центра к CO_2 ; в процессе акклиматизации к пониженному атмосферному давлению чувствительность дыхательного центра к CO_2 повышается.

Как уже отмечалось выше, минутный объем дыхания (МОД) во многом определяется напряжением CO_2 в артериальной крови. При повышении $p\text{CO}_2$ от 40 до 60 мм рт. ст. МОД возрастает с 7 л/мин примерно до 65 л/мин (рис. 4. А), что сопровождается субъективным чувством одышки (диспноэ). При дальнейшем повышении напряжения CO_2 вентиляция легких снижается за счет тормозящего действия двуокси углерода на респираторные нейроны [31].

От напряжения CO_2 зависит действие и других химических факторов (напряжение кислорода, значение $p\text{H}$ артериальной крови), влияющих на вентиляцию легких.

На рис. 4.Б. представлена зависимость минутного объема дыхания (МОД) от $p\text{H}$ крови. При снижении $p\text{H}$ артериальной крови по сравнению с нормальным уровнем (7,4) вентиляция легких увеличивается. Уменьшение $p\text{H}$ на 0,1 приводит к увеличению вентиляции примерно на 2 л/мин. Такое относительно небольшое увеличение вентиляции обусловлено взаимодействием двух факторов, «стимулирующих дыхание», - $p\text{H}$ и $p_a\text{CO}_2$. Если бы при сдвигах $p\text{H}$ напряжение CO_2 оставалось постоянным, МОД изменялся бы в гораздо большей степени. В качестве примера приведена зависимость минутного объема дыхания от $p\text{H}$ при постоянном $p_a\text{CO}_2$ на уровне 40 мм рт. ст. (рис. 4.Б.). Однако в естественных условиях увеличение

вентиляции легких, возникающее при снижении pH , приводит к более быстрому удалению CO_2 и, как следствие, - к падению p_aCO_2 , т.е. одновременно с усилением стимулирующего эффекта pH снижается стимулирующее влияние CO_2 .

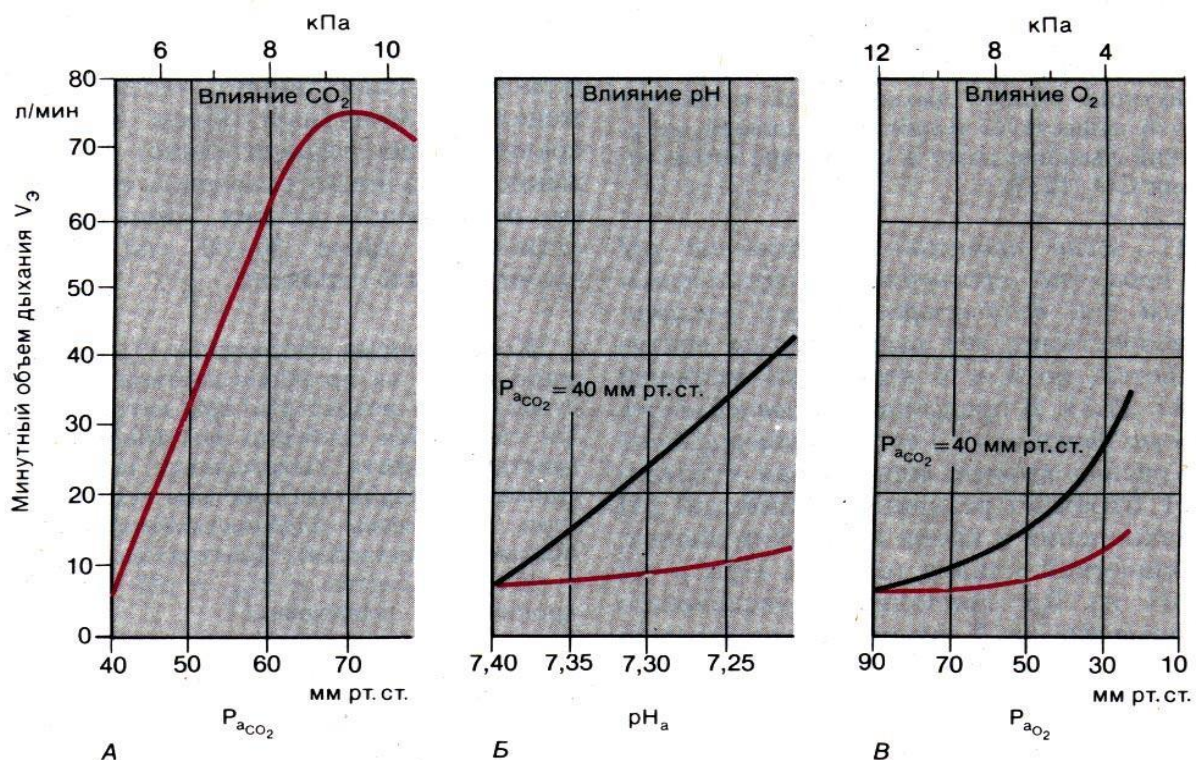


Рис. 4. Зависимость минутного объема дыхания от напряжения CO_2 и O_2 (p_aCO_2 и p_aO_2) и pH артериальной крови

На рис. 4.В приведены кривые зависимости МОД от напряжения кислорода в артериальной крови. Снижение p_aO_2 (гипоксемия) сопровождается увеличением вентиляции легких. Приведенная кривая, отражающая влияние на вентиляцию только напряжения p_aO_2 , относится к условиям постоянного напряжения pCO_2 (p_aCO_2 40 мм рт. ст.). В естественных же условиях влияние напряжения кислорода и двуокиси углерода взаимосвязаны. При увеличении вентиляции легких, обусловленном недостатком кислорода, напряжение p_aCO_2 падает, его стимулирующее действие на дыхание уменьшается, а МОД повышается сравнительно незначительно.

Содержание CO_2 в крови оказывает влияние и на связь гемоглобина с кислородом, а, следовательно, и на обмен кислорода в тканях и легких. На рис. 5 приведена кривая диссоциации оксигемоглобина, отражающая зависимость между напряжением кислорода в артериальной крови и насыщением гемоглобина кислородом, в зависимости от содержания диоксида углерода.

Следует отметить, что помимо содержания CO_2 в крови, на сдвиг кривой диссоциации оказывают влияние рН крови, температурный фактор, содержание в эритроцитах 2,3 дифосфоглицерата. Так, в частности, в периферических тканях с относительно низким значением рН и высокой концентрацией CO_2 сродство гемоглобина к кислороду падает. В лёгочных капиллярах выделение CO_2 и сопутствующее ему повышение рН крови приводит к увеличению сродства гемоглобина к кислороду (эффект Вериге-Бора).

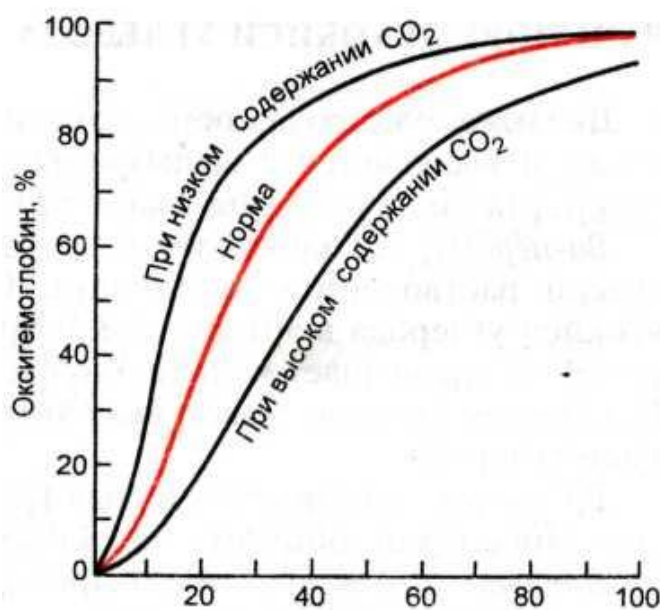


**Рис. 5. Кривая диссоциации оксигемоглобина
в зависимости от содержания CO_2**

Гиперкапния (газовый ацидоз) обычно сочетается со снижением напряжения кислорода в плазме крови и его содержания в эритроцитах, т.е. гипоксемией, приводящей к гипоксии тканей. При гиперкапнии

диссоциация оксигемоглобина облегчается, но затрудняется оксигенация крови в легких.

При гипокапнии (газовый алкалоз) практически не увеличивается переход кислорода из альвеол в кровь, но при этом затрудняется диссоциация оксигемоглобина.

Влияние газов крови и pH на дыхание частично опосредуется периферическими хеморецепторами, сосредоточенными в каротидных тельцах и в параганглиях дуги аорты. Хеморецепторы, расположенные в этих образованиях, возбуждаются при снижении напряжения pO_2 , повышении pCO_2 или уменьшении pH. В экспериментах на животных показано, что влияние кислорода опосредовано исключительно периферическими хеморецепторами [34].

Диоксид углерода вызывает изменение дыхания не только рефлекторно через хеморецепторы каротидных и аортальных зон, но и действуя непосредственно на дыхательный центр. Влияние CO_2 и pH на дыхание опосредовано, главным образом, их действием на особые структуры ствола мозга, обладающие хемо чувствительностью. При этом pCO_2 и pH артериальной крови оказывают неодинаковый эффект на дыхание (см. рис.5), что обусловлено различиями в сопротивлении транспорту CO_2 и ионов H^+ (CO_2 быстро диффундирует из крови в ткани мозга, тогда как ионы H^+ с трудом проникают через биологические мембраны). Данные многочисленных экспериментов свидетельствуют в пользу гипотезы о том, что центральные нервные структуры, участвующие в регуляции дыхания, чувствительны исключительно к ионам водорода.

Согласно современным представлениям, физиологическое значение CO_2 определяется не только его участием в механизме саморегуляции дыхания, способствующей поддержанию гомеостаза, но и его ролью в обеспечении спонтанной ритмической деятельности дыхательного центра. В экспериментах на изолированном участке ретикулярной формации среднего мозга было установлено, что одни клетки дыхательного центра обнаруживают циклическую импульсную активность, а другие – непрерывную импульсацию с регулярной частотой импульсов. Так, в лаборатории М.Е. Маршака (1969)

было показано, что ритмический характер деятельности дыхательного центра зависит от величины напряжения $p\text{CO}_2$ в артериальной крови [24].

В многочисленных опытах на кошках и у людей установлено, что после искусственной гипервентиляции, вызывающей гипокапнию и временную остановку дыхания - апноэ, импульсация в диафрагмальной мышце и в диафрагмальном нерве теряет свой ритмический характер и становится непрерывной. По данным М.Д. Сидоровской (1966), исследовавшей биопотенциалы дыхательных мышц у больных, более 5 лет находившихся на искусственном дыхании, при гиперкапнии, вызванной вдуванием газовой смеси с 3—6% CO_2 , импульсация в дыхательных мышцах носила фазный характер, а на фоне гипокапнии (при $p\text{CO}_2$ крови 20—25 мм рт. ст. вместо 38—40 мм рт. ст.) - была непрерывная [35].

Обоснованность взглядов на роль гипокапнии в нарушении ритма дыхания и возникновении непрерывной импульсации в дыхательных мышцах и иннервирующих их нейронах подтверждается данными о возникновении при гипокапнии непрерывной импульсной активности инспираторных и экспираторных нейронов ретикулярной формации продолговатого мозга [32].

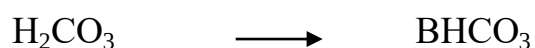
В нормальных условиях между инспираторными и экспираторными нейронами существуют координационные отношения, имеющие строго выраженный реципрокный характер. При гипокапнии, вызванной гипервентиляцией, эти отношения нарушаются. Экспериментальные данные, полученные на животных и у людей, указывают на то, что для спонтанной ритмической деятельности дыхательного центра необходимо определенное напряжение $p\text{CO}_2$, а гипокапния ведет к нарушению дыхательного ритма.

Резюмируя вышеизложенное, следует отметить, что CO_2 обладает способностью модулировать импульсацию дыхательного центра, обеспечивая ритмическую смену дыхательных фаз и строгие реципрокные отношения между инспираторными и экспираторными составляющими.

В литературе приводятся данные, свидетельствующие о том, что CO_2 не только влияет на модулирование ритма разрядов, возникающих в дыхательных нейронах, но также участвует в генерации разрядов. Так, гиперкапния вызывает усиление импульсной активности дыхательных

нейронов ретикулярной формации продолговатого мозга, а при гипокапнии, вызванной гипервентиляцией, наряду с нарушением ритма дыхания происходит уменьшение электрической активности дыхательных нейронов.

Диоксид углерода и кислотно-основное состояние. Одним из главных условий нормального функционирования организма является постоянство активной реакции крови и тканевых жидкостей. Диоксид углерода играет важную роль в поддержании кислотно-основного состояния (КОС) в организме. Постоянство pH внутренней среды поддерживается наличием в крови буферных систем. Буферными свойствами обладают растворы, содержащие слабую кислоту и одновременно соль этой кислоты. В крови содержатся бикарбонатная, фосфатная, гемоглобиновая и белковая буферные системы. Наиболее мощной буферной системой, играющей основную роль в стабилизации pH в тканях и жидкостях организма, является бикарбонатная система:



Диоксид углерода и обменные процессы в организме. К настоящему времени накоплены многочисленные данные, свидетельствующие о широком спектре влияния эндогенного CO₂ на различные обменные процессы организма. Выяснена его роль в изменении проницаемости клеточных мембран, содержании различных промежуточных продуктов цикла трикарбоновых кислот и гликолиза, окислительных и энергетических процессов в клетке, в усилении синтеза важнейших биополимеров тканей животных.

Прежде всего, CO₂ является обязательным субстратом, участвующим в биосинтезе основных органических компонентов организма путем наращивания углеродного скелета ряда субстратов в реакциях карбоксилирования, которые определяют интенсивность анаболизма аминокислот и синтеза биополимеров. Диоксид углерода участвует и в регуляции процессов катаболизма органических веществ и энергетического обмена. При изменении его концентрации в тканях изменяется кинетика реакций декарбоксилирования и карбоксилирования ряда метаболитов цикла

трикарбоновых кислот. Протекание реакций в цикле трикарбоновых кислот полностью зависит от CO_2 , так как четыре из девяти промежуточных членов этого цикла образуются и превращаются с его участием [36].

Особое значение имеет карбоксилирование пировиноградной и фосфоэнолпировиноградной кислот, в результате которого образуется щавелевоуксусная кислота (в отдельных случаях яблочная кислота).

Сдвиг концентраций основных форм CO_2 в тканях существенно изменяет интенсивность окислительного фосфорилирования, гликолиза, глюконеогенеза и обмена аммонийного азота (биосинтеза мочевины и мочевой кислоты, трансаминирования).

Синтез пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов, являющихся коферментами многих ферментных систем, также протекает с участием CO_2 , так как в пуриновом кольце шестой, а в пиримидиновом - второй углеродные атомы образуются только с использованием эндогенного диоксида углерода.

Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о том, что изменение уровня бикарбоната и CO_2 оказывает влияние на различные ферментные системы организмов, стоящих на разных ступенях эволюции, активируя или тормозя катализ, что является одной из важных точек приложения регуляторного влияния CO_2 на обмен веществ и проявление ряда физиологических функций живого организма.

Так еще в 1980 г. Д. А. Мельничук и соавт. показали, что с повышением уровня CO_2 до 20мМ HCO_3^- на 28% снижается активность АТФ-цитрат(про-3S)-лиазы растворимой фракции печени кролика. С дальнейшим повышением концентрации $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2$ активность фермента тормозится меньше [37].

Наличие в инкубационной среде CO_2 в различных концентрациях по-разному влияет на активность ферментов различных тканей организма. Так, например, активность кристаллического препарата глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы из дрожжей увеличивается на 26% с повышением концентрации углекислоты до 20 мМ, а дальнейшее ее возрастание угнетает этот процесс. В противоположность этому активность фермента из печени кролика снижается в присутствии CO_2 в небольших концентрациях. Лактатдегидрогеназа из растворимой фракции печени кролика активируется

на 23% при добавлении в инкубационную смесь 20 мМ HCO_3^- . При дальнейшем добавлении CO_2 активность фермента возвращается к норме. CO_2 в тех же концентрациях практически не изменяет активности кристаллического препарата лактатдегидрогеназы из сердца крупного рогатого скота.

На активность препаратов протеолитических ферментов трипсина и химотрипсина повышение концентрации CO_2 оказывает различное влияние. Скорость гидролиза казеина химотрипсином достоверно не изменяется в среде с 10-50мМ уголекислоты, но в пробе с 60 мМ HCO_3^- , фермент активируется. В то же время активность трипсина стимулируется в наибольшей степени в среде с 40мМ HCO_3^- .

М.А. Тараховский и соавт. (1980) изучали ферментативную активность пентозного цикла и сократительную функцию матки крольчих при изменении уровня CO_2 . Они показали, что добавление в инкубационную среду NaHCO_3 в концентрации 10-40мМ приводило к снижению активности ключевых ферментов окислительной ветви пентозного цикла, в частности глюкозо-6-фосфатдегидрогеназной и 6-фосфоглюконатдегидрогеназной. С увеличением концентрации NaHCO_3 их ферментативная активность снижалась. Подобная закономерность не была выявлена для активности ферментов неокислительного звена пентозного цикла - рибозо-5-изомеразы, транскетолазы и трансальдолазы [38].

Н.А. Захаренко (1980) установлено, что при повышении уровня HCO_3^- , и CO_2 в крови карпа с 13,4 до 18,0мМ/л и постоянном значении pH происходит увеличение активности аланинаминотрансферазы в сыворотке крови, аспартатаминотрансферазы - в ткани печени, а также глутаминазы - в печени и почках. С возрастанием концентрации HCO_3^- и CO_2 в крови до 20,6 мМ/л аспартатаминотрансферазная и глутаминазная активность в печени повышались в большей степени, но аланин- и аспартатаминотрансферазная активность в сыворотке крови снижались. С увеличением концентрации HCO_3^- и CO_2 , в воде аквариумов до 18,0 и 20,6 мМ/л глутаминазная активность в тканях печени рыб повышалась соответственно на 45 и 86 %, а почек - на 40 и 38 % по сравнению с контролем. Активация

аминотрансферазы, по-видимому, отражалась на интенсивности аминирования и дезаминирования, о чем свидетельствовало повышение содержания кетокислот и аминокислот у рыб с более высоким (18 мМ/л) уровнем CO_2 в крови по сравнению с контролем (13мМ/л) [39].

Н.И. Коцарь и В. Д. Романенко (1980) исследовали карбоангидразную активность в эритроцитах и тканях жабр и почек карпа при экзогенной гиперкапнии, вызванной повышением уровня растворенного CO_2 в воде. Анализ полученных результатов свидетельствует, что в процессе компенсации сдвигов КОС под влиянием гиперкапнии карбоангидразная активность в различных тканях рыб изменяется неодинаково. С повышением уровня CO_2 с 0,16 до 1,1 мМ она возрастает только в эритроцитах (повышение определяется выраженностью гиперкапнии независимо от её длительности) [40].

Диоксид углерода и генерация супероксидных радикалов, окисление и фосфорилирование в митохондриях.

Анализ результатов многочисленных исследований позволяет заключить, что CO_2 , ингибируя генерацию супероксидного радикала митохондрий, повышает сопряженность процессов окисления и фосфорилирования, т.е. оказывает действие, противоположное эффекту, вызываемому избытком кислорода, и выступает как естественный антиоксидант, способный поддерживать кислородный свободнорадикальный гомеостаз в этих органеллах.

При исследовании действия CO_2 на генерацию супероксидного радикала митохондрий печени мышей, подвергнутых воздействию газовой смеси, содержащей 8,2% CO_2 , показало, что CO_2 ингибирует НАДФ Н-стимулируемую генерацию супероксидных радикалов при прямом контакте с митохондриями в 3,2 раза, причем степень ингибирования близка к аналогичной в опытах на клетках. Этот эффект сохранялся и при воздействии CO_2 на целостный организм. После вдыхания животными газовой смеси с 8,2% или с 16,4% CO_2 , в течение 50 мин НАДФ Н-стимулируемая генерация супероксидных радикалов митохондрий снижалась по сравнению с контролем соответственно в 1,94 и в 2,03 раза. Степень угнетения диоксидом углерода (8,2%) генерации супероксидных радикалов на изолированных клетках

биооптатов печени и печеночных митохондрий были близки между собой (соответственно в 3,3 и 3,2 раза), что дает основание полагать, что ингибирующее влияние CO_2 на генерацию супероксидного радикала клетками реализуется посредством воздействия на митохондрии [3].

Н. Zhang et al. (1997) показано, что CO_2 , катализирует распад пероксинитрита, являющегося мощным оксидантом, образующимся *in vivo* в результате взаимодействия супероксида с оксидом азота, и оказывающего влияние на широкий круг биологических мишеней, являясь медиатором повреждения клеток и тканей при различных патологических состояниях [41].

N. Romero et al. (1999) изучали влияние физиологических концентраций CO_2 на диффузию пероксинитрита в эритроциты и установили, что диоксид углерода ингибировал окисление внутриэритроцитарного оксигемоглобина добавленным извне пероксинитритом. Поэтому в присутствии физиологических концентраций бикарбоната только ограниченное количество биомишеней реагируют непосредственно с пероксинитритом [42].

По данным Н. Botti et al. (2004) диоксид углерода (1,2мМ) ингибировал опосредованное пероксинитритом окисление а-токоферола и липопропротеидов низкой плотности [43]. F. Ferroni et al. (2004) также отмечали, что в присутствии бикарбоната уменьшалось окисление липопропротеидов низкой плотности, в то время как окисление триптофана и образование 3-нитротирозина увеличивалось [44].

Учитывая тот факт, что интермедиаты свободнорадикальных реакций вызывают разобщение окислительного фосфорилирования, а CO_2 является ингибитором генерации супероксидных радикалов, Коганом А.Х., и соавт. (2006) проведены эксперименты на митохондриях печени мышей, подвергнутых воздействию умеренных доз CO_2 (8,2%, $p\text{CO}_2$ 60 мм рт. ст.), с целью оценки его способности повышать сопряженность дыхания и фосфорилирования. Полученные результаты подтвердили, что углекислый газ действительно повышает степень сопряженности дыхания и фосфорилирования и увеличивает скорость последнего. Показано, что под влиянием CO_2 снижается количество кислорода, используемого на фосфорилирование одной и той же порции добавленного АДФ, то есть

расходование кислорода становилось более экономным. Коэффициент эффективности фосфорилирования увеличивался в 1,55. Время фосфорилирования добавленного АДФ снижалось в 1,65 раза, а скорость фосфорилирования при этом увеличивается в 1,36 раза [3].

Результаты исследований влияния гиперкапнической среды на тканевое дыхание и фосфорилирование в гомогенатах коры головного мозга и печени крыс свидетельствуют, что после 30-минутного пребывания крыс в газовой среде, содержащей 18-19% CO₂, в ткани мозга повышалась интенсивность фосфорилирования по сравнению с контролем. При этом у высокоустойчивых к гипоксии крыс увеличение энергетической эффективности окисления в ткани мозга достигалось при меньшем потреблении кислорода, чем у низкоустойчивых животных [45].

Диоксид углерода и развитие адаптации к различным воздействиям. В литературе имеются многочисленные данные о том, что добавление углекислоты к вдыхаемой газовой смеси повышает устойчивость организма к гипоксии и физическому напряжению. Еще в 1949 г. в опытах на мышах И. Петровым было показано, что в условиях острой гипоксии, когда мыши вдыхали смесь с 2,5% кислорода, средняя продолжительность их жизни составлял 39 минут, а у мышей, которые вдыхали газовую смесь с 2,5% кислорода и 1,5 % углекислого газа, средняя продолжительность жизни составляла 57,7 мин. Характерно, что животные в условиях острой гипоксии становились вялыми, неподвижными; при вдыхании той же гипоксической смеси (2,5% кислорода), но с прибавлением CO₂ отмечалось выраженное возбуждение. На основании проведенных исследований было сделано заключение, что добавление углекислого газа (1,5—2%) к газовой смеси с низким содержанием кислорода «заметно облегчает течение кислородного голодания» [46].

Н.А. Агаджанян и А.В. Сергиенко (1970) изучали переносимость острой гипоксии после пребывания животных и человека в атмосфере с повышенным содержанием углекислого газа (рСО₂ 22,8; 30,4; 38 и 45 мм рт. ст.) в течение 5 суток. При повышении парциального давления углекислого газа в барокамере до 22,8-30,4 мм рт. ст. увеличивалось резервное время на

«высоте» 7500 м. Высотная устойчивость после воздействия гиперкапнии у всех обследуемых была лучше, чем до эксперимента. Дальнейшее повышение $p\text{CO}_2$ в камере до 38 мм рт. ст. и более вызывало у обследуемых резкое понижение высотной устойчивости и глубокие нарушения функций организма. Наиболее значительное снижение высотной устойчивости (с 50 до 3 мин) наблюдалось при $p\text{CO}_2$ в камере на уровне 45 мм рт. ст. Авторы показали, что до определенного уровня гиперкапния в сочетании с гипоксией оказывает на организм стимулирующее влияние. Усиление в этих условиях реакции со стороны органов дыхания и сердечно-сосудистой системы улучшает оксигенацию крови и предотвращает негативные эффекты гипоксии. Повышение $p\text{CO}_2$ облегчает переход кислорода из крови в ткани и уменьшает его потребление [47].

Н.К. Хитров и соавт. (1986) исследуя механизмы действия CO_2 на адаптацию к физическому напряжению и возможность использования этого газа для оптимизации адаптационных процессов, показали, что прирост максимальной работоспособности у крыс после 2 месяцев тренировки (плавание) в условиях гиперкапнии (4% CO_2) был значительно выше, чем в условиях нормокапнии. При увеличении продолжительности тренировки в условиях гиперкапнии до 3 мес, работоспособность крыс не повышалась, а несколько снижалась по сравнению с предыдущим периодом исследования, но все же была выше, чем в условиях нормокапнии. Авторы пришли к выводу, что в условиях гиперкапнии действующими факторами являлись молекулярный CO_2 и HCO_3^- [48].

3. Механизмы токсичности и патогенез отравлений диоксидом углерода

Вдыхаемый с атмосферным воздухом диоксид углерода транспортируется в альвеолы легких в результате конвективных (биомеханических) механизмов в дыхательных путях и диффундирует через альвеолярно-капиллярную мембрану в плазму, а оттуда – в эритроциты и другие ткани. Диффузия газов через альвеолярно-капиллярную мембрану происходит в соответствии с законом Фика, (согласно которому скорость

переноса газа через мембрану прямо пропорциональна разнице его парциальных давлений по обе стороны мембраны), и диффузионной способности легких, (которая, в свою очередь, зависит от растворимости газа, его молекулярной массы и др. факторов). В норме диффузионная способность легких для O_2 составляет 15 мл/мин/мм рт. ст., а для CO_2 – около 300 мл/мин/мм рт. ст. Таким образом, диффузия CO_2 через альвеолярно-капиллярную мембрану происходит в 20 раз легче, чем кислорода [22].

К факторам, контролирующим поглощение CO_2 , относятся как факторы, оказывающие влияние на доставку вдыхаемого воздуха к альвеолам, так и факторы, влияющие на его диффузионную способность («диффузионное давление» - разница в напряжении газа в альвеолярном воздухе и крови легочной артерии», «диффузионная константа» - количество газа, проходящего в единицу времени в кровь при разнице давления CO_2 в 1 мм между альвеолярным воздухом и кровью).

При рассмотрении патогенетических механизмов токсического действия CO_2 , следует отметить, что процесс поглощения как кислорода, так и диоксида углерода через альвеолярно-капиллярную мембрану происходит посредством диффузии, которая осуществляется в два этапа. На первом этапе диффузионный перенос газов происходит через аэрогематический барьер, на втором - происходит связывание газов в крови легочных капилляров. Газы, поступающие при вдыхании атмосферного воздуха транспортируются в физически растворенном и химически связанном состояниях.

В отличие от транспорта кислорода, CO_2 транспортируется кровью тремя способами [22]:

- также, как и кислород, диоксид углерода переносится в физически растворенном состоянии (содержание физически растворенной углекислоты в артериальной крови составляет 0,026 мл CO_2 на 1 мл крови, что в 9 раз больше растворенного кислорода, что, в свою очередь, обусловлено более высоким коэффициентом растворения диоксида углерода);
- в виде химического соединения с гемоглобином (карбогемоглобином);
- в виде карбонатов – кислых солей угольной кислоты.

Хотя CO_2 не метаболизируется в обычном смысле этого термина, диоксид углерода претерпевает химические изменения в кровотоке. В частности, его транспорт в крови напоминает метаболизм в том смысле, что естественная реакция гидратации (которая превращает CO_2 в H_2CO_3) ферментативно катализируется карбоангидразой в эритроцитах, причем H^+ и HCO_3^- конечные продукты.

Направления химических реакций в процессе транспортировки и обмена кислорода и диоксида углерода в тканях, факторы, определяющие кривые диссоциации оксигемоглобина и уголекислоты, влияние CO_2 на кислотно-основное состояние и модуляцию механизмов внешнего дыхания и других функций организма в условиях нормального функционирования организма рассмотрены выше (гл. 2).

Повышение парциального давления диоксида углерода во вдыхаемом воздухе запускает каскад компенсаторно-приспособительных реакций, при продолжающемся воздействии CO_2 , сменяющихся типовыми патологическими состояниями, обусловленными гиперкапнией и сопровождающей ее гипоксимией, приводящей к гипоксии тканей.

Влияние гиперкапнии на организм зависит от скорости, продолжительности и степени повышения концентрации CO_2 в крови и тканях. При нарастании содержания диоксида углерода в организме происходят сдвиги физико-химического состава внутренней среды, обмена веществ и нарушение многих физиологических процессов.

Повышение содержания CO_2 в крови сопровождается перераспределением ионных градиентов на клеточных мембранах (например, ионы Cl^- перемещаются в эритроциты, ионы K^+ из клеток переходят в плазму), сдвигом кривой диссоциации оксигемоглобина вправо (что, в свою очередь приводит к уменьшению сродства гемоглобина к кислороду и снижению насыщения кислородом артериальной крови, несмотря на его нормальное парциальное давление в альвеолярном воздухе).

В свою очередь, развивающиеся изменения в соотношении химически связанного и растворенного CO_2 за счет увеличения последнего влечет за собой падение артериовенозной разницы по CO_2 . В результате затрудняется

образование оксигемоглобина, угнетается тканевое дыхание и снижается активность окислительных ферментов, что приводит к гиперкапнической гипоксии и нарастанию метаболического ацидоза.

В условиях гиперкапнической гипоксии изменяются все виды обмена: ферментативный, углеводный, белковый, минеральный. Падает активность сукцинатдегидрогеназы и цитохромоксидазы различных тканей, уменьшается скорость синтеза гликогена в мышцах и печени, увеличивается концентрация молочной и пировиноградной кислот в крови и спинномозговой жидкости, а также остаточный азот печени.

В начальных стадиях умеренной гиперкапнии (при содержании CO_2 во вдыхаемом воздухе в пределах 3 – 6%) потребление организмом O_2 повышается, что, в частности, связано с реакциями химической терморегуляции, направленными на компенсацию увеличенных под влиянием диоксида углерода тепловых потерь организма. При отравлении диоксидом углерода обычно наблюдается падение температуры тела, возникающее в основном за счет увеличения теплоотдачи; однако считается, что значительная гиперкапния приводит к расстройству всей системы терморегуляции за счет угнетающего действия CO_2 на терморегулирующие структуры гипоталамуса (см. гл. 2.).

При выраженной гиперкапнии потребление организмом кислорода снижается с самого начала ее развития, что обусловлено нейроэндокринными регуляторными механизмами и непосредственным влиянием повышенного содержания CO_2 на метаболические процессы [49].

В начальный период вдыхания воздуха с повышенным парциальным давлением CO_2 образующиеся в избытке кислые радикалы нейтрализуются буферными системами крови (гидрокарбонатной, фосфатной, белковой и гемоглобиновой). Однако имеющийся в организме щелочной резерв не способен нейтрализовать увеличившееся количество CO_2 , в результате чего включаются физиологические компенсаторные механизмы: гипервентиляция, усиление работы сердца и почек по реабсорбции натрия. По мере истощения щелочного резерва до критического уровня уменьшается рН крови.

То есть гиперкапния закономерно приводит к газовому (дыхательному) ацидозу (увеличение растворенного в крови CO_2 , влечет за собой изменение концентрации бикарбонатов со сдвигом рН крови в кислую сторону), который в значительной мере определяет общую патофизиологическую картину при отравлении диоксидом углерода.

В условиях гипоксии усиливается доля гликолитических реакций в метаболизме, что проявляется избытком недоокисленных продуктов, молочной, α -кетоглутаровой и пировиноградной кислот. В клетках развиваются тяжелые типовые нарушения биохимических процессов. Следствием протеолитических процессов является аутолиз клеточных компонентов и гибель клетки.

Важное значение в патогенезе токсического действия CO_2 на организм имеют реакции на гиперкапнию со стороны дыхательной, сердечно-сосудистой и центральной нервной системы, которые в этих условиях выступают в роли «критических органов-мишеней» (см. гл.1.).

Гиперкапния оказывает выраженное влияние на функционирование сердечно-сосудистой системы. При умеренном повышении содержания CO_2 изменения связаны с усилением венозного притока к сердцу, увеличением систолического объема в результате повышения тонуса вен и скелетной мускулатуры, перераспределением кровотока. Значительно увеличивается мозговой и коронарный кровоток, может возрасти кровоснабжение почек (при небольшом повышении CO_2 незначительно повышает почечный кровоток и клубочковая фильтрация - выделение мочи немного увеличивается; при высоком pCO_2 в связи с сокращением приводящих артериол в клубочках количество мочи, выделяемой почками, уменьшается вплоть до олигурии, вазоконстрикция в этом случае является следствием ацидоза) и печени (высокий уровень CO_2 в портальной венозной циркуляции вызывает снижение портального венозного кровотока); несколько снижается кровоснабжение скелетных мышц.

При дыхании гиперкапнической смесью в компенсаторный период увеличивается количество эритроцитов, активируется эритропоэтическая функция костного мозга, отмечается лейкоцитоз. В период декомпенсации

наступает увеличение вязкости крови и снижение осмотической стойкости эритроцитов.

Резко выраженная гиперкапния приводит к нарушениям в проводящей системе сердца, падению тонуса периферических сосудов и артериальной гипотензии, переходящей в коллапс.

Механизмы изменений гемодинамики при гиперкапнии определяются центральными и местными эффектами повышенных концентраций CO_2 , ионов водорода, а в ряде случаев и сопутствующей гипоксией.

В сердечной мышце формируется отек, дистрофия и некроз мышечных волокон. Со стороны легких отмечается альвеолярная эмфизема и отек.

На нервную систему гиперкапния оказывает преимущественно депрессивное действие: понижается возбудимость спинномозговых центров, замедляется проведение возбуждения по нервным волокнам, повышается порог судорожных реакций и др.

Возбуждение некоторых отделов ЦНС, наблюдаемое при умеренной гиперкапнии, связано с усиленной афферентацией от периферических рецепторных образований, раздражаемых физико-химическими сдвигами внутренней среды. Нельзя, однако, исключить и возможность кратковременного повышения возбудимости нейронов в результате непосредственного деполяризующего действия гиперкапнии.

ЦНС формирует комплекс ответных защитно-приспособительных реакций, направленных на экстренную ликвидацию повышенного содержания CO_2 в крови, предотвращение его неблагоприятного воздействия на нервные клетки. Наиболее чувствительна к гиперкапнии кора головного мозга. Сравнительно невысокие концентрации CO_2 вызывают кратковременную фазу возбуждения, сменяющуюся торможением (проявляющуюся сонливостью); при более высоких концентрациях (6-10 %) наблюдаются быстрое угнетение функций ЦНС и наркотический сон. В дальнейшем торможение распространяется на подкорковые образования мозга и жизненно важные центры продолговатого мозга [49]. Вследствие возбуждения нижележащих отделов ЦНС, освободившихся из-под коркового контроля формируются пароксизмы клонико-тонических судорог.

Наиболее устойчивыми к токсическому действию CO_2 являются сосудодвигательный и дыхательный центры. Возбуждающее действие углекислого газа на дыхательный центр реализуется через специфические рецепторы, расположенные в ретикулярной формации ствола мозга, а также через повышение концентрации ионов H^+ , воспринимаемое каротидными и другими хеморецепторными образованиями. При умеренной гиперкапнии усиленная деятельность дыхательного центра может сохраняться в течение длительного срока. При нарастающей гиперкапнии (соответствующей 10—25% CO_2 во вдыхаемом воздухе при нормальном атмосферном давлении) стимулирующее действие углекислоты прекращается, и первоначальная фаза возбуждения дыхательного центра сменяется его угнетением, вплоть до полного прекращения дыхания.

Деятельность спинного мозга угнетается в последнюю очередь. При этом судороги прекращаются, вслед за чем, в любой момент возможна остановка дыхания и сердечной деятельности. При выведении животного из атмосферы с концентрацией CO_2 порядка 25% после пребывания в ней более суток возможно возобновление пароксизмов тонических и клонических судорог. Этот эффект получил название «обратное действие» или «последствие CO_2 ». Причина таких судорог состоит в перевозбуждении центров спинного мозга, освободившихся от угнетающего действия CO_2 , но не испытывающих еще тормозящего влияния со стороны высших отделов ЦНС, особенно коры головного мозга, которые освобождаются от действия CO_2 позднее спинного мозга.

При апоплектиформном течение интоксикации отравления CO_2 пораженные гибнут вследствие реализации нервно-рефлекторных механизмов, обусловленных реакцией сосудодвигательного и дыхательного центра продолговатого мозга на остро развивающийся метаболический криз.

Замедленная форма течения острого отравления диоксидом углерода, характеризующаяся развернутой клинической картиной интоксикации, формируется в условиях гиперкапнии и гипоксии по типовым сценариям «постгипоксических дисбалансов гомеостаза», включающим растянутую во

времени цепочку нарастающих нарушений метаболических → оксидативных → медиаторных → цитокиновых → некробиотических [50].

В многочисленных исследованиях, как уже отмечалось (см. гл. 1) показана широкая вариабельность толерантности к CO_2 , являющаяся причиной того, что дозозависимые эффекты воздействия как в условиях острой, так и хронической интоксикации не могут быть охарактеризованы одним значением. Данный феномен можно объяснить общим адаптационно-компенсаторным ответом и формированием типовых патологических состояний, обусловленных неспецифическими механизмами пато-и саногенеза. В этих условиях достаточно широко проявляются индивидуальные особенности функционирования организма.

4. Клинические проявления, диагностика, принципы профилактики и оказания экстренной медицинской помощи при отравлении диоксидом углерода

Клинические проявления острой интоксикации диоксидом углерода.

По МКБ-10 отравлению диоксидом углерода присвоен код T59.7 «Токсическое действие других газов, дымов и паров» (X47 – случайное вдыхание газообразных веществ).

Отравления CO_2 фиксируются при превышении его предельно допустимого содержания как в воздухе жилых и административных помещений, так и в производственных условиях (в угольных шахтах, кессонах, барокамерах с нарушенным воздухообменом; при проведении электрогазосварочных работ, выполнении обслуживания смотровых колодцев в водоснабжающих коммуникациях, изготовлении холодильников, карбоната аммония, мочевины, сахара, пива, сухого льда, соды и пр.). Отравления CO_2 встречаются также в анестезиологии при проведении наркоза с использованием лицевых масок у пациентов с хронической обструктивной болезнью лёгких (из-за возможной задержки выведения CO_2 при подаче O_2 менее 5 л/мин). Отдельно выделяется гиперкапния водолазов.

В научной и научно-популярной периодике приведено большое количество сообщений о случаях острых отравлений CO_2 . Ниже, в качестве

иллюстрации, приводятся описания наиболее типичных случаев отравлений диоксидом углерода.

Так, В.Н. Наумов (2008) приводит описание смертельного случая отравления диоксидом углерода в условиях замкнутого пространства [51].

Клиническая ситуация. Двое рабочих обследовали канализационные колодцы. Один из рабочих при спуске в колодец на уровне примерно 1,5 м от земли потерял сознание и упал на дно колодца. Второй рабочий стал спускаться в колодец с целью извлечения пострадавшего, но почувствовал себя плохо, и поднявшись наверх вызвал спасателей. Прибывшие через 40 мин спасатели извлекли пострадавшего М., 25 лет из колодца, но он уже был мертв. Сотрудники санэпидстанции провели забор проб воздуха из колодца. Результаты анализа показали, что на глубине 3 м содержание CO_2 в воздухе составляло 7,5%, кислорода 10%. На глубине 3,5 м содержание CO_2 было 9%, кислорода 8,6%. Глубина колодца 3,5 м.

Сходный случай острого коллективного отравления в навозохранилище описан С. Zaba et al. (2011) [8].

Клиническая ситуация. Несколько сельскохозяйственных рабочих проводили ремонтные работы в резервуаре для хранения навоза глубиной около 3 м, расположенном в котловане ниже уровня земли. Один из них спустился в резервуар чтобы установить уплотнение на насос, и через некоторое время потерял сознание, упав с третьей ступеньки трапа, ведущего на дно резервуара.

Другие рабочие пытались помочь ему, но также почувствовали себя плохо. В результате - два человека погибли. Троим пострадавшим была оказана медицинская помощь в стационаре, куда они были госпитализированы для наблюдения (при этом никаких изменений, которые могли бы свидетельствовать об остром отравлении не было выявлено). Проведенные посмертные исследования и токсикологические анализы крови не позволили установить непосредственную причину смерти. На вскрытии - пассивная гиперемия внутренних органов, наличие жидкой крови в камерах сердца и кровеносных сосудах, петехии плевры; гистопатологические

исследования образцов внутренних органов не выявили никаких патологических изменений или повреждений).

Токсикологические анализы газов из навозного резервуара показали пониженный уровень кислорода при одновременной высокой концентрации CO_2 (до 14,5%).

Смерть двух рабочих, вызванная плохо насыщенной кислородом атмосферы с высокой концентрацией CO_2 , отнесена к гипоксическому синдрому замкнутого пространства.

Описание молниеносных смертельных случаев двух рабочих, при обследовании ими бетонного колодца канализационной сети в сельской местности, приводят L. Romeo et al. (2002) [12].

Клиническая ситуация. В течение нескольких недель после несчастного случая был проведен анализ состава и концентрации газов внутри скважины и проб органического удобрения, найденного на земле вокруг бетонного колодца. Анализ проб воздуха, отобранных в скважине через 2, 16 и 18 недель после инцидента, показал низкую концентрацию O_2 (диапазон 4,2-9%) и высокую концентрацию CO_2 (диапазон 5,9-12,3%). В бутылках с пробами органического удобрения в разное время инкубации обнаружены высокие концентрации CO_2 (наибольшее значение 25,2%), низкие уровни O_2 (наименьшее значение 0,5%) и незначительные концентрации N_2O (<0,015%), что свидетельствовало о том, что атмосфера внутри бетонного колодца была изменена за счет ферментативных процессов попавшего туда органического удобрения.

Случаи отравлений диоксидом углерода в результате воздействия сухого льда рассмотрены ниже.

Так, S. Srisont et al. (2009) приводит случай смертельного отравления молодого здорового мужчины, спрятавшегося в небольшом пластиковом контейнере размером 1,5 x 1 x 1 м. Через пять минут его обнаружили с выраженными клоническими судорогами. Еще через несколько минут наступила смерть. При осмотре места происшествия в контейнере был обнаружен сухой лед. Результаты вскрытия были ничем не примечательны. Вероятной причиной судорог была интоксикация CO_2 , вызванная сублимацией

сухого льда и сопутствующим вытеснением кислорода из соответствующего объема воздуха [16].

Подобный случай описывает С. Hsieh et al. (2005), как в ходе предвыборной компании, молодой человек по поручению организаторов проведения предвыборной компании спрятаться в деревянном ящике, чтобы потом, согласно разработанному сценарию, незаметно водрузить большой транспарант, находившийся в том же ящике. Прележав на дне ящика 20 минут, куда из 3-дюймовой трубки предварительно был залит сухой лед для создания в последующем спецэффекта, он был обнаружен в синюшном состоянии и без сознания. Врачами скорой помощи, прибывшими через 9 минут, пострадавший был реанимирован с помощью искусственной вентиляции легких и открытого массажа сердца, выполненного хирургом на месте происшествия и направлен в стационар [52].

Клинический случай остановки сердца у пострадавшего после взрыва резервуара с углекислым газом рассматривают в своем сообщении Y. B. Ok et al. (2020).

Врачи скорой медицинской помощи, получив сообщение о взрыве резервуара с углекислым газом, были направлены на место происшествия, где обнаружили двух человек, лежащих на полу без сознания. Была инициирована сердечно-легочная реанимация (СЛР) и один пораженный был направлен в центр неотложной медицинской помощи. Время эвакуации составило около 20 минут. По прибытию были констатированы ЭКГ признаки остановки сердца и продолжена СЛР.

Результаты первичного газового анализа артериальной крови пациента показал следующие результаты: pH - 6,63; pCO_2 - 201,6 мм рт. ст.; pO_2 - 8,9 мм рт. ст.; насыщение капилляров кислородом - 3,0%; содержание бикарбоната - 20,6 ммоль/л.

Рентгенография грудной клетки не выявила поражений легких. Компьютерная томография головного мозга - без признаков острых нарушений.

После искусственной вентиляции лёгких спонтанное кровообращение восстановилось, но по данным ЭКГ-ии зафиксирована фибрилляция

предсердий без заметных изменений сегмента ST. Результаты серийного газового анализа артериальной крови улучшились, в частности, концентрация CO₂ через полчаса восстановилась до уровня нормы.

В дальнейшем на фоне восстановленного кровообращения у пациента зафиксированы судорожные пароксизмы. Результаты ЭЭГ-ии выявили признаки генерализованной эпилепсии. По данным рентгенографии - наличие пневмонии.

На 7 день госпитализации пациент был переведен в другую больницу для оказания поддерживающей терапии [53].

Промышленный инцидент, связанный с непреднамеренным открытием в замкнутой среде контейнера с жидким углекислым газом, повлекший за собой массовое отравление CO₂, рассматривается в сообщении P. Halpern et al. (2004).

Группа рабочих подверглась воздействию переменных и недокументированных, но достаточно высоких концентраций CO₂ на заводе по производству льда, когда выпускной клапан грузовика, содержащего жидкий углекислый газ, был выбит в закрытой среде. Все содержимое контейнера объемом ~ 10 м³ было выброшено в помещение размером ~ 10×20×4 м. Большинство рабочих подверглось воздействию CO₂ в течение нескольких секунд (до 1 минуты), прежде чем успели покинули зону аварии.

25 пострадавших (24 мужчины, 1 женщина; средний возраст 39,6 лет - в диапазоне от 19 до 76 лет) через 10-30 минут после инцидента были доставлены в отделение скорой помощи. Симптомы отравления включали: одышку (64%), головокружение (28%), кашель (12%), боль в груди (12%), головную боль (8%).

Трое (12%) пациентов потеряли сознание на месте происшествия, у 1 из них наблюдались судороги. У пяти (20%) пациентов при поступлении отмечалась тахикардия более 100 уд/мин, у 1 пациента (4%) - систолическое АД менее 100 мм рт. ст., а также фибрилляция предсердий при 150 уд/мин.

ЭКГ (n=15) в течение 30 мин после поступления выявила изменения сегмента ST и фибрилляцию предсердий у 2 пациентов и инфаркт миокарда у 1 пациента.

Рентгенограммы грудной клетки в течение часа после поступления (n=22) выявили диффузные или пятнистые альвеолярные узоры, соответствующие пневмониту у 6, и отек легких у 2 пациентов.

Газовой состав артериальной крови был исследован у 8 пациентов (все получали оксигенотерапию - от 40 до 95% кислорода): в одном случае результат был в пределах физиологической нормы (среднее рН арт. крови - 7.26); у 6 пациентов выявлен респираторный и в 1 случае - метаболический ацидоз (среднее значение рО₂ для 3 пациентов с гипоксией составило 69 мм рт. ст. в диапазоне от 45 до 85 мм рт. ст.; рСО₂ у пациентов из группы с респираторным ацидозом - 65 мм рт. ст. (диапазон от 47 до 107 мм. рт. ст.)).

Одиннадцать (44%) пациентов были госпитализированы: 8 были выписаны через 24 часа, а остальные - в течение 8 дней.

Воздействие высоких концентраций СО₂ привело к выраженной, но преходящей сердечно-легочной патологии без летального исхода, когда пострадавшие были оперативно эвакуированы и получали поддерживающую терапию [54].

Наиболее массовые отравления диоксидом углерода зафиксированы вследствие массивных геотермальных выбросов СО₂. Как показали недавние исследования, выполненные под руководством Н. Pfanз (Университет Дуйсбурга-Эссена, Германия), с геотермальными выбросами СО₂ были связаны бескровные ритуалы жертвоприношений в храме древнего фригийского города Иераполис (территории современной Турции). Источником геогенного СО₂ являлась и все еще является активная сейсмическая структура зоны разлома Бабадаг. Это место описано античными историками Страбоном и Плинием как ворота в подземный мир - «Ворота Гадеса», названные так по имени греческого бога смерти Гадеса (он же Аид; у римлян - Плутон), охраняемые псом Цербером, чье ядовитое дыхание

убивает живое. В результате замеров, произведенных в гроте под храмом Плутона, установлено, что концентрация геогенного CO_2 в воздухе достигает 91%. Концентрации диоксида углерода, выходящего из устья грота во внешнюю атмосферу, находилась в пределах 4-53% (в зависимости от времени суток и высоты над уровнем земли). Этот феномен объясняет ритуал бескровного жертвоприношения во время религиозных церемоний, описанных древними авторами без особого преувеличения. И по сей день, это место является чрезвычайно опасным: птицы, слишком близко подлетающие к испарениям, задыхаются и падают замертво [55].

Из событий недавнего прошлого следует отметить два случая массовых отравлений CO_2 , произошедших в результате геотермальных возмущений (инциденты близ оз. Моноун, (1984) и оз. Ниос (1986) в Камеруне (Западная Африка) и выброса сотен тысяч тонн газовой смеси, состоящих преимущественно из CO_2 .

Образовавшееся токсичное облако на многие километры окутало приземные слои атмосферы близлежащих к озерам долин Камеруна. Практически все живое, попавшее во фронт распространения воздушных масс погибло, от удушья.

Причины этих природных катастроф были одни и те же. Как оз. Моноун, так и оз. Ниос расположены на кратере вулканов. Вулканический углекислый газ, медленно просачивавшийся через дно, растворялся в глубоководных слоях водоемов. Высокое давление и низкая температура придонных вод озер позволяли растворённому CO_2 накапливаться там десятилетиями. В результате сейсмической активности, а возможно под влиянием оползней и ливней (оба инцидента произошли в сезон дождей), глубинные и поверхностные воды перемешались. Вследствие возникшего резкого перепада давления и температуры, CO_2 из растворенного состояния неконтролируемо (по типу цепной реакции) перешел в газообразное состояние

и извергся в атмосферу, поражая живые организмы, находящиеся в приземных слоях атмосферы. Люди и животные, попавшие в многокилометровую зону распространения токсичного газового облака, теряли сознание почти мгновенно. В результате выброса диоксида углерода близ оз. Моноун практически одномоментно погибло 37 человек. Катастрофа близ оз. Ниос привела к гибели более 1700 человек [17, 19].

Проведенные исследования 1993-1996 гг. показали, что в оз. Ниос диоксид углерода все еще накапливается ниже глубины 180 м со скоростью 125 ммоль в год; в оз. Монон большая часть CO_2 присутствует ниже глубины 60 м, только на 25 м ниже глубины насыщения.

Следовательно, потенциальная опасность взрыва газа на обоих озерах высока, и искусственная дегазация водоемов должна быть проведена как можно скорее. Предложена система промышленной дегазации озер на принципе автономного газлифта. Моделирование показало, что сбрасываемая дегазированная (очищенная от CO_2) вода опустится до уровня нейтральной плавучести, то есть до максимума 70 м на озере Ниос и 35 м на оз. Моноун [56].

У пострадавших в результате воздействия токсичных концентраций CO_2 возможно развитие широкого спектра неспецифической симптоматики: от легких (таких как сонливость, одышка, тахикардия, тошнота, головокружение, головная боль) до тяжелых (судороги, нарушение сознания).

Вследствие достаточно широкой вариабельности толерантности к диоксиду углерода, дозозависимые эффекты воздействия – симптомы интоксикации CO_2 не могут быть охарактеризованы одним значением.

С учетом усредненных концентраций CO_2 во вдыхаемом воздухе общая симптоматика отравления CO_2 представлена в табл. 2 и на рис. 7.

Таблица 2

**Признаки отравления и последствия воздействия диоксида углерода,
в зависимости от его содержания во вдыхаемом воздухе
и времени воздействия**

Содержание CO ₂ во вдыхаемом воздухе (%)	Время воздействия	Признаки и последствия воздействия
до 2	В течение нескольких часов (до 8 ч)	Тахипноэ. Без последствий для здоровья
до 5	20 мин и выше	Увеличение частоты и глубины дыхания, шум в ушах, ощутимая пульсация крови в висках, одышка и слабость
До 8	5-10 мин и выше	Сильные головные боли, головокружение, обморок, потеря сознания. Возможны осложнения
Свыше 10	1 — 2 мин	Потеря сознания, остановка дыхания. Смерть

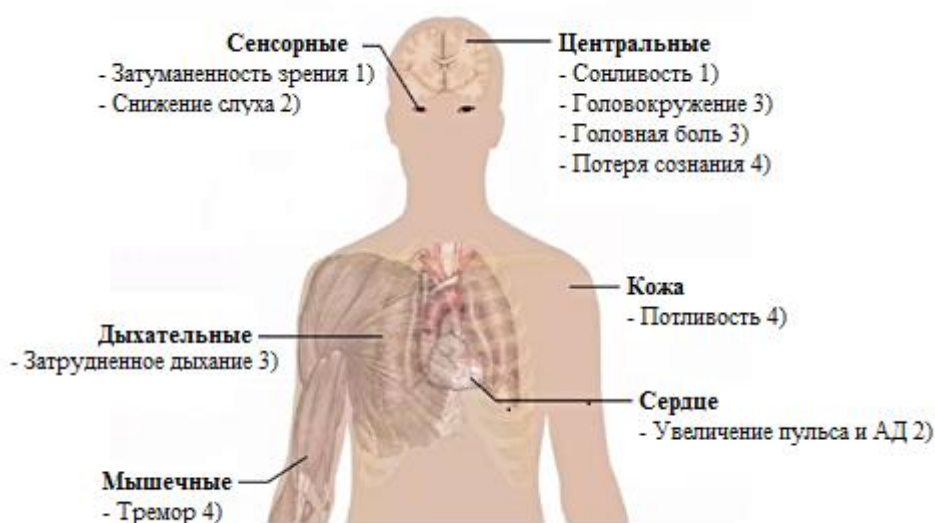


Рис. 6. Общие симптомы отравления при вдыхании воздуха, содержащего диоксид углерода в концентрациях: ¹⁾ – 1%; ²⁾ - 3%; ³⁾ 5%; ⁴⁾ -8%

Выделяют 2 формы интоксикации CO₂ – острую и хроническую. Первая развивается при вдыхании воздушной смеси с концентрацией CO₂ выше 5%. Вторая возникает при многомесячном пребывании человека в

гиперкапнической среде с содержанием CO_2 0,5-2 %. Динамика острого и хронического отравления CO_2 различна.

При остром отравлении отмечается быстрое развитие адаптационно-компенсаторных реакций, сменяющееся ранней декомпенсацией.

При хроническом отравлении процессы компенсации выражены слабее, состояние относительно устойчивой адаптации сохраняется долго, а декомпенсация развивается через длительное время.

При хронических отравлениях с умеренным повышением pCO_2 клинические признаки наблюдаются редко в связи с постепенной адаптацией систем организма. Могут отмечаться чувством постоянной усталости, нестабильность нервно-психического состояния (возбуждение, сменяемое депрессией), стойкая гипотония, нарушения дыхательного ритма, одышка.

Экспозиция к концентрации 1-1,5% CO_2 в течение 30-42 суток приводит к увеличению минутного объема и частоты дыхания, анатомического «мертвого» пространства и дыхательного объема [57].

Результатом хронической интоксикации диоксидом углерода является формирование ангиодистонического синдрома (сопровождающегося головными болями разной локализации, интенсивности и характера; лабильностью артериального давления; дисомнией; онемением конечностей; искажением зрительных образов и нарушением обоняния и вкуса; шумом в ушах; нарушением памяти; недифференцированными болями в конечностях, шее или спине) и гипоталамических пароксизмов (преимущественно вегетативно-сосудистой формы с нарушением терморегуляции).

Токсическое действие на организм человека зависит от скорости увеличения его парциального давления во вдыхаемой газовой смеси. При дыхании газовой смесью с быстро нарастающей концентрацией CO_2 , расстройства появляются раньше и имеют более выраженный характер, чем при медленном повышении содержания CO_2 до той же величины.

При концентрации CO_2 во вдыхаемом воздухе более 18-20% [57-58] имеет место, так называемое *«апоплектиформное течение»* интоксикации. Следует отметить, что в литературе преимущественно дается описание именно этой клинической формы отравления диоксидом углерода. В качестве

иллюстрации выше приведен ряд токсических ситуаций, повлекших за собой развитие апоплектиформного течения отравления диоксидом углерода.

Если нарастание CO_2 во вдыхаемой газовой смеси происходит сравнительно медленно (*замедленная форма течения интоксикации*), то в клинической картине острого отравления условно можно выделить 4 последовательные стадии: предвестников, одышки, судорог и наркоза.

1-я стадия (*стадия предвестников или начальных проявлений*) - наступает при содержании CO_2 во вдыхаемой газовой смеси в пределах 3-5 %, приведенных к условиям нормального давления. Для этой стадии характерны чувство жара, умеренная эйфория, снижение внимания, легкое головокружение, головная боль, более глубокое дыхание, снижение физической работоспособности, потливость, усиление саливации, бронхиальной и желудочной секреции.

2-я стадия (*диспноэтическая стадия*) возникает при дыхании воздухом, содержащим до 6 % CO_2 при экспозиции 20-100 мин. Дополнительно к имеющейся симптоматике присоединяется сильная одышка, пульсирующая головная боль, сонливость. При осмотре определяются вначале бледность, а затем гиперемия кожных покровов, набухание подкожных вен. Отмечается повышенная потоотделение, гиперсаливация. Учащается пульс, как правило, повышается артериальное давление, в большей степени диастолическое. Тоны сердца приглушены. При электрокардиографии обнаруживаются увеличение вольтажа зубцов и удлинение интервала P-Q, свидетельствующие о повышенной возбудимости миокарда и замедлении предсердно-желудочковой проводимости.

3-я стадия (*судорожная*) наступает при содержании CO_2 во вдыхаемой газовой смеси 6-10 % при экспозиции 5-25 мин. Для указанной стадии характерно наличие декомпенсации с развитием патологических реакций организма. Ведущим симптомом являются клонические судороги на фоне диспноэ. Кожные покровы цианотичны, зрачки сужены, артериальное давление снижено, частота сердечных сокращений уменьшена, тонус периферических сосудов ослаблен, вязкость крови увеличена, осмотическая стойкость эритроцитов понижена. Возможна потеря сознания.

4-я стадия (наркотическая) проявляется при дыхании в течение нескольких минут газовой смесью с содержанием CO_2 более 10 %. Быстро развивается общая заторможенность. Судороги ослабевают вследствие истощения нервной системы. Отмечаются редкое дыхание, брадикардия, расширение зрачков. Коматозное состояние. Возможно наступление смерти от паралича дыхательного и сосудодвигательного центров.

Выделяют три степени тяжести острого отравления диоксидом углерода (табл. 3).

Таблица 3

**Семиотика острого поражения диоксидом
углерода по степени тяжести**

Степень тяжести поражения		
Легкая степень	Средняя степень	Тяжелая степень
гиперемия	галлюцинации	миоз
сонливость	шум в ушах	отсутствие реакции зрачка на свет
утомляемость	боль и рези в глазах	редкое поверхностное дыхание
рассеянность внимания	повышение АД	нарушение ритма сердечной деятельности
нарушение координации	бледность кожных покровов	снижение АД
ощущение нехватки воздуха	тахикардия	тремор и судороги в конечностях
учащение дыхания	повышение АД	гипотермия
изменение показателей АД	обмороки	кома

Симптоматика отравления легкой степени представлена: общей слабостью; нарастающими головными болями; снижением слуха, «затуманенностью» зрения и расплывчатостью всех объектов в поле зрения, гиперемией кожных покровов на лице и шее; подташниванием и позывами к рвоте; нарушением координации и шаткостью движений; скачками показателей артериального давления; появлением тяжелого дыхания и чувства нехватки воздуха; ощущением жара; повышенным слюноотделением; чувством першения и дискомфорта в горле; появлением надсадного и сухого кашля; понижением внимания; сонливостью.

Отравления легкой степени осложнений не вызывают. После удаления пострадавшего из загазованной атмосферы на свежий воздух симптоматика, как правило, исчезает без оказания медицинской помощи.

При средней степени тяжести отравления симптоматика усиливается, добавляются новые признаки интоксикации: зрительные галлюцинации, шум в ушах, боль и рези в глазах, бледность и синюшность кожных покровов, обильное потоотделение; набухание подкожных вен; диспноэ, тахикардия, повышение артериального давления. Возможны кратковременные потери сознания.

Отравлениях тяжелой степени характеризуются миозом, редким поверхностным дыханием, брадикардией, снижением артериального давления вплоть до коллапса; гипотермией, судорогами, развитием коматозного состояния.

Тяжелая степень интоксикации является критическим состоянием. Около 60% случаев заканчиваются смертельным исходом.

В ряде случаев с более благоприятным исходом, при выходе из комы отмечается психомоторное возбуждение, которое сменяется чрезмерной сонливостью, расстройством памяти. Посткоматозное состояние может сопровождаться неврологическими нарушениями за счёт поражения как головного, так и спинного мозга (гемипарезы, атактические нарушения, анизорефлексия, нистагм, снижение зрения за счет атрофии зрительного нерва, эпилептический синдром, паркинсонизм и пр.), патологией со стороны сердечно-сосудистой (мерцательная аритмия и сердечная недостаточность) и дыхательной системы (бронхиты, пневмонии, отек легких).

Прогноз при отравлении диоксидом углерода.

Лёгкая степень гиперкапнии (до 50 мм рт. ст.) на организм серьёзного патологического влияния не оказывает, так как включаются механизмы компенсации и адаптации. Гиперкапния с более высоким содержанием CO₂ в крови влияет на организм в зависимости от общего физического состояния, наличия хронических болезней сердечно-сосудистой системы.

Содержание CO_2 в крови на уровне 70–90 мм рт. ст. провоцирует развитие тяжёлой гипоксии, которая при неоказании медицинской помощи может привести к летальному исходу.

К группе риска относятся лица, страдающие хроническими сердечно-сосудистыми и обструктивными заболеваниями легких, беременные женщины, дети и подростки.

Гиперкапния для беременной женщины - опасное состояние. Развитие дыхательной недостаточности, повышение артериального давления, нарушение плацентарного газообмена могут спровоцировать выкидыш. Особую опасность интоксикация диоксидом углерода представляет для новорожденных. В связи с этим ббеременных необходимо всесторонне обследовать, включая проведение УЗИ и доплерографию плода. Важно исключить влияние CO_2 на плод, так как возможны осложнения: задержка умственного развития; нарушение моторных функций; развитие детского церебрального паралича и эпилепсии.

Клиническая картина интоксикации CO_2 у детей характеризуется рядом особенностей. Преобладающей симптоматикой является: чувство удушья, слезотечение, постоянная зевота, упорная рвота, нарушение координации движения, отек конечностей, выраженная сонливость.

Отдельную проблему представляют отравления у водолазов, возникающее в результате накопления CO_2 в водолазном снаряжении или нахождении в барокамере. Водолазы предъявляют стандартные жалобы на чувство жара, появляются одышка, сердцебиение, шум в ушах, потливость, слюнотечение, тошнота и рвота, характерные для интоксикации диоксидом углерода.

В водолазной практике различают первичные и вторичные гиперкапнии.

Первичная гиповентиляторная гиперкапния может возникнуть вследствие увеличения сопротивления дыханию в результате возрастания плотности газовой среды или неисправности дыхательных аппаратов и проявляется чаще всего при физической нагрузке под повышенным давлением.

Вторичные гиперкапнии (гистотоксическая, циркуляторная, гиповентиляторная) представляют собой патогенетические звенья специфических или неспецифических заболеваний водолазов. Гистотоксическая гиперкапния возникает при отравлении кислородом (гипероксическая гиперкапния), а также некоторыми вредными веществами (гемическая гиперкапния). В первом случае выведение CO_2 гемоглобином блокируется кислородом, во втором случае инактивация гемоглобина и тканевых дыхательных ферментов могут быть обусловлены окисью углерода, окислами азота и другими метгемоглобинообразователями. Циркуляторная гиперкапния может быть осложнением обжима водолазов, сопровождающегося существенным перераспределением крови и декомпенсацией сердечно-сосудистой системы. Данная форма гиперкапнии может возникать при газовой эмболии как следствие декомпрессионной болезни или баротравмы легких.

Клиническая и посмертная диагностика отравлений диоксидом углерода

Клиническая диагностика отравлений CO_2 представляет определенные трудности, особенно в случае полного отсутствия данных анамнеза о возможном пребывании пациента в атмосфере с повышенным содержанием диоксида углерода в окружающем воздухе. Это связано с тем, что клинические проявления непостоянны и лишены специфических диагностических признаков, а четкой зависимости между уровнем pCO_2 и клиническими проявлениями интоксикации нет.

Диагноз выставляется на основании субъективных признаков, объективных показателей инструментальных и лабораторных методов исследования. К диагностическим процедурам, заслуживающим особое внимание при постановке диагноза при подозрении на отравление диоксидом углерода, относятся, прежде всего:

- аэротонометрия - количественный анализ крови на содержание CO_2 , но он не всегда доступен на догоспитальном этапе (кроме того, вследствие выраженной толерантности к воздействию CO_2 , его концентрация в крови колеблется в широком диапазоне от 0,055 до 0,085 атм. или 41,8–64,6 мм рт. ст.) [15];

- исследование кислотно-основного состава крови, (свидетельствующего о развитии декомпенсированного дыхательного ацидоз, а, который в последующем может компенсироваться за счет возникновения метаболического алкалоза);

- ЭКГ (прежде всего, ишемические изменения сегмента ST и инверсия Т-волны).

Наиболее значимые лабораторные показатели приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Лабораторные показатели при респираторном
ацидозе вследствие отравления диоксидом углерода**

Показатель	Значения
pH	7,0 -7,7
Общее содержание CO_2	Повышено
p CO_2	45–100 мм рт. ст.
Стандартные бикарбонаты	при частичной компенсации: 28 -45 ммоль/л
Буферные основания	при продолжительном течении: 46 -70 ммоль/л
Содержание калия	тенденция к гиперкалиемии
Содержание хлоридов	понижено

Сложности дифференциальной диагностики острых отравлений диоксидом углерода, иллюстрируются случаем, описанным Т. Herren et al. (2017) [59].

Семидесятидвухлетний мужчина обратился за медицинской помощью в связи с нарастанием одышки. Ранее, около 9 лет назад, при исследовании функции внешнего дыхания у него были выявлены признаки хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) и эмфиземы.

При осмотре бригадой скорой помощи — в сознании, возбужден. Объективно: ЧСС=103 уд/мин, АД=150/100 мм рт. ст., сатурация кислорода (SpO_2) =81% (норма 95–98%). Пациенту была начата кислородная поддержка со скоростью 10 л/мин при помощи лицевой нереверсивной маски с резервным мешком. Через 20 минут SpO_2 возросла до 99%. Во время транспортировки в лечебное учреждение, на основании анамнеза медработники предположили наличие у пациента «гипоксического» типа регуляции дыхательного центра. В этом случае интенсивная оксигенация могла бы привести к угнетению дыхательного центра, и госпитализирующая бригада приняла ошибочное решение о снижении скорости подачи O_2 с 10 до 4 л/мин.

При поступлении в стационар пациент сначала был раздражительным, затем в течение короткого времени перестал ориентироваться во времени и месте, после чего потерял сознание. Объективно: рост 170 см, вес 50 кг, слизистые оболочки цианотичны, дыхание ослаблено, АД =110/80 мм рт. ст., ЧСС =80 уд/мин, выраженная гиперкапния с респираторным ацидозом (табл.5.А). Начата вентиляция мешком Амбу, затем пациент был незамедлительно интубирован для проведения ИВЛ. Назначены ингаляции сальбутамола и ипратропиума бромидом, внутривенное капельное введение метилпреднизолона, теофиллина, амоксициллина клавуланата и кларитромицина. Антибиотики даны в связи с локальным затемнением в правом легком, обнаруженном при обзорной рентгенографии органов грудной клетки.

Через четыре часа пациент был экстубирован (табл. 5.В) и переведен из палаты интенсивной терапии в отделение. Кислородную поддержку осуществляли через носовой катетер со скоростью 2 л/мин. Высокое $PaCO_2$ связали с низким дыхательным объемом легких и вероятным «гипоксическим» типом регуляции дыхательного центра (табл.5.С).

На четвертый день после поступления было отмечено нарастание одышки, в связи с чем начата оксигенотерапия лицевой маской с резервным мешком, однако, чтобы не подавлять работу дыхательного центра

интенсивной оксигенотерапией (поскольку врачи, по-прежнему, считали, что у пациента гипоксический тип регуляции), подачу O_2 проводили со скоростью всего 2 л/мин. Через несколько часов пациент был переведен в отделение интенсивной терапии с брадикардией, гипотензией (АД=75/50 мм рт. ст.) и ухудшением показателей газов крови (табл. 5.D). Проведена повторная интубация, ИВЛ в течение 24 часов норадреналином для поддержания частоты и силы сердечных сокращений. По данным ЭКГ: синусовый ритм, блокада правой ножки пучка Гиса, признаки гипертрофии правого желудочка. При ЭхоКГ выявлены признаки хронического легочного сердца и легочной гипертензии. После стабилизации состояния и положительной динамики по газовому составу крови пациент был экстубирован (табл. 5.E).

Таблица 5

**Анализ газов артериальной крови пациента на различных
временных точках в течение пребывания в стационаре**

Показатели	A (день 1)	B(день 3)	C(день 4)	D(день 5)	E(день 6)	F(день 7)
Скорость потока O_2 ; метод оксигенотерапии	4 л/мин; лицевая маска с резервным мешком	2 л/мин; носовой катетер	2 л/мин; носовой катетер	4 л/мин; лицевая маска с резервным мешком	2 л/мин; носовой катетер	2 л/мин; трахеальная канюля
$p(H)$ (7,3–7,4)	7,1	7,3	7,4	7,2	7,4	7,1
PaO_2 (кПа* [11,1–14,4])	10,9	10,4	6,8	6,0	8,1	10,9
$PaCO_2$ (кПа* [4,7–6,4])	20,0	9,3	7,8	15,8	8,3	20,7
Бикарбонаты (ммоль/л [24–31])	41,0	37,5	35,4	42,7	36,7	49,8
Избыток оснований (–1,5 – +3,0)	3,0	8,2	9,1	9,4	10,5	17,7
SaO_2 (%) [95,0–99,9])	89,4	92,5	84,8	70,3	88,6	94
ЧД (/мин [12–16])	не опред.	30	24	0	30	не опред.
Примечания: O_2 - кислород, PaO_2 - парциальное давление кислорода в артериальной крови, $PaCO_2$ - парциальное давление углекислого газа в артериальной крови, SaO_2 - сатурация кислорода в артериальной крови, ЧД - частота дыхания. *Для перевода кПа в мм рт.ст. умножить на 7,5.						

На десятый день госпитализации проведена бронхоскопия и в бронхе латерального базального сегмента правого легкого выявлена горошина,

попавшая туда при приеме пищи. Развившийся ателектаз потребовал трахеотомии и возобновления ИВЛ. Через месяц пациент скончался на фоне сердечной и дыхательной декомпенсации (табл. 5.F). Аутопсию не проводили.

Два описанных эпизода отравления CO₂ (табл. 5.A, D) были вызваны недостаточной подачей O₂ (2–4 л/мин) через лицевую маску, из-за опасения угнетения дыхательного центра на фоне гипотетически возможной его регуляции по гипоксическому типу. В описанном случае, предполагая уменьшение дыхательного объема в связи с ХОБЛ до ≈200 мл (норма 7 мл/кг, для данного пациента — 350 мл) при частоте дыхания 30/мин (табл. 5B), минутный объем дыхания составлял около 6 л/мин. В лицевой маске с резервным мешком только поток O₂, превышающий минутный объем дыхания, гарантирует достаточную оксигенацию. Кроме того, недостаточное поступление O₂ привело к увеличению концентрации CO₂ и его повторному вдыханию.

Посмертная диагностика отравлений диоксидом углерода.

В научных публикациях, касательно отравлений CO₂ (и, прежде всего, криминальных), неоднократно указывается на проблему, связанную с отсутствием патогномонических признаков интоксикации диоксидом углерода. Патоморфологические признаки, обусловленные развитием асфиксии (цианоз лица, кровоизлияния в конъюнктивы, трупные пятна синевато-лилового цвета с множественными экхимозами, жидкое состояние крови, застой крови в правых отделах сердца при пустой левой половине, кровенаполнение внутренних органов, петехии плевры, отек с умеренной гиперемией легких и головного мозга), косвенно свидетельствуют об отравлении диоксидом углерода [5,8,16].

Акцентируется внимание на сложности посмертной диагностики отравлений CO₂ в силу неспецифичности патоморфологических изменений и низкой диагностической ценности посмертного определения диоксида углерода в трупных тканях (анализ крови на содержание CO₂ имеет ограниченную диагностическую ценность особенно в случае начавшегося

процесса разложения тканей, сопровождающегося образованием диоксида углерода) [60].

Посмертный диагноз смертельных отравлений CO_2 , как правило, ставится на основании анамнеза, результатах осмотра места происшествия с проведением анализа газового состава воздуха и реконструкции последовательности событий, приведших к смерти. Данное положение иллюстрируется следующими токсикологическими ситуациями, описанными в литературе.

Так, В.Н. Наумов (2008) приводит описание смертельного случая отравления диоксидом углерода в условиях замкнутого пространства с результатами патологоанатомической диагностики [51].

Слесарь О., 47 лет, при производстве ремонтных работ стал спускаться в канализационный колодец и упал на дно его. Второй слесарь позвал на помощь двух пожарных. Они, спускаясь в колодец, также потеряли сознание и упали на дно колодца. За ними стал спускаться второй слесарь, который также упал на дно. Прибывшие на место происшествия сотрудники МЧС извлекли всех пострадавших из колодца. Первый слесарь умер, двое пожарных и второй слесарь были отправлены в больницу, откуда выписались через день в удовлетворительном состоянии. Второй слесарь показал, что, когда он опустил в колодец на глубину примерно 2,5 м, потерял сознание. Пришел в себя во время транспортировки в больницу. Из колодца были взяты на исследование пробы воздуха. На глубине 3 м содержание CO_2 в воздухе составляло 8%, кислорода - 5,7%. На глубине 4,5 м содержание CO_2 было 8,7%, кислорода - 5,4%. Глубина колодца 4,5 м.

При проведении посмертной патологоанатомической диагностики установлено следующее. Темно-синюшная кожа лица. Сливные темно-синие трупные пятна. Легкие полностью заполняют грудную полость, передние края их несколько закругленные, частично прикрывают собой сердце, под плеврой - точечные и мелкопятнистые кровоизлияния. В полостях сердца и крупных сосудах жидкая темная кровь. Полнокровие и отек легких и мягкой мозговой оболочки. Точечные кровоизлияния под эпикардом и в мягких тканях головы. Венозное полнокровие внутренних органов.

При гистологическом исследовании в головном мозге установлены полнокровие и отек мягкой мозговой оболочки, мелкие периваскулярные кровоизлияния, полнокровие вещества мозга и периваскулярный его отек. В сердце – очаговое полнокровие миокарда, отек интерстиция и мелкоочаговая фрагментация его волокон. В легких отмечались полнокровие сосудов, небольшие участки отека альвеол, большая часть свободных альвеол эмфизематозно расширена с образованием полостей и шпор. В почках наблюдались резкое полнокровие сосудов и капилляров обоих слоев, отек капсул клубочков. В печени - очаговое полнокровие, отек пространств Диссе. В желудке - очаговое полнокровие сосудов подслизистого слоя.

J. Giesecke et al. (2017) анализирует историю смерти 25-летнего мужчины, по интернету заказавшего и получившего 30 кг сухого льда. Труп мужчины в запущенном состоянии гниения был найден лежащим на спине в ванной (объемом 20,2 м³) комнате, закрытой изнутри. Вокруг него находились пустые контейнеры из пенополистирола, в которых первоначально должно было содержаться по 10 кг сухого льда.

Результаты замера газового состава воздуха в помещении не выявили никаких отклонений от нормы.

Вскрытие, проведенное через 4 дня после того, как тело было обнаружено, не выявило специфических изменений или повреждений. В частности, не обнаружено морфологических признаков асфиксии (например, чрезмерного вздутия легких, субплеврального кровоизлияния, цианоза органов) в случае выраженного гниения тела.

При высоких концентрациях CO₂, образующихся в замкнутых пространствах при сублимации сухого льда (плотность CO₂ показывает, что для насыщения закрытого, заполненного воздухом помещения до 50% требуется около 2 кг сухого льда /м³ воздуха в помещении) потеря сознания и смерть возможны в течение нескольких минут.

На основании анамнеза, в отсутствие конкурирующих заключений, причиной смерти признана неестественная смерть вследствие отравления сухим льдом. Исходя из подтвержденной поставщиком даты доставки

сухого льда, можно предположить, что посмертное время пребывания составило максимум 6 дней [61].

В сообщении J. Sautter., Gapert R., et al. (2013) обсуждается криминальный случай, когда отец семейства отравил жену и двоих детей, а затем сам покончил жизнь самоубийством [62].

Четыре трупа были обнаружены в квартире. Тела принадлежали отцу (69-летнему бизнес-консультанту), его жене (26 лет) и двум сыновьям (3 и 6 лет соответственно). Полиция обнаружила жену и двух сыновей лежащими в кроватях; мужа-лежащим на полу с полиэтиленовым пакетом на голове, обвязанным вокруг шеи веревкой. На полу стоял одноразовый баллон с CO_2 емкостью 500 гр. Контейнер был почти пуст и, судя по этикетке, продавался как CO_2 -удобрение для аквариумных растений. Также были обнаружены две синтетические ингаляционные маски и трубки, которые дали положительный результат на ДНК у всех четырех умерших членов семьи.

Предполагается, что муж наложил ингаляционную маску на рот и нос своей жены и детей, когда те спали. Вдыхание чистого CO_2 привело к быстрой потере сознания вследствие выраженной гиперкапнии и наступившей аноксии. В течение нескольких минут необратимое повреждение мозга затронуло ствол мозга и, в частности, дыхательный и сосудистый центры, что привело к остановке дыхания. Возможно также, что значительная сердечная аритмия и/или респираторный ацидоз с тяжелыми клиническими симптомами могли ускорить летальные исходы.

Обстоятельства смерти отца, с учетом патоморфологических данных: предполагается, что он наполнил мешок CO_2 - содержащими реагентами из контейнера, а затем натянув мешок на голову, затянув его веревкой. Возможно, в контейнере не оставалось достаточного количества углекислоты, и он мог задохнуться от собственного выдыхаемого CO_2 , в дополнение к эффектам давления жгута на шею. Этот сценарий мог бы объяснить наличие у него на конъюнктивах петехий.

***Принципы профилактики и оказания экстренной медицинской
помощи при отравлении диоксидом углерода***

Первоначальные обязательные меры при лечении тяжелых симптомов, наблюдаемых после вдыхания диоксида углерода, включают немедленное удаление пострадавшего от источника CO₂, кислородотерапию (рекомендованы как нормальные, так и высокие концентрации кислорода, но к настоящему времени не достигнуто определенного консенсуса о преимуществах того или иного способа). Хороший терапевтический эффект оказывает вдыхание кислородно-азотной газовой смеси (кислорода до 40%). В тяжелых случаях показана интубация трахеи. Специфических антидотов нет.

После восстановления вентиляции легких и сердечной деятельности производится медикаментозная коррекция водно-электролитного и кислотно-щелочного баланса, поддержание функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем, дегидратационная (с целью профилактики отека мозга и легких) терапия и пр.

При местном воздействии сухого льда проводят лечение как при отморожении.

Список литературы

1. Mosso A. Life of man on the height Alps. - London. England T. Fisher Unwin, 1898
2. Haldane J. Respiration. - Lond., 1927.
3. Коган А.Х., Грачев С.В., Елисеева С.В. Модулирующая роль CO₂ в действии активных форм кислорода. М.: Изд. «ГЭОТАР-Медиа». -2006- 224 с.
4. Permentier K., Vercammen S., et al. Carbon dioxide poisoning: a literature review of an often forgotten cause of intoxication in the emergency department // Int. J. Emerg. Med. -2017- 10: 14.
5. Kettner M., Ramsthaler F., Juhnke C., et al. A fatal case of CO₂ intoxication in a fermentation tank //J. Forensic Sci. -2013-58(2):556–558.

6. Gill M., Natoli M.J., Vacchiano C., et al. Effects of elevated oxygen and carbon dioxide partial pressures on respiratory function and cognitive performance. //J. Appl. Physiol. -2014 -117(4):406–412.
7. Ikeda N., Takahashi H., Umetsu K., et al. The course of respiration and circulation in death by carbon dioxide poisoning //Forensic Sci. Int. - 1989-41(1):93–99.
8. Zaba C., Marcinkowski J.T., Wojtyla A., et al. Acute collective gas poisoning at work in a manure storage tank //Ann. Agric. Environ. Med. - 2011-18(2):448–451.
9. Langford N.J. Carbon dioxide poisoning //Toxicol Rev.-2005-24(4):229–235.
10. Marcinkowski T., Koska W. Przypadki zatrucia dwutlenkiem węgla w silosach (cases of carbon dioxide poisoning in silos) //Med. Prac. -1968 -19(1):117–119.
11. Norimine E., Ishizawa F., Honda K., et al. Suicide case of carbon dioxide poisoning using dry ice //Jpn. J. Toxicol. - 2009-22(2):121–124.
12. Romeo L, Prigioni P, Marcheselli S, Marchiori L, Cerpelloni M, Fiorini C, et al. Acute poisoning with carbon dioxide: report of 2 fatal cases // Med. Lav. - 2002-93:26-33.
13. Zugibe F.T., Costello J.T., Breithaupt M.K., et al. The confined space-hypoxia syndrome //J. Forensic Sci.-1987-32:554–60.
14. National Traumatic Occupational Fatality database 1980-1989. The National Institute for Occupational Safety and Health. West Virginia: US Department of Health and Human Services; 1992.
15. National Institute for Occupational Safety and Health. The registry of toxic effects of chemical substances: carbon dioxide RTECS FF6400000, CAS 124–38–9 / Centers for Disease Control and Prevention Web site [Электронный ресурс].—URL: <http://www.cdc.gov/niosh/rtecs/ff61a800.html>. (дата обращения 20.02.2021).
16. Srisont S., Chirachariyavej T., Peonim AVM. A carbon dioxide fatality from dry ice //J. Forensic Sci. -2009- 54(4):961–962.

17. Sigurdsson H., Devine J.D., Tchua F.M., et al. Origin of the lethal gas burst from Lake Monoun, Cameroun // J. Volcanol. Geoth. Res. -1987-31(1–2):1-16.
18. Rupp W-R, Thierauf A, Nadjem H, Vogt S (2013) Suicide by carbon dioxide. Forensic Sci. Int. 231:e30–e32.
19. Baxter P.J, Kapila M., Mfonfu D. Lake Nyos disaster, Cameroon, 1986: the medical effects of large scale emission of carbon dioxide.// BMJ. -1989. –298 (6685):1437–41.
20. Маркизова Н.Ф., Преображенская Т.Н., Башарин В.А., Гребенюк А.Н. Токсичные компоненты пожаров. — СПб., Фолиант, 2008. — С. 171–186.
21. Гладких В.Д., Иванов М.Б. (ред.). Токсикология продуктов горения. Клинико-экспериментальные аспекты. - М.: «Комментарий» - 2020. - 224 с.
22. Судаков К.В. (ред.) Нормальная физиология. Курс физиологии функциональных систем. М., 1999 – С.201-237.
23. Агаджанян Н.А. Организм и газовая среда обитания. - М.: Медицина, 1972-247 с.
24. Маршак М.Е. Физиологическое значение углекислоты. – М.: Медицина. -1969.-144 с.
25. Рыжова Н.М. К механизму действия углекислоты на сосуды мозга // Физиол. Журн. СССР. - 1966-Т.52. – С.1079.
26. Луговой Л.А. О зональном кровообращении мозга и почки: дис. ... канд. мед. наук. — М., 1966.
27. Harris A., Anderson D. R., Pillunat L., et al. Laser Doppler flowmetry measurement of changes in human optic nerve head blood flow in response to blood gas perturbations //Glaucoma.- 1996. - 5, 4: 258—265.
28. Niiro M., Kadota K., Asakura T., Simon R. P. Changes in cerebral extracellular pH, cerebral blood flow and intracranial pressure induced by hypercarbic ventilation — assessment as potential *in vivo* model of cerebral acidosis // No To Shinkei. -1994-46, 7; 639-645.
29. Fabricius M., Rubin L., Bundgaard M., et al. NOS activity in brain and endothelium: relation to hypercapnic rise of cerebral blood flow in rats // Am. J. Physiol. - 1996. – 271 (5): - Pt 2: H2035-H2044.

30. Wang Q., Pelligrino D.A., Baughman V. L., et al. The role of neuronal nitric oxide synthase in regulation of cerebral blood flow in normocapnia and hypercapnia in rats //J. Cereb. Blood Flow Metab. - 1995. - 15, 5: 774-778.
31. Тевса Г. (ред). Физиология человека: пер. с англ. – М.: Мир, 1996. - Т.2- С.567 -625.
32. Кулик А.М. Регуляция дыхания при разных воздействиях на организм: Дис...д-ра мед. наук. – М., 1967.
33. Репин И.С. Патологическая характеристика влияния гиперкапнии на центральную нервную систему: Автореф. дис...д-ра мед. наук. -Л., 1965. -38 с.
34. Бреслав И.С., Глебовский В.Д. Регуляция дыхания. - Л., 1981 -280 с.
35. Сидоровская М.Д. Клиника нарушений центральной регуляции дыхания при заболеваниях нервной системы разной этиологии: Дис...д-ра мед. Наук - М., 1966.
36. Гулый М.Ф., Мельничук Д.А. Регуляторная роль углекислоты в обмене веществ как основа состояния организма, его физиологических функций и борьбы с рядом патологий //Всесоюзный симпозиум «Метаболическая регуляция физиологических состояний»: Тез. докл. - 1984. - С. 13–14.
37. Мельничук Д.А., Силонова Н.В., Шевченко М.И. Влияние различных концентраций HCO_3^- и двуокиси углерода на активность некоторых ферментов //Укр. Биохим.журн.-1980-Т.52, №2. –С.164-166.
38. Тараховский М.Л., Зайцев Л.М., Тищенко В.К. и др. Ферментативная активность пентозного цикла и сократительная функция матки крольчихи при изменении уровня углекислоты //Укр. Биохим.журн.-1980-Т.52, №2. – С. 191-195.
39. Захаренко Н.А. Интенсивность обмена веществ в тканях рыб //Укр. Биохим.журн.-1980-Т.52, №2. – С.196-199.
40. Коцарь Н.И., Романенко В.Д. Действие растворенной в воде двуокиси углерода на карбоангидразную активность в различных тканях карпа //Укр. Биохим.журн.-1980-Т.52, №2. – С.167-170.

41. Zhang H., Squadrito G. L., Pryor W.A. The mechanism of the peroxynitrite-carbon dioxide reaction probed using tyrosine //Nitric Oxide. - 1997. - 1, 4:301-307.
42. Romero N., Denicola A., Souza J. M., Radi R. Diffusion of peroxynitrite in the presence of carbon dioxide //Arch. Biochem. Biophys. - 1999. -368, 1: 23-30.
43. Botti H., Batthyany C., Trostchansky A., et al. Peroxynitrite-mediated alpha-tocopherol oxidation in lowdensity lipoprotein: a mechanistic approach // Free Radic. Biol. Med. - 2004. - Vol. 36, 2: 152-162.
44. Ferroni F., Maccaglia A., Pietraforte D. et al. Phenolic antioxidants and the protection of low density lipoprotein from peroxynitrite-mediated oxidations at physiologic CO₂ // J. Agric. Food Chem. - 2004. - 52, 10: 2866-2874.
45. Клименко О.С., Сукачева Л.А. Влияние углекислоты на дыхание и фосфорилирование в тканях коры головного мозга и печени //Укр. Биохим. журн.-1980-Т.52, №2. – С.240-243.
46. Петров И.Р. Кислородное голодание головного мозга -Л., 1949.
47. Агаджанян Н.А., Сергиенко А.В. Переносимость острой гипоксии после различных сроков пребывания в среде с повышенным содержанием углекислоты // Докл. АН СССР -1970. - Т.191, №2- С.487.
48. Хитров Н.К., Толоконов А.В., Большакова Т.Д. и др. Механизмы адаптации к физическому напряжению и влияние избытка углекислого газа на их формирование //Бюл.экспер.биол.-1986. - Т.101, №6.-С.655-658.
49. Сулимо-Самуйлло Гиперкапния. 1971 г.
50. Румянцева С.А., Ступин В.А., Афанасьев В.В. и др. Критические состояния в клинической практике. М.: Мед. книга. - 2011-С. 17-305.
51. В.Н.Наумов Два смертельных случая отравления углекислым газом <https://www.sudmed.ru/index.php?autocom=articles&code=print&id=67>.Опубл.25.08.2008.
52. HsiehC.C., ShihC.L., FangC.C., et al. Carbon dioxide asphyxiation caused by special-effect dry ice in an election campaign // Am. J. Emerg. Med. - 2005. - 23 (4): 567–568.

53. Ok Y.B., Kim J.Y., Baek K.J., et al. Case of cardiac arrest due to carbon dioxide poisoning following an explosion of a carbon dioxide tank //Clin. Exp. Emerg. Med.-2020 -7(3):234-237.

54. Halpern P., Raskin Y., Sorkine P., et al. Exposure to extremely high concentrations of carbon dioxide: a clinical description of a mass casualty incident // Ann. Emerg. Med. 2004;43(2):196–9.

55. Pfanz H., Yuce G., et al. Deadly CO₂ gases in the Plutonium of Hierapolis (Denizli, Turkey) // Archaeolog. and Anthropol. Scienc. - 2019; 11 (4):1359–1371.

56. Kusakabe M., Tanyileke G., MccordS.A., et al. Recent pH and CO₂ profiles at Lakes Nyos and Monoun, Cameroon: Implications for the degassing strategy and its numerical simulation // J. Volcanol. Geothermal Res. - 2000; 97 (1): 241–260.

57. Элленхорн М. Дж. Медицинская токсикология: Диагностика и лечение отравлений у человека (пер с англ.). Т.2. – М.: Медицина. - 2003- С. 517-522.

58. Лудовиг Р., Лос К. Острые отравления. Пер. с нем.- М.; Медицина, 1983. - С.230-235.

59. Herren T., Achermann E., Hegi T., et al. Carbon dioxide narcosis due to inappropriate oxygen delivery: a case report //J.Med. Case Rep. - 2017; 11 (1): 1363–1367.

60. Bundschuh M., Gerber A. Trockeneis: Ein aktuelles Unfallgeschehen aufgrund unsachgemäßen Umgangs mit CO₂ //Zentralbl. Arbeitsmed. Arbeitsschutz. Ergonomie. - 2013; 63: 348–349.

61. Giesecke J., Dressler J., Bernhard M., Ondruschka B. Tod durch Trockeneis // Rechtsmedizin. - June 2017. - DOI: 10.1007/s00194–017–0171–0.

62. Sautter J., Gapert R., et al. Murder-suicide by carbon dioxide (CO₂) poisoning: a family case from Berlin, Germany //Forensic Science Medicine and Pathology. - 2014;10 (1): P. 97–102.

Глава 15.

**ПРИМЕНЕНИЕ СВЕТА УФ-ДИАПАЗОНА
В ЛЕЧЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Картавенко Виктор Владиленович

доктор медицинских наук, профессор,
врач-рефлексотерапевт

Картавенко Татьяна Владимировна

доктор медицинских наук, профессор,
врач-невролог

Меркюри Екатерина Викторовна

нутрициолог

ООО «Клиника академиков Картавенко»

Аннотация: Дефицит витамина Д в результате нехватки ультрафиолетового облучения вызывает сбои в стройной системе минерализации костей. В продолжении темы дефицита витамина Д следует добавить, что недостаток солнечного «белка жизни», а именно так переводится слово «витамин», приводит к развитию онконапряженности в первую очередь таких органов как предстательная железа у мужчин и матка у женщин, раку молочных желез, диабету 2 типа, ожирению, к нарушениям в нервной и сердечно-сосудистой системах. В работе приводятся данные об эффективности использования аппарата Экосвет-1 с длиной волны 305-405 нм. Под влиянием этого спектра облучения оптимизируется клеточный и тканевой метаболизм, повышается уровень регенерации поврежденных тканей, резко возрастает скорость срастания костей и костных обломков, соответственно, и скорость заживления переломов. С учетом того, что данный диапазон облучения оказывает выраженное анальгезирующее, гипотензивное, противовоспалительное, седативное и возбуждающее действие, появилась возможность использовать аппарат Экосвет-1 в классических рецептах традиционной тибетской и китайской медицины.

Ключевые слова: УФО – ультрафиолетовое облучение, аппарат Экосвет-1, иридоосканирование, трансгедальная физиотерапия, инсоляция.

THE USE OF UV-BAND LIGHT IN THE TREATMENT OF VARIOUS DISEASES

Kartavenko Viktor Vladilenovich
Kartavenko Tatiana Vladimirovna
Mercury Ekaterina Viktorovna

Abstract: Vitamin D deficiency as a result of lack of ultraviolet irradiation causes failures in the harmonious system of bone mineralization. In continuation of the topic of vitamin D deficiency, it should be added that the lack of the solar "protein of life", which is how the word "vitamin" is translated, leads to the development of oncological stress primarily of organs such as the prostate gland in men and the uterus in women, breast cancer, type 2 diabetes, obesity, leads to disorders in the nervous and cardiovascular systems. The paper presents data on the efficiency of using the Ecosvet-1 device with a wavelength of 305-405 nm. Under the influence of this radiation spectrum, cellular and tissue metabolism is optimized, the level of regeneration of damaged tissues increases, the rate of bone fusion and bone fragments increases sharply, respectively, and the rate of fracture healing. Taking into account the fact that this radiation range has a pronounced analgesic, hypotensive, anti-inflammatory, sedative and stimulating effect, it has become possible to use the Ecosvet-1 device in classic recipes of traditional Tibetan and Chinese medicine.

Key words: UV – UV irradiation, Ecosvet-1 apparatus, iridoscanning, transgedal physiotherapy, insolation.

Ощущение разбитости уже с момента пробуждения, недостаток сил в течение дня, апатия, равнодушие к жизни вокруг, немотивированная агрессия, кожные высыпания и зуд, угри, вялая кожа, ранние морщины, боли в суставах... Список можно продолжать еще долго и почти около каждого

пункта этого списка уже просматривается «свой» врач - косметолог, уролог, невропатолог, дерматолог, эндокринолог, гепатолог, флеболог...

И по стандартам современной западной медицины - это правильно. Причиной этого огромного набора жалоб и страданий окажется лишь недостаток солнечного света, а именно недостаток ультрафиолетовых лучей [1, с. 54].

Современному человеку, в первую очередь, городскому жителю катастрофически не хватает ультрафиолетового облучения. И это не новость сегодняшнего дня. Еще в середине 17-го века европейские генералы забили тревогу - в армию стали поступать кривоногие и кособокие новобранцы. Из сел и хуторов приходили ребята с нормальной осанкой и ровными ногами, а вот из городов, именно кривоногие и кособокие.

В основе проблемы оказался банальный недостаток обычного солнечного света, а именно, ультрафиолета. Копоть и дым мануфактур и фабрик буквально заслонили солнечный свет в городах. Это в свою очередь приводило к нарушению механизма правильного роста костей, а, следовательно, и осанки подрастающих поколений.

По советам врачей стали чаще проветривать помещения, держать младенцев на открытом воздухе, особенно в солнечные дни, но рахит от греческого «позвоночник», а именно так называли заболевание, которое возникает в результате дефицита солнечного света, уже прочно занял свое место в списке так называемых новых болезней человечества [2, с. 12].

Как выяснилось позже, уже в 20 веке именно ультрафиолетовое облучение играет главную роль в выработке организмом человека витамина Д. Следует особенно подчеркнуть, что именно витамин Д называют «солнечным витамином» [3, с. 32]. Когда солнечного света человеку хватает, то кожа - главный производитель этого витамина легко справляется с этой задачей, а вот когда витамина Д в организме недостаточно, начинаются проблемы с костями. Они становятся мягкими и хрупкими [4, с. 83].

Поэтому для рахита очень характерны Х-образные ноги, так называемые рахитичные четки в области предплечий, впалая грудная клетка, неправильно растущие зубы. По данным ВОЗ отсутствие оптимального количества

витамина Д в 97% случаев и приводит к преждевременному старению костей. В первую очередь страдают так называемые осевые кости - бедренные, малые и большие берцовые, плюсневые.

Именно дефицит витамина Д в результате нехватки ультрафиолетового облучения вызывает сбои в стройной системе минерализации костей. Следует добавить, что недостаток солнечного «белка жизни», а именно так переводится слово «витамин», приводит к развитию онконапряженности, и, в первую очередь, таких органов как предстательная железа у мужчин и матка у женщин, раку молочных желез, диабету 2 типа, ожирению.

«То, что дается даром, никогда не ценится». Это известный постулат очень уместен в данном случае, ведь за солнце платить не нужно. Вот мы и забываем о нем, а когда вспоминаем, то как угорелые мчимся за ним в дальние страны. При этом абсолютно забываем, что внутри нас есть так называемые «солнечные часы» и что качество ультрафиолетового облучения на 100% зависит от нашего постоянного места проживания, то есть от широты, на которой живет человек.

Например, житель Владивостока, Хабаровска, или Новосибирска едет на Черное море в августе и получает от этого вояжа гораздо больше пользы, чем жительница Москвы, которая летит в Таиланд в январе. И все потому, что мы должны следовать за солнцем, за его движением, а не против его хода [5, с. 11]. «Солнечные часы» человека имеют свою максимальную и минимальную активность. В связи с этими периодами происходит изменение в первую очередь в характере желчи человека, а значит, и его пищевых предпочтений.

Вот почему россиянам весной и летом хочется зелени и свежих овощей, шашлыка и мяса на гриле, окрошки и холодного пива, а зимой соленостей, квашеных продуктов, соленых грибочков, горячих наваристых борщей и супов. К слову сказать, широко разрекламированная так называемая средне-земноморская диета - это не лучший диетический путь для здоровья русского человека. Да и другие новомодные диеты могут легко нарушить генетически обусловленную стройную систему преобразования витамина Д в крайне важный для человека гормон кальцитриол. Именно этот гормон воздействует

на клетки мышц, почек, кишечника. В кишечном тракте, в первую очередь, в тонком кишечнике кальцитриол способствует производству белка-носителя для транспорта кальция в организме, так называемое «кальциевое такси». В мышцах и почках кальцитриол усиливает реабсорбцию, то есть обратное всасывание свободного кальция, поэтому стоит загорать и принимать солнечные ванны согласно солнечному расписанию.

К слову, у жительницы Москвы после трехкратного посещения Таиланда в январе произошел гормональный сбой. В ее случае, накопленный «летний» витамин Д в зимние месяцы тратился на адаптацию к новому климату, а не на сохранение энергии.

При изучении и использовании во врачебной профессиональной деятельности различные школы, методы и способы восточной медицины, обращает на себя внимание следующий факт. В аюрведической, тибетской, уйгурской, китайской медицинских практиках [6, с. 152] всегда огромное внимание уделяется целебному воздействию солнечного света, а именно - раннему утреннему с 6 до 9 часов и за 3-4 часа до заката.

К великому сожалению такое воздействие не всегда возможно, а различные аппараты - имитаторы солнечного света, его оптического спектра не могут решить эту задачу полноценно. Опыт врача рефлексотерапевта подсказывает, что солнечный свет можно и нужно использовать локально, то есть очень адресно.

В практиках тибетской и китайской медицины очень часто используется такая манипуляция как адресное прогревание и прижигание определенных точек и зон на человеческом теле [7, с. 158]. Кстати, название традиционной китайской медицины «Чжень-цзю» переводится как «укол и прижигание». Для прогревания и прижигания, как правило, используют полынные сигары или так называемые полынные бугорки – моксы.

Но кроме этого в особо тяжелых случаях, тибетские ламы эмчи используют увеличительное стекло из алмаза – самого прозрачного камня в мире [8, с. 47]. Такая процедура носит название «око Будды». Эмчи ловит солнечный свет алмазом и уже сфокусированный пучок солнечного света наводит на определенную точку. После прогревания или прижигания

переходит на другую область тела и, таким образом, обрабатывая солнечным теплом зачастую обширные зоны на человеческом теле.

Этот вид терапии очень часто травматичен в силу того, что оставляет обширные раны, которым намеренно не дают заживать. В результате остаются зачастую безобразные шрамы, но при этом спасается человеческая жизнь.

Решение пришло при знакомстве с аппаратом Экосвет-1, который оказался высокотехнологичным и современным воплощением традиционных методов использования энергии солнечного света в лечении людей [9, с. 157].

Действие аппарата Экосвет-1 основано на использовании части оптического спектра солнечного света, а именно его ультрафиолетовой части. Ультрафиолетовое излучение с лечебно-профилактической целью используется достаточно давно в виде солнечных ванн (гелиотерапия) или общего аппаратного ультрафиолетового облучения. Но до сих пор не был предложен аппарат с использованием УФО (ультрафиолетового облучения) для локально зонального или точечного использования на теле человека.

Первоначально аппарат Экосвет-1 предназначался для неинвазивного (без проникновения в сосудистое русло) воздействия на кровь. Полученные результаты исследований с Экосвет-1 позволили оценить клиническую эффективность данного аппарата как метода воздействия с высоко-иммуномодулирующим коэффициентом, высоким уровнем иммуностимуляции и восстановления утраченного иммунного статуса.

По законам восточной медицины кровь является основным носителем энергии человека «ци» или «чи», поэтому, следуя принципам традиционной восточной медицины, мы стали использовать аппарат Экосвет-1 в нашей клинике для воздействия на классические энергетические каналы на теле человека. Это нам позволило значительно расширить предложенный ранее спектр применения Экосвет-1.

С точки зрения западной медицины, общее и локальное применение УФО в наибольшей степени воздействует на центральную нервную систему, разновидности периферической нервной системы, сердечно-сосудистую и эндокринную системы, органы чувств, органы кроветворения, мышечную, пищеварительную, выделительную, дыхательную системы.

Эффективность спектрального диапазона облучения аппаратом Экосвет-1 с длиной волны 305-405 нм способствует жизнедеятельности красных кровяных телец, стимулирует кроветворение, расслабляет гладкомышечную мускулатуру стенок сосудов, обладает выраженным антиспастическим действием. Под влиянием этого спектра облучения оптимизируется клеточный и тканевой метаболизм, повышается уровень регенерации поврежденных тканей, резко возрастает скорость срастания костей и костных обломков, соответственно, и скорость заживления переломов. Оптимизируется кислотно-щелочной баланс.

В зонах диапазонов облучения наблюдается максимальное усвоение атомарного кислорода, действие общего и локального УФО вызывает оптимизацию трофики всех тканей и органов, а это в совокупности приводит к улучшению качества энергетических связей между органами и системами. С учетом того, что данный диапазон облучения оказывает выраженное анальгезирующее, гипотензивное, противовоспалительное, седативное и возбуждающее действие, было предложено использовать аппарат Экосвет-1 в классических рецептах традиционной тибетской и китайской медицины.

В процессе использования аппарата Экосвет-1 для объективной оценки функционального состояния организма пациентов постоянно применяется - иридоосканирование. Этот метод с вероятностью в 91% позволяет выявлять энергетические системы организма, нуждающиеся в коррекции. Это полностью совпадает с традиционными методами оценки функционального состояния организма, как в тибетской, так и в китайской медицине.

Именно в этих медицинах присутствуют такие понятия как «пустота» органа или системы, или «полнота», что с точки зрения иридоосканирования оценивается как гипофункция органа или системы, или как его гиперфункция. Кроме нормализации функционального состояния организма иридоосканирование позволяет в полной мере оценивать также состояние микроэлементов организма. Так в процессе применения аппарата Экосвет-1 нами выявлены моменты перераспределения микроэлементов как в организме целом, так и в локальных структурах.

Первоначально аппарат Экосвет-1 использовали в клинике как вид комплементарной терапии в дополнение к основным видам лечения. В дальнейшем, доскональное изучение аппарата показало его уникальность и позволило применять его как вид самостоятельного метода лечения. Аппарат Экосвет-1 обладает следующими достоинствами:

- мобильность использования как в условиях поликлиники, так и в условиях стационара.
- современный подход к проведению самой УФО-терапии. В отличие от громоздких приборов предыдущего поколения аппарат компактен.
- позволяет самостоятельно дозировать количество УФО-импульсов без сложных расчетов биодоз.

И, самое главное преимущество применения для УФО терапии аппарата Экосвет-1, это практическое отсутствие в процессе лечения так называемых ошибок «трансгедальной физиотерапии». Таких ошибок выявлено 3 типа.

Первый тип ошибок связан с местом воздействия или топографическими погрешностями применения физиотерапевтического воздействия. Они заключаются в чрезмерно больших площадях кожи, подвергающихся тому или иному физиотерапевтическому воздействию. В первую очередь, это общие грязевые обертывания, нерегламентированные по времени инсоляция (т.н. солнечные ванны), наложение обширных пластин для электрофореза.

Такие процедуры, как правило, проводятся без учета состояния проекционных зон Захарьина-Геда и при лечении острых и хронических заболеваний такое воздействие очень часто (в 79% случаев) оказывается очень грубым и переносится тяжело. Вот почему широкую популярность и распространение получили локальные или адресные воздействия: иглоукалывание, прижигание, акупунктура, точечный или сегментарный массаж.

В случае применения аппарата Экосвет-1 такой тип трансгедальных ошибок исключается. Это связано с относительно небольшой площадью ($13,8 \text{ см}^2$) головки излучателя аппарата, которая не допускает «оккупации» чужих территорий.

Второй тип ошибок – это стандарт регламента количества сеансов при физиотерапии. Как правило, вид и количество процедур назначает непосредственно врач-физиотерапевт, а медсестра выполняет функцию операциониста. Практика показывает, что и врачу, и медсестре при широком потоке пациентов зачастую не до расспросов о динамике состояния пациентов. Назначено, например, 10 или 12 процедур, и этот регламент должен быть неукоснительно исполнен. Но часто бывает, а это 69% случаев, что уже к 6-му сеансу пациент чувствует себя хорошо. А после 6-го сеанса ему становится «вдруг» гораздо хуже. В чем причина?

Причина в том, что при стабильном улучшении состояния физиотерапию нужно прекратить. Когда эффект вмешательства может быть оценен как положительный, то повторять его нет смысла. В случае применения аппарата Экосвет-1 такой тип ошибки исключается потому, что мы в первую очередь ориентируемся на самочувствие пациентов и исключаем все виды осложнений, которые возможны при других видах УФО-терапии, применяя метод иридосканирования.

Но прежде, чем отпустить пациента, следует исключить третий тип ошибок, которые возникают при упущении врачами-физиотерапевтами, мануальными терапевтами, так называемых, гипочувствительных зон кожи. Традиционно считается, что внутренние болезни повышают кожную болевую чувствительность. На этом собственно и построена вся система патологических зон Захарьина-Геда.

Однако в 1909 году русский врач Б.И. Вильямовский обнаружил, что при некоторых патологических состояниях высокочувствительные зоны переходят в нечувствительные. Уже тогда Вильямовский заключил, что для больного органа и его кожной проекции совсем безразличны методы воздействия.

Появление зон гипочувствительности требуют индивидуального, мягкого, деликатного подхода к этим кожным провинциям, а не должны зависеть от стандартного физиотерапевтического регламента. Гипочувствительность, по выражению академика Анохина – это «главный показатель истощения сил организма, его готовность сорваться в терминальную фазу».

Использование аппарата Экосвет-1 не позволяет формироваться и такому типу трансгедадных ошибок уже по той причине, что существует формат «мягкого ненавязчивого лечения». Использование аппарата Экосвет-1 с учетом наших рекомендаций – это максимально безопасный вид УФО-терапии. Показания к терапевтическому применению аппарата Экосвет-1 приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Заболевания, при которых показано
применение аппарата Экосвет-1**

1. Аденома предстательной железы (вплоть до терминальной стадии)
2. Алкоголизм (хроническая стадия)
3. Доброкачественная артериальная гипертония
4. Аллергия различные виды
5. Атеросклероз сосудов верхних и нижних конечностей
6. Атрофия зрительного нерва
7. Различные виды женского и мужского бесплодия
8. Бессонница
9. Бородавки различной локализации
10. Бронхиальная астма
11. Бронхит (острый и хронический)
12. Сезонный вазомоторный ринит
13. Варикозное расширение вен
14. Васкулиты с наличием трофических язв
15. Витилиго
16. Вульгарные угри. Юношеское акне.
17. Различные виды вегето-сосудистой дистонии
18. Острый и хронический гаймориты
19. Различные виды гастритов
20. Гастродуоденит
21. Геморрой
22. Гингивит
23. Гипергидроз. Повышенная потливость
24. Глаукома
25. Гнездовидная плешивость (алопеция)
26. Грыжи различных локализаций (хирургические заболевания)
27. Грыжи межпозвонковых пространств
28. Деформирующий остеоартроз

Продолжение таблицы 1

29.Диабетические ангиопатии
30.Дискинезия желчевыводящих путей
31.Дисциркуляторная энцефалопатия различных генезов
32.Жировой гепатоз печени
33.Замедленные консолидации переломов
34.ИБС
35.Импотенция
36.Иридоциклит
37.Ишемические мозговые инсульты
38.Катаракта
39.Климактерический синдром
40.Красные возрастные угри
41.Ларингит
42.Ларингоспазм
43.Мастопатии различного генеза
44.Мочекаменная болезнь в острой и хронической фазах
45.Невралгии различной локализации
46.Невротические состояния
47.Неврозы
48.Нейродерматит
49.Облитерирующий атеросклероз на всех стадиях
50.Обморожения
51.Ожоги
52.Остеохондроз различных отделов позвоночника
53.Отит (острый, хронический)
54.Панариций
55.Панкреатит (острый и хронический)
56.Пародонтоз
57.Периартриты
58.Пигментные пятна щек и подбородка
59.Пигментные пятна лба
60.Пигментные пятна декольте
61.Пиелонефрит
62.Пролежни
63.Простатит
64.Псориаз
65.Раннее старение
66.Синдром Рейно
67.Синуситы
68.Снижение тургора кожи

Продолжение таблицы 1

69.Стойкий кожный зуд лица с шелушением
70.Стоматит различные стадии
71.Тонзиллит (острой и хронической формы)
72.Травмы различных отделов позвоночника
73.Увеличение щитовидной железы
74.Уретрит
75.Ушибы различной локализации
76.Фантомные боли
77.Фарингит
78.Фибромиома матки
79.Фронтит
80.Фурункулез (острый, хронический)
81.Холецистит (различные формы и стадии: острый, хронический, калькулезный)
82.Хронический гепатохолецистопанкреатит
83.Цистит (острый, хронический)
84.Шпора пяточная
85.Энтероколиты

Этот список далеко не полный. Он продолжает и будет расти по мере изучения технологии.

Аппарат Экосвет-1 для проведения УФО-терапии является максимально безопасным, сводящим на нет побочные эффекты, такие как ожоги 1-2 степени, покраснение кожи (эритемы).

Тем не менее, такие проявления возможны у людей с повышенной к УФО чувствительностью кожи, но в белокожей популяции таких не более 1%. Для исключения таких случаев следует избегать использования аппарата с перегретой головкой, являющейся источником импульсов. Для детей до 4 лет максимально разрешенное количество импульсов 20 на 1 сеанс, от 4 до 8 лет - 40. От 8 до 12 лет - 60 импульсов, от 12 до 16 лет - 80. Для взрослых допустимое количество импульсов за 1 сеанс от 120 до 240 импульсов.

Максимально чувствительными участками тела к УФО являются внутренние поверхности плеч, предплечий, область подмышек, боковые поверхности грудной клетки, паховая область, боковые поверхности шеи.

Для людей с пониженной чувствительностью в УФО и для более получения более пролонгированного эффекта от УФО-терапии наша клиника

рекомендует за 30-40 минут до сеанса употреблять консервированный или свежеприготовленный морковный сок 25-30 мл с добавлением в него 5-6 капель любого растительного масла, или мороженое пломбир 25-30 г, если нет противопоказаний (сахарный диабет, алиментарное ожирение).

Именно тибетским ламам-эмчи мы обязаны знаниями о продуктах, усиливающих действие ультрафиолетового излучения на сохраненность здоровья. К таким продуктам относятся морская и речная рыба, морепродукты, морковь, абрикос, дыни, персики, говяжья, баранья, куриная печень, портулак, томаты, финики, баранина, мята, гранат, сливочное масло, баклажаны, кабачки, миндаль, спелые маслины (оливки), редис, редька, шафран, мумие, апельсин, мандарин, куриное мясо, куриные яйца.

Ламы-эмчи утверждают, что полуденное солнце «похищает жизненные силы, особенно в течение летних месяцев». Поэтому если Вы любитель солнца, то по тибетским канонам долгожительства не забывайте в эти месяцы о сахаре, арбузах, дынях и употребляйте разбавленное вино. Часто такие любители умирают именно летом потому, что под прямыми солнечными лучами происходит накопление так называемой старой желчи. Именно такая желчь по мнению тибетских врачей «выжигает мозг и разъедает сердце». Чтобы избавиться от такой желчи в летнее время следует умеренно употреблять сладкое и соленое. По этим же правилам следует вести себя и в первые осенние месяцы.

В летнее время ламы-эмчи рекомендуют рано ложиться спать и рано подниматься. Следуя этим советам нам и удастся без оперативных вмешательств справляться с такими заболеваниями как желчнокаменная болезнь, тяжелые формы гепатитов, остеохондроз и грыжи позвоночника, заболевания щитовидной железы, старение кожи и т.п.

Список литературы

1. Мейер, А., Зейтц, Э. Ультрафиолетовое излучение. М.: Наука, 1982. - 63 с.
2. Лазарев, Д.Н. Ультрафиолетовая радиация и ее применение. Л., 1950. - 18с.

3. Галанин, Н.Ф. Лучистая энергия и ее гигиеническое значение. М.: Знание, 1991. - 45 с.
4. Самойлова, К.А. Действие ультрафиолетовой радиации на клетку // Ленинград.: Интерстиль, 1997. – 106 с.
5. Шульгин, И.А. Растение и солнце // М.: Наука, 2000 - 18 с.
6. Башкуев В.Ю. Российская медицина и монгольский мир: исторический опыт взаимодействия (конец XIX - первая половина XX в.). Иркутск, 2016. - 436 с.
7. Башкуев В.Ю. Противостояние советской и тибетской медицины Монголии в конце 1920-х - начале 1930-х гг. // Власть. 2017. Т. 25. № 2. С. 157-162.
8. Миягашева С.Б. Монгольские эмчи-ламы: от традиционного лечения к европейской медицине. <https://doi.org/10.30853/manuscript.2019.12.23>.
9. Аппарат "Экосвет-1": Первые результаты и перспективы. Кубанский научный медицинский вестник. №1(143). 2014. - С. 187-190.

© В.В. Картавенко, Т.В. Картавенко, Е.В. Меркюри

УДК 614.461

Глава 16.

**ОСОБЕННОСТИ КЛИНИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ ВИЧ–ИНФЕКЦИИ,
ПРОТЕКАЮЩЕЙ НА ФОНЕ ОСЛОЖНЕННОЙ ФОРМЫ ИНФЕКЦИИ
COVID–19 И КОМОРБИДНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Улюкин Игорь Михайлович

к.м.н., научный сотрудник

Шуклина Алёна Александровна

врач–эпидемиолог

Буланьков Юрий Иванович

д.м.н., доцент

Орлова Елена Станиславовна

к.м.н., старший научный сотрудник

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская
академия имени С.М. Кирова»

Аннотация: В настоящее время есть мнение, что широкое распространение COVID-19-инфекции – это не пандемия, а синдемия (не просто коморбидность, а интегрирование, которое выявляет биологические и социальные взаимодействия, важные для прогноза, лечения и политики здравоохранения), которая характеризуется биологическими и социальными взаимодействиями между условиями и состояниями, взаимодействиями, которые повышают восприимчивость человека к причинению ему вреда или ухудшают его состояние здоровья. Эпидемическая ситуация для населения России ухудшается тем, что SARS-CoV-2–пандемия развивается на фоне ВИЧ/СПИД–пандемии.

Цель. Изучить особенности течения осложненной формы COVID-19 на фоне ВИЧ–инфекции и сопутствующей патологии, в условиях позднего назначения антиретровирусной терапии.

Материалы и методы. Рассмотрение истории болезни пациента NN, 40 лет, перенесшего осложненную форму COVID-19 на фоне ВИЧ-инфекции и сопутствующей патологии на различных этапах оказания комплексной медицинской помощи и анализ научной литературы, согласно цели исследования, размещенной в зарубежных и отечественных научных библиографических базах.

Результаты. Вопрос о том, насколько связана летальность поражённых инфекцией COVID-19 с тяжелыми формами ВИЧ-инфекции, туберкулезом, другими инфекционными заболеваниями, и является ли это проявление синдемии с её характерным губительным взаимодействием двух и более инфекций (или в данном случае наблюдается характерное утяжеление состояния больного при наличии разной степени выраженности коморбидных состояний), до конца еще не решён. Но необходимо подчеркнуть: почки при ВИЧ-инфекции повреждаются в результате прямого воздействия вируса ВИЧ, а в дальнейшем на процесс прогрессирования почечных заболеваний влияют и другие, вторичные поражения; в рассматриваемом нами случае таковыми явились перенесенная инфекция COVID-10, первые выявленный сахарный диабет, злоупотребление алкоголем и гипертоническая болезнь.

Выводы. Вследствие одинаковой точки приложения патогенного действия обоих вирусов (HIV и SARS-CoV-2), в ходе клинико-лабораторного и инструментального обследования больного внимание следует акцентировать на своевременном выявлении и своевременном начале лечения хронических болезней почек, а также коинфекций и сопутствующих заболеваний, с целью избегать прогрессирования этих болезней и как можно дольше отсрочить заместительную почечную терапию. Это обусловлено тем, что, несмотря на применение антиретровирусной терапии и сопутствующей терапии ВИЧ-инфекции, поражение почек при данном заболевании остается ведущим и определяет прогноз.

Ключевые слова: лица молодого возраста, ВИЧ-инфекция, инфекция COVID-19, СПИД-индикаторная патология, коморбидные заболевания, осложнения после COVID-инфекции, диспансерное динамическое наблюдение, медико-психологическое сопровождение.

FEATURES OF THE CLINICAL COURSE OF COVID-19 INFECTION, OCCURRING AGAINST THE BACKGROUND OF HIV INFECTION

Ulyukin Igor Mikchaylovich
Shuklina Alyona Alexandrovna
Bulankov Yuri Ivanovich
Orlova Elena Stanislavovna

Abstract: Currently, there is an opinion that the widespread occurrence of COVID-19 infection is not a pandemic, but a syndemic (not just a comorbidity, but an integration that reveals biological and social interactions important for prognosis, treatment and health policy), which is characterized by biological and social interactions between conditions and conditions, interactions that increase a person's susceptibility to harm or worsen his state of health. The epidemiological situation for the population of Russia is worsening because the SARS-CoV-2 pandemic is developing against the backdrop of the HIV/AIDS pandemic.

The purpose of the study. To study the features of the course of a complicated form of COVID-19 against the background of HIV infection and comorbidity, in conditions of late prescription of antiretroviral therapy.

Materials and methods. Consideration of the medical history of patient NN, 40 years old, who underwent a complicated form of COVID-19 against the background of HIV infection and comorbidities at various stages of the provision of comprehensive medical care and analysis of scientific literature, according to the purpose of the study, posted in foreign and domestic scientific bibliographic databases.

Results. The question of how much the lethality of those affected by COVID-19 infection is related to severe forms of HIV infection, tuberculosis, other infectious diseases, and whether this manifestation is a syndemic with its characteristic detrimental interaction of two or more infections (or in this case, there is a characteristic aggravation of the patient's condition in the presence of varying degrees of severity of comorbid conditions), has not yet been fully resolved. But it must be emphasized that the kidneys in HIV infection are damaged as a result of

direct exposure to the HIV virus, and in the future, other secondary lesions also affect the progression of kidney diseases; in our case, these were past COVID-10 infection, first diagnosed diabetes mellitus, alcohol abuse, and hypertension.

Conclusions. Due to the same point of application of the pathogenic action of both viruses (HIV and SARS-CoV-2), during the clinical, laboratory and instrumental examination of the patient, attention should be focused on the timely detection and timely initiation of treatment of chronic kidney diseases, as well as coinfections and concomitant diseases, in order to avoid progression of these diseases and delay renal replacement therapy as long as possible. This is due to the fact that, despite the use of antiretroviral therapy and concomitant therapy for HIV infection, kidney damage in this disease remains the leading one and determines the prognosis.

Key words: young people, HIV infection, COVID-19 infection, AIDS indicator pathology, complications after COVID infection, dispensary dynamic observation, medical and psychological support.

Введение

В настоящее время есть мнение, что широкое распространение COVID-19-инфекции – это не пандемия, а синдемия (не просто коморбидность, а интегрирование, которое выявляет биологические и социальные взаимодействия, важные для прогноза, лечения и политики здравоохранения) [1], которая характеризуется биологическими и социальными взаимодействиями между условиями и состояниями, взаимодействиями, которые повышают восприимчивость человека к причинению ему вреда или ухудшают его состояние здоровья. Эпидемическая ситуация для населения России ухудшается тем, что SARS-CoV-2–пандемия развивается на фоне ВИЧ/СПИД–пандемии [2].

Поскольку эта аномальность исследуется относительно недавно, представление о реабилитации больных после перенесенного заболевания окончательно не сформировано, как и мнение о его отдаленных результатах, а также понимание больными (реконвалесцентами) возможностей преодоления трудностей и неопределенности ситуации после выздоровления [3]. Уже

выражается озабоченность по поводу потенциальных последствий для глобального психического здоровья, которые могут существенно вовлечь системы здравоохранения в предстоящее время [4, 5].

Ещё в начале развития пандемии COVID-19–инфекции (2019 г.) было высказано мнение, что люди, живущие с ВИЧ–инфекцией /СПИДом (ЛЖВС) и другими иммунодефицитными состояниями будут как в группе риска заражения новой коронавирусной инфекцией (НКВИ), так и в группе лиц с утяжелением клинического состояния на фоне развившейся НКВИ [6], так как ЛЖВС даже на фоне специфической антиретровирусной терапии (АРВТ) подвержены большему риску многих инфекций, включая пневмококковую пневмонию, грипп, менингококковой и герпетической инфекций, туберкулеза [7].

Появление инфекции COVID-19 поставило перед специалистами здравоохранения задачи, связанные с быстрой диагностикой и оказанием медицинской помощи больным. Считается, что наиболее распространенным клиническим проявлением НКВИ является двусторонняя пневмония (вирусное диффузное альвеолярное повреждение с микроангиопатией), с развитием в ряде случаев острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС). У части больных развивается гиперкоагуляционный синдром с тромбозами и тромбоэмболиями, поражаются также другие органы и системы (центральная нервная система – ЦНС, миокард, почки, печень, желудочно-кишечный тракт, эндокринная и иммунная системы), возможно развитие сепсиса и септического шока [8].

По разным данным, кроме известных клинических методов, возможно диагностировать основные клинико-морфологические варианты поражения ЦНС при COVID-19–инфекции радиологическими методами [9]:

- 1) острый ишемический инсульт;
- 2) острая энцефалопатия вследствие массивного диффузного повреждения эндотелия на фоне васкулита/эндотелиита, протекающего как на фоне, так и без признаков тромбоза церебральных артерий;
- 3) кровоизлияния, прежде всего по типу мелких петехий, полиэтиологичные по своей природе (повреждение эндотелия, острая

гипоксия, микроэмболия); кроме этого, кровоизлияния могут быть следствием венозного инфаркта на фоне синус-тромбоза;

4) многоочаговое поражение супра- и субтенториального белого вещества;

5) васкулит по типу синдрома Сусака (неврологическое расстройство неуточненной этиологии, поражающее артериолы улитки, сетчатки и головного мозга (ГМ), которым болеют преимущественно молодые женщины, вероятно, аутоиммунной природы; клинически заболевание характеризуется триадой симптомов, включающей в себя окклюзию ветвей артерий сетчатки, энцефалопатию и глухоту);

6) задняя обратимая лейкоэнцефалопатия (PRES; острая и обычно обратимая лейкоэнцефалопатия при отсутствии существенной деструкции белого вещества);

7) отсроченная постгипоксическая лейкоэнцефалопатия (острый клинический синдром, обусловленный поражением белого вещества ГМ, возникающий через несколько дней после выхода из комы, имеющий начало; причина – продолжительная церебральная гипooksигенация);

8) полинейропатия по типу синдрома Гийена–Барре (острая, обычно быстро прогрессирующая аутоиммунная воспалительная полинейропатия, характеризующаяся мышечной слабостью и умеренным выпадением дистальной чувствительности);

9) синдром Миллера–Фишера (одна из форм синдрома Гийена–Барре, характеризующаяся клинической триадой: офтальмоплегия, атаксия и арефлексия, с возможным присоединением умеренно выраженного периферического тетрапареза).

Но, по разным данным, несмотря на широкое использование лабораторных и инструментальных методов диагностики, прижизненная этиологическая расшифровка поражений ЦНС остается неустановленной у 40,0–68,0% больных, имевших неврологическую симптоматику центрального генеза [10, 11].

К настоящему времени установлено, что при тяжелом течении COVID-19-инфекции у больных часто возникает острая почечная

недостаточность, влияющая на состояние ЦНС посредством уремических токсинов, которые оказывают поражающее действие на ЦНС [12]. Кроме того, у многих пациентов с положительным COVID-19–результатом также может развиваться протеинурия и коллапсирующая гломерулопатия [13, 14]. Отмечено и развитие аутоиммунного гломерулонефрита после недавней инфекции COVID-19 [15]. Кроме того, больные ВИЧ-инфекцией с почечной недостаточностью имеют повышенный риск сердечно-сосудистых заболеваний, которые, вероятно, являются следствием дислипидемии, связанной и с АРВТ, и с протеинурией [16, 17].

Показано, что COVID-19 у больных ВИЧ-инфекцией способствует обострению и манифестации оппортунистических и сопутствующих заболеваний, которые могут определять тяжесть состояния больных [18]. Так, считается, что ВИЧ-ассоциированная нефропатия является наиболее частой причиной хронического заболевания почек у пораженных лиц и может зависеть от получения АРВТ [19].

Со временем было установлено, что у ЛЖВС факторы риска часто совпадают с таковыми при COVID-19, причем чаще, чем у населения в целом (сюда относят мужской пол, негроидное или латиноамериканское происхождение, курение, пожилой возраст и сопутствующие соматические заболевания) [20–23]. Полагают, что ВИЧ-инфекция может быть связана с повышенным риском развития COVID-19, но сопутствующие заболевания, по-видимому, у ЛЖВС играют большую роль, чем ВИЧ–специфические [24], при том, что АРВТ не защищает от заражения, прогрессирования или смерти больного, поражённого SARS-CoV-2–вирусом.

Кроме того, несмотря на эффективную АРВТ, ЛЖВС имеют высокий уровень системного воспаления, что является одним из ключевых факторов, способствующих, в частности, развитию тяжелых респираторных состояний и тромбоэмболических нарушений при COVID-19 [24, 26]. То есть, пока сложно выявить дополнительный риск ВИЧ-инфекции с АРВТ или без нее в условиях этих и других эпидемиологических и физиологических рисков.

Есть мнение, что ЛЖВС более уязвимы в отношении COVID-19–инфекции из-за большего бремени некоторых сопутствующих

заболеваний, более высокого системного воспаления (несмотря даже на эффективную АРВТ), и иммунных изменений даже среди тех, кто принимает эффективную АРВТ [27–31] – но так ли это, остается неясным, хотя, по разным ограниченным данным, ЛЖВС, получающие эффективную АРВТ, имеют такой же риск заражения вирусом SARS-CoV-2, как и люди, не инфицированные ВИЧ, при том, что распространенные симптомы COVID-19 значимо не различались как среди населения в целом [32], так и в группе ЛЖВС [21].

В настоящее время установлено, что увеличение возраста, ожирение, диабет, раса/этническая принадлежность неизменно связаны с заражением и тяжелым заболеванием НКВИ как среди общей популяции, так и среди ЛЖВС [33–36]. Кроме того – необходимо это еще раз подчеркнуть – несмотря на эффективную АРВТ, у ЛЖВС наблюдается более высокий уровень воспаления, что является одним из ключевых факторов, способствующих развитию тяжелых респираторных заболеваний, тромбоэмболических заболеваний, приводящих к неблагоприятным исходам больных с COVID-19 [25, 26]. Поэтому анализ дополнительного риска ВИЧ-инфекции на фоне АРВТ (или без нее) в условиях этих либо других рисков является сложной задачей.

Полагают, что, хотя поддержание подавленной вирусной нагрузки и нормального количества CD4-лимфоцитов, вероятно, снижает риск тяжелого течения инфекции COVID-19, еще нет четких доказательств того, что АРВТ сама по себе предотвращает заражение вирусом SARS-CoV-2 или изменяет скорость прогрессирования заболевания до тяжелой формы [37–40].

Вместе с тем, известно, что пандемия COVID-19-инфекции и ее последствия, приведшие к социальным ограничениям по всему миру, уже оказали глубокое и широкомасштабное социальное и психологическое воздействие; тщательное исследование влияния, в частности, социальной изоляции, на психическое здоровье людей является приоритетом для информирования о стратегиях, поддерживающих благополучие в обществе [41]. Это важно в том отношении, что даже до этой пандемии распространенность проблем психического здоровья среди молодых людей

(в частности, наличие симптомов тревоги) имела тенденцию к росту [42]; а на начальной стадии вспышки COVID-19 повсеместно было показано, что молодые люди испытывают более высокий уровень депрессии и тревожных симптомов, по сравнению со старшими возрастными группами [43, 44]. Так, отмечено, что психическое здоровье (по данным использования опросника «General Health Questionnaire», GHQ-12) значительно ухудшилось в период с 2018–2020 гг. (через месяц после начала социальной изоляции), и этот эффект был наиболее сильным среди лиц в возрасте 18–24 лет [45]. Это необходимо учитывать при разработке возможных стратегий вмешательства, как и возможное увеличение домашнего насилия во время пандемии [46], потенциальный повышенный риск причинения вреда детям, связь между повышенным потреблением алкоголя и самоубийствами [47], а также другие проблемы психического здоровья [48], включая тот факт, что риск оставаться дома во время карантина на фоне употребления алкоголя также может привести к росту неинфекционных заболеваний (для которых чрезмерное употребление алкоголя является фактором риска).

По разным данным известно, что стрессовые жизненные события могут провоцировать появление острых и преходящих психических расстройств (в частности, внезапное появление психотических симптомов – бреда, галлюцинаций, нарушения восприятия в течение двух недель с последующим полным восстановлением в течение трех месяцев). Но трудность четкого определения границ этих состояний приводит к неуверенности в этиологии и эпидемиологии заболевания, которая может также зависеть от уникальных факторов стресса на уровне популяции (таких, как продолжающаяся нынешняя пандемия).

В частности, есть мнение о развитии острых и транзиторных психических расстройств у COVID-19–серогенативных больных вследствие комбинации нарушения распорядка дня во время принудительного домашнего самоизоляции, и страха перед самой болезнью, которая могла спровоцировать интенсивную психотическую реакцию на стресс, приводящую к началу психоза [49]; этому состоянию могли также способствовать снижение личной свободы, финансовые потери, информация, связанная с обязательностью

социальной изоляции, а также религиозные переживания, которые неизбежно связаны с культурным контекстом людей и быстрой переменой исторических и социально-политических событий, культурных явлений, таких, как новые информационные технологии [50]. Поэтому предполагают, что глобальная угроза существованию человечества, усугубленная беспрецедентной информационной перегрузкой, и домашнее ограничение могли серьезно подогреть духовные переживания на индивидуальном уровне, способствовавшее психотическим нарушениям.

Поэтому известно ожидание серьезных неблагоприятных психологических последствий из-за переживания пандемии [51] и пагубное воздействие пандемии и связанных с ней ограничительных мер на психологическое здоровье населения [52–59], показано массовое и повсеместное пребывание людей в состоянии тревоги, страха различного характера и паники.

При изучении влияния инфекции COVID-19 на психическое здоровье людей был учрежден даже термин «коронафобия» [60], который, как считается, можно рассматривать в качестве маркера тревоги и депрессии в период текущей пандемии [61]. Отмечена взаимосвязь роста общего уровня тревожности с вовлеченностью людей в информационный поток СМИ относительно COVID-19 [62], так как стремление людей к получению новостной информации о заболевании усиливает исходный уровень их тревожности [63] (то есть, люди, активно интересующиеся новостями о COVID-19, попадают в психологический «замкнутый круг циркуляции страха» [64]).

Известно и мнение о том, что социальные сети оказывают влияние на формировании ахроматического восприятия, снижающего способность психики человека к целостному отражению мира во всей его полноте [65], способствуя формированию устрашающего образа текущей пандемии у населения, и формируя серую картину мира через призму страха. Однако, по разным данным, проблема заключается еще в том, что средства массовой информации зачастую игнорируют рекомендации специалистов по включению эмоционально позитивного контента в информационно-новостную ленту о COVID-19-пандемии.

Хотя результаты крупных популяционных исследований еще недоступны, среди населения в целом отмечен рост больных депрессией, тревожностью, ожидается рост посттравматического стрессового расстройства [66]. Кроме того, во всем мире начали появляться сообщения о случаях психоза с соматическим бредом, связанным с COVID19 [67], которые были и у отдельных незараженных лиц, и эти случаи, предположительно, отражают испытанный во время пандемии интенсивный психосоциальный стресс [68], на фоне которого были описаны полиморфные психотические симптомы (колеблющиеся галлюцинации и бред, неорганизованная речь, преходящая дезориентация), однако после тщательного клинико-лабораторного и инструментального обследования диагноз органического делирия и шизофрении был отклонён [69]. Считается, что наличие психических расстройств увеличивает риск смерти и тяжести COVID-19 (так, отмечена более высокая смертность среди пациентов с шизофренией, шизотипическими и бредовыми расстройствами по сравнению с пациентами с расстройствами настроения) [70].

Кроме того, показано, что лица, употребляющие психоактивные вещества, имеют сложный клинический профиль, демонстрирующий множество сопутствующих психических и соматических заболеваний, помимо социальной уязвимости [71], что, как правило, обусловлено нездоровым образом жизни, находящим своё отражение, в том числе, и отсутствием трудоустройства. Более того, уязвимые группы населения с меньшей вероятностью принимают COVID-19-защитные меры (например, ношение масок, использование дезинфицирующих средств для рук, социальное дистанцирование), тем самым препятствуя реализации политики общественного здравоохранения [72]. В этой группе населения трудности, связанные с доступом к системе здравоохранения и мониторингом медикаментозного лечения, в конечном итоге усугубляют имеющиеся проблемы. Более того, полагают, что пациенты на ранних стадиях психоза обычно игнорируются службами психического здоровья и, как правило, получают только краткосрочное клиническое наблюдение [73], хотя до 40% таких лиц имеют стойкие психотические расстройства [74]. Поэтому

продолжающаяся пандемия подчеркивает необходимость современных ранних службы выявления и вмешательства для улучшения исходов психоза.

Кроме того, у потребителей психоактивных веществ наблюдались иммунологические изменения [75, 76], поэтому злоупотребление алкоголем и кокаином / крэком увеличивает риск и инфекционных заболеваний [77–79]. Отмечено, в частности, что у людей с наркопотреблением и COVID-19-инфекцией наблюдались более высокие показатели госпитализаций и смертей по сравнению с людьми с COVID-19, но без наркопотребления [80]. Тем не менее, как до, так во время пандемии COVID-19 этим людям уделялось недостаточно внимания [81], как показано в основном на примере развивающихся стран.

Однако вопросы клинического течения и медико-психологического сопровождения больных ВИЧ-инфекцией в период пандемии инфекции COVID-19 в настоящее время изучены недостаточно. Приводим собственное клиническое наблюдение.

Цель исследования – рассмотреть особенности клинического течения ВИЧ-инфекции, протекающей на фоне осложненной формы инфекции COVID-19 и коморбидных заболеваний.

Материалы и методы. Анализ истории болезни пациента, перенесшего осложненную форму COVID-19 на фоне ВИЧ-инфекции и коморбидной патологии на различных этапах оказания комплексной медицинской помощи и анализ научной литературы, согласно цели исследования, размещенной в зарубежных и отечественных научных библиографических базах.

Исследование осуществлялось в соответствии с принципами доказательной медицины [82], было нерандомизированным, открытым. Работа выполнена в соответствии с положениями существующих нормативных документов о защите личности в связи с автоматической обработкой персональных данных [83].

Результаты и обсуждение

У больного NN, 40 лет, образование высшее, в 2013 г. при обращении была диагностирована ВИЧ инфекция (но знал он о ней с 2012 г.); со слов больного, он впоследствии наблюдался у инфекциониста по месту

жительства, но АРВТ не проводилась. За прошедшие годы пациент в целом чувствовал себя удовлетворительно, продолжал работать по специальности. Алкоголь потреблял нерегулярно, в течение последнего года по 200–250 г коньяка без какой-либо системы, но с формированием физиологического состояния отмены алкоголя.

В январе 2021 г. больной перенес инфекцию COVID–19 в форме вирусной пневмонии (по данным мультисрезовой компьютерной томографии от 17.01.2021 г. выявлена картина двусторонних полисегментарных участков интерстициальной инфильтрации с поражением легочной паренхимы до 28%, косвенные КТ–признаки легочной гипертензии), лечение получал амбулаторно. С этого времени чувствовал сильную слабость в ногах.

02.04.2021 г. NN употреблял алкоголь (с появлением выраженной тревоги, обманов восприятия после прекращения употребления алкоголя за несколько дней до настоящей госпитализации), и в ночь со 02.04 на 03.04 у больного были отмечены многократная рвота, повышение температуры тела до 37,3⁰, бессонница вплоть до 05.04, когда он был утром доставлен в приемное отделение многопрофильного стационара с подозрением на острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК); однако после выполнения лабораторных и инструментальных исследований, осмотра невропатолога, токсиколога, терапевта, этот диагноз был отвергнут (так, по данным компьютерной томографии – КТ – головы, груди, нижнего грудного и верхнего поясничного отдела позвоночника особенностей не выявлено; на КТ лёгких – картина поствоспалительных интерстициальных изменений с обеих сторон, единичные узелковые уплотнения легочной ткани на фоне участков «матового стекла», вероятно, как проявление бронхоолита; костных деструктивных и травматических изменений не выявлено; при выполнении магнито–резонансной томографии – МРТ – с выполнением диффузно–взвешенного режима данных за ОНМК не получено, картина участков структурных изменений в белом веществе лобных долей, вероятно, сосудистого характера, умеренного расширения боковых желудочков ГМ, расширение субарахноидального пространства). При выполнении видеоэзофагогастроскопии от 05.04 диагностированы скользящая грыжа

пищеводного отверстия диафрагмы, дистальный катаральный эзофагит, хронический гастрит в стадии обострения.

Вместе с тем, в процессе обследования было отмечено, что NN стал тревожиться, озираться по сторонам, совершал стереотипные движения руками (доставал изо рта мнимые пуговицы, непрерывно перебирал пальцы на руках); осмотрен психиатром, получено согласие на госпитализацию по неотложным показаниям в психиатрическое отделение стационара.

При поступлении больной предъявлял жалобы быструю утомляемость, головокружение, ухудшение памяти, рассеянность, нарушение сна, снижение аппетита, на слабость в ногах.

В психиатрическом отделении в процессе обследования и лечения пациента с 05.04 по 15.04.2021 г. по поводу симптоматического кратковременного делириозного эпизода (F 05.8), на фоне этого состояния были диагностированы сопутствующие заболевания: ВИЧ–инфекция, стадия 4В (потеря массы тела более 10%, поражение ЦНС: энцефалопатия смешанного генеза – токсического, дисметаболического, постгипоксического, наружная гидроцефалия заместительного типа; полинейропатия нижних конечностей) в отсутствие АРВТ; гипертоническая болезнь (ГБ) 1 ст., метаболическая кардиомиопатия (тахисистолический вариант); хроническая варикозная болезнь нижних конечностей, хроническая венозная недостаточность 3 ст., состояние после флебэктомии (1997 г., 2019 г.); грыжа пищеводного отверстия диафрагмы, дистальный катаральный эзофагит, хронический гастрит, обострение; сахарный диабет 2 типа впервые выявленный (заключение эндокринолога от 07.04.2021 г.); мочекаменная болезнь (МКБ). При осмотре окулиста 12.04 патологии не выявлено.

Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) от 06.04 выявила умеренные диффузные изменения биоэлектрической активности ГМ с явлениями дисфункции диэнцефальных структур со снижением устойчивости общего функционального состояния ГМ. Признаков пароксизмальной и типичной эпилептиформной активности не зарегистрировано.

За время наблюдения и лечения в течение первых двух суток отмечены кратковременные эпизоды обманов восприятия (появлялось беспокойство,

больной собирал с пола и перебирал руками несуществующие предметы, утверждая, что «нашёл на полу проволоку, пуговицу»).

В связи с наличием ВИЧ-инфекции, перенесенной инфекции COVID-19, длительным употреблением алкоголя в анамнезе, наличием неврологического дефицита NN 08.05 был осмотрен инфекционистом, который на основании клинико-лабораторных и инструментальных данных высказал предположение о том, что текущее состояние больного обусловлено прогрессированием ВИЧ-инфекции (ВИЧ-ассоциированное поражение ЦНС? периферическая полинейропатия – вторичная ВИЧ-ассоциированная, диабетическая, алкогольная).

При ультразвуковом исследовании (УЗИ) органов брюшной полости (ОБП) 08.05 были диагностированы гепатомегалия, диффузные изменения печени и поджелудочной железы, кисты в S4в, S6, S7, S8, увеличение предстательной железы и неоднородность её паренхимы. Выявлены конкременты обеих почек, КТ-картина липомы правой почки, обызвестление сосочков верхней группы чашек левой почки. Лабораторные исследования на гемоконтактные инфекции и сифилис от 07.04 были отрицательными. Исследования крови методом ПЦР от 09.04 положительны на цитомегаловирус (антиНСМ-IgG «+»), вирус Эпштейна-Барра (антиEBV-IgG «+»), на токсоплазму отрицательны (IgM, IgG «-»).

Назначена общеукрепляющая, симптоматическая, дезинтоксикационная терапия, тиопентал, мильгамма, метформин, энаприл, анаприлин, кветиапин, гастропротекторы.

Однако на этом фоне при иммунологическом исследовании крови от 09.04 выявлен резкий дисбаланс содержания Т-лимфоцитов (коэффициент $CD4 / CD8=0,04$), обусловленный значительным снижением относительного (3,4%) и абсолютного числа Т-хелперов ($0,04 \times 10^9/\text{л}$), и выраженным ростом относительного (80,5%) и абсолютного числа цитотоксических Т-лимфоцитов ($1,03 \times 10^9/\text{л}$).

При бактериологическом исследовании мокроты 09.04 была выделена культура *Pneumocystis jirovecii*.

При проведении 12.04.2021 г. МРТ ГМ с контрастированием данных за ОНМК не получено, участки структурных изменений в белом веществе головного мозга имеют, вероятно, сосудистый характер; отмечено умеренное расширение желудочков головного мозга, расширение субарахноидального пространства; по сравнению с данными исследования от 05.04 – без динамических изменений.

Ликвор от 13.04 – бесцветный, прозрачный, белок – 0,7 г/л, глюкоза – 2,8 ммоль/л, хлориды – 112 ммоль/л, калий 2,9 ммоль/л, натрий 138 ммоль/л, цитоз – $0,6 \times 10^5$ /л, эритроциты – $0,01 \times 10^9$ /л, нейтрофилы 50%, лимфоциты 50%.

На фоне проводимой в психиатрическом отделении терапии отмечена положительная динамика (редуцированы обманы восприятия), но сохранялись повышенная утомляемость, рассеянность, слабость в нижних конечностях. Показатели крови, мочи были без особенностей.

15.04.2021 г. пациент написал заявления с просьбой о выписке по семейным обстоятельствам, оснований для лечения в недобровольном порядке выявлено не было. Перед выпиской проведена психотерапевтическая беседа, даны рекомендации, разъяснившие, в частности, необходимость продолжения обследования и лечения в профильном инфекционном стационаре по поводу ВИЧ-инфекции и пневмоцистоза; так, было оговорено, что некоторые исследования отмечали – у ЛЖВС инфекция COVID-19 может проявляться вместе с коморбидными инфекциями (такими, в частности, как пневмония, вызванная *Pneumocystis jirovecii*), которые, как полагают, могут способствовать либо усугублять уже имеющиеся симптомы COVID-19 [84–86].

Далее с 15.04 по 14.05.2021 г. NN находился на лечении в крупном инфекционном стационаре, куда обратился с жалобами на осиплость голоса, сухость во рту, слабость в нижних конечностях.

Мазок на НКВИ был положительным при поступлении от 16.04.2021 г., далее мазки отрицательны от 29.04 и 02.05.2021 г. Но – так как ранее в ходе посева мокроты на микрофлору были обнаружены пневмоцисты, пациенту была инициирована терапия пневмоцистной пневмонии.

Однако 28.04.2021 г. больной был переведен в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) в связи с высокими показателями креатинина (от 30,04 – 106,3 мкмоль/л) и мочевины (от 30,04 – 24,84 ммоль/л), где находился сутки, далее был переведен в общее отделение. До начала планируемой АРВТ и лечения пневмоцистоза (у препаратов для лечения которого много противопоказаний, что необходимо учитывать в связи с поврежденным иммунитетом больного) он получал симптоматическое лечение – но 03.05.2021 г. в связи с появлением эпизодов фебрильной лихорадки её начало было отложено (от 01.05 количество лейкоцитов составило $11,75 \times 10^9/\text{л}$, в т.ч. нейтрофилов 74,7% – $8,77 \times 10^9/\text{л}$, тромбоцитов $121 \times 10^9/\text{л}$, креатинин был 115,3 мкмоль/л, мочевина – 11,06 ммоль/л).

К 08.05 количество эритроцитов составило $2,33 \times 10^{12}/\text{л}$, лейкоцитов $7,97 \times 10^9/\text{л}$, в т.ч. нейтрофилов 86,1% – $6,86 \times 10^9/\text{л}$, тромбоцитов $69 \times 10^9/\text{л}$. Отмечено нарастание азотемии (08.05 креатинин составил 271,9 мкмоль/л, мочевина – 17,44 ммоль/л; от 12.05 креатинин составил 458,5 мкмоль/л, мочевина – 35,71 ммоль/л), выраженное повышение С-реактивного белка (08.05 – 216,9 мг/л, 12.05 – 247,8 мг/л); в связи с тем, что не исключался уросепсис (от 12.05 количество лейкоцитов составило $4,7 \times 10^9/\text{л}$, в т.ч. нейтрофилов 86,9% – $4,08 \times 10^9/\text{л}$, тромбоцитов $43 \times 10^9/\text{л}$), больному была назначена антибактериальная терапия антибиотиками из групп резерва. Кроме того, вследствие приёма дексаметазона отмечены высокие цифры гликемии (от 08.05 – 13,17 ммоль/л), что потребовало использования инсулина.

На этом фоне с 13.05.21 г. было отмечено прогрессирование неврологического дефицита в виде нарушения сознания (невролог отметил начинающиеся проявления отека головного мозга).

При УЗИ почек 13.05 было выявлено диффузное увеличение их размера на фоне диффузных изменений паренхимы по типу интерстициального процесса.

14.05 при КТ ОБП и забрюшинного пространства отмечено, что КТ-картина более соответствует острому деструктивному правостороннему пиелонефриту с явлениями правостороннего паранефрита (с формированием паранефрального воздухосодержащего абсцесса), левостороннему

интерстициальному пиелонефриту; диагностированы рентген-контрастные конкременты и пузырьки воздуха в чашечно-лоханочной системе обеих почек, КТ-признаки гепатоспленомегалии; выявлена умеренная регионарная лимфаденопатия. Убедительных КТ-признаков вирусной пневмонии и туберкулёза не выявлено (КТ-0), но отмечена КТ-картина венозного застоя в обоих лёгких, косвенные признаки лёгочной гипертензии, следовое количество жидкости в обеих плевральных полостях.

В связи с полученными лабораторными и инструментальными данными и отсутствия видимой эффективности от проводимого лечения (симптоматическая, инфузионно-корректирующая, антибактериальная, противовирусная, кардиотропная, гипотензивная терапия, гепатопротекторы, глюкокортикостероиды, низкомолекулярные гепарины, дезагреганты, коррекция гликемии, кислотно-основного состояния, инсуфляция кислородом), NN в тяжёлом состоянии 14.05.2021 г. был переведен в специализированное урологическое отделение крупного терапевтического стационара, где он начал получать интенсивную терапию (инфузионную, трансфузионную, нефротропную, кардиотропную, антисекреторную, гормональную, антиагрегантную, антибактериальную).

15.05.2021 г. повторно была выполнена КТ ОБП, в ходе которой были отмечены гепатоспленомегалия, признаки правостороннего пиелонефрита с формированием паранефрального воздухосодержащего абсцесса, микролиты обеих почек.

В то же время, при УЗИ почек и забрюшинного пространства описываемого по данным КТ скопления газа в паранефральной клетчатке справа не было выявлено, а жидкость в забрюшинной клетчатке справа и слева не лоцировалась; установлено, что паренхима правой и левой почки утолщена до 35-41 мм, была диффузно-неоднородной, отграниченных жидкостных скоплений в паренхиме не лоцировалось; в чашечках лоцировались камни до 5 мм, но полостные системы почек и мочеточники не были расширены.

В итоге было принято решение: учитывая тяжесть состояния пациента, тромбоцитопению, коагулопатию, скопление газа по передней поверхности

почки (по данным КТ рядом с восходящей ободочной кишкой, которое не визуализируется при УЗИ), – выполнение диагностической пункции забрюшинного пространства справа под УЗ-контролем, чревато высоким риском кровотечения с формированием забрюшинной гематомы или травмированием кишки (по этой причине оно не будет выполнено), а выполнение люмботомии справа в настоящее время нецелесообразно вследствие тяжести состояния больного и высоким риском летального исхода.

Поэтому, учитывая тяжесть состояния больного, была продолжена антибактериальная терапия (препаратами группы резерва), выполнены гемотрансфузия, переливание тромбоконцентрата, переливание свежезамороженной плазмы крови, и запланировано выполнение КТ в динамике с последующим проведением консилиума с целью уточнения тактики лечения и объема необходимого хирургического вмешательства.

Однако, несмотря на проведение интенсивной терапии, у больного развился и начал нарастать синдром полиорганной недостаточности (СПОН), в связи с чем проведенные реанимационные мероприятия оказались безуспешными; 16.05.2021 г. в 02-40 пациент скончался в ОРИТ, констатирована биологическая смерть (3-й день нахождения в этом стационаре).

По результатам клинико-лабораторного и инструментального обследования и лечения больного были сформулированы

1) Основной клинический диагноз: острый гнойный эмфизематозный правосторонний пиелонефрит; правосторонний паранефрит; левосторонний интерстициальный пиелонефрит (гнойный?); МКБ; конкременты обеих почек.

Осложнения основного диагноза: уросепсис; СПОН; острое повреждение почек (ОПП) 3; анемия тяжелой степени; панцитопения; тромбоцитопения.

2) Сопутствующий диагноз: ВИЧ-инфекция в стадии 4В, прогрессирование без АРВТ; прогрессирующая мультифокальная лейкоэнцефалопатия; отек головного мозга от 13.05.2021 г.; новая короновиральная инфекция (COVID-19), легкое течение, реконвалесценция (положительный мазок на наличие вируса от 16.04.2021 г.); полиневропатия

токсического генеза с преимущественным поражением нижних конечностей; ГБ 2 ст.; риск сердечно-сосудистых осложнений (РССО) 3 (высокий); сахарный диабет 2-го типа, декомпенсированный; варикозное расширение вен нижних конечностей.

Проводилась терапия: инфузионная, трансфузионная, нефротропная, кардиотропная, антисекреторная, гормональная, антикоагулянтная, антибактериальная терапия

Посмертный диагноз был сформулирован как

1) Основной: острый гнойный эмфизематозный правосторонний пиелонефрит; правосторонний паранефрит; левосторонний интерстициальный пиелонефрит (гнойный?); МКБ; конкременты обеих почек.

Осложнения: уросепсис; СПОН; ОПП 3; анемия тяжелой степени; панцитопения; тромбоцитопения.

2) Сопутствующий:

Конкурирующий: ВИЧ-инфекция в стадии 4В, прогрессирование без АРВТ; прогрессирующая мультифокальная лейкоэнцефалопатия; отек головного мозга от 13.05.2021 г.; новая короновирусная инфекция (COVID-19), легкое течение, реконвалесценция (положительная ПЦР от 16.04.2021 г.); полиневропатия токсического генеза с преимущественным поражением нижних конечностей; ГБ 2 ст.; РССО 3; варикозное расширение вен нижних конечностей.

Фоновый: Сахарный диабет 2-го типа, декомпенсированный.

Заключение. Настоящий клинический случай представляет интерес со следующих точек зрения.

По разным данным, вопрос о том, насколько связана летальность поражённых инфекцией COVID-19 с тяжелыми формами ВИЧ-инфекции, туберкулезом, другими инфекционными заболеваниями, и является ли это проявление синдемонией с её характерным губительным взаимодействием двух и более инфекций (или в данном случае наблюдается характерное утяжеление состояния больного при наличии разной степени выраженности коморбидных состояний), до конца еще не решён [87].

Вместе с тем, известно, что до 90% пациентов, у которых впервые диагностирована ВИЧ-инфекция в стадии СПИДа, не знают о том, что они были ВИЧ-инфицированы [88], либо они этот факт скрывают от лечащего врача (причины этого понятны достаточно давно [89, 90]. В рассматриваемом нами случае важно отметить прогрессирующую мультифокальную лейкоэнцефалопатию (которая влияла на ментальный статус пациента) с развитием после перенесенной НКВИ симптоматического кратковременного делириозного эпизода.

Важно подчеркнуть, что персистенция ВИЧ вызывает антигенную стимуляцию и образование антител к вирусу с формированием циркулирующих иммунных комплексов, которые могут накапливаться в том числе и в почках (в частности, в эндотелии кровеносных сосудов, в почечных клубочках) [91], экспрессируя провоспалительные факторы в тканях почек, вызывая гибель клеток путем некроза, апоптоза или клеточной дисфункции; это проявляется клиническими признаками в том числе и гломерулонефрита [92, 93].

Вместе с тем установлено, что количество CD4-лимфоцитов и соотношение CD4/CD8 являются факторами, оказывающими влияние на азотовыделительную функцию патологию почек ВИЧ-этиологии [94] – а в рассматриваемом нами случае больной имел значительную длительность заболевания в отсутствие АРВТ; однако поражение почек развивается поздно в ходе инфекции ВИЧ-1 после развития СПИДа [95].

Кроме того, необходимо подчеркнуть: почки при ВИЧ-инфекции повреждаются в результате прямого воздействия вируса ВИЧ, а в дальнейшем на процесс прогрессирования почечных заболеваний влияют и другие, вторичные поражения; в рассматриваемом нами случае таковыми явились перенесенная инфекция COVID–10, первые выявленный сахарный диабет, злоупотребление алкоголем и гипертоническая болезнь.

Поэтому на фоне сложной эпидемической обстановки, обусловленной параллельно текущими эпидемиями ВИЧ-инфекции и инфекции COVID–19, полагают, что в плане активного выявления и последующего медико–психологического сопровождения таких больных главенствующей

должна стать психологическая помощь, основу которой составят методы коррекции когнитивно-аффективной сферы личности – возвращение доверия к себе и преобразование в позитивную текущей «картины мира» настоящего и будущего. Особое внимание необходимо уделить повышению коллективной сплоченности и постановке групповых целей, рисующих контур будущей позитивной «картины мира» российского общества [96]. Но, вследствие одинаковой точки приложения патогенного действия обоих вирусов (HIV и SARS-CoV-2), в ходе клинικο-лабораторного и инструментального обследования больного внимание следует акцентировать на своевременном выявлении и своевременном начале лечения хронических болезней почек, а также коинфекций и сопутствующих заболеваний, с целью избежать прогрессирования этих болезней и как можно дольше отсрочить заместительную почечную терапию [97]. Это обусловлено тем, что, несмотря на применение АРВТ и сопутствующей терапии ВИЧ-инфекции, поражение почек при данном заболевании остается ведущим и определяет прогноз, тем самым диктуя необходимость выявления повреждения почек на ранних стадиях ВИЧ-инфекции с целью предотвращения неблагоприятных исходов на более поздних [98].

Список литературы

1. Singer M., Bulled N., Ostrach B., Mendenhall E. Syndemics and the biosocial conception of health // *Lancet*. – 2017. – Vol. 389, N. 10072. – P. 941–950. doi: 10.1016/S0140-6736(17)30003-X.
2. Супотницкий М.В. Новый коронавирус SARSCoV-2 в аспекте глобальной эпидемиологии коронавирусных инфекций // *Вестник войск РХБ защиты*. – 2020. – Т. 4. № 1. – С. 32–65. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-1-32-65>.
3. Улюкин И.М., Пережогин С.А., Ковалишин И.М. Дифференциальные типы рефлексивности у лиц молодого возраста на фоне эпидемии COVID-19 // *Вест. Росс. военно-мед. акад.* – 2021. – Т. 23, № 2. – С. 113–118. doi: <https://doi.org/10.17816/brmma.57170>.

4. Torales J., O'Higgins M., Castaldelli-Maia J.M., Ventriglio A. The outbreak of COVID-19 coronavirus and its impact on global mental health // *Int. J. Soc. Psychiatry*. – 2020. – Vol. 66, N. 4. – P. 317-320. doi: 10.1177/0020764020915212.
5. Fiorillo A., Gorwood P. The consequences of the COVID-19 pandemic on mental health and implications for clinical practice // *Eur. Psychiatry*. – 2020. – Vol. 63, N. 1. – e32. doi: 10.1192/j.eurpsy.2020.35.
6. Fung M., Babik J.M. COVID-19 in Immunocompromised Hosts: What We Know So Far // *Clin. Infect. Dis.* – 2021. – Vol. 72, N. 2. – P. 340-350. doi: 10.1093/cid/ciaa863.
7. Barrera-López P., Pérez-Riveros E.D., Moreno-Montoya J., Ballesteros S.M., Valencia S.A., de la Hoz-Valle J.A. Coinfection of other respiratory pathogens and HIV in COVID-19 patients: Is there a pattern? // *J. Med. Virol.* – 2021. – Vol. 93, N. 1. – P. 8-19. doi: 10.1002/jmv.26331.
8. *Временные методические рекомендации: профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)*. Версия 15 (22.02.2022). – М.: МЗ РФ, 2022. – 245 с.
9. Трофимова Т.Н., Андропова П.Л., Савинцева Ж.И., Беляков Н.А. Нейрорадиология в острой фазе коронавирусной инфекции – COVID-19 // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии*. – 2021. – Т. 13, № 2. – С. 20–32, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/20779828-2021-13-2-20-32>.
10. Гоженко А.И., Гуменюк Н.А., Бурлаченко В.П., Насибуллин Б.А., Гойдык В.С. Особенности изменения гематоэнцефалического барьера ВИЧ-инфицированных больных с разными этиологическими возбудителями менингоэнцефалита // *Международный неврологический журнал*. – 2012. – Т. 4, № 50. – С. 29-32.
11. Вознесенский С.Л., Шахгильдян В.И., Петрова Е.В., Кожевникова Г.М., Ермак Т.Н., Тишкевич О.А., Самотолкина Е.С., Соболева З.А., Емероле К.Ч. Энцефалиты неясной этиологии у больных ВИЧ-инфекцией: клиническая и патологоанатомическая расшифровка // *Терапевтический архив*. – 2021. – Т. 93, № 11. – С. 1278–1282. doi: 10.26442/00403660.2021.11.201197.

12. Hirsch J.S., Ng J.H., Ross D.W., Sharma P., Shah H.H., Barnett R.L., Hazzan A.D, Fishbane S., Jhaveri K.D., Northwell COVID-19 Research Consortium; Northwell Nephrology COVID-19 Research Consortium. Acute kidney injury in patients hospitalized with COVID-19 // *Kidney Int.* – 2020. – Vol. 98, N. 1. – P. 209-218. doi: 10.1016/j.kint.2020.05.006.
13. Santoriello D., Khairallah P., Bomback A.S., Xu K., Kudose S., Batal I., Barasch J., Radhakrishnan J., D'Agati V., Markowitz G. Postmortem Kidney Pathology Findings in Patients with COVID-19 // *J. Am. Soc. Nephrol.* – 2020. – Vol. 31, N. 9. – P. 2158-2167. doi: 10.1681/ASN.2020050744.
14. Nasr S.H., Alexander M.P., Cornell L.D., Herrera L.H., Fidler M.E., Said S.M., Zhang P., Larsen C.P., Sethi S. Kidney Biopsy Findings in Patients With COVID-19, Kidney Injury, and Proteinuria // *Am. J. Kidney Dis.* – 2021. – Vol. 77, N. 3. – P. 465-468. doi: 10.1053/j.ajkd.2020.11.002.
15. Sethi S., D'Costa M.R., Hermann S.M., Nasr S.H., Fervenza F.C. Immune-Complex Glomerulonephritis After COVID-19 Infection // *Kidney Int. Rep.* – 2021. – Vol. 6, N. 4. – P. 1170-1173. doi: 10.1016/j.ekir.2021.02.002.
16. Friis-Møller N., Sabin C.A., Weber R., d'Arminio Monforte A., El-Sadr W.M., Reiss P., Thiébaut R., Morfeldt L., De Wit S., Pradier C., Calvo G., Law M.G., Kirk O., Phillips A.N., Lundgren J.D., Data Collection on Adverse Events of Anti-HIV Drugs (DAD) Study Group. Combination antiretroviral therapy and the risk of myocardial infarction // *N. Engl. J. Med.* – 2003. – Vol. 349, N. 21. – P. 1993-2003. doi: 10.1056/NEJMoa030218.
17. Oberai P.C., Dalal D., Zhang L., Wang C., Eustace J., Parekh R.S. Incidence of atherosclerotic cardiovascular disease among HIV patients receiving dialysis // *Am. J. Kidney Dis.* – 2006. – Vol. 47, N. 5. – P. 848-55. doi: 10.1053/j.ajkd.2006.01.008.
18. Гаус А.А., Климова Н.В. Рентгеноморфологические особенности течения COVID-19 и ВИЧ-инфекции // ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии.* – 2021. – Т. 13, № 2. – С. 77-84. <https://doi.org/10.22328/2077-9828-2021-13-2-77-84>.
19. Nikolopoulou A., Teixeira C., Cook H.T., Roufosse C., Cairns T.H.D., Levy J.B., Pusey C.D., Griffith M.E. Membranous nephropathy associated with

viral infection // *Clin. Kidney J.* – 2020. – Vol. 14, N. 3. – P. 876-883. doi: 10.1093/ckj/sfaa026.

20. Erlandson K.M., Karris M.Y. HIV and Aging: Reconsidering the Approach to Management of Comorbidities // *Infect. Dis. Clin. North Am.* – 2019. – Vol. 33, N. 3. – P. 769-786. doi: 10.1016/j.idc.2019.04.005.

21. Dandachi D., Geiger G., Montgomery M.W., Karmen-Tuohy S., Golzy M., Antar A.A.R., Llibre J.M., Camazine M., Díaz-De Santiago A., Carlucci P.M., Zacharioudakis I.M., Rahimian J., Wanjalla C.N., Slim J., Arinze F., Kratz A.M.P., Jones J.L., Patel S.M., Kitchell E., Francis A., Ray M., Koren D.E., Baddley J.W., Hill B., Sax P.E., Chow J. Characteristics, Comorbidities, and Outcomes in a Multicenter Registry of Patients With Human Immunodeficiency Virus and Coronavirus Disease 2019 // *Clin. Infect. Dis.* – 2021. – Vol. 73, N. 7. – e1964-e1972. doi: 10.1093/cid/ciaa1339.

22. Patel R.H., Acharya A., Chand H.S., Mohan M., Byraredddy S.N. Human Immunodeficiency Virus and Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Coinfection: A Systematic Review of the Literature and Challenges // *AIDS Res. Hum. Retroviruses.* – 2021. – Vol. 37, N. 4. – P. 266-282. doi: 10.1089/AID.2020.0284.

23. Weiser J.K., Tie Y., Beer L., Neblett Fanfair R., Shouse R.L. Racial/Ethnic and Income Disparities in the Prevalence of Comorbidities that Are Associated With Risk for Severe COVID-19 Among Adults Receiving HIV Care, United States, 2014-2019 // *J. Acquir. Immune Defic. Syndr.* – 2021. – Vol. 86, N. 3. – P. 297-304. doi: 10.1097/QAI.0000000000002592.

24. Johnston R. The first 6 months of HIV-SARS-CoV-2 coinfection: outcomes for 6947 individuals // *Curr. Opin. HIV AIDS.* – 2021. – Vol. 16, Iss. 1. – P. 54-62. doi: 10.1097/COH.0000000000000654.

25. Hattab S., Guiguet M., Carcelain G., Fourati S., Guihot A., Autran B., Caby F., Marcelin A.G., Costagliola D., Katlama C. Soluble biomarkers of immune activation and inflammation in HIV infection: impact of 2 years of effective first-line combination antiretroviral therapy // *HIV Med.* – 2015. – Vol. 16, N. 9. – P. 553-62. doi: 10.1111/hiv.12257.

26. Huang C., Wang Y., Li X., Ren L., Zhao J., Hu Y., Zhang L., Fan G., Xu J., Gu X., Cheng Z., Yu T., Xia J., Wei Y., Wu W., Xie X., Yin W., Li H., Liu M., Xiao Y., Gao H., Guo L., Xie J., Wang G., Jiang R., Gao Z., Jin Q., Wang J., Cao B. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China // *Lancet*. – 2020. – Vol. 395, N. 10223. – P. 497-506. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.

27. Zhu F., Cao Y., Xu S., Zhou M. Co-infection of SARS-CoV-2 and HIV in a patient in Wuhan city, China // *J. Med. Virol.* – 2020. – Vol. 92, N. 6. – P. 529-530. doi: 10.1002/jmv.25732.

28. Laurence J. Why Aren't People Living with HIV at Higher Risk for Developing Severe Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)? // *AIDS Patient Care STDS*. – 2020. – Vol. 34, N. 6. – P. 247-248. doi: 10.1089/apc.2020.29005.com.

29. Suwanwongse K., Shabarek N. Clinical features and outcome of HIV/SARS-CoV-2 coinfecting patients in The Bronx, New York city // *J. Med. Virol.* – 2020. – Vol. 92, N. 11. – P. 2387-2389. doi: 10.1002/jmv.26077.

30. Hadi Y.B., Naqvi S.F.Z., Kupec J.T., Sarwari A.R. Characteristics and outcomes of COVID-19 in patients with HIV: a multicentre research network study // *AIDS*. – 2020. – Vol. 34, N. 13. F3-F8. doi: 10.1097/QAD.0000000000002666.

31. d'Ettorre G., Recchia G., Ridolfi M., Siccardi G., Pinacchio C., Innocenti G.P., Santinelli L., Frasca F., Bitossi C., Ceccarelli G., Borrazzo C., Antonelli G., Scagnolari C., Mastroianni C.M. Analysis of type I IFN response and T cell activation in severe COVID-19/HIV-1 coinfection: A case report // *Medicine (Baltimore)*. – 2020. – Vol. 99, N. 36. – e21803. doi: 10.1097/MD.00000000000021803.

32. Stokes E.K., Zambrano L.D., Anderson K.N., Marder E.P., Raz K.M., El Burai Felix S., Tie Y., Fullerton K.E. Coronavirus Disease 2019 Case Surveillance - United States, January 22-May 30, 2020 // *MMWR*. – 2020. – Vol. 69, N. 24. – P. 759-765. doi: 10.15585/mmwr.mm6924e2.

33. Price-Haywood E.G., Burton J., Fort D., Seoane L. Hospitalization and Mortality among Black Patients and White Patients with Covid-19 // *N. Engl. J. Med.* – 2020. – Vol. 382, N. 26. – P. 2534-2543. doi: 10.1056/NEJMsa2011686.

34. Petrilli C.M., Jones S.A., Yang J., Rajagopalan H., O'Donnell L., Chernyak Y., Tobin K.A., Cerfolio R.J., Francois F., Horwitz L.I.. Factors associated with hospital admission and critical illness among 5279 people with coronavirus disease 2019 in New York City: prospective cohort study // *BMJ*. – 2020. – N. 369. – m1966. doi: 10.1136/bmj.m1966.

35. Fields E.L., Copeland R., Hopkins E. Same script, different viruses: HIV and COVID-19 in US Black communities // *Lancet*. – 2021. – Vol. 397, N. 10279. – P. 1040-1042. doi: 10.1016/S0140-6736(20)32522-8.

36. Bhaskaran K., Rentsch C.T., MacKenna B., Schultze A., Mehrkar A., Bates C.J., Eggo R.M., Morton C.E., Bacon S.C.J., Inglesby P., Douglas I.J., Walker A.J., McDonald H.I., Cockburn J., Williamson E.J., Evans D., Forbes H.J., Curtis H.J., Hulme W.J., Parry J., Hester F., Harper S., Evans S.J.W., Smeeth L., Goldacre B. HIV infection and COVID-19 death: a population-based cohort analysis of UK primary care data and linked national death registrations within the OpenSAFELY platform // *Lancet HIV*. – 2021. – Vol. 8, N. 1. – e24-e32. doi: 10.1016/S2352-3018(20)30305-2.

37. Coleman H., Snell L.B., Simons R., Douthwaite S.T., Lee M.J. Coronavirus disease 2019 and *Pneumocystis jirovecii* pneumonia: a diagnostic dilemma in HIV // *AIDS*. – 2020. – Vol. 34, N. 8. – P. 1258-1260. doi: 10.1097/QAD.0000000000002571.

38. Mascolo S., Romanelli A., Carleo M.A., Esposito V. Could HIV infection alter the clinical course of SARS-CoV-2 infection? When less is better // *J. Med. Virol.* – 2020, – Vol. 92, N. 10. – P. 1777-1778. doi: 10.1002/jmv.25881.

39. Costenaro P., Minotti C., Barbieri E., Giaquinto C., Donà D. SARS-CoV-2 infection in people living with HIV: a systematic review // *Rev. Med. Virol.* – 2021. – Vol. 31, N. 1. – P. 1-12. doi: 10.1002/rmv.2155.

40. Yamamoto S., Saito M., Nagai E., Toriuchi K., Nagai H., Yotsuyanagi H., Nakagama Y., Kido Y., Adachi E. Antibody response to SARS-CoV-2 in people living with HIV // *J. Microbiol. Immunol. Infect.* – 2021. – Vol. 54, N. 1. – P. 144-146. doi: 10.1016/j.jmii.2020.09.005.

41. Holmes E.A., O'Connor R.C., Perry V.H., Tracey I., Wessely S., Arseneault L., Ballard C., Christensen H., Cohen Silver R., Everall I., Ford T., John

A., Kabir T., King K., Madan I., Michie S., Przybylski A.K., Shafran R., Sweeney A., Worthman C.M., Yardley L., Cowan K., Cope C., Hotopf M., Bullmore E. Multidisciplinary research priorities for the COVID-19 pandemic: a call for action for mental health science // *Lancet Psychiatry*. – 2020. – Vol. 7, N. 6. – P. 547-560. doi: 10.1016/S2215-0366(20)30168-1.

42. Calling S., Midlöv P., Johansson S.E., Sundquist K., Sundquist J. Longitudinal trends in self-reported anxiety. Effects of age and birth cohort during 25 years // *BMC Psychiatry*. – 2017. – Vol. 17, N. 1. – P. 119. doi: 10.1186/s12888-017-1277-3.

43. González-Sanguino C., Ausín B., Castellanos M.Á., Saiz J., López-Gómez A., Ugidos C., Muñoz M. Mental health consequences during the initial stage of the 2020 Coronavirus pandemic (COVID-19) in Spain // *Brain Behav. Immun.* – 2020. – N. 87. – P. 172-176. doi: 10.1016/j.bbi.2020.05.040.

44. Huang Y., Zhao N. Generalized anxiety disorder, depressive symptoms and sleep quality during COVID-19 outbreak in China: a web-based cross-sectional survey // *Psychiatry Res.* – 2020. – N. 288. – P. 112954. doi: 10.1016/j.psychres.2020.112954.

45. Pierce M., Hope H., Ford T., Hatch S., Hotopf M., John A., Kontopantelis E., Webb R., Wessely S., McManus S., Abel K.M. Mental health before and during the COVID-19 pandemic: a longitudinal probability sample survey of the UK population // *Lancet Psychiatry*. – 2020. – Vol. 7, N. 10. – P. 883-892. doi: 10.1016/S2215-0366(20)30308-4.

46. Sacco M.A., Caputo F., Ricci P., Sicilia F., De Aloe L., Bonetta C.F., Cordasco F., Scalise C., Cacciatore G., Zibetti A., Gratteri S., Aquila I. The impact of the Covid-19 pandemic on domestic violence: The dark side of home isolation during quarantine // *Med. Leg. J.* – 2020. – Vol. 88, N. 2. – P. 71-73. doi: 10.1177/0025817220930553.

47. Gunnell D., Appleby L., Arensman E., Hawton K., John A., Kapur N., Khan M., O'Connor R.C., Pirkis J., COVID-19 Suicide Prevention Research Collaboration. Suicide risk and prevention during the COVID-19 pandemic // *Lancet Psychiatry*. – 2020. – Vol. 7, N. 6. – P. 468-471. doi: 10.1016/S2215-0366(20)30171-1.

48. Hou W.K., Li T.W., Liang L., Liu H., Ettman C.K., Hobfoll S.E., Lee T.M., Galea S. Trends of depression and anxiety during massive civil unrest and COVID-19 in Hong Kong, 2019-2020 // *J. Psychiatr. Res.* – 2021. – N. 145. – P. 77-84. doi: 10.1016/j.jpsychires.2021.11.037.

49. D'Agostino A., D'Angelo S., Giordano B., Cigognini A.C., Chirico M.L., Redaelli C., Gambini O. Brief Psychotic Disorder During the National Lockdown in Italy: An Emerging Clinical Phenomenon of the COVID-19 Pandemic // *Schizophr. Bull.* – 2021. – Vol. 47, N. 1. – P. 15-22. doi: 10.1093/schbul/sbaa112.

50. D'Agostino A., Castelnovo A., Cavallotti S., Scarone S. The reality show: a new phenomenological variant of psychosis // *J. Psychopathol.* – 2014. – N. 20. – P. 134–137.

51. Ушаков Д.В., Юревич А.В., Нестик Т.А., Юревич М.А. Социально-психологические аспекты пандемии COVID-19: результаты экспертного опроса российских психологов // *Психологический журнал.* – 2020. – Т. 41, № 5. – С. 5–17. doi: 10.31857/S020595920011074-7.

52. Brooks S.K., Webster R.K., Smith L.E., Woodland L., Wessely S., Greenberg N., Rubin G.J. The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence // *Lancet.* – 2020. – Vol. 395, N. 10227. – P. 912-920. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30460-8.

53. Duan L., Shao X., Wang Y., Huang Y., Miao J., Yang X., Zhu G. An investigation of mental health status of children and adolescents in china during the outbreak of COVID-19 // *J. Affect. Disord.* – 2020. – N. 275. – P. 112-118. doi: 10.1016/j.jad.2020.06.029.

54. Horesh D., Brown A.D. Traumatic stress in the age of COVID-19: A call to close critical gaps and adapt to new realities // *Psychol. Trauma.* – 2020. – Vol. 12, N. 4. – P. 331-335. doi: 10.1037/tra0000592.

55. Liang L., Ren H., Cao R., Hu Y., Qin Z., Li C., Mei S. The Effect of COVID-19 on Youth Mental Health // *Psychiatr. Q.* – 2020. – Vol. 91, N. 3. – P. 841-852. doi: 10.1007/s11126-020-09744-3.

56. Rajkumar R.P. COVID-19 and mental health: A review of the existing literature // *Asian J. Psychiatr.* – 2020. – N. 52. – P. 102066. doi: 10.1016/j.ajp.2020.102066.

57. Rubin G.J., Wessely S. The psychological effects of quarantining a city // *BMJ*. – 2020. – N. 368. – m313. doi: 10.1136/bmj.m313.

58. Salari N., Hosseini-Far A., Jalali R., Vaisi-Raygani A., Rasoulpoor S., Mohammadi M., Rasoulpoor S., Khaledi-Paveh B. Prevalence of stress, anxiety, depression among the general population during the COVID-19 pandemic: a systematic review and meta-analysis // *Global Health*. – 2020. – Vol. 16, N. 1. – P. 57. doi: 10.1186/s12992-020-00589-w.

59. Thombs B.D., Bonardi O., Rice D.B., Boruff J.T., Azar M., He C., Markham S., Sun Y., Wu Y., Krishnan A., Thombs-Vite I., Benedetti A. Curating evidence on mental health during COVID-19: A living systematic review // *J. Psychosom. Res.* – 2020. – N. 133. – P. 110113. doi: 10.1016/j.jpsychores.2020.110113.

60. Asmundson G.J.G., Taylor S. Coronaphobia: Fear and the 2019-nCoV outbreak // *J. Anxiety Disord.* – 2020. – N. 70. – P. 102196. doi: 10.1016/j.janxdis.2020.102196.

61. Lee S.A., Jobe M.C., Mathis A.A., Gibbons J.A. Incremental validity of coronaphobia: Coronavirus anxiety explains depression, generalized anxiety, and death anxiety // *J. Anxiety Disord.* – 2020. – N. 74. – P. 102268. doi: 10.1016/j.janxdis.2020.102268.

62. Yao H. The more exposure to media information about COVID-19, the more distressed you will feel // *Brain Behav. Immun.* – 2020. – N. 87. – P. 167-169. doi: 10.1016/j.bbi.2020.05.031.

63. Garfin D.R., Silver R.C., Holman E.A. The novel coronavirus (COVID-2019) outbreak: Amplification of public health consequences by media exposure // *Health Psychol.* – 2020. – Vol. 39, N. 5. – P. 355-357. doi: 10.1037/hea0000875.

64. Ермолаев В.В., Воронцова Ю., Насонова Д.К., Четверикова А.И. Связь социальных страхов с уровнем доверия к себе и к миру при вовлеченности в информационно-новостную ленту о COVID-19 // *Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта*. – 2020. – № 8 (186). – С. 357–364. doi: 10.34835/issn.2308-1961.2020.8.p357-364.

65. Куликов Л.В. Социально-психологические аспекты влияния СМИ на сознание // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 12 «Психология. Социология. Педагогика»*. – 2011. – № 1. – С. 3–12.

66. Galea S., Merchant R.M., Lurie N. The Mental Health Consequences of COVID-19 and Physical Distancing: The Need for Prevention and Early Intervention // *JAMA Intern. Med.* – 2020. – Vol. 180, N. 6. – P. 817-818. doi: 10.1001/jamainternmed.2020.1562.

67. Rentero D., Juanes A., Losada C.P., Álvarez S., Parra A., Santana V., Martí I., Urricelqui J. New-onset psychosis in COVID-19 pandemic: a case series in Madrid // *Psychiatry Res.* – 2020. – N. 290. – P. 13097. doi: 10.1016/j.psychres.2020.113097.

68. Brown E., Gray R., Lo Monaco S., O'Donoghue B., Nelson B., Thompson A., Francey S., McGorry P. The potential impact of COVID-19 on psychosis: A rapid review of contemporary epidemic and pandemic research // *Schizophr. Res.* – 2020. – N. 222. – P. 79-87. doi: 10.1016/j.schres.2020.05.005.

69. Loehde L.W., Novakovic M. Acute and Transient Psychotic Disorder induced by fear of coronavirus infection // *Eur. J. Psychotraumatol.* – 2021. – Vol. 12, N. 1. – P. 1954777. doi: 10.1080/20008198.2021.1954777.

70. Toubasi A.A., Abu Anzeh R.B., Tawileh H.B.A., Aldebei R.H., Alryalat S.A.S. A meta-analysis: The mortality and severity of COVID-19 among patients with mental disorders // *Psychiatry Res.* – 2021. – N. 299. – P. 113856. doi: 10.1016/j.psychres.2021.113856.

71. Lagisetty P.A., Maust D., Heisler M., Bohnert A. Physical and Mental Health Comorbidities Associated With Primary Care Visits For Substance Use Disorders // *J. Addict. Med.* – 2017. – Vol. 11, N. 2. – P. 161-162. doi: 10.1097/ADM.0000000000000280.

72. Mesa Vieira C., Franco O.H., Gómez Restrepo C., Abel T. COVID-19: The forgotten priorities of the pandemic // *Maturitas.* – 2020. – N. 136. – P. 38-41. doi: 10.1016/j.maturitas.2020.04.004.

73. Minichino A., Rutigliano G., Merlino S., Davies C., Oliver D., De Micheli A., Patel R., McGuire P., Fusar-Poli P. Unmet needs in patients with brief psychotic disorders: Too ill for clinical high risk services and not ill enough for first

episode services // *Eur. Psychiatry*. – 2019. – N. 57. – P. 26-32. doi: 10.1016/j.eurpsy.2018.12.006.

74. Rutigliano G., Merlino S., Minichino A., Patel R., Davies C., Oliver D., De Micheli A., McGuire P., Fusar-Poli P. Long term outcomes of acute and transient psychotic disorders: The missed opportunity of preventive interventions // *Eur. Psychiatry*. – 2018. – N. 52. – P. 126-133. doi: 10.1016/j.eurpsy.2018.05.004.

75. Schuch-Goi S.B., Scherer J.N., Kessler F.H.P., Sordi A.O., Pechansky F., von Diemen L. Hepatitis C: clinical and biological features related to different forms of cocaine use // *Trends Psychiatry Psychother*. – 2017. – Vol. 39, N. 4. – P. 285–292. <https://doi.org/10.1590/2237-6089-2016-0076>.

76. Sureshchandra S., Raus A., Jankeel A., Ligh B.J.K., Walter N.A.R., Newman N., Grant K.A., Messaoudi I. Dose-dependent effects of chronic alcohol drinking on peripheral immune responses // *Sci. Rep.* – 2019. – Vol. 9, N. 1. – P. 7847. doi: 10.1038/s41598-019-44302-3.

77. GBD 2016 Alcohol and Drug Use Collaborators. The global burden of disease attributable to alcohol and drug use in 195 countries and territories, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 // *Lancet Psychiatry*. – 2018. – Vol. 5, N. 12. – P. 987-1012. doi: 10.1016/S2215-0366(18)30337-7.

78. Butler A.J., Rehm J., Fischer B. Health outcomes associated with crack-cocaine use: Systematic review and meta-analyses // *Drug Alcohol Depend*. – 2017. – N. 180. – P. 401-416. doi: 10.1016/j.drugalcdep.2017.08.036.

79. Peacock A., Leung J., Larney S., Colledge S., Hickman M., Rehm J., Giovino G.A., West R., Hall W., Griffiths P., Ali R., Gowing L., Marsden J., Ferrari A.J., Grebely J., Farrell M., Degenhardt L. Global statistics on alcohol, tobacco and illicit drug use: 2017 status report // *Addiction*. – 2018. – Vol. 113, N. 10. – P. 1905-1926. doi: 10.1111/add.14234.

80. Wang Q.Q., Kaelber D.C., Xu R., Volkow N.D. Correction: COVID-19 risk and outcomes in patients with substance use disorders: analyses from electronic health records in the United States // *Mol. Psychiatry*. – 2021. – Vol. 26, N. 1. – P. 40. doi: 10.1038/s41380-020-00895-0.

81. Ornell F., Moura H.F., Scherer J.N., Pechansky F., Kessler F.H.P., von Diemen L. The COVID-19 pandemic and its impact on substance use: Implications for prevention and treatment // *Psychiatry Res.* – 2020. – N. 289. – P. 113096. doi: 10.1016/j.psychres.2020.113096.

82. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. *Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины.* – М.: Медиа Сфера, 1998. – 352 с.

83. Оганесян Т.Д. Право на защиту персональных данных: исторический аспект и современная концептуализация в эпоху Big Data // *Журнал зарубежного законодательства и сравнительного правоведения.* – 2020. – № 2. – С. 48–63. doi: 10.12737/jflcl.2020.010.

84. Coleman H., Snell L.B., Simons R., Douthwaite S.T., Lee M.J. Coronavirus disease 2019 and *Pneumocystis jirovecii* pneumonia: a diagnostic dilemma in HIV // *AIDS.* – 2020. – Vol. 34, N. 8. – P. 1258-1260. doi: 10.1097/QAD.0000000000002571.

85. Merchant E.A., Flint K., Barouch D.H., Blair B.M. Co-infection with coronavirus disease 2019, previously undiagnosed human immunodeficiency virus, *Pneumocystis jirovecii* pneumonia and cytomegalovirus pneumonitis, with possible immune reconstitution inflammatory syndrome // *IDCases.* – 2021. – N. 24. – e01153. doi: 10.1016/j.idcr.2021.e01153.

86. Mang S., Kaddu-Mulindwa D., Metz C., Becker A., Seiler F., Smola S., Maßmann A., Becker S.L., Papan C., Bals R., Lepper P.M., Danziger G. *Pneumocystis jirovecii* Pneumonia and Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Coinfection in a Patient With Newly Diagnosed HIV-1 Infection // *Clin. Infect. Dis.* – 2021. – Vol. 72, N. 8. – P. 1487-1489. doi: 10.1093/cid/ciaa906.

87. Беляков Н.А., Боева Е.В., Симакина О.Е., Светличная Ю.С., Огурцова С.В., Серебрякова С.Л., Эсауленко Е.В., Загдын З.М., Язенок А.В., Лиознов Д.А., Стома И.О. Пандемия и ее влияние на течение других инфекций на Северо-Западе России // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии.* – 2022. – Т. 14, № 1. – С. 7–24, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2022-14-1-7-24>.

88. Бартлетт Дж., Галлант Дж., Фам П. *Клинические аспекты ВИЧ-инфекции,* – М.: Р. Валент, 2012. – 528 с.

89. Буланьков, Ю.И., Улюкин И.М., Орлова Е.С. Нерешенные вопросы диагностики и диспансеризация призывников и военнослужащих силовых ведомств Российской Федерации при ВИЧ-инфекции // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии*. – 2013. – Т. 5, № 2. – С. 127–131.

90. Улюкин И.М., Болехан В.Н., Юсупов В.В., Буланьков Ю.И., Орлова Е.С. Проблемы раннего выявления ВИЧ-инфекции и медико-психологического сопровождения ВИЧ-инфицированных военнослужащих // *Воен.-мед. журн.* – 2015. – Т. 336, № 1. – С.45–49.

91. Klotman M. HIV and the Kidney: From HIV-Associated Nephropathy to Reservoir // *Am. J. Med. Sci.* – 2019. – Vol. 358, N. 6. – P. 381–383. <https://doi.org/10.1016/j.amjms.2019.10.009>.

92. Билык С.Д., Дядык Е.А., Иванов Д.Д., Калантаренко Ю.В., Кучма И.Л., Репинская Г.Г., Томин К.В. ВИЧ-ассоциированная нефропатия: клинико-морфологические особенности (собственные наблюдения) // *Почки*. – 2015. – Т. 3, № 13. – С. 90–95.

93. Рассохин В.В., Бобровицкая Т.М. Поражения почек при ВИЧ-инфекции. эпидемиология, подходы к классификации, основные клинические формы проявления. Часть 1 // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии*. – 2018. – Т. 10, № 1. – С. 25–36. <https://doi.org/10.22328/2077-9828-2018-10-1-25-36>.

94. Muñoz-Velandia O., García-Peña Á., Garzón-Herazo J., Contreras-Villamizar K., Rodríguez-Sánchez M., Garcia-Consuegra E., Toro-Trujillo E. Glomerular diseases related to HIV in Colombian population: Better outcomes with highly active antiretroviral therapy? // *J. Infect. Dev. Ctries.* – 2020. – Vol. 14, N. 9. – P. 1027-1032. doi: 10.3855/jidc.12030.

95. Winston J.A., Klotman M.E., Klotman P.E. HIV-associated nephropathy is a late, not early, manifestation of HIV-1 infection // *Kidney Int.* – 1999. – Vol. 55, N. 3. – P. 1036-40. doi: 10.1046/j.1523-1755.1999.0550031036.x.

96. Ермолаев В.В., Воронцова Ю., Насонова Д.К., Четверикова А.И. Динамика социальных страхов у российских граждан в период первой и второй волны COVID-19 // *Национальный психологический журнал*. – 2021. –

97. Valdivia-Cerda V., Alvarez-Zavala M., Sánchez-Reyes K., Cabrera-Silva R.I., Ruiz-Herrera V.V., Loza-Salazar A.D., Martínez-Ayala P., Vázquez-Limón

J.C., García-García G., Andrade-Villanueva J.F., González-Hernández L.A. Prevalence and risk factors of chronic kidney disease in an HIV positive Mexican cohort // *BMC Nephrol.* – 2021. – Vol. 22, N. 1. – P. 317. doi: 10.1186/s12882-021-02526-4.

98. Муркамилов И.Т., Айтбаев К.А., Фомин В.В., Муркамилова Ж.А., Юсупов Ф.А., Счастливленко А.И. Поражение почек при ВИЧ-инфекции: патогенетические аспекты, клинико-морфологические варианты и роль антиретровирусной терапии // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии.* – 2022. – Т. 14, № 1. – С. 25–36. doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2022-14-1-25-36>.

© И.М. Улюкин, А.А. Шуклина,
Ю.И. Буланьков, Е.С. Орлова, 2022

УДК 614.2(075.8)

Глава 17.
**СПРАВЕДЛИВОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ:
МОРАЛЬНЫЕ И КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВАНИЯ**

Ушаков Евгений Владимирович
кандидат философских наук, доцент
ФГБОУ ВО «Российская академия народного
хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации»
(Северо-Западный институт управления)

Аннотация: В статье рассматривается вопрос о создании социально приемлемой системы здравоохранения, в которой соблюдаются базисные ценностные представления о справедливости. Обсуждаются основные моральные теории справедливого здравоохранения, их достоинства и недостатки. Делается вывод о том, что признанной теории справедливой медицинской помощи пока не существует; при этом решение проблем справедливости в медицинской сфере должно быть выведено в сферу публичного обсуждения.

Ключевые слова: медицина, здравоохранение, системы медицинского обеспечения, организация системы здравоохранения, справедливость в здравоохранении, моральные основы здравоохранения.

**THE JUST HEALTHCARE: MORAL
AND CONCEPTUAL FOUNDATIONS**

Ushakov Evgeniy Vladimirovich

Abstract: The article discusses the issue of creating a socially acceptable health care system that adheres to the basic value concepts of justice. The main

moral theories of equitable health care, their merits and demerits, are discussed. It is concluded that there is no accepted theory of equitable health care; in this case, the solution of problems of justice in the medical field should be brought into the sphere of public discussion.

Key words: medicine, healthcare, health care systems, organization of the health care system, health equity, moral foundations of health.

Что такое справедливое здравоохранение? Во всем мире идет поиск таких систем организации здравоохранения, которые в максимальной мере могли бы отвечать требованиям справедливости и растущим ожиданиям общества. В свое время известный специалист по проблемам справедливости Дж. Ролз отметил, что справедливость является фундаментальной характеристикой и идеалом любого социального института.

Определить понятие справедливости применительно к институту здравоохранения довольно сложно. Как минимум, справедливое здравоохранение — это система медицинского обеспечения, которая гарантирует гражданам качественный уровень медицинской помощи, а также не допускает дискриминации в медицинской сфере по каким-либо основаниям (возраст, пол, этническая принадлежность, место проживания, социоэкономический статус и др.) и соблюдает основополагающие принципы медицинской этики.

Справедливое здравоохранение — это основополагающая проблема для всей системы медицинской науки и практики, начиная с Гиппократов. Понятие справедливости лежит в основе системы ценностей медицинской профессии. Постепенно, в процессе становления проблемы здоровья общества как предмета государственной заботы, справедливость здравоохранения стала одним из политических вопросов, острота которого возрастает в свете развития гражданского общества, углубления проблематики прав человека и активизации различных правозащитных движений.

Справедливость здравоохранения — особенно в связи с различными реформами и поисками наиболее адекватной модели медицинского

обеспечения — является предметом постоянных политических и идеологических раздоров.

Одним из наиболее острых проявлений тематики справедливости в здравоохранении является проблема распределения ресурсов здравоохранения. Прежде всего, следует отметить типичные ситуации нехватки особо дефицитных медицинских ресурсов (лекарств, видов помощи), имеющих жизненно важное значение для пациентов; при этом потребность в таких ресурсах намного превышает их количество.

Выделяют микро-, мезо- и макроуровень распределения медицинских ресурсов.

Микрораспределение относится к индивидуальной деятельности врачей, вынужденных принимать решения по распределению ресурсов в своей повседневной практике. Средний уровень (мезоуровень) охватывает медицинские учреждения в целом как самостоятельные системы медицинского обслуживания, а также местные органы управления здравоохранением. Макроуровень — это решения по распределению ресурсов на уровне региональных и государственных органов управления здравоохранением.

При решении проблем распределения ресурсов возникает противоречие между базисным этическим принципом «жизнь как ценность» (согласно которому врач должен стремиться сделать максимум возможного для блага своего пациента) и необходимостью выбирать, кто получит медицинскую помощь (и в каком объеме), а кто останется обделен. Но почему здравоохранение не может обеспечить всех нуждающихся необходимыми видами медицинской помощи (даже в наиболее развитых странах) и почему возникает резкое несоответствие между ресурсами и нуждами?

Среди основных (и во многом взаимосвязанных) причин существования дефицита медицинских ресурсов следует назвать следующие.

1. Сам прогресс медицинской науки и практики.

Продвижение медицины ведет к появлению все более сложных и высокотехнологичных медицинских методов. Как правило, более развитые и сложные методы оказываются более дорогостоящими. Ограниченные технические и экономические возможности систем и служб здравоохранения

не могут обеспечить всех нуждающихся наиболее передовыми и высокотехнологичными видами медицинской помощи.

Исторически проблема распределения дефицитных медицинских благ была одним из первых источников формирования современной биоэтики как таковой. Так, в 60-х гг. XX века в г. Сиэтле (США) появился первый (и единственный в тех условиях) аппарат диализа («искусственная почка»). Для решения острейшей моральной проблемы выбора, кому из нуждающихся будет назначен спасительный диализ, была создана специальная комиссия, которую стали называть «божественным комитетом».

Деятельность этой комиссии стала одним из первых примеров общественного обсуждения этических проблем медицины [1].

2. Экономическая политика государств как реакция на рост затрат на здравоохранение.

Во всех развитых странах со второй половины XX века начался бурный подъем расходов на здравоохранение. Этот процесс практически повсеместно шел быстрее, чем экономический рост. Вскоре стало понятно, что медицина становится настолько затратной сферой, что может обрушить бюджет любого государства. В итоге развитые страны стали сдерживать рост расходов на здравоохранение специальными мерами. Такая политика, в свою очередь, стала создавать ограничения для обеспечения населения медицинскими услугами.

3. Растущие запросы населения в развитых странах.

Вместе с общим экономическим и социальным развитием общества возрастают и ожидания от медицинской помощи со стороны населения – в том числе благодаря все большей доступности информации о медицинских средствах (через Интернет, сообщения в прессе и т.п.).

В итоге пациенты стремятся получать наилучшую, наиболее качественную и высокотехнологичную помощь, что тоже постоянно увеличивает спрос на определенные виды медицинских услуг при невозможности государства их полностью обеспечить.

4 Проблема справедливого распределения медицинских услуг обостряется также по причине общего демократического развития общества:

люди в странах развитой демократии желают участвовать в принятии решений, отстаивают свои права и интересы. В том числе, растет активность различных особых групп (пациенты, их родственники, лица с ограниченными физическими возможностями и др.), настаивающих на более справедливом распределении медицинских благ. Требования равной доступности медицинской помощи, отсутствия дискриминации, справедливого отношения к пациентам, прозрачности в распределении ресурсов и т.п. все более политизируются. Ярким примером могут служить резонансные общественные движения ВИЧ-инфицированных в последние десятилетия.

Все это представляет собой естественный процесс расширения и углубления демократии, в том числе в области охраны здоровья - одной из наиболее важных сфер для жизни общества.

Следует заметить также, что фундаментальная проблема организации здравоохранения состоит не только в том, чтобы справедливо распределять медицинские ресурсы (и не только в том, чтобы их было достаточно «много»), но и в том, чтобы распределение и использование ресурсов происходили максимально *эффективно*.

Системы оказания медицинской помощи повсеместно страдают от непродуктивных издержек, связанных с необоснованными врачебными назначениями, медицинскими ошибками, повышенными расходами на содержание административного персонала и др. При неэффективном использовании ресурсов потребности населения так и не удовлетворяются, необходимые цели не достигаются (даже при объективных возможностях их достичь), а острота моральных проблем остается.

С теоретической точки зрения, возможны различные подходы к тому, что следует считать справедливой системой медицинского обеспечения. Их разнообразие и расхождения друг с другом связаны с моральным плюрализмом современного общества. Все это очень затрудняет практическое решение проблем справедливости в здравоохранении. Среди основных теоретических подходов к проблеме справедливости можно назвать следующие.

1. Либертарианский
2. Утилитаристский
3. Эгалитаристский

Либертарианский подход основан на идеях максимальной свободы личности и наименьшего вмешательства государства. Сама постановка вопроса о том, что кто-то должен специально «распределять» медицинские блага, является, с точки зрения этого подхода, в корне неверной. Государственное регулирование медицинской деятельности рассматривается как вмешательство в личную свободу; более того, либертарианцы считают, что государственное регулирование провоцирует все большую зависимость населения от системы медицинского обеспечения, а также бесконечный рост расходов на финансирование здравоохранения.

Наиболее справедливым решением проблемы было бы обеспечение гражданам свободы деятельности, при которой они могли бы сами выбирать, как им удовлетворять свои потребности. При этом, как полагают либертарианцы (например, особо известный их представитель Р. Нозик) свободный и плюралистический рынок дает оптимальные возможности для каждого (разумеется, в условиях свободы, защищенной от насилия и ущемления прав других), поэтому частные формы предоставления медицинских услуг наилучшим образом служат распределению индивидуальных решений людей в отношении своего здоровья и медицинской помощи.

Утилитаристский подход, напротив, выступает за принятие специальных политических мер по регуляции медицинской деятельности. Эти меры должны оцениваться с точки зрения общего блага, оцениваемого через полезность (utility).

Наибольшая справедливость имеет место тогда, когда достигается максимальная полезность для максимального числа людей. Результативные медицинские вмешательства, которые ведут к излечению от заболеваний или к полноценной реабилитации, способствуют действительному повышению уровня здоровья людей и содействуют увеличению суммарного общественного блага.

С точки зрения утилитаристов, располагая ограниченными ресурсами, мы должны прежде всего стремиться распорядиться ими наиболее продуктивно, для чего следует избегать неоправданно высоких расходов, затрат на малорезультативные виды медицинской помощи и, наоборот, размещать ресурсы там, где обоснованно ожидается полезный результат для максимального числа людей.

В утилитаристском подходе справедливость сближается с идеей *эффективности*. Для решения конкретных задач здравоохранения утилитаризм использует специальные методики анализа эффективности мероприятий системы здравоохранения: анализ «стоимость/эффективность» (cost effectiveness analysis), «стоимость/полезность» (cost utility analysis) и др.

Это выгодно отличает утилитаристский подход к справедливости, так как дает возможность количественно выразить, операционализировать многие конкретные задачи организации здравоохранения. Однако это же выступает и как его ограниченность, так как калькуляция блага и вреда в сфере здравоохранения далеко не всегда адекватна нашим базисным ценностным представлениям.

3. В основе эгалитаристского подхода лежит идея *равенства*. Несправедливость возникает тогда, когда кто-то из членов общества не имеет доступа к медицинской помощи. Поэтому задача государства – обеспечить равный доступ к медицинской помощи для всех членов общества. Но как этого добиться и какие виды и объемы медицинской помощи следует сделать общедоступными – это отдельный вопрос, и здесь возникают различные точки зрения в русле общей эгалитаристской концепции.

За. Выделяют также еще один подход – контрактуалистский, который нередко рассматривают как одну из версий эгалитаризма. Он основан на широко известной концепции американского философа Джона Ролза («Теория справедливости», 1971), глубоко повлиявшей на современные обсуждения проблем справедливости [2].

Теория Дж. Ролза относится к философской традиции общественного договора, восходящей к работам философов Нового времени Т. Гоббса и Дж. Локка. Дж. Ролз считает, что справедливые принципы или решения – те,

что приняты честно и беспристрастно. Для этого участники обсуждений должны представить себе условную ситуацию «занавеса неведения», в которой никто из участников не знает свое реальное социальное и экономическое положение или другие качества, которые могли бы повлиять на принятие решения.

В ситуации «занавеса неведения» достигаются необходимые честность и беспристрастность, на основе которых возможно принятие справедливых решений.

Концепцию Ролза кратко обозначают тезисом «справедливость как честность».

Ролз выдвигает два основных принципа справедливости.

1. Каждый человек должен иметь равные и максимально широкие права и свободы, совместимые с подобными правами и свободами других людей.

2. Социальные и экономические неравенства допустимы в таком виде, чтобы от них ожидалось преимущества для всех, а доступ к должностям и общественным позициям был бы открыт всем.

Известный американский философ медицины Норман Дэниелс в ряде своих работ применил теорию Дж. Ролза к сфере здравоохранения («Справедливое здравоохранение», 1985, и др.) [3].

Н. Дэниелс полагает, что в справедливом обществе гражданам должны быть в том числе гарантированы возможности для охраны здоровья и получения медицинской помощи, поскольку проблемы со здоровьем нарушают базисное требование «равенства возможностей», которое содержится в принципах Ролза. Ресурсы здравоохранения должны в первую очередь направляться на восстановление «нормального функционирования» людей и их участия в равных возможностях.

Концепция Н. Дэниелса – это попытка разработать теоретическую модель широкого общественного согласия (консенсуса) по поводу справедливой организации здравоохранения.

Н. Дэниелс утверждает, что в условной ситуации «занавеса неведения», когда люди не знают своих реальных физических и социальных условий, им следовало бы согласиться с таким распределением медицинских благ (и

принять его как справедливое), которое могло бы поддерживать «нормальное функционирование» людей на некотором «типичном» для человеческого организма уровне в течение нормального хода всей жизни.

В последующем, развивая свои идеи и отвечая на критику, Н. Дэниелс пришел к выводу, что принципы справедливости требуют от государства прежде всего реагировать на социальные неравенства общества, которые являются главной причиной нездоровья, стремиться сгладить их, насколько это возможно.

Кстати, один из докладов ВОЗ (2009) тоже был посвящен влиянию социальных факторов на здоровье людей и проблеме социальной несправедливости, которая, как утверждается в нем, убивает людей в массовых масштабах [4].

Итак, у Н. Дэниелса здоровье людей стало не условием для достижения большей социальной справедливости, а, наоборот, следствием социальных условий.

Следует отметить, что современные дисциплины общественного здравоохранения и социальной эпидемиологии тоже уделяют пристальное внимание роли социальных условий и их влиянию на общественное здоровье; при этом важное место в этих областях сегодня занимает стремление придать максимально точное значение такому понятию, как «фундаментальная причина» нездоровья, неравенств в здоровье и т.п. [5].

Различные этические теории справедливости основаны на разных представлениях и разных идеях, отражающих данную общественную ценность. Каждая из этих теорий сталкивается с собственными проблемами.

Среди рассмотренных этических подходов следует прежде всего отметить противостояние утилитаризма и эгалитаризма. Оно ярко демонстрирует различия понимания справедливого распределения в здравоохранении.

С известной долей условности, эти различия можно охарактеризовать так. Утилитаризм ориентирован в большей степени на совокупную пользу для общества в целом, а не для отдельных индивидов, а эгалитаризм – наоборот,

стремится защитить интересы *каждого* индивида (хотя бы в некоторой степени).

Эгалитаризм исходит из привлекательной идеи обеспечить равенство людей в обеспечении медицинской помощью, исключить возможность того, что кто-то не будет иметь доступа к медицинским благам.

Но как конкретно это сделать? Ведь при ограниченности ресурсов и необходимости сдерживать рост затрат на здравоохранение эта задача в сколько-нибудь удовлетворительном объеме недостижима.

В итоге в русле эгалитаристских концепций возникла идея «разумного минимума» медицинской помощи, который должен быть гарантирован *каждому* индивиду. Тем самым, как предполагается, была бы предотвращена несправедливость в доступе к медицинской помощи для нуждающихся людей при сдерживании роста расходов [6]. Однако попытка найти критерий такого «разумного минимума» натолкнулась на множество трудностей.

Эти трудности следуют уже из многообразия потребностей в медицинской помощи и конкретных ситуаций.

Как определить «разумный минимум»?

Как единый для всех, независимо от возраста, пола, характеристик заболевания или жизненной ситуации и т.п.? Или же «разумный минимум» должен меняться в зависимости от особенностей того или иного индивида? Должны ли мы ограничиваться только наиболее простыми и дешевыми вмешательствами или в «разумный минимум» должны входить также эффективные, но дорогостоящие вмешательства (например, диализ или трансплантации)? Как определить «разумный минимум» для неизлечимых хронических болезней или для лиц с ограниченными физическими возможностями?

Немало возражений высказывают в адрес контрактуализма Дж. Ролза – Н. Дэниелса. Как мы видели, эта концепция отдает предпочтение восстановлению «нормального функционирования», но при этом может возникнуть несправедливость в отношении тех, кто не способен его достичь.

Далее, непонятно, что значит «типичный» для человеческого вида уровень, так как люди могут иметь значительные отклонения в своем

физическом состоянии от усредненного понятия «нормы». Как относиться к тому факту, что с возрастом способность «нормального функционирования» все более снижается, и как это отразить в справедливом обеспечении медицинской помощью в зависимости от возраста?

Утилитаристский подход тоже порождает множество проблем и поэтому многократно подвергался критике. В частности, многими авторами отмечалось, что ориентация утилитаризма на «пользу для общества в целом» и на наиболее эффективное размещение ресурсов ведет к дискриминации определенных групп людей.

Те, кто имеют более «дорогостоящие» потребности в медицинской помощи или же неизлечимые состояния, могут оказаться «за бортом» при распределении ресурсов. В итоге возникает опасность отказа в медицинском обеспечении для ряда уязвимых групп (тяжелобольные, престарелые, недееспособные и др.).

Либертарианский подход с его ориентацией на свободный рынок тоже не способен обеспечить доступ всех членов общества к медицинским благам, так как в условиях целиком рыночного распределения малоимущие люди лишены возможности «свободно купить» необходимые им услуги, а государство не вмешивается в эту ситуацию, чтобы не нарушать функционирования свободного рынка.

Таким образом, в современном мире идет постоянный поиск новых моделей и концепций, призванных приблизиться к идеалу справедливого здравоохранения.

Проблемы справедливости — не абстрактная теоретико-моральная тема. Следует отметить, что эти вопросы постоянно возникают в ежедневной практике врача в отношении конкретных пациентов.

Медицинские профессионалы находятся в сложных условиях, поскольку административно-организационные нормативы их работы в медицинских учреждениях (включая прямые предписания руководителей) вынуждают врачей беречь ресурсы и «экономить» на больных.

Это противоречит традиционным требованиям врачебной этики, согласно которым врач должен защищать интересы каждого пациента и стремиться предоставить ему наилучшую помощь.

Например, такие ситуации возникают, когда врач не назначает больному необходимого ему более дорогого (и более качественного) лечения или обследования. Или, скажем, в целях избежания возможных конфликтов врач скрывает от пациента то, что в данной ситуации существует более эффективное и дорогостоящее вмешательство.

Здесь фактически врач злоупотребляет незнанием пациента, а также его доверием. Кроме того, врачу также часто приходится лично принимать решения, кому достанется больше, а кому меньше необходимой помощи – тем самым, осуществляя дискриминацию больных на уровне медицинского учреждения.

Такие ситуации аморальны с точки зрения врачебной этики, и преобладающая точка зрения в обсуждениях этой проблемы состоит в том, что «экономия» на пациентах, манипуляция ими и проведение «отбора» среди пациентов на рабочем месте – это угроза самой медицинской профессии и подрыв доверия пациентов и общества к врачам.

Тем не менее, такая проблема реально существует, и на нее нельзя закрывать глаза. Моральные обязательства медицинской профессии требуют всегда защищать интересы пациентов, в том числе не допускать нечестности и манипулирования в отношениях с больными. Врач всегда должен защищать интересы больного, а не третьих лиц (страховщиков, администраторов и др.).

По крайней мере, у врача всегда есть определенные возможности: не скрывать от пациента информацию о других вариантах лечения, проинформировать его о альтернативных путях доступа к необходимым ресурсам, о соотношении стоимости и эффективности различных вариантов медицинской помощи и др.

Кроме того, врачи вполне могут и должны участвовать в различных публичных процедурах, политических мероприятиях, направленных на решение проблем справедливости предоставления медицинской помощи.

Добавим также, что существуют и другие, особые «ресурсы» медицинской помощи, которые зависят только от деятельности самого врача, и здесь особенно недопустимы дискриминация и создание ситуаций «дефицита». Речь идет о таких «ресурсах», как уважительное отношение и внимание к больному, полноценное информирование и получение добровольного согласия, равное отношение к пациентам независимо от возраста, пола, расы и т.п. Между тем, реальная практика показывает, что и здесь врачи часто проводят своеобразную «микродискриминацию» больных.

К примеру, в исследовании Д. Ротера и соавт. (1997) было выявлено, что врачи склонны применять более «научный» стиль общения с такими группами пациентов, как пожилые, тяжелобольные, с более низким материальным положением, а для более «привлекательных» пациентов врачи используют более открытые, ориентированные на потребителя стили (создающие большую удовлетворенность пациентов) [7].

Тем самым врачи практикуют более «научный» стиль как способ дистанцирования от пациента, не желая более глубоко вовлекаться в процесс предоставления помощи.

Это пример недопустимой «микродискриминации», зависящей только от самих врачей.

В связи с исключительной сложностью проблем справедливости в здравоохранении решение конкретных вопросов о распределении ресурсов не может быть делегировано только администраторам, политикам или органам управления здравоохранения. В первую очередь это касается распределения на макроуровне.

Только участие общества может обеспечить более высокий уровень справедливости принимаемых решений.

Под участием общества понимается взаимодействие различных сторон: органов власти, специалистов из разных областей (таких, как право, экономика, политология, биоэтика и др.), а также различных общественных организаций – прежде всего правозащитных и пациентских организаций, а также, разумеется, медицинских ассоциаций, поскольку медицинское

сообщество, обладая необходимыми профессиональными знаниями, способно внести важнейший вклад в прояснение и решение этих проблем.

Таким образом, поскольку в вопросах этики и конкретных проблем справедливости в здравоохранении не существует единого убедительного подхода, то обсуждение и выработка решений этих проблем во многом сдвигается к так называемому «процедурному» консенсусу.

Под термином «процедурный консенсус» понимается достижение общественного согласия по поводу того, насколько легитимны сами процессы обсуждения и решения проблем справедливого распределения ресурсов (и справедливости в здравоохранении вообще).

Здесь первостепенную важность приобретают такие вопросы, как: насколько открытым и прозрачным для общественности является процесс обсуждения и решения проблем, насколько он демократичен, пользуется ли он доверием общества, насколько представлены в нем различные социальные группы и стороны, заинтересованные в решении конкретной проблемы.

Во многом эти вопросы сегодня рассматриваются в таком перспективном направлении, как совещательная, или делиберативная демократия.

Таким образом, мы приходим к выводу о том, что на сегодняшний день не существует единой и убедительно обоснованной этической теории справедливости, которая могла бы быть основой для решения моральных проблем справедливости в здравоохранении.

Проблема распределения дефицитных медицинских ресурсов будет существовать всегда; ее невозможно решить увеличением расходов на нужды здравоохранения.

Обсуждение и решение проблем справедливости в здравоохранении должно проходить на основе легитимных процедур, с широким участием общества и его различных групп.

Список литературы

1. Versino E., Piccoli G.B. Chronic Kidney Disease: The Complex History of the Organization of Long-Term Care and Bioethics. Why Now, More Than Ever, Action is Needed // Int. Journal of Environmental Research and Public Health, 2019, 16 (5): 785. doi: 10.3390/ijerph16050785
2. Ролз. Дж. Теория справедливости. Издательство Новосибирского университета, 1995.
3. Daniels N. Just Health. Cambridge University Press, 2007.
4. Ликвидировать разрыв в течение жизни одного поколения. Соблюдение принципа справедливости в здравоохранении путем воздействия на социальные детерминанты здоровья. – ВОЗ / М., 2009.
5. Susser M. *Causal Thinking in the Health Sciences: Concepts and Strategies of Epidemiology*. New York, NY: Oxford University Press, 1973.
6. Jacobs L. Can An Egalitarian Justify Universal Access to Health Care? // Social Theory and Practice, 1996, 22, 3, p. 315-348
7. Roter D., Stewart M., Putnam S.M., Lipkin M., Stiles W., Inui T.S. The patient - physician relationship: Communication patterns of primary care physicians // Journal of American Medical Association 1997, 277, p. 350-356.

РАЗДЕЛ IV.
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ
СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ЯЗЫКА

Глава 18.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА
СИСТЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ

Кольева Наталья Станиславовна

к.п.н., доктор PhD

Сливка Ульяна Владимировна

Уральский государственный
экономический университет

Аннотация: В ходе данного исследования был рассмотрен процесс разработки системы автоматизированного тестирования. Рассматриваются особенности проектирования автоматизированной системы тестирования с помощью методологии IDEF0, отражающих структуру, состав и систему технологических требований к качеству образовательных систем.

Ключевые слова: автоматизированная система, система тестирования, проектирование систем тестирования, методология IDEF0.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF THE TESTING SYSTEM

Kolyeva Natalya Stanislavovna

Slivka Uliana Vladimirovna

Abstract: In the course of this study, the process of developing an automated testing system was considered. The features of designing an automated testing system using the IDEF0 methodology, reflecting the structure, composition and system of technological requirements for the quality of educational systems, are considered.

Key words: automated system, test system, test system design, IDEF0 methodology.

Широкое применение информационных технологий в сфере научных исследований и народном хозяйстве страны, высокие темпы научно-технического прогресса, ставят задачу увеличения качества и уменьшения сроков подготовки специалистов, поэтому разработка и внедрение современных информационных технологий не могли не нарушить и такую область интеллектуальной деятельности, как обучение. Один из путей совершенствования подготовки специалистов – применение в учебном процессе современных информационных технологий и интеллектуальных программных систем.

Одним из наиболее важных элементов современного учебного процесса являются автоматизированные системы контроля знаний и обучения. Эти системы предназначены для частичной автоматизации одной или нескольких функций преподавателя, направленных на организацию и проведение учебного занятия. Областью применения таких систем являются практически все виды занятий.

Традиционные подходы к автоматизации учебного процесса не всегда позволяют эффективно использовать автоматизированные системы контроля знаний и обучения, поскольку имеют один существенный недостаток – контроль знаний рассматривается как форма оценки учебного процесса (приобретенных знаний и умений), а не как средство управления учебным процессом. Существующая традиционная система контроля знаний является субъективной, поскольку преподаватель сам ведет занятия, сам составляет вопросы, сам выслушивает ответы и сам по своему усмотрению ставит оценку, то есть он сам оценивает не только качество знаний студентов, а и качество своей работы.

Понимание сущности того или иного явления невозможно без изучения его генезиса. Поэтому, рассматривая ключевые аспекты программированного обучения, систем тестирования необходимо, в первую очередь, рассмотреть историю становления исследуемого вопроса. При построении историографии

рассматриваемой проблемы перед нами встает задача синхронизации трех исторических процессов, поэтому нам представляется целесообразной следующая логика. Во-первых, рассмотреть в историческом аспекте становление проблемы развития образовательного программного обеспечения и систем тестирования. Во-вторых, изучить генезис развития образовательного программного обеспечения систем тестирования. И, наконец, в-третьих, рассмотреть вопросы разработки и реализации образовательного программного обеспечения. В аналитическом экскурсе рассматриваемой проблемы мы выделяем три этапа: I этап – 50-70-е гг. XX века, II этап – 71-80-е гг. XX века, III этап – 81-90 гг., IV этап – 90-е гг. и по настоящее время [1-4].

Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов. Перейдем к рассмотрению истории развития виртуального образования – I этап (50-70-е гг. XX века). С 50-х годов в значительной степени развивается программирование обучения, которое вызывает повышенный интерес педагогов и обучаемых. Естественно программирование обучения вызвало значительные изменения в традиционную систему обучения, изменились все представления об организации учебно-воспитательного процесса. В данный период возникает вопрос об отказе от традиционной образовательной системы и ее трансформации в другую. В 60-70-е годы широко внедряется автоматизация программированного обучения с использованием обучающих и контролирующих устройств [5-6].

В 60-е годы специалисты пытались провести «исчерпывающее» тестирование и пришли к выводу, что подобное тестирование провести невозможно. «Исчерпывающее» тестирование проводилось с использованием максимального количества разных входных данных и анализа всех путей кода.

Рассмотрим историю развития образовательного программного обеспечения на II этапе (71-80-е гг. XX века). Для данного этапа характерно развитие компьютерной техники, средств отображения информации в виде дисплеев. При разработке образовательного программного обеспечения

утвердилась ориентация на рефлексивные процессы в управлении учебно-познавательной деятельности [7-9].

На данном этапе процесс тестирования делится на два аспекта. С одной стороны, тестирование – это процесс, направленный на подтверждение корректной работы программного обеспечения. Второй аспект – процесс, направленный на поиск ошибок, которые содержатся в программе.

Третий этап (81-90-е гг. XX века) виртуального образования использует информационно-коммуникационные технологии как основу, предлагая двустороннее общение в различных формах (текст, графика, звук, видеофильмы): или синхронное (одновременное, например, видео- и аудиоконференции), или асинхронное (в разное время с использованием электронной почты, Интернета и компьютерных конференций) [1, 10-12]. На данном этапе в тестировании появилось новое понятие «предупреждение дефектов». В этот же период зародилась методология тестирования. Тестировщики принимали участие во всех этапах жизненного цикла, тестировали не только программу, но и требования, код, архитектуру,

В 90-е гг. понятие «тестирование» расширяется и включает следующие этапы: планирование, проектирование, создание, поддержку и выполнение тестов. Также активно развиваются среды для автоматизации тестирования, с возможностью написания скриптов и вывода отчетов о результатах тестирования [13-18].

Таким образом, дидактические возможности компьютерной техники третьего этапа становятся достаточно разнообразными, рассматриваются возможности более эффективного использования всей полноты функций компьютерных обучающих систем как посредников становления интерактивных способов управления, в том числе, и познавательной деятельностью.

Четвертый этап (90-е гг. XX века по настоящее время) в определение тестирования исследователи добавляют понятие «оптимизация бизнес-технологий». ВТО направляет развитие информационных технологий в соответствии с целями бизнеса. Основной подход заключается в оценке и увеличению значимости каждого из этапов жизненного цикла разработки ПО

для достижения требуемого уровня качества, надежности, производительности, доступности [16].

Образовательное программное обеспечение – вид программного обеспечения, главным назначением которого является реализация образовательных целей. Оно включает в себя различные классы программ, например, интернет-сервисы для изучения языка, программное обеспечение для управления классом, справочное программное обеспечение, образовательные игры и среды и т.д. Цель всего этого программного обеспечения – повысить эффективность и действенность какой-то части образования человека.

Можно выделить следующие основные педагогические задачи, решаемые с помощью компьютерных обучающих программ (КОП):

- начальное ознакомление с предметной областью, освоение ее базовых понятий и концепций;
- базовая подготовка на разных уровнях глубины и детальности;
- выработка умений и навыков решения типовых практических задач в данной предметной области;
- выработка умений анализа и принятия решений в нестандартных (нетиповых) проблемных ситуациях;
- развитие способностей к определенным видам деятельности;
- проведение учебно-исследовательских экспериментов с моделями изучаемых объектов, процессов и среды деятельности;
- восстановление знаний, умений и навыков (для редко встречающихся ситуаций, задач и технологических операций);
- контроль и оценивание уровней знаний и умений.

Согласно первой классификации из множества КОП можно выделить три, наиболее важные и получившие большее распространение:

- специализированные обучающие программы;
- компьютерные модели;
- автоматизированные обучающие системы.

Готовые к применению специализированные обучающие программы, которые специально написаны для оказания помощи учащимся и

преподавателю в обучении. Слово «специализированные» означает, что они предназначены для решения специальной обучающей задачи: обучения отдельному вопросу учебного курса, изучения какого-либо частного понятия, явления, факта. Преподаватель не может вмешаться в содержание специализированной обучающей программы, поскольку обычно в таких программах ничего менять нельзя. Можно лишь как-то дозировать их, встраивая в общую систему преподавания, методически приспособляясь к тому способу изложения, какой принят в каждой из таких программ. Они не допускают никаких доработок, и преподаватели пользуются ими как готовым учебным средством. Их завершенность может выступать недостатком, поскольку возлагает большую ответственность на разработчика в плане опоры на образовательные стандарты и типовые учебные программы. Если этого не происходит, специализированные программы лишаются гибкости и все изложение учебного материала необходимо подчинить логике построения такой программы.

С помощью компьютерной модели обучаемый изучает то или иное учебное явление, научное положение и т.д. Популярность моделирования можно объяснить тем, что, не будучи стесненным жесткими рамками указаний о последовательности действий, обучаемый может наиболее полно реализовать свои учебные интересы, проявить инициативу в проведении экспериментов с моделью. Реализация возможностей компьютерных моделей зависит от того, насколько удачно модель отражает моделируемые явления (знания о предметной области), насколько удачна модель в дидактическом отношении (знания о стратегии обучения). Компьютерные модели входят как составные части в состав разнообразных тренажеров.

Автоматизированные обучающие системы (АОС) представляют собой программную оболочку, предполагающую заполнение ее предметным содержанием. АОС можно определить как организованный на базе ЭВМ комплекс средств технического, лингвистического, учебно-методического и программного обеспечения, предназначенный для диалогового учебного взаимодействия и образующий программную оболочку, приспособленную для заполнения учебным материалом пользователем-непрограммистом. В отличие от специализированных обучающих программ АОС предполагает

возможность активного вмешательства преподавателя в содержание готового учебного материала или заполнения ее собственными дидактическими материалами. Как результат такой работы появляется автоматизированный учебный курс, который затем можно редактировать. Преимущество АОС состоит в том, что преподаватель, имея инструментарий, может создавать учебный курс в соответствии со своими потребностями, своей методикой преподавания. АОС могут накапливать информацию о прохождении обучаемым всего курса, отдельных его частей, а затем использовать эти данные при построении диалогов, подсказок и помощи.

У современных компьютерных обучающих программ есть недостатки:

- обучающие программы не учитывают в полном объеме индивидуальных особенностей учащихся;
- большинство систем не может оценить оригинальность решения задачи обучаемым, его приемлемость;
- большинство систем не может определить те пробелы умственной деятельности, которые обусловили затруднения учащихся;
- недостаточное использование всех возможностей современного персонального компьютера и компьютерных технологий.

Несмотря на указанные недостатки, компьютер – это эффективное средство обучения, позволяющее найти новые дидактические возможности:

- позволяет внести познавательный процесс, вовлечь всех учащихся в работу;
- расширять возможности предъявления учебной информации;
- усиливает мотивации обучения;
- позволяет качественно изменить и повысить эффективность контроля деятельности учащихся;
- будучи в состоянии принять на себя роль активного партнера с динамическим сочетанием вызова и помощи, компьютер тем самым стимулирует активность учащегося;
- компьютер является наиболее адекватным техническим средством обучения, способствующим реализации деятельностного подхода к учебному процессу;

– развивает у учащихся навыки рефлексии собственной деятельности.

Построение и обоснование модели организации бизнес-процесса. Для описания бизнес-процессов разработаем модель AS-IS при помощи программы RamusEducation в нотации IDEF0.

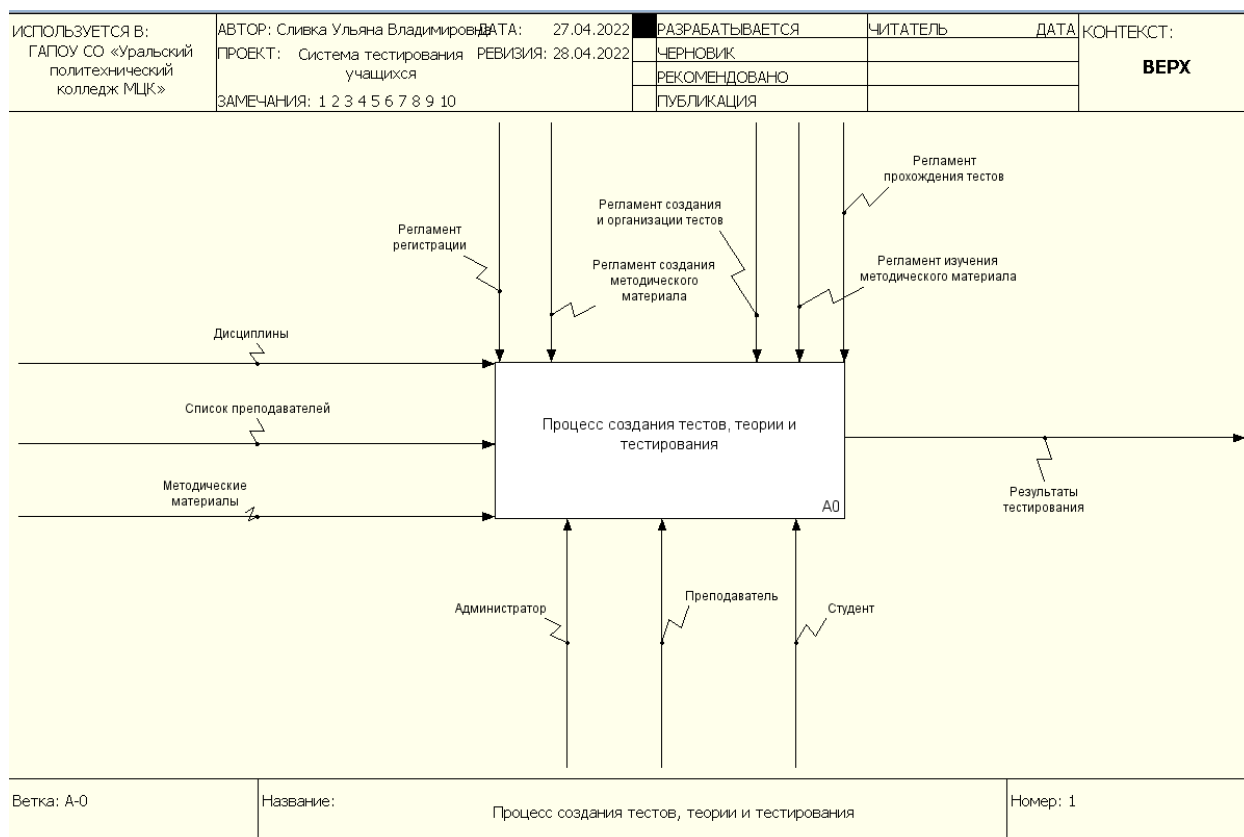


Рис. 1. Контекстная диаграмма новой организации бизнес-процесса

На рисунке 1 представлена декомпозиция, которая состоит из блоков:

- «Регистрация новых пользователей, дисциплин» (входом являются дисциплины и список преподавателей);
- «Создание нового тестирования» (входом является методический материал и выходом является тест);
- «Создание нового методического материала» (входом и выходом является методический материал);

- «Изучение методического материала» (входом является методический материал);
- «Прохождение теста» (входом является тест, а выходом результат тестирования);
- «Просмотр и объявление результатов» (входом результат, а выходом результат тестирования).

Механизмами являются:

- а) преподаватель, осуществляющий создание методических материалов и тестирования;
- б) студент, осуществляющий прохождения тестирования;
- в) администратор, осуществляющий регистрацию новых преподавателей и контроль за работой программы.

Управление оказывают регламенты регистрации, создания методического материала, создания и организации тестов, изучения методического материала, прохождения тестов.

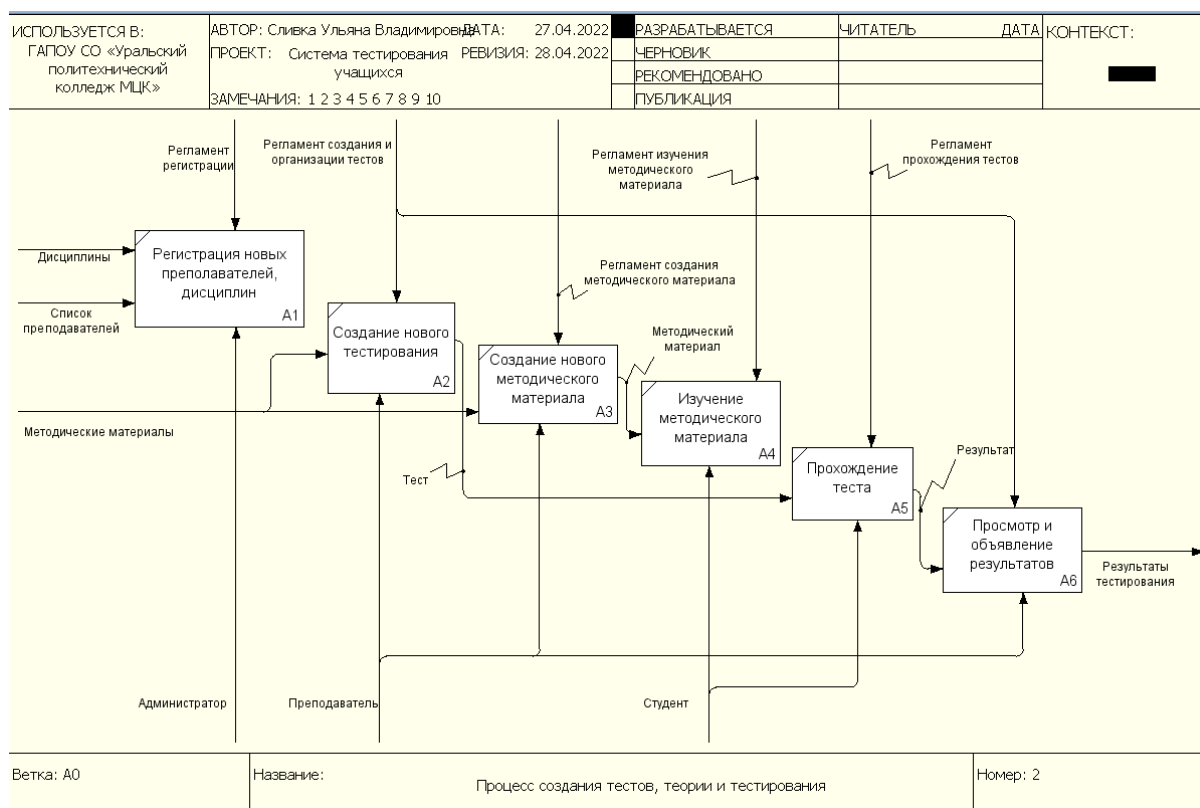


Рис. 2. Декомпозиция контекстной диаграммы нового бизнес-процесса

Описание функциональных требований к информационной системе.
Руководство пользователя.

Для работы преподавателю достаточно иметь навык пользователя персонального компьютера (среднего уровня) и ознакомиться с настоящим руководством. При входе в программу запускается форма входа, в которую необходимо ввести логин и пароль.

Рис. 3. Форма входа

При авторизации от имени преподавателя появляется возможность работы с тестами, теорией, предметами и темами.

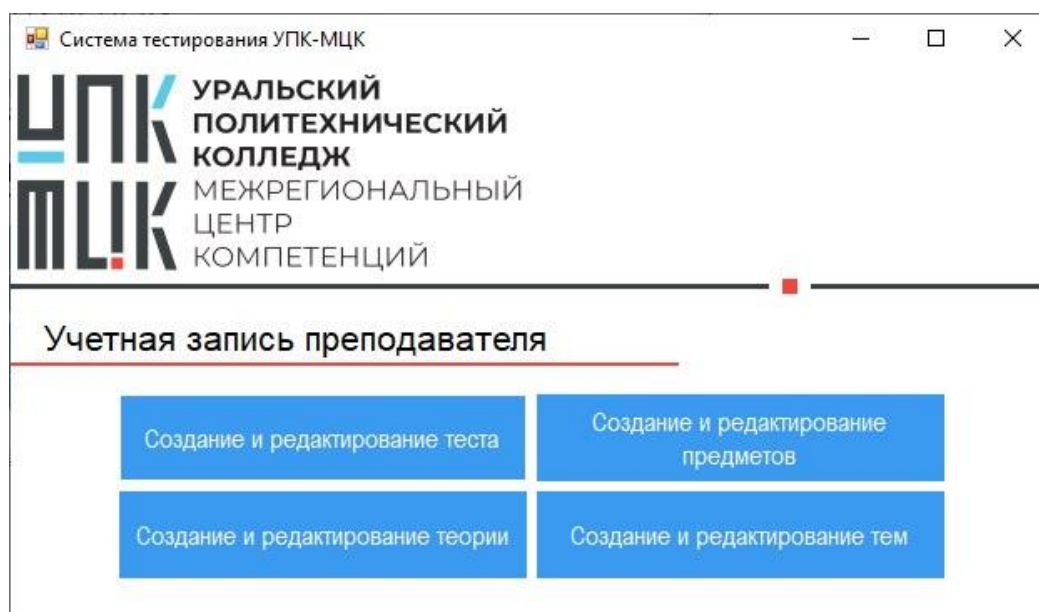


Рис. 4. Форма преподавателя

Кнопка создание и редактирование теста позволяет перейти на форму, в которой появляется возможность создавать и изменять ранее созданный тест.

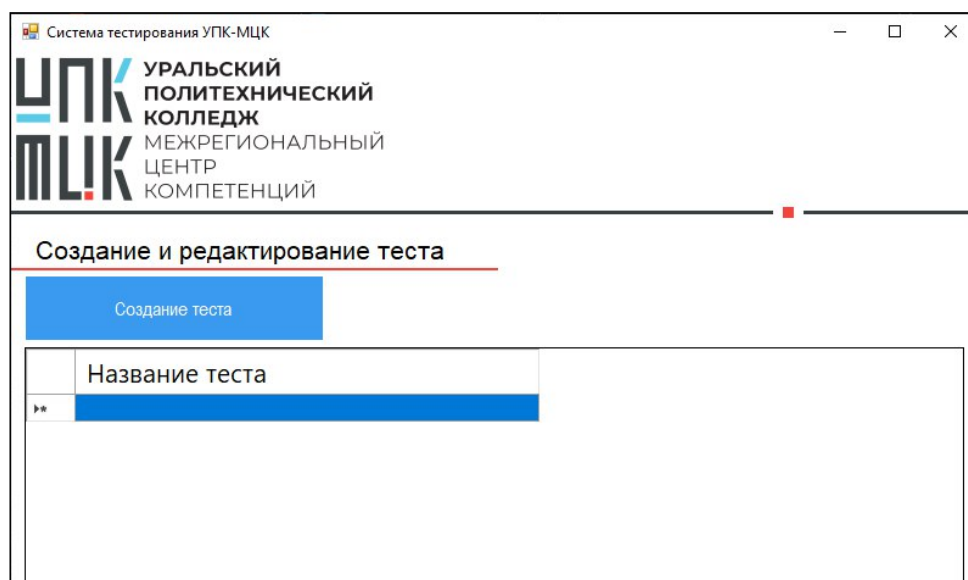


Рис. 5. Форма просмотра тестов

Кнопка создание и редактирование теории переводит на форму, которая позволяет добавлять теорию и редактировать ранее созданную.

При нажатии на кнопку «Создать тест» открывается следующая форма:

Система тестирования УПК-МЦК

УПК УРАЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
КОЛЛЕДЖ
МЦК МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ
ЦЕНТР
КОМПЕТЕНЦИЙ

Создание теста

Тема

Название теста

Тип вопроса

☐ Ответ

☐ Ответ

☐ Ответ

Рис. 6. Форма создания теста

Данная форма позволяет выбирать тему, задавать название теста, добавлять вопросы, выбирать тип вопроса и создавать варианты ответов к вопросу.

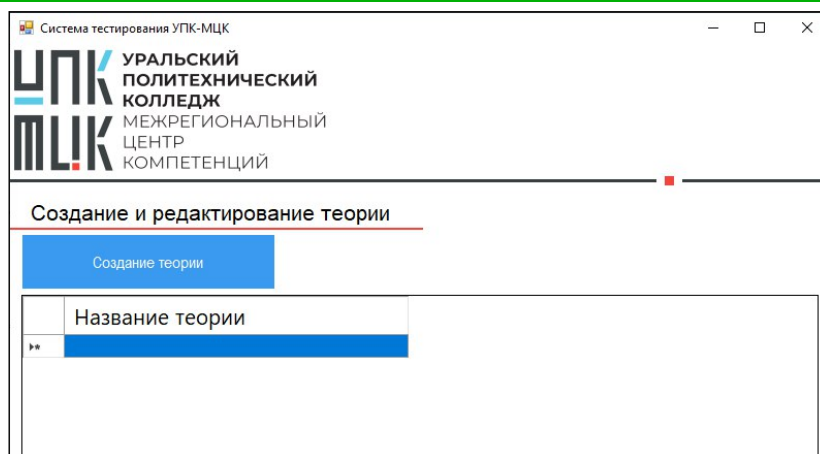


Рис. 7. Форма просмотра списка теории

При нажатии на кнопку «Создать теорию» открывается следующее окно:

The screenshot shows the same web application window as Figure 7, but with the 'Создание теории' form open. The form contains four input fields: 'Введите название теории' (text input), 'Выберите тему' (dropdown menu), 'Выберите предмет' (dropdown menu), and 'Введите ссылку на источник' (text input). Below these fields is a large blue button labeled 'Создать'.

Рис. 8. Форма создания теории

На данной форме преподаватель может добавить теоретический материал, указав название теории, выбрав тему и предмет, а также указать ссылку на источник

При нажатии на кнопку «Создать» открывается следующая форма:

Система тестирования УПК-МЦК

УПК УРАЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
КОЛЛЕДЖ
МЦК МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ
ЦЕНТР
КОМПЕТЕНЦИЙ

Создание предмета

Введите название предмета

Создать

Рис. 9. Форма создания предмета

Данная форма позволяет добавлять предмет.

В случае запуска программы под учетной записью администратора появляется возможность работы с таблицами преподаватели, теория, тест и дисциплина.

Система тестирования УПК-МЦК

УПК УРАЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
КОЛЛЕДЖ
МЦК МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ
ЦЕНТР
КОМПЕТЕНЦИЙ

Учетная запись администратора

Редактирование таблицы "Преподаватели"

Редактирование таблицы "Теория"

Редактирование таблицы "Тест"

Редактирование таблицы "Дисциплина"

Рис. 10. Форма просмотра списка предметов

При нажатии на кнопку «Редактирование таблицы «Преподаватели»» открывается форма, позволяющая просматривать и редактировать данные о преподавателях, находящиеся в базе данных.

ID	Логин	Пароль	ФИО
1	admin	admin	admin

Обновить данные

Рис. 11. Форма просмотра и редактирования списка преподавателей

При необходимости изменить, добавить или удалить данные в таблице необходимо нажать на кнопку «Обновить данные».

В случае нажатия на кнопку «Редактирование таблицы «Теория»» открывается форма, позволяющая просматривать и редактировать данные о теории, находящиеся в базе данных.

ID	Тема	Ссылка	Автор	Предмет
1				

Обновить данные

Рис. 12. Форма просмотра и редактирования списка теории

В случае нажатия на кнопку «Редактирование таблицы «Тест»» открывается форма, позволяющая просматривать и редактировать данные о тестах, находящиеся в базе данных.

В случае запуска программы под учетной записью студента открывается окно ввода данных (ФИО, группа, а также выбор из выпадающего списка преподавателя, дисциплины, темы и теста).

The screenshot shows a web application window titled "Система тестирования УПК-МЦК". The header contains the logo and name of the "УРАЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ" and the "МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ". The main form area contains the following fields and controls:

- Label: "Введите Ф.И.О." followed by a text input field.
- Label: "Введите группу" followed by a text input field.
- Label: "Выберите преподавателя" followed by a dropdown menu.
- Label: "Выберите предмет" followed by a dropdown menu.
- Label: "Выберите тему" followed by a dropdown menu.
- Label: "Выберите тест" followed by a dropdown menu.
- Two blue buttons at the bottom: "Перейти к тестированию" and "Просмотр теорий".

Рис. 14. Форма входа студента

После ввода и выбора всех данных открывается соответствующий тест, завершив который можно получить результат.

Система тестирования УПК-МЦК

УПК УРАЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
КОЛЛЕДЖ
МЦК МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ
ЦЕНТР
КОМПЕТЕНЦИЙ

вопрос 20

Ближе всего раскрывается смысл понятия "информация, используемая в бытовом общении" в утверждении:

☐ А) последовательность знаков некоторого алфавита;

☒ Б) сообщение, передаваемое в форме знаков или сигналов;

☐ В) сообщение, уменьшающее неопределенность знаний;

☐ Г) сведения об окружающем мире, воспринимаемые человеком

вопрос 21

Информацию, не зависящую от личного мнения, называют:

☐ А) достоверной;

☐ Б) актуальной;

☒ В) объективной;

☐ Г) полезной;

Завершить тестирование

Вы верно ответили на 17 вопросов из 21
Ваша оценка: 4

Рис. 15. Форма прохождения теста

Для завершения тестирования и получения результатов необходимо нажать кнопку «Завершить тестирование».

Обеспечение информационной безопасности.

Для защиты информации применяется разграничение прав доступа, которое позволит получать доступ только тем пользователям, которые имеют на это соответствующие права.

К автоматизированной системе организован доступ по ролям:

- полный доступ. Административные права предоставляют полные функции преподавателя и студента, а также обновление конфигурации базы данных, добавление и редактирование данных преподавателя;

- доступ преподавателя. Преподаватели имеют доступ к созданию и редактированию тестов, предметов, теории и тем, а также к результатам студентов по пройденным тестам;
- доступ студента. Студенты имеют доступ к прохождению тестов и получения результатов после прохождения.

Список литературы

1. Кольева Н.С. Аналитический экскурс к определению понятия «Виртуальное образование» // Вектор науки. Серия: педагогика, психология (Тольяттинский государственный университет) №1(20). 2015. Тольятти. 268с. С.92-95.
2. Кон М. Пользовательские истории. Гибкая разработка программного обеспечения. / М. Кон. – М.: Вильямс, 2012. – 256 с.
3. Данг Х.Ф., Камаев В.А., Шабалина О.А. Метод разработки алгоритмов адаптивного тестирования [Электронный ресурс] // Известия ВолгГТУ. 2012. №13. — Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/metodrazrabotki-algoritmov-adaptivnogo-testirovaniya> (дата обращения: 02.05.2017).
4. Каплун О.А. История возникновения и развития тестирования // Ученые записки ОГУ. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2008. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-vozniknoveniya-i-razvitiya-testirovaniya> (дата обращения: 28.07.2022).
5. Фролов В.Н. Разработка системы автоматизированного тестирования // Аспекты и тенденции педагогической науки: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2017 г.). – Санкт-Петербург: Свое издательство, 2017. – С.106-109. — URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/216/12684/> (дата обращения: 28.07.2022).
6. Караваева О.В., Борисова К.В. Разработка системы автоматизированного тестирования // Вестник науки и образования. 2018. №13 (49). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sistemy-avtomatizirovannogo-testirovaniya> (дата обращения: 28.07.2022).

7. Федотов В. Автоматизация регрессионного тестирования при помощи анализа трасс событий // Труды ИСП РАН. 2013. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-regressionnogo-testirovaniya-pri-pomoschi-analiza-trass-sobytiy> (дата обращения: 28.07.2022).

8. Кольева Н.С. Принципы построения виртуальной образовательной среды // В сборнике: Инфокоммуникационные технологии: актуальные вопросы цифровой экономики. Сборник научных трудов I Международной научно-практической конференции. Екатеринбург, 2021. С. 208-212.

9. Глушков Н.С. Коллаборативная среда – эффективная форма взаимодействия в учебном процессе // В сборнике: Непрерывное образование в XXI веке: проблемы, тенденции, перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции. Шадринский государственный педагогический университет, Международная академия наук педагогического образования. 2016. С. 201-204.

10. Коткова Ю.А. Особенности тестирования нефункциональных требований и кластерных приложений // Современное состояние и перспективы развития научной мысли: сборник статей Международной научно – практической конференции. В 2 ч. Ч.2 - Уфа: МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2016. С. 70-74

11. Андреев А.Б. Компьютерное тестирование: системный подход к оценке качества знаний студентов [Текст]/А.Б. Андреев. – М.: Педагогика, 2015. 164 с.

12. Балыкина Е.Н. Формирование тестовых заданий для компьютерного контроля знаний. – Минск: БГУ, 2013. – С. 31.

13. Савастюк С. Методологии тестирования ПО. Какую выбрать? [Электронный ресурс] // XB Software. – Режим доступа: <https://xbsoftware.ru/blog/metodologii-testirovaniya-po-kakuyu-vybrat/> (дата обращения: 20.03.2017.)

14. Бирюков С.В. Анализ стратегий тестирования программного обеспечения // Известия ЮФУ. Технические науки. 2008. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-strategiy-testirovaniya-programmnogo-obespecheniya> (дата обращения: 28.07.2022).

15. Мищевский Г. Тестирование. Фундаментальная теория. Часть 2 – Методологии разработки ПО [Электронный ресурс] // DOU – Сообщество программистов. – Режим доступа: <https://dou.ua/forums/topic/14015/> (дата обращения: 20.03.2017.)

16. Самуйлов К.Е., Чукарин А.В., Яркина Н.В. Бизнес-процессы и информационные технологии в управлении телекоммуникационными компаниями. – М.: Альпина Пабlishерз, 2009. – 442 с.

17. Майоров А.Н. Теория и практика создания тестов для системы образования. (Как выбирать, создавать и использовать тесты для целей образования). – М.: Педагогика, 2015. – 175 с.

18. Щапов А. Тихомирова Н., Ершиков С., Лобова Т. Тестовый контроль в системе рейтинга //Высшее образование в России. – №3. – 2011. – С. 100-102.

Глава 19.
**О НЕОБХОДИМОСТИ АДАПТАЦИИ МОЛОДЫХ
УЧИТЕЛЕЙ К РАБОТЕ В ШКОЛЕ**

Каспаров Игорь Викторович

канд. техн. наук, проф.

Фокина Татьяна Александровна

канд. пед. наук, доц.

Самарский государственный
университет путей сообщения
(филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде)

Аннотация: В работе рассмотрены проблемы, возникающие у молодых учителей на первом этапе работы в школе, и причины, их вызывающие. Предложены и обоснованы методики психологического сопровождения молодых учителей с целью преодоления негативных факторов. Была сформулирована цель экспериментального исследования: изучение особенностей психологического сопровождения молодых учителей в процессе адаптации к работе в сельской школе, разработка и апробация программы психологического сопровождения.

Ключевые слова: психологическое сопровождение, молодые учителя, адаптация к работе.

**ON THE NEED TO ADAPT YOUNG TEACHERS
TO WORK IN SCHOOL**

Kasparov Igor Viktorovich

Fokina Tatyana Aleksandrovna

Abstract: The paper deals with the problems that arise among young teachers at the first stage of work in school, and the reasons that cause them. Methods of psychological support of young teachers in order to overcome negative factors are

proposed and substantiated. The purpose of the experimental study was formulated: the study of the features of the psychological support of young teachers in the process of adaptation to work in a rural school, the development and testing of a program of psychological support.

Key words: psychological support, young teachers, adaptation to work.

Новизна исследования: в процессе исследования уточнены психологические основы сопровождения молодых учителей в процессе адаптации к работе в сельской школе.

Научная и практическая значимость исследуемой проблемы состоит в разработке и апробации программы психологического сопровождения молодых учителей в процессе адаптации к работе в сельской школе.

Результаты исследования подвергались качественному анализу и математико-статической обработке с вычислением t- критерия Стьюдента.

Анализ литературы по этой тематике [1, 2, 3] позволил нам выделить основные концептуальные положения психологического сопровождения профессионального становления личности:

- 1) наличие социально-экономических условий для того, чтобы личность могла осуществить себя в профессиональной жизни;
- 2) необходимость для полноценного профессионального становления социально-психологического обеспечения, помощи и поддержки со стороны общества;
- 3) признание права личности на самостоятельный выбор способов реализации своих социально-профессиональных функций;
- 4) принятие личностью всей ответственности за качество профессионального становления и реализации своего профессионально-психологического потенциала на себя;
- 5) гармонизация внутреннего психического развития личности и внешних условий социально-профессиональной жизни.

Функции психологического сопровождения [4, 5]:

- 1) информационно-аналитическое сопровождение отдельных этапов профессионального становления (выбора профессии, начального этапа профадаптации, профессионализации и т.д.);
- 2) проектирование и самопроектирование сценариев отдельных этапов профессионального становления;
- 3) психологически компетентное оказание поддержки и помощи личности в преодолении трудностей профессионального становления, особенно при изменении социально-профессиональной среды;
- 4) профессиональная реабилитация личности в случаях длительного перерыва в профессиональной деятельности (женщин после рождения ребенка, безработных, людей, вышедших из мест заключения, и др.);
- 5) обеспечение социально-профессионального самосохранения;
- 6) профилактика развития профессиональных деформаций, оказание помощи в преодолении кризисов и стагнации;
- 7) коррекция социально-профессионального и психологического профиля личности.

Учитывая субъектность и субъективность как важные характеристики профессионального становления, приведем основные направления психологического сопровождения этого процесса [6, 7]:

изучение условий и факторов, влияющих на продуктивность труда и эмоционально-психологическое состояние персонала;

эффективное воспроизводство и сохранение профессионально подготовленного персонала предприятий и организаций;

проектирование профессиограмм, отражающих динамику профессионального становления личности и альтернативные варианты профессионального развития;

формирование операциональной структуры будущей деятельности, а также целенаправленная подготовка к устойчивой и безопасной реализации профессиональной карьеры (включая профессиональную миграцию, социальную адаптацию, переориентацию, профессиональное самосохранение и комфортную жизнь после завершения карьеры);

формирование и развитие акмеологической культуры персонала, его потребности в самореализации и способности к оптимальной деятельности, профессиональной и индивидуальной компетенции, коммуникации;

обеспечение психологической безопасности персонала, комфортных условий его деятельности, а также восстановление профессионально-психологического ресурса специалистов;

психологическое содействие при решении проблем профессионального становления личности на всех его стадиях.

Реализация функций психологического сопровождения возможна при использовании личностно ориентированных технологий профессионального развития:

- развивающей диагностики;
- тренингов личностного и профессионального развития и саморазвития;
- мониторинга социально-профессионального развития;
- технологий формирования психологической аутокомпетентности;
- психологического консультирования по проблемам социально-профессионального развития;
- проектирования альтернативных сценариев профессиональной жизни;
- личностно ориентированных тренингов повышения социально-профессиональной и психолого-педагогической компетентности;
- ретроспекции профессиональной жизни (метода психобиографии);
- тренингов самоуправления, саморегуляции эмоционально-волевой сферы и самовосстановления личности.

Психологическое сопровождение предполагает создание ориентационного поля профессионального развития личности, укрепление профессионального «Я», поддержание адекватной самооценки, оперативную помощь и поддержку, саморегуляцию жизнедеятельности, освоение технологий профессионального самосохранения.

Модель психологического сопровождения молодых специалистов имеет свои особенности по формам, методам, содержанию, целям и задачам. Целью психологического сопровождения молодых специалистов на ранних этапах профессиональной деятельности в школе является полноценная реализация

профессионально-психологического потенциала личности и удовлетворение потребностей субъекта деятельности. А одна из главных задач психологического сопровождения – не только оказывать своевременную помощь и поддержку молодому специалисту, но и научить его самостоятельно преодолевать трудности процесса адаптации, ответственно относиться к своему становлению, помочь ему стать полноценным субъектом своей профессиональной жизни.

Специфика деятельности по психологическому сопровождению молодых специалистов на ранних этапах вхождения их в профессиональную деятельность заключается в работе над формированием позитивной установки на преодолении трудностей, развитии чувства востребованности и социальной защищенности, актуализации резервных адаптационных возможностей молодого педагога, освоение им основ саморегуляции в профессиональной деятельности.

Таким образом, психологическое сопровождение представляет собой деятельность, направленную на создание системы социально-психологических условий, способствующих успешному развитию каждой личности в конкретной социальной среде. Задачей сопровождения является формирование самостоятельной, ответственной и социально мобильной личности, способной к успешной социализации в обществе и активной адаптации к изменяющимся условиям жизни и деятельности.

Анализируя вышеизложенные представления отечественных ученых-психологов о психологическом сопровождении, мы предлагаем психологическое сопровождение понимать как комплекс взаимосвязанных мероприятий, которые осуществляются в целях создания оптимальных социально-психологических условий обеспечения полноценного развития личности в определенной ситуации социального взаимодействия. Из определения становится понятно, что цель сопровождения вполне прагматичная и реальная: в рамках объективно данной социальной среды создать условия в данной социальной ситуации для максимального личностного развития.

Сельская школа сегодня является важнейшим фактором жизнеобеспечения сельской семьи, развития сельскохозяйственного производства и стабилизации социальной жизни села. Сельская школа формирует менталитет личности. При всех разрушительных тенденциях именно школа сохраняет возможность воспитания юного поколения в духе общности, социальной ответственности, любви к Родине. Школа на селе – это не просто заведение, где ученик получает определенные знания (хотя и это, несомненно, крайне важно). Сельскую школу надо рассматривать в процессе изменения, в движении, но тогда весьма непросто вычленить ее отличительные признаки, влияющие на качество адаптации педагога к профессиональной деятельности в сельском образовательном социуме. Сельская школа – составная часть сельского социума. И она не может развиваться в отрыве от него, а только во взаимосвязи с социально-экономическим и социокультурным развитием села.

Существующее многообразие сельских школ актуализирует необходимость выявления их общих черт. При всех региональных, социально-экономических и других различиях имеют место повторяющиеся признаки, наиболее существенно влияющие на качество адаптации сельского педагога.

Сельская школа обладает качественными характеристиками, которые, с одной стороны, определяют ее устойчивость и уникальность, а с другой, – обуславливают ее внутреннюю противоречивость и объясняют трудность разрешимости проблем адаптации сельского педагога.

Среди наиболее существенных качественных характеристик сельской школы выделим следующие: типовое разнообразие, малочисленность, безальтернативность в образовательном пространстве, полифункциональность деятельности сельского педагога, стихийная интегративность, зависимость от места расположения и социально-экономического потенциала местности, большая значимость трудового воспитания, тесная связь с народными традициями, постоянный социальный контроль.

Учитель современной сельской школы – один из важнейших субъектов подготовки подрастающего поколения. От его профессионализма, мотивации реально зависит уровень подготовленности молодежи к жизни, а

соответственно и характер развития человеческих ресурсов, страны в целом. Именно он реализует цели и задачи воспитания, организует активную учебно-познавательную, трудовую, общественную, спортивно-оздоровительную и художественно-эстетическую деятельность учащихся, направленную на их развитие и формирование разнообразных личностных качеств.

Педагогическая деятельность в современном селе – одна из немногих сфер, в которой молодой специалист сразу должен начинать работать на уровне авторитетного профессионала. Особенно трудно реализовать данное положение учителю сельской школы. Выпускнику вуза необходимо социализироваться в сельской местности, по сравнению с городскими коллегами ему требуется выполнять целый ряд специфических функций.

Известно, что окончание вуза, получение диплома не означает, что начинающий педагог уже является профессионалом. Ему предстоит определенный путь профессионального становления, первоначальной частью которого является период адаптации - «вживания» в профессию. Между тем, молодой учитель в сельской школе сразу начинает работать с учащимися наравне со своими опытными коллегами, потому особенно значима проблема сокращения адаптационного периода.

Отсутствие учета специфики труда молодых учителей в условиях сельской школы существенно затрудняет процесс их адаптации, жизнь показывает, что молодым специалистам приходится преодолевать множество трудностей и начинающие педагоги сельской школы уходят в другие сферы деятельности.

Как мы определили выше, адаптация является процессом приспособления личности с определенным набором индивидуальных и личностных характеристик к динамично изменяющимся условиям жизнедеятельности.

Несомненно, профессиональная адаптация педагога сельской школы связана и с психологической, так как личность, адаптирующаяся к производству (в нашем случае – к школе), усваивает общественные нормы и ценности данной профессии, формирует свой социально-профессиональный статус.

Изучая процесс профессиональной адаптации, мы подчёркиваем, прежде всего, её психологическую и социальную направленность. Соглашаясь с исследователями, что лидирующее место в адаптации молодого специалиста занимает его профессиональная социализация (усвоение и активная реализация профессионального опыта, овладение ценностями профессионального сообщества), считаем, что не менее важным является появление основных психологических новообразований. Это освоение новой социальной роли, формирование профессионально важных качеств, выбор оптимального поведенческого решения. Процесс адаптации молодого специалиста к профессионально-педагогической деятельности объективно включает в себя как принятие ролей и функций профессионального характера, так и вхождение в структуру межличностных отношений.

Сегодня проблема кадров в системе образования является одной из самых острых. Система образования нуждается в профессиональных, компетентных, ответственных педагогах, действующие в соответствии с государственной политикой и которые способны технологически реализовать гуманистические ценности на практике, овладеть и применить на уроках инновационные методы и технологии обучения. Статистика неумолима: за последние годы педагогический состав стремительно «стареет», поэтому необходим приток «свежих сил» - молодых, активных и компетентных педагогов. Особенно в молодых специалистах нуждаются сельские школы.

Вот почему перед руководителями, педагогами-психологами образовательных учреждений одной из первостепенных задач является не просто привлечение молодых специалистов, но и, что еще существеннее, утверждение их на педагогическом поприще, профилактика ранних увольнений педагогов по причине сложности прохождения психологической адаптации на этапе их вхождения в профессиональную деятельность и впоследствии неудовлетворенности педагогической деятельности.

Решение данной задачи требует комплексного подхода, где определяющим, по нашему мнению, должна стать работа по

совершенствованию профессионализма молодых педагогов на этапе адаптации.

В настоящее время учеными различных отраслей активно исследуется проблема профессионального становления учителя, т.к. она находится на стыке ряда наук: педагогики, психологии, социологии, культурологии и др. Однако до сих пор недостаточно изучены особенности становления профессионализма учителя сельской школы.

Процесс адаптации связан с перестройкой функций тех или иных органов, механизмов, с выработкой обновленных навыков, привычек, качеств, что приводит к адекватности личности и среды.

Регуляторами процесса адаптации выступают мотивы, навыки и умения, опыт, знания, воля, способности. Адаптационный процесс характеризуется двойственностью.

Классификация базируется на разноплановых взаимодействиях человека со средой. В частности, биолого-физиологический компонент учитывает взаимозависимость психологического и физиологического состояния индивида. Психологическая составляющая отражает опосредованное или непосредственное влияние внешних и внутренних факторов на психофизиологическую рефлексию личности. Социальная адаптация рассматривается в ракурсе взаимодействия и взаимного влияния индивида и социума.

Профессиональная адаптация предполагает освоение человеком ценностных ориентаций в рамках данной профессии, осознание мотивов и целей в ней, сближение ориентиров человека и профессиональной группы, вхождение в ролевую структуру профессиональной группы. Также профадаптация подразумевает приспособление, принятие для себя всех компонентов профессиональной деятельности: ее задач, предмета, способов, средств, результатов, условий. Автор отмечает, что с течением времени профессиональная адаптация приобретает активный характер, так как человек не только приспосабливается к профессии, но и профессию приспособляет к себе. В целом критериями адаптации является время, затраченное на усвоение новых норм, и сам характер новых усвоенных способов профессионального

поведения.

Процесс адаптации начинающих педагогов сопряжен с преодолением многочисленных дидактических, методических, организационно-воспитательных и других разноплановых барьеров, которые сопровождаются их деятельностью. В процессе они оказываются не готовыми к плодотворной работе в силу отсутствия опыта работы и общения, незнания специфики учебного учреждения, преподавательского коллектива, родительского социума и действия других факторов адаптационно – профессионального характера.

Ситуация стресса, повышенное напряжение, чувство неуверенности в собственных силах сказываются на психологическом и физиологическом состоянии специалиста. Психофизиологическими критериями дезадаптации можно считать ухудшение самочувствия, негативные эмоции, ощущение усталости, соматовегетативные нарушения, нарушения сна, снижение мотивации к деятельности и т.д.

Профессиональная адаптация молодого преподавателя составляет одну из насущных проблем теории и практики педагогического образования. Ее научное изучение поможет вскрыть закономерности формирования высококвалифицированных педагогических кадров, обучения их профессиональному мастерству, а также определить оптимальные условия ускоренной и полноценной адаптации молодых специалистов к педагогической профессии. Итогом профдезадаптации может стать неудовлетворенность трудом, деструктивное поведение, конфликты, текучесть кадров. Одним из способов оптимизации процесса адаптации является психолого-педагогическое сопровождение. Своевременная помощь профконсультанта, психолога или педагога-психолога снизит психологический дискомфорт, поможет разрешить конфликтные вопросы, сделает процесс адаптации более быстрым и легким, предотвратит развитие профессиональной дезадаптации. Психологическое сопровождение на стадии адаптации помогает успешному продвижению специалиста в области профессии, снятию эмоционального напряжения, вхождению в профессиональный коллектив. Результатом психологического сопровождения

профессионального становления является профессиональное развитие и саморазвитие личности, реализация профессионального психологического потенциала, обеспечение профессионального самосохранения, поддержания адекватной самооценки, повышение эффективности профессиональной деятельности и удовлетворенность трудом.

Среди причин снижения адаптационного потенциала у молодых специалистов на этапе их вхождения в профессию, можно выделить следующие факторы, препятствующие успешной психологической адаптации педагогов:

- недостаточная профессиональная подготовка;
- слабая мотивация к профессиональному росту;
- отсутствие поддержки молодых специалистов со стороны администрации;
- незрелость профессионально важных качеств личности.

Еще одной из причин психологической дезадаптации, является то, что у молодых педагогов заранее формируются определенные ожидания и представления об их будущей работе.

Кроме этого, на процесс адаптации молодых специалистов большое влияние оказывает духовная атмосфера. Среди трудностей, можно отметить, проблему вхождения в новый профессиональный коллектив образовательного учреждения, особенно при его долгом пути становления. В данном учреждении, обычно, присутствуют многолетние традиции негласная система распорядков, правил и устоев. Такая среда, по отношению к новому члену педагогического сообщества, полному новых идей, носителю либеральных и демократических взглядов, оказывается довольно враждебной, предвзятой и консервативной. Здесь молодой педагог оказывается в центре внимания, под пристальным надзором глаз коллег, наблюдающих за каждым шагом новичка и сопоставляющих его с теми неписаными нормами и правилами поведения, которые больше определяют психологический климат школы, чем многочисленные приказы и постановления.

Для успешного приспособления молодых специалистов к новым условиям труда им необходима постоянная поддержка, методическая и

психологическая помощь, которая бы противодействовала психологической дезадаптации. Основная задача такой поддержки, должна включать в себя раскрытие личностного адаптационного потенциала молодого педагога на этапе его вхождения в профессию.

К эффективной психологической помощи по преодолению кризисов профессионального становления относят диагностику социально-профессиональных качеств личности, тренинги личностного и профессионального роста, рефлексия профессионального развития, составление альтернативных сценариев профессиональной жизни, индивидуальное консультирование, расширение информационного пространства специалиста, прогноз желаемых профессиональных достижений и прочее. Психологическое сопровождение молодых специалистов предполагает целостный комплекс непрерывных мер, предусматривающий реализацию адекватных форм, методов, приемов взаимодействия, и включает в себя различные формы работы.

Своевременная помощь профконсультанта, психолога или педагога-психолога снизит психологический дискомфорт, поможет разрешить конфликтные вопросы, сделает процесс адаптации более быстрым и легким, предотвратит развитие профессиональной дезадаптации.

Создание условий для самосовершенствования молодых учителей, реализации их потребности в самообразовании способствует психологическое сопровождение, которое в сельских школах недостаточно развито, а порой и совсем отсутствует. Поскольку специфичность и уникальность профессиональной педагогической деятельности зависит не только от уровня предметной и технологической подготовленности учителя, но и от степени сформированности его личностных особенностей, необходимо широкое использование в ходе профессионального становления и развития учителя разного рода тренингов, направленных, как правило, на внутренние психические качества, адекватный анализ педагогических ситуаций, приемы эффективного взаимопонимания.

Психологическое консультирование – вид психологической помощи, заключающийся в разъяснении человеку его психологических трудностей, снятии психологического напряжения, повышении его компетентности и

оказании непосредственной помощи в решении сложных личностных проблем, с которыми он сталкивается в личной жизни, профессиональной деятельности и других ситуациях, профилактике и преодолении кризисных ситуаций, а также коррекции неадаптивных способов поведения.

По характеру решаемых задач различают возрастно-психологическое, профессиональное, психолого-педагогическое, кризисное и другие виды психологического консультирования.

Психологическое консультирование может проводиться в индивидуальной и групповой формах. Консультации могут быть однократные и многократные, по личному обращению и в результате вызова, без дополнительного тестирования и с ним, без привлечения методов психологической коррекции и с привлечением этих методов.

В зависимости от теоретического подхода, в рамках которого работает психолог, различают следующие методические подходы к психологическому консультированию: гуманистический, когнитивный, бихевиоральный, психоаналитический.

Консультативная работа в учебном заведении имеет отличие от той, которая осуществляется в иных консультациях тем, что психолог-консультант находится внутри ситуации социального взаимодействия учащихся, их родителей и педагогов. Это позволяет анализировать каждую проблему в единстве всех аспектов жизнедеятельности, осуществлять консультирование в единстве с другими видами деятельности психолога. В процессе консультирования все проблемы педагогов, администрации рассматриваются только с учетом их взаимосвязи с проблемами психического и личностного развития, а не сами по себе.

В ходе консультирования решаются следующие задачи:

- уточнение (прояснение) проблемы, с которой столкнулся клиент;
- информирование клиента о сути возникшей у него проблемы, о реальной степени ее серьезности (проблемное информирование клиента);
- изучение психологом-консультантом личности клиента с целью выяснения того, сможет ли клиент самостоятельно справиться с возникшей у него проблемой;

- четкое формулирование рекомендаций клиенту по поводу того, как наилучшим образом решить его проблему;
- оказание текущей помощи клиенту в виде дополнительных практических рекомендаций, предлагаемых в то время, когда он уже приступил к решению своей проблемы;
- обучение клиента тому, как лучше всего предупредить возникновение в будущем аналогичных проблем (задача психопрофилактики);
- передача психологом-консультантом клиенту элементарных, жизненно необходимых психологических знаний и умений, освоение и правильное употребление которых возможно самим клиентом без специальной психологической подготовки (психолого-просветительское информирование клиента).

Выводы.

Специфика деятельности по психологическому сопровождению молодых специалистов на ранних этапах вхождения их в профессиональную деятельность заключается в работе над формированием позитивной установки на преодолении трудностей, развитии чувства востребованности и социальной защищенности, актуализации резервных адаптационных возможностей молодого специалиста, освоение им основ саморегуляции в профессиональной деятельности.

Известно, что педагогическая деятельность наполнена различными напряженными ситуациями и разнообразными факторами, несущими потенциальную возможность повышенного эмоционального реагирования. Особенно данные проблемы испытывают молодые специалисты. Мы считаем, что профессия «учитель» предъявляет повышенные требования не только к личностным качествам, но и уровню физического и психического здоровья. Здоровый и духовно развитый педагог получает удовлетворение от своей работы, обладает высоким уровнем работоспособности, активности, творчества, стремиться к совершенствованию

На основе анализа литературы нами была сформулирована цель экспериментального исследования: изучение особенностей психологического сопровождения молодых учителей в процессе адаптации к работе в сельской школе, разработка и апробация программы психологического сопровождения.

Таким образом, психологическое сопровождение молодых учителей в процессе адаптации к работе в сельской школе – это целостный процесс изучения, формирования, развития и коррекция профессионального становления личности.

Исходя из результатов исследования, нами были разработаны рекомендации прикладного характера для психолога в работе с молодыми учителями в процессе адаптации к работе в сельской школе.

Мы считаем, что предлагаемая программа психологического сопровождения молодых учителей в процессе адаптации к работе в сельской школе имеет практическую значимость и может использоваться в практической деятельности психолога.

Список литературы

1. Алексеева И.С. Проблемы профессионального становления молодых специалистов сельской школы / И.С. Алексеева // Актуальные проблемы современной науки. - М.: Спутник, 2005. - №3. С. 81-83.
2. Большаков А.С. Организация процесса профессиональной адаптации молодого специалиста в системе образования. - Упр. образованием - 2010. - № 1. С. 58-65.
3. Горностай П.П. Теория и практика психологического консультирования: Проблемный подход / П.П. Горностай, С.В. Васьковская. - Киев, 2010. - 497 с.
4. Немов Р.С. Психология: учебное пособие для студентов высших пед. учеб. заведений: Кн. 1. Общие основы психологии / Р.С. Немов. - М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, - 2006.- 688с.
5. Турлунова А.В. Психолого-педагогическое сопровождение молодого учителя в адаптационный период профессиональной деятельности / А.В. Турлунова// Методист. - 2012. № 7. С. 20-26.
6. Фокина Т.А. Формирование готовности студентов педвуза к педагогической импровизации как виду творческой деятельности. Фокина Т.А. диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Нижний Новгород, 2001.

7. Штефан А.Н., Фокина Т.А. Организация психологического сопровождения процесса адаптации молодых учителей к работе в сельской школе. Штефан А.Н., Фокина Т.А. Вестник Московского гуманитарно-экономического института. 2016. № 2. С. 52-56.

© И.В. Каспаров, Т.А. Фокина, 2022

Глава 20.

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДИКИ
ПЕРЕВЕРНУТОГО ОБУЧЕНИЯ НА ЗАНЯТИЯХ
ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ**

Ильиных Т.В.

старший преподаватель
Северо-Западный институт управления
Российская академия народного хозяйства
и государственной службы
при президенте Российской Федерации

Аннотация: В статье рассматриваются особенности методики перевернутого обучения в ходе занятий по иностранному языку. Особое внимание уделяется применению дистанционных технологий обучения для реализации данной методики. Дается определение перевернутому обучению. Описываются преимущества и возможные проблемы такого подхода. Рассматриваются типы перевернутого занятия и даются рекомендации по их применению на занятиях по иностранному языку. Описывается технология реализации такого подхода, приводится пример "перевернутого класса" на занятии по иностранному языку. Делается вывод, что правильное применение методики перевернутого смешанного обучения способствует эффективному достижению учебных целей и повышению качества обучения.

Ключевые слова: перевернутое обучение, учебные цели, цифровое образовательные технологии, обучение иностранному языку, система электронного обучения Moodle.

**RECOMMENDATIONS FOR APPLICATION OF FILLED LEARNING
METHODS AT FOREIGN LANGUAGE CLASSES (EXPERIENCE
OF NORTH-WEST INSTITUTE OF MANAGEMENT, PANEP)**

Ilinykh T.V.

Abstract: The article discusses characteristics of the flipped learning method during foreign language classes. Particular attention is paid to use of distance learning technologies for successful introduction of this method. The paper gives a definition of flipped learning, describes advantages and possible problems of this, considers types of flipped classes and gives recommendations for their use at foreign language classes. The paper also describes technology for implementation of this method and provides an example of a foreign language flipped class. It is concluded that correct application of flipped blended learning contributes to effective achievement of learning goals and improving of quality of learning.

Key words: flipped classroom, learning outcomes, digital educational technologies, foreign language learning, MOODLE distance learning environment.

Development of modern society is unthinkable without innovation. In order to teach student to meet future challenges, higher education institutions must train them for professions that do not yet exist, technologies that have not yet been invented, problems that cannot be imagined. Students must be able to learn independently, update their knowledge throughout lives, and regularly improve skills. Therefore the issue of new learning methods and forms come afloat, since their correct selection will ensure a high level of learning quality.

In Russia development of e-learning is pursued at the public level. For instance, the act "On Education in the Russian Federation" has a special clause devoted to e-learning, which is defined as organization of educational process through information technologies, technical hardware, information and telecommunication media in order to ensure transfer of information and interaction between students and teachers. Shift of focus from getting knowledge to development of competences attracts novel electronic teaching aids, video lessons, multimedia systems, interactive posters etc into learning process. World experience in information and communication technologies shows a distinct tendency towards alterations in traditional forms of education in terms of digital society, which results in creation of new pedagogical models. One of such novel forms is blended learning, a combination of face-to-face and distance learning. [1; 238] Obviously, blended learning combines advantages of traditional and distance learning methods.

Unlike purely traditional way, blended learning ensures plenty of opportunities for interaction during class that provides a favorable environment for development. Besides, this mixed model makes educational process more flexible, since the teacher has more time to assess students' activities, and students can work on their assignments from anywhere.

Among novel flexible and versatile approaches to learning, flipped classroom stands out due to its high level of customization in education. Initially, flipped model originated in 2007 and was focused on students who missed classes at school and experienced difficulties in catching up with the curriculum. [2] Nowadays, the model has grown to a full-fledged education technology thanks to efforts of educators around the world

In a traditional learning model a lecturer explains theoretical principles of the content at a lecture, while their practical application is discussed at seminars or laboratory classes, when students do their course projects, are engaged in independent work outside classroom. Better say, in a traditional model the lecturer is a subject, and the students are the object of learning process. Presentation, as well as acquisition of the content stipulates a unified average rate of perception and interpretation. Although there are scarce subject-subject relations between the lecture and the student, they follow logic of a traditional model, when the level of subject-subject relations rises as the course moves towards the end the subject or module.

Flipped learning is totally different. It can be described as follows: outside the class students read recommended educational literature; watch videos; take tests to identify the level of mastering the issue, while in-class work is focused on analysis of complex issues, training of practical tasks under the guidance of a lecturer, followed by final tests to consolidate the material. Thus, a flipped classroom is a teaching model when the teacher gives theoretical material for self-study; and during a face-to-face class theory is applied into practice. Hence, the initial acquisition of knowledge is shifted to independent study. [3; 191] Work in the class is focused on analysis of theoretical issues that arose in the process of independent learning (25% of workload); guided by the teacher, students solve practical problems and do research tasks. So, class time is used for interactive activities that develop critical thinking and creativity. After that in order to consolidate the topic,

students do home assignments, such as practical tasks and tests. Thus, the flipped class is a model that flips delivery of lectures and organization of homework. [4; 166] It can be said, that the role of a teacher gets flipped, too. The teacher motivated students to search for knowledge outside the classroom independently, and teaches not only to search for information, but also to check its reliability, analyze and critically comprehend it, and in the class ensures an active intellectual reaction to the learnt material. Thus, both students and teacher serve as subjects of a learning process [5; 281]

There are many reasons why flipped class will be successful in higher education:

1. Class study lacks time, especially that interactive learning aimed at development of practical skills and competencies, requires a lot of hours.
2. Currently many lecturers, educationalists, students, employers are not satisfied with learning outcomes of the traditional lecture model, since passive transfer of information does not develop practical skills how apply theory to solve real practical problems
3. Information technologies are quickly penetrating into the educational process, thanks to which an effective “flipped classroom” can be held
4. Interactive and active learning confirm high efficiency of learning
5. Learning programs and curricula are over-crammed, so traditional teaching technology leads to superficial understanding and hinders high-level learning outcomes
6. Not all students have equal abilities memorize and understand educational content in the traditional presentation
7. Some students, for example, absent for a long time for good reasons, need additional classes
8. Students have computer literacy and show interest in e-learning
9. Teachers get more inclined to use of information systems and programs in order to meet the needs of modern students
10. There is an urge to change the role of the teacher, who must organize, support, guide, motivate, provide feedback, rather than transfer facts and control memorization in order to achieve the learning outcomes

The main advantage of flipped class is support of development of each student in such skills as collaboration, creativity, problem-solving, independence, information and communication technology literacy. However, there are challenges to application of the “flipped class” model. The main thing is the stereotypes among teachers and educators about learning process. The largest problem is inability and unwillingness of students to do homework systematically; students do not know how to work with educational literature, cannot highlight the key idea or understand the contents. Flipped learning requires a large amount of independent work, which needs a high level of motivation, independence, active participation in learning; students may not be ready for it, so resistance to innovations can be expected both from teachers and students. Also not all students have technical facilities to study theory via the Internet, but this problem is gradually being solved. [6; 238-240]

In the flipped learning there are several elements that flip:

- content of the class and home independent work;
- activities of the teacher (teacher is an organizer, tutor and consultant, who forms habit and ability to learn);
- activities and attitude of students to learning (active participation in educational process, responsibility) [7]

Wide interest to flipped classroom method is explained by pedagogical problems that impede educational results: weak educational and cognitive motivation and responsibility of students, lack of desire or ability to acquire knowledge independently, lack of time for an individual approach, predominating frontal work, little time to consolidate and develop the knowledge and skills, etc. An essential aspect of flipped learning is focus on classroom and student involvement in the learning process. This novel method provides learning flexibility, makes a dynamic and creative learning environment when students learn to think critically and work together, thus ensuring deeper student involvement in the learning process. Flipped classes provides a chance to use classroom hours to discuss the theoretical content, test and develop knowledge and interact with each other in practical activities. The role of a lecturer is to act as a consultant and facilitator, encouraging students to work independently and together. In order to achieve the learning outcomes, the lecturer must organize, support, direct, provide feedback. The role of student is also changing: they are active participants in the

educational process. Contact is seen from a different perspective, it provides new opportunities and levels of subject-subject relations.

In order to ensure smooth introduction of the flipped class technology into educational process, it is advisable to follow some general recommendations:

In terms of algorithm of the flipped class:

Select topics and sections of the curriculum applicable for a flipped class. Choose a resource to host training materials. Systematic application of flipped class requires a Learning Management System, i.e. a virtual platform to store electronic documents and materials, such as video lectures and tutorials, presentations, books, audio recordings, tests, etc., which should be accessed from any device at any time and in any place. An important step to flipping is modern, broad and high-quality content. Training video should not exceed 10 minutes; material can be borrowed from the Internet or created by the teacher. For the purpose of English as a foreign language videos can be taken from foreign sites with high quality content. So carefully prepare or select online training videos, audios, presentations or other multimodal content; together with detailed instructions for work with materials and tasks on the topic. In multimodal text presentation the flowing modes can be applied: written language as writing and reading; oral language: as live or recorded speech; visual representation as still or moving image; audio representation as music, sounds, noises; spatial representation [8; 246] Ensure access to digital materials for students who do not have access to the Internet from home; Involve students in writing essays or notes on the video they watched. Set very specific deadlines for assignments (deadline date and time); Conduct a full-time active practical class, based on theoretical knowledge on the topic; Analyze effectiveness of the class. [9; 166-167]

In terms of goal and content of flipped class:

Do not flip every class. Some topics are better learnt in a classroom environment. Select an easily understandable topic, especially for the first flipped class. The goal should specify activities of students; having seen the goal, students must determine how to achieve it, that is why the goal must be specific, measurable and achievable. The main thing is to create a learning-problem situation for

cognitive research of students. Focus on free, creative activities, which can include a debate or discussion, research of practical tasks, a group project, etc.

In terms of motivation:

Before introducing this method, inform and explain in detail what flipped learning is and how it works both to students and their parents. Mind you, there will always be parents and students who will be hostile to novel methods. It is necessary to flip not only the class, but also mentality. Independent extracurricular work of students will be successful in case students understand benefits of such work and actively apply its results into learning. Therefore, forms of tasks for preliminary independent learning should be carefully planned and selected. It is not enough to present the learning material as a video or audio with supporting tests, rather presentation of new material should be in a multimodal form; and class tasks must rely primarily on the content learnt independently. Explain importance of doing pre-class learning on time. If students fail to get ready, the flipped system will fail, too. Some students will come unprepared for the class, i.e. they will not review the materials at home, so develop a transparent system to track homework. It can include exercises, tests, quizzes, simple interactive mini-surveys, general questions and specific questions to fragments of learnt content, brainstorming at the beginning of each class, doing assignments after independent learning of the content and sending it to the teacher before the class. In this way the teacher gets a chance to identify students who promptly completed the task, and who faced difficulties learning the topic. You will get a clear picture of student readiness. Also, it will motivate students, if the teacher allows joining creative work only to students who are prepared to the class; otherwise they will have to read textbook to learn the material, while the team is busy with practical exercises. It can be called punishment by boredom. Collect and analyze questions that students have while learning the content independently. When students learn new material at home, by watching a video or browsing an electronic resource, they do freeze-frame tasks, ensure self-control, record questions that have arisen. At this stage, students should understand to what extent they learned the new material and what problems should be discussed in the class.

Northwestern University of Management RANEPA trains future civil servants. Therefore, development of students' personality is at the center of attention, being one of the top priorities of the university. Apart from professional knowledge and competencies in specialization, a civil servant needs to have personal qualities that allow them to perform their duties effectively. Among such qualities are skills of independent work. [10, 2] In accordance with recent amendments into the Federal State Educational Standards, almost all areas of educational process aimed at training of specialists demand promotion of the digital component of the educational environment and increase in the hours of independent work. So, in terms of higher education, flipped model is applicable

So far, educators have developed several models of flipped learning that can be applied for classes of English as a foreign language.

The first model is classical flipped learning. This model is widely used for English Grammar classes. When implementing this model, learning starts with preliminary reading of the theoretical material for the upcoming class. Learning materials are presented as notes, paragraphs of the textbook, slides, or video / audio pieces. During the class, the teacher, first, discusses the material, explains difficult issues, answers questions and uses interactive learning methods. Some hours of the learning process are conducted online. Despite its reversed nature, this model still resembles a traditional form due to its manner of conveying the contents: first come theories, concepts and models, after that - their practical application, which seems the best way to understand grammar issues.

Another model of flipped learning can be called "advanced", it has two stages: extracurricular and classroom ones, but, unlike the first model, it involves a gradual complication of tasks and use of a broader range of activities. This type of model suites classes of business writing. When students get ready for the class, they independently search for information, read articles, watch videos, prepare abstracts individually or in small-groups to be presented in front of the audience, formulate questions for debate or a round table. Then students post results of their work on a joint electronic platform, where the teacher and other students can see them in advance. So, independent work of each student can be monitored. In the class

students present their writings, discuss the material, make a reasoned analysis of the work, create common ideas based on opinions, comments, and judgments.

Yet another model of the flipped class can be called a combined model, since it involves a combination of the first two. The key idea behind this model does not mean flipping the place of certain learning activity, but rather flipping key components of the educational process and invert a traditional sequence of competencies involved (memorization, understanding, application, analysis, synthesis, evaluation). At first, students learn practical application of the theoretical issues, and only then pass to theoretical reasoning. This model can be recommended for classes of intercultural business communication. In terms of rising popularity of a practice-based educational, this model of flipped learning is closest to reality, since in everyday professional life specialists have to make decisions under uncertainty or risk. During the online stage, students work in small groups with a task or a problem, try to evaluate it, search and analyze information necessary for assessment, and offer solutions. In the classroom they present the findings and sources, they analyze the problem under the guidance of a lecturer; compare advantages and disadvantages of each of the solutions. After that, another online stage follows, when students learn theory and available experience on this issue. At the final stage, in the classroom students sum up and consolidate all material on the topic; and analyze whether this model or theory can be applied to new situations. [11, 76]

It should be emphasized that flipped learning is not a completely new method, it intersects with various approaches, such as student-centered learning, problem-based learning, competence-based approach, system-activity approach.

Methodological process of preparing for a flipped lesson involves

- analysis and selection of the topic;
- identification of students' readiness for independent learning;
- selection and development of information resources to be offered for independent learning, assessment of their compliance with learning outcomes;
- class planning: selection of tasks at each stage, identifying criteria for results assessment, creating final control.

An essential stage is developing tasks to be done after reading or watching the recommended resources: answering key question, formulating questions that arose in the course of work with materials, compiling tables, schemes, reference notes on the content, development of criteria for evaluating completed homework.

Independent work of students includes: learning new material (presentation, video lecture, text in the textbook); doing tasks following the instructions (asking questions, drawing up a diagram, doing tasks in small groups, doing tests for self-examination).

The strategy of arranging the flipped learning model has several stages:

Pre-class: The teacher prepares (selects, develops and systematizes) virtual educational environment: audio, video, presentations, text or multimedia content for autonomous pre-classroom study, instructional material, other materials and tasks for self-control, and select an electronic platform for feedback.

Class: The teacher organizes educational process, identifies key competencies on the topic, forms of work during the class, prepares assignments for class work, interactive practical tasks between “student-student”, “student-teacher” or “student-group” in the classroom; during which students solve additional tasks to deepen, consolidate and repeat the material.

Post-class: The teacher provides current and final assessment of knowledge and competencies by selecting forms of final task, for example, a test or a project with measurable expected results, clear deadlines and evaluation criteria; prepares post-class communication tasks. [12; 26]

Below we describe an example of a flipped class for the 1st year students of the Faculty of Security and Customs and the North-West Institute of Management, RANEPА. The topic is Preventing Smuggling.

The pre-classroom stage starts with active vocabulary. The students use electronic dictionaries to fill out the mind map template with terms and definitions related to smuggling. Mind maps can help students to improve concentration and understanding, remember information faster, and feel more confident. Acquisition of graphically ordered and logically related concepts of the topic facilitates use of new terms in the speech. The, the new vocabulary was applied in watching an authentic film video from open resources equipment for check in that is used in the

UK airports. The video is short (not more than 7 minutes), shows real people at the workplace, is made in classic British English and is supported by interactive tasks. Using video in teaching a foreign language contributes to principles of authenticity, visibility and cross-cultural interaction. Interactive tasks are based on the video and present of list of questions - after watching the video, student give detailed written answers. Each question has a prompt where to find the answer to it in the form of timing of the episode (e.g. 00:20 00:45) Last question has no a direct answer in the video. It rather refers to personal experience of students, making them present an independent statement in the foreign language. Flipped class requires that pre-classroom content should be provided to students in advance. The best option for that is the MOODLE distance learning environment, since the platform provides ample opportunities to post videos and make them interactive, create tasks focused on understanding the contents. Before class, the teacher can check tasks and make relevant adjustments.

Class work includes authentic speech exercises of active learning based on the pre-class content. Active learning is an important pedagogical principle in higher educational institutions. Active learning can be organized in various ways: individual, pair or small-group activities, joint student projects. The independently learnt vocabulary was revised by "brainstorming" tasks. Further, students work in pairs with "word clouds", make mini-dialogues on the topic. Word cloud is an interesting educational tool for visualizing thematic content in oral speech. Use of visual supports can ensure quicker shift to free speaking. Educational content was then discussed in small groups of 3-4 students. The flipped class was finished with an assessment interactive role-playing game "At the Customs Control" that involved cooperation technology. At first the students analyzed colloquial phrases, learnt about the concept of the game, the teacher distributed roles and provided some props. The game required active speech and thinking, application of knowledge and experience with a real situation, making original decisions and collective interaction in a foreign language. The teacher acted as a coordinator, providing assistance at the practical stage.

Post-class assignment included a task for an original Customs declaration with a list of control questions both to check understanding and assess ability of the

students to solve professional problems in a foreign language. Flipped class for other modules was developed under the same three-stage scenario with a focus on careful planning of self-educational activities through information technologies.

However, this technology has number of threats that may reduce its efficiency:

- media resources and digital technologies are not always available;
 - level of students motivation and their skills in independent work can be poor or insufficient;
 - teachers have to invest a lot of effort and time, especially at the initial stage;
 - not all subjects of the educational process are ready to apply technology;
 - there must be a developed methodology to select topics for flipping
- [13, 162]

In the conclusion it can be said that flipping provides both students and the teacher with ample opportunities. Students can learnt and understand the issue in a convenient rate and make self-control before practical class; while the teacher at face-to-face classes can focus discussion on details, cover problematic issues, allocate more time to communication in order to promote independence, activity and initiative of students, rather than devote time to work with texts or presentations. [14; 153] Thanks to this model it has become possible to assess prospects of each student, select best ways of motivation, and plan outcomes. Flipped class also increases responsibility of student, ensures development of personal and meta-subject competencies, in particular, those related to self-discipline and time management.

Flipped class ensures integration of innovative educational technologies, methods and means into a learning system, and results in more efficient achievement of planned learning outcomes. However, it must be noted that flipped class must be accompanied by analysis of the curricula, revision of learning outcomes, changing the assessment system, development of new learning content. The flipped model shifts transfer of knowledge into the student personal space, more time is spent on practical skills. Students cannot acquire new content at the same rate for everyone, so the flipped model allows those who understand the issue

move on to the next topic, while those who do fail to understand can spend a little more time. Lectures are available at any time. Students can watch them online, even if they were not present at the class.

Список литературы

1. Антонова Н.Л., Меренков А.В. Модель "перевернутого обучения" в системе высшей школы: проблемы и противоречия // Интеграция образования. 2018. Т. 22. № 2 (91). С. 237-247
2. Bergmann J., Sams A. Flip your classroom: reach every student in every class every day // Washington, DC: International Society for Technology in Education, 2012
3. Нугуманова Л.Н., Шайхутдинова Г.А., Яковенко Т.В. Технология смешанного обучения: модели, содержание, рекомендации // Современный ученый. 2019. № 4. С. 191-198
4. Жданова Д.Е. Применение технологии реверсивного обучения на занятиях по иностранному языку в период пандемии коронавирусной инфекции // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Проблемы языкознания и педагогики. 2021. № 2. С. 163-175
5. Дудина М.Н. Реверсивное обучение истории: теория и практика // Историко-педагогические чтения. 2019. № 23. С. 280-285
6. Чигиринская Н.В. Проблемы и перспективы внедрения flipped-обучения для обеспечения формирования математических компетенций студентов инженерного вуза // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 3. С. 235-239
7. О. Н. Григорьева Перевернутое обучение в образовательном процессе: сущность, преимущества, ограничения. Электронный ресурс. URL: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/213133> (дата обращения 09.07.2022)
8. Ильиных Т.В. Мультимодальная грамотность в обучении иностранным языкам // Modern Science. 2020. № 11-2. С. 244-248

9. Груздева М.Л., Ткачева М.А., Булганина А.Е. Результаты внедрения технологии "flipped classroom" в образовательный процесс вуза // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 5. С. 165-169
10. Ильиных Т.В. Дистанционная форма занятий по иностранному языку как средство формирования межкультурной компетенции студентов СЗИУ РАНХИГС // E-Scio. 2019. № 12 (39). С. 1-4
11. Н.В. Тихонова Технология «перевернутый класс» в вузе: потенциал и проблемы внедрения // Казанский педагогический журнал № 2, 2018. С. 74-79
12. Музыченко А.С., Скурко Е.М. Использование инновационной модели "перевернутый урок" на занятиях по иностранному языку в неязыковом вузе // Культура и безопасность. 2022. № 1. С. 22-26
13. Борисова Е.В. Вариация технологии "перевернутый класс" для обучения магистрантов инженерно-технических направлений // Человеческий капитал. 2020. № 8 (140). С. 160-169
14. Лубянова М.А., Белозерцева М.Г. Применение технологии «перевернутый класс» при дистанционной форме обучения английскому языку в старших классах средней школы // Известия Южного федерального университета. Филологические науки. 2022. Т. 26. № 2. С. 146-156

Глава 21.

**ФОРМИРОВАНИЕ У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО
ВОЗРАСТА ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ВЗАИМОСВЯЗИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЧЕЛОВЕКА И СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Рублевская Елена Анатольевна

к.п.н., доцент

Дружинина Яна Витальевна

Карпученко Ирина Павловна

УО «Белорусский государственный педагогический
университет имени Максима Танка»

Аннотация: в статье акцентируется внимание на значении экологического воспитания детей старшего дошкольного возраста, формирования представлений о воздействии человека на природу, описывается методика определения уровня сформированности представлений о воздействии человека на природу и взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды, дается анализ результатов диагностики уровня сформированности представлений о воздействии человека на природу у детей контрольной и экспериментальной групп, раскрывается методика формирования у детей старшего дошкольного возраста представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды.

Ключевые слова: экологическое воспитание; представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды; методика диагностики; уровень сформированности представлений; учреждение дошкольного образования; дети старшего дошкольного возраста.

**FORMATION OF IDEAS AMONG OLDER PRESCHOOL
CHILDREN ABOUT THE RELATIONSHIP BETWEEN HUMAN
ACTIVITIES AND THE STATE OF THE ENVIRONMENT**

**Rublevskaya Elena Anatolievna
Druzhinina Yana Vitalievna
Karpuchenko Irina Pavlovna**

Abstract: The article focuses on the importance of environmental education of preschool children, the formation of representations about the impact of man on nature, describes the methodology of determining the level of formation of representations about human impact on nature and the relationship of human activities and the environment, analyzes the results of diagnosis of the formation of representations about human impact on nature in children control and experimental groups, discloses the method of formation of older children

Key words: environmental education; ideas about the relationship between human activities and the state of the environment; diagnostic methods; the level of formation of ideas; preschool education institution; older preschool children.

В современных условиях человечество получило практически неограниченные возможности воздействовать на природу. На наших глазах преобразуется облик планеты – исчезают леса, осушаются болота, истощаются полезные ископаемые. Своей хозяйственной деятельностью люди изменяют биосферу, создают новую среду. Однако каждый человек должен научиться оценивать результаты своей практической деятельности, прямо или косвенно влияющей на окружающую среду. В этой связи возникла проблема первостепенной важности - обучение рациональному использованию естественных ресурсов при сохранении окружающей природной среды.

Следует отметить, что необходимость формирования природоцелесообразного поведения у детей дошкольного возраста определена постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 15 июля

2015 г. № 82 «Об утверждении Концепции непрерывного воспитания детей и учащейся молодежи» [1] в главе 8 «Экологическое воспитание» говорится, что: «воспитание экологической культуры личности определяется универсальным значением природы для человека и общества и включает в себя знания о компонентах и их взаимосвязях в системе «человек–общество–природа», а также нравственное и эстетическое отношение к природе» (статья 52); «Содержание экологического воспитания включает усвоение знаний о природных объектах, процессах и явлениях, их взаимообусловленности; приобщение к ценностям экологического характера. Формируется социальная база для реализации идеи устойчивого развития общества. Важно использование традиций народной педагогики по отношению к природе» (статья 53); основными задачами на уровне дошкольного образования являются овладение первоначальными знаниями о природе, о взаимосвязи человека с окружающей природной средой, формирование гуманного отношения к природе (статья 55) и условиями воспитания экологической культуры личности являются сочетание различных форм, методов и средств формирования у обучающихся экологической культуры; практическая деятельность обучающихся по охране природы (статья 54).

Научно-теоретические основы проблемы формирования представлений детей дошкольного возраста об объектах природы разрабатывались зарубежными и отечественными исследователями О.В. Бобылевой [2], С.А. Габбасовой [3], Д.С. Гордеевой [4], Н.А. Рыжовой [5; 6] и др. Методика формирования культуры ресурсопотребления и ресурсосбережения подробно раскрывается в работах Е.Л. Набойкиной, Е.А. Рублевской [7; 8; 9; 10] и др. Разработкой вопросов ознакомления детей дошкольного возраста с особенностями взаимодействия человека и природы занимались З.П. Плохий [11], Л.И. Пономарева, О.В. Крежевских [12], И.А. Шарапова [13] и др. Однако такой аспект проблемы экологического воспитания, как формирование у детей дошкольного возраста представлений о влиянии деятельности человека на состояние окружающей природы, в настоящее время еще недостаточно изучен.

Целью нашего исследования стало теоретическое обоснование и экспериментальная проверка эффективности методики формирования у детей старшего дошкольного возраста представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды.

Для реализации этой цели нами были поставлены следующие задачи экспериментальной работы:

1. Проанализировать практику работы старшей группы учреждения дошкольного образования по формированию представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды.

2. Разработать программу экспериментальной работы, направленную на формирование представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды у детей старшего дошкольного возраста.

3. Определить эффективность использования программы экспериментальной работы в процессе формирования представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды у детей старшего дошкольного возраста.

Педагогический эксперимент осуществлялся на базе государственного учреждения образования «Ясли-сад № 489 г. Минска».

Констатирующий этап педагогического эксперимента был направлен на изучение практики работы учреждения дошкольного образования по формированию представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды детей старшего дошкольного возраста, выявление начального уровня сформированности представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды у детей старшего дошкольного возраста в контрольной и экспериментальной группах, анализ полученных результатов.

Образовательная работа в учреждении дошкольного образования осуществляется по учебной программе дошкольного образования, утвержденной Министерством образования Республики Беларусь.

Анализ плана реализации образовательного процесса в старших группах на 2021-2022 учебный год показал, что была запланирована тематическая неделя «Красная книга Республики Беларусь». Данная тема реализовывалась в

специально организованной и нерегламентированной деятельности (на занятиях, в игровой деятельности, в общении, в художественной деятельности, в практическо-познавательной деятельности). Педагогическими работниками формулировались задачи закрепления представлений воспитанников о заказниках и заповедниках, о растениях и животных и их способах приспособления к условиям жизни; развития любознательности, наблюдательности, познавательных психических процессов и речи; воспитания бережного отношения к природе и всему живому. Образовательные задачи данной направленности реализовывались эпизодически, отсутствует их тематическое разнообразие, не представлена работа с семьями воспитанников (не запланированы консультации, совместные мероприятия и т.д.).

Также нами была проанализирована развивающая предметно-пространственная среда группового помещения старших групп учреждения дошкольного образования. Для оценки нами были использованы следующие критерии: наличие уголка природы, наглядных материалов и аудио-, видеоматериалов на природоведческую тему, наличие игр и игрушек природоведческой тематики, оснащение ресурсного кабинета педагогических работников в групповых помещениях.

Анализ развивающей предметно-пространственной среды показал, что в групповом помещении имеются уголок природы, различные дидактические игры и пособия, направленные на формирование основ экологической культуры у детей дошкольного возраста, однако методические материалы для педагогических работников были представлены в недостаточном количестве. Видеоматериалы природоведческой тематики отсутствуют в учреждении дошкольного образования.

Одной из задач констатирующего этапа педагогического эксперимента была диагностика начального уровня сформированности представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды у детей старшего дошкольного возраста.

В качестве методики диагностики уровня сформированности представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния

окружающей среды у детей старшего дошкольного возраста нами была использована индивидуальная беседа.

Процедура диагностики предполагала, что воспитатель дошкольного образования предлагает воспитаннику рассказать Гному-Эконому (игрушка или картинка) как люди используют природу, как надо правильно использовать природные ресурсы и как это влияет на природу. Воспитатель дошкольного образования задает вопрос, а воспитанник отвечает и обосновывает свой ответ.

Вопросы индивидуальной беседы:

1. Могут ли люди прожить без природы? Почему?
2. Что дает природа человеку?
3. Хорошо или плохо люди воздействуют на природу?
4. Как люди используют воду?
5. Как люди используют воздух?
6. Как люди используют почву?
7. Как люди используют солнце (солнечную энергию)?
8. Что в природе при использовании может исчезнуть?

При ответе на первый вопрос «Могут ли люди прожить без природы? Почему?» 95 % детей экспериментальной группы ответили отрицательно. Только 75 % детей экспериментальной группы и 69 % детей контрольной группы смогли обосновать свой ответ, утверждая, что люди не смогут прожить без воды, еды, воздуха. Те, кто ответил положительно, не смогли обосновать почему они так ответили.

На второй вопрос «Что дает природа человеку?» у всех детей была правильная направленность. Однако достаточно полный аргументированный ответ дало только 10 детей экспериментальной группы и 7 детей контрольной группы. Дети отвечали, что природа дает нам жизнь, кислород, еду, воду, растения. Полученные результаты свидетельствуют о бессистемности имеющихся у детей представлений.

На третий вопрос «Хорошо или плохо люди воздействуют на природу?» Только 30 % детей экспериментальной группы и 38 % детей контрольной группы смогли дать правильные и обоснованные ответы. У этих детей есть

некоторый запас представлений об отрицательном воздействии человека на природы. В своих ответах дети отмечали, что люди «засоряют природу», «не берегут природу», «много мусорят», «убивают животных». В процессе беседы было выявлено, что дети имеют представления о деятельности людей, направленной на сохранение природы. Остальные дети не смогли ответить на данный вопрос. Полученные данные свидетельствуют о том, что небольшая часть детей осознает и понимает необходимость природоохранительной деятельности, бережного и заботливого отношения к природе.

На вопрос «Как люди используют воду?» 75 % детей обеих групп дали правильный ответ. Обосновывая свой ответ, дети вспоминали о бытовом использовании воды, рассказывали о том, что человек использует воду для питья, для приема ванны, мытья, полива растений.

На пятый вопрос «Как люди используют воздух?» 32 ребенка ответили, что воздух нужен человеку, чтобы дышать. Также никто из детей не вспомнил про дыхание растений и животных. 4 ребенка не смогли ответить на вопрос.

На шестой вопрос «Как люди используют почву?» у некоторых детей вызвал затруднения. 25 % детей вообще не были знакомы с термином «почва». 56% детей вспомнили о растениях огорода и комнатных растениях.

На седьмой вопрос «Как люди используют энергию солнца?» 9 человек не смогли дать ответа, 15 детей ответили упрощенно: «От солнышка тепло и светло» 2 ребенка ответило что от солнца мы получаем витамины, а 10 человека - добавило что от солнца мы можем добывать энергию (электричество).

На восьмой вопрос «Что в природе при использовании может исчезнуть?» В экспериментальной группе 6 детей не смогли ответить на вопрос, В контрольной группе 5 детей не смогли ответить на вопрос. В основном дети смогли вспомнить про растения, воду и животных.

Анализ результатов диагностики осуществлялся в соответствии с такими критериями, как: самостоятельность ответов, объем, правильность выполнения задания. Уровень сформированности представлений определялся в соответствии со следующими показателями:

- высокий уровень: воспитанник самостоятельно и быстро выполняет задание. Правильно отвечает на вопросы. Самостоятельно объясняет, как люди используют природные ресурсы, и рассказывает, как надо их экономить.
- средний уровень: воспитанник самостоятельно выполняет задание. Допускает некоторые ошибки в обосновании своих ответов на вопросы.
- низкий уровень: воспитанник затрудняется ответить на большинство вопросов даже с помощью взрослого.

Итоговые данные уровня сформированности представлений детей старшего дошкольного возраста в контрольной и экспериментальной группах на констатирующем этапе педагогического эксперимента представлены на рис. 1.

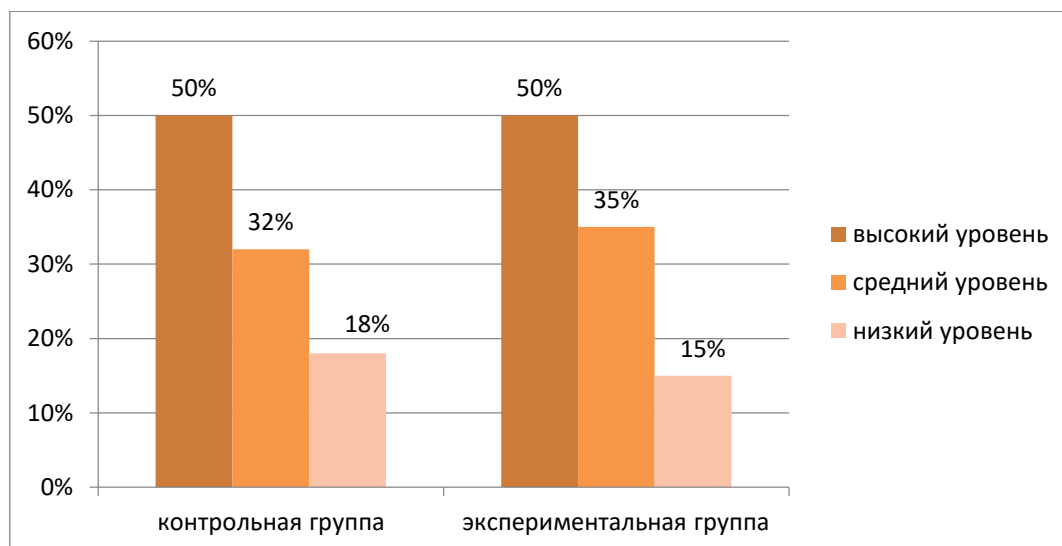


Рис. 1. Уровень сформированности представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды у детей старшего дошкольного возраста на констатирующем этапе педагогического эксперимента (%)

Таким образом, полученные данные по изучению состояния практики работы в учреждении дошкольного образования по формированию взаимодействия человека с природой у детей старшего дошкольного возраста, позволили сделать вывод о том, что в учреждении дошкольного образования ведется недостаточно целенаправленная работа. На основе анализа результатов констатирующего этапа педагогического эксперимента, можно

отметить, что уровень сформированных представлений у детей контрольной и экспериментальной групп находится примерно одинаков, так как процентные различия очень незначительны.

На формирующем этапе педагогического эксперимента нами была разработана и внедрена программа экспериментальной работы (табл. 1), направленная на формирование у детей старшего дошкольного возраста представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды.

Реализация программы осуществлялась в три этапа:

1 этап - подготовительный этап. На этом этапе нами был разработан план экспериментальной работы по формированию представлений о взаимосвязи действий человека на окружающую среду.

2 этап - основной. На данном этапе осуществлялся комплекс запланированных мероприятий.

3 этап – завершающий. На нем проводился анализ и обобщение результатов, полученных в процессе реализации запланированной работы по формированию представлений о взаимосвязи действий человека и состояния окружающей среды.

Таблица 1

**Программа экспериментальной работы по формированию
у воспитанников экспериментальной группы представлений
о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды**

Направление работы	Программное содержание	Формы, методы работы
Формирование представлений о значении природы для человека	Формировать представления о том, что природа является источником существования человека; Формировать представления об использовании человеком природы для удовлетворения своих потребностей: питается, лечится, строит жилище,	Специально организованные занятия на темы: «Воздух – источник жизни», «Вода – источник жизни», «Что делают из дерева», «Откуда пришла рубашка», «Наш дом». Дидактические игры: «Из чего сделано», «Выбери предмет», «Что лишнее и др.

Продолжение таблицы 1

	делает мебель, изготавливает игрушки, различные предметы, удовлетворяет свои эстетические потребности.	
Формирование представлений об отрицательном воздействии человека на природу в связи с ее использованием.	Формировать представления об отрицательном воздействии человека на природу в связи с ее использованием.	Специально организованные занятия на темы: «Беловежская пуща», «Березинский заповедник», «Красная книга». Дидактические игры: «По заповедникам», «Кто больше вспомнит названий цветов» и др.
Формирование представлений о том, что человек используя природу, загрязняет ее отходами.	Формировать представления о мусоре, о раздельном сборе мусора, о том, что мусор бывает перерабатываемый и не перерабатываемый.	Дидактические игры «Разделяй-ка», «Что из чего», «Что для чего» и др. Изготовление из бросового материала кормушек для птиц, подставок для цветов, сказочных героев и др.
Формирование представлений о деятельности человека по сохранению природы.	Формировать представления о деятельности человека по сохранению природы.	Специально организованные занятия по теме «Помоги природе». Целевые прогулки: «Войди в природу другом», «Природа тоже болеет». Этические беседы: «Природа просит защиты», Дидактические игры «Кто живет в лесу», «Кто растет в лесу» и др.

В ходе специально организованные занятия по темам: «Красная книга», «Природа и человек», «Мир вокруг нас» у детей уточнялись представления о природе, влиянии человека на нее, о том, что можно сделать, чтобы сохранить природу. Также использовались дидактические игры, как на специально

организованных занятиях, так и в процессе нерегламентированной деятельности.

Использовались дидактические игры:

- «Охраняй-ка». Цель игры: закрепление представлений детей дошкольного возраста о значении воды и воздуха в жизни человека и в целом для живой природы; показать примеры отрицательного воздействия человека на природу; формировать у детей дошкольного возраста представления о необходимости охраны природы;

- «Найди ошибку». Цель игры: углубление представлений детей дошкольного возраста о правилах поведения в природе, о действиях людей по отношению к объектам природы;

- «Письмо Почемучки». Цель игры: расширение, уточнение и систематизация представления детей дошкольного возраста о взаимосвязях в природе: сезонных изменениях, зависимости состояния живой природы от факторов окружающей среды, о взаимодействии живых организмов между собой;

- «Что такое хорошо, что такое плохо». Цель игры: уточнение представлений о роли природы в жизни людей; акцентирование внимание на то, что положительные поступки людей облагораживают природу, а отрицательные приносят вред. И др.

Также в работе с воспитанниками использовались такие методы, как постановка различных опытов с водой, почвой, песком, чтение художественной литературы, просмотр мультфильмов, тематические беседы в ходе нерегламентированной деятельности.

На завершающем этапе исследования нами проводился анализ и обобщение результатов, полученных в процессе реализации запланированной работы по формированию представлений о взаимосвязи действий человека и состояния окружающей среды.

Для определения уровня сформированности представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды у детей старшего дошкольного возраста нами использовалась та же методика, что и на констатирующем этапе. Результаты диагностики представлены на рис. 2.

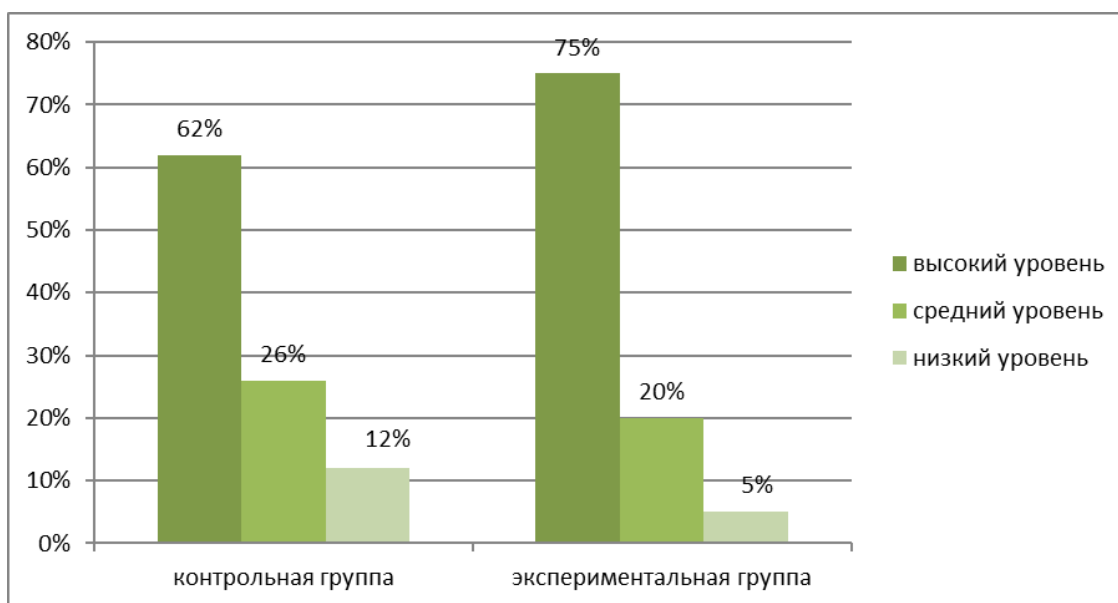


Рис. 2. Уровень сформированности представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды у детей старшего дошкольного возраста по результатам контрольного этапа педагогического эксперимента (%)

Результаты диагностики свидетельствуют о том, что после реализации программы экспериментальной работы, у детей старшего дошкольного возраста экспериментальной группы в показателях сформированности представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды произошли значительные изменения в лучшую сторону.

Был проведен сравнительный анализ результатов констатирующего и контрольного этапов эксперимента обеих групп, результаты которого представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Результаты сформированности представлений о взаимосвязи
деятельности человека и состояния окружающей среды у детей старшего
дошкольного возраста по результатам констатирующего и контрольного
этапов педагогического эксперимента (в %)**

Уровень	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
	Констатирующий этап	Контрольный этап	Констатирующий этап	Контрольный этап
Высокий	50	75	50	62
Средний	35	20	32	26
Низкий	15	5	18	12

Представленные данные свидетельствуют, что уровень сформированности представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды у детей старшего дошкольного возраста экспериментальной группы значительно повысился за счет увеличения количества детей на высоком уровне на 25% , на среднем уровне понизилось на 15%, и снизилось число испытуемых с низким уровнем сформированности бережного отношения к природе на 10%.

В контрольной группе так же произошли изменения, но они оказались незначительными: количество детей с высоким уровнем сформированности увеличилось на 12%, количество детей со средним и низким уровнями сократилось на 6%.

Полученные результаты свидетельствует о том, что показатели сформированности представлений о взаимосвязи деятельности человека и состояния окружающей среды у детей старшего дошкольного возраста экспериментальной группы после формирующего этапа эксперимента значительно повысились.

Таким образом, из вышесказанного следует, что:

во-первых, после реализации разработанной нами программы экспериментальной работы с детьми экспериментальной группы, все показатели улучшились, у детей экспериментальной группы были сформированы осознанные представления о влиянии деятельности человека на природу;

во-вторых, полученные результаты свидетельствуют о необходимости целенаправленной работы по формированию у детей старшего дошкольного возраста представлений о взаимосвязи деятельности человека и состоянии окружающей среды;

в-третьих, экспериментальная работа показала необходимость и достаточность обоснованных организационно-педагогических условий формирования у детей старшего дошкольного возраста представлений о взаимосвязи деятельности человека и состоянии окружающей среды. Результаты, полученные в ходе исследования, подтвердили правильность выбранного содержания работы.

Список литературы

1. Об утверждении концепции непрерывного воспитания детей и учащейся молодежи : Постановление Министерства образования Республики Беларусь от 15.07.2015 N 82 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

2. Бобылева О.В. Интерес к природе как средство экологического воспитания дошкольника // Дошкольное воспитание. – 2005. – № 7. – С. 10 – 15.

3. Габбасова С.А. Экологическое воспитание дошкольников // Проблемы педагогики. – 2016. – № 1 (12). – С. 21 – 25.

4. Гордеева Д.С. Становление бережного отношения к природе у детей дошкольного возраста : автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Челябинск, 2010. – 26 с.

5. Рыжова Н.А. Экологическое образование в детском саду : кн. для педагогов дошк. учреждений, преподавателей и студентов пед. ун-тов и колледжей. – М. : Изд. Дом «Карпуз», 2001. – 432 с.

6. Рыжова Н.А. Наш дом - природа : программа по экологическому образованию дошкольников : разработана в соответствии с требованиями

ФГОС дошкольного образования / Наталья Рыжова. - Москва : Линка-пресс, 2017. - 223 с.

7. Рублевская Е.А., Набойкина Е.Л. Формирование у детей дошкольного возраста элементарных основ культуры ресурсосбережения // Актуальные проблемы начального и дошкольного образования в условиях модернизации / под ред. Т.Ю. Макашиной, О.Б. Широких. – Государственный социально-гуманитарный университет. – Коломна : ГСГУ, 2017. – С. 222 – 224.

8. Рублевская Е.А., Набойкина Е.Л. Тематический день как формы организации работы по формированию культуры ресурсосбережения у детей старшего дошкольного возраста // Проблемы современного непрерывного образования: инновация и перспективы : материалы международной научной конференции (г. Ташкент, 28 апреля 2018 г.). – Ташкент, 2018. – С. 122-123.

9. Рублевская Е. А., Набойкина Е. Л. Использование тематических дней как формы организации работы по формированию культуры ресурсосбережения у детей старшего дошкольного возраста // Дошкольное образование: опыт, проблемы, перспективы : сборник материалов IX Международного научно-практического семинара. – Барановичи, 2018. – С. 91-93.

10. Рублевская Е.А., Набойкина Е.Л. Тематический день как форма организации работы по воспитанию культуры ресурсосбережения у детей старшего дошкольного возраста // Российское просвещение. – Режим доступа : https://rosprosvet.ru/material/pub_4974/. –. Дата доступа: 11.04.2022

11. Плохий З. П. Формирование бережного и заботливого отношения к природе у детей 5-го и 6-го года жизни : на материале животного мира : диссертация ... кандидата педагогических наук : 13.00.01. – Киев, 1983. – 257 с.

12. Пономарева Л.И., Крежевских О.В. Взаимоотношения человека и природы: философский аспект // Известия УрГУ. – 2008. – № 60. – С. 155 – 162.

13. Шарапова И.А. Экологическое воспитание детей старшего дошкольного возраста в процессе познания ими окружающей природы : Автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.п.н. : Спец. 13.00.01 / Витеб. гос. ун-т. - Витебск, 1996. – 18 с.

© Е.А. Рублевская, Я.В. Дружинина,
И П. Карпученко, 2022

Глава 22.

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СЕТЕВЫХ ПРОЕКТОВ
В ЛИТЕРАТУРНОМ ОБРАЗОВАНИИ ШКОЛЬНИКОВ**

Быков Антон Валерьевич

к.ф.н., доцент

Шабалина Надежда Николаевна

ФГБОУ ВО «Елабужский институт (филиал)

Казанского федерального университета»

Аннотация: В последние десятилетия наблюдается спад читательской активности у подрастающего поколения, что значительно затрудняет решение образовательных задач, снижает культурный уровень. Новые условия современного литературного образования требуют новых подходов и инструментов для продвижения чтения. Подобными инструментами могут стать различные сетевые проекты: буктрейлер, интернет-форум, телемост. Цель данной статьи – рассмотреть новые информационные технологии и их роль в литературном образовании школьников. В результате проведенного исследования мы пришли к выводу, что данные методы повышают читательскую активность обучающихся, формируют читательские и коммуникативные компетенции, медийно-информационную грамотность.

Ключевые слова: сетевые проекты, буктрейлер, литературный блог, читательская активность, литературное образование, интернет-форум.

**EDUCATIONAL OPPORTUNITIES OF NETWORK PROJECTS
IN LITERARY EDUCATION OF SCHOOLCHILDREN**

Bykov Anton Valerievich

Shabalina Nadezhda Nikolaevna

Abstract: In recent decades, there has been a decline in reading activity among the younger generation, which significantly complicates the solution of

educational tasks, reduces the cultural level. The new conditions of modern literary education require new approaches and tools to promote reading. Various network projects can become such tools: booktrailer, Internet forum, teleconference. The purpose of this article is to consider new information technologies and their role in the literary education of schoolchildren. As a result of the conducted research, we came to the conclusion that these methods increase the reading activity of students, form reading and communicative competencies, media and information literacy.

Key words: network projects, booktrailer, literary blog, reader activity, literary education, Internet forum.

С начала XXI века происходит постепенное изменение образовательной реальности в российских школах, это связано с появлением компьютеров и интерактивных досок, различных образовательных платформ в сети Интернет. По мере развития цифровых технологий традиционные методы обучения отходят на второй план, уступая место современным, основанным на использовании виртуальных площадок и гаджетов. Инновационные методики преподавания литературы обусловили рождение сетевых проектов и последующее их включение в образовательный процесс (Г.А. Гукковский, Л.И. Мухамадеева, Е.В. Гусевская). Сетевые проекты, как составляющая интерактивных методов, являются инновационной технологией, имеющей большой потенциал в области преподавания литературы. Этим обусловлен интерес к сетевым проектам учителей-словесников, библиотекарей и студентов педагогического ВУЗа, которые в будущем планируют реализовывать свою профессиональную деятельность в общеобразовательном учреждении.

Традиционно литература, как учебная дисциплина средней общеобразовательной школы, включает в себя воспитательную, эстетическую и гностическую функции, которые способствуют эмоционально-духовному росту, формированию культурной грамотности и языковой картины мира учащегося. Данное понимание литературы предполагает всестороннее развитие личности ребёнка с помощью влияния художественных

произведений. А.С. Акбарышева в статье «Литературное образование и проблема читателя в школе» отмечает, что специфика литературы предполагает постоянное нахождение новых личностных смыслов школьниками при прочтении программного художественного произведения, однако в большинстве случаев глубокое понимание текста, осознание исторической обстановки описываемого периода заменяется поверхностным изучением творчества автора: «Вдумчивое, неспешное чтение с погружением в постижение множества смыслов, в процесс непрерывного смыслопорождения подменяется поверхностным скольжением по тексту» [2]. Подобная ограниченность восприятия литературного произведения, формальный характер подачи учебной информации вызывает у учащихся отторжение и нежелание вдумчиво анализировать текст, вследствие чего эстетическая, воспитательная и познавательные функции отходят на второй план. Таким образом, одна из главных проблем современного литературного образования – формирование грамотного читателя и осмысленного чтения. Т.Е. Беньковская обращает внимание на то, что в XXI веке проблема формирования грамотного читателя и смыслового чтения остаётся актуальной: «к сожалению, «книга как объект культуры, источник знаний, накопленного поколениями опыта, духовных идеалов, формирующий общее культурное и языковое пространство, интеллектуальную преемственность поколений, утрачивает свою роль» [1].

Спад читательской активности обусловлен использованием учителями-словесниками на уроках литературы традиционных методов по формированию читательского самосознания и интереса к книге как культурному объекту, предназначенного для отдыха. Данные методы – лекция, семинар и т.д. – далеко не всегда эффективны при работе с современными подростками, т.к. существенно ограничивают свободу высказывания по прочитанному тексту и не предполагают активное включение в интернет-пространство, в котором на данном этапе развития общества происходит приобщение подростков к социуму. Наиболее продуктивными приёмами по привлечению школьников к чтению художественной литературы являются инновационные технологии.

О.Г. Колесникова в статье «Продвижение книги и чтения в электронной среде» отмечает, что цифровые технологии способны значительно повысить читательскую активность среди подростковой аудитории и сформировать устойчивый интерес ребёнка к книге: «Новейшие информационные технологии способны развить не только доступ к чтению, но и мотивацию к нему» [3]. Использование сетевых технологий на уроках литературы позволит педагогам поднять статус чтения в глазах школьников, поспособствует формированию навыков сотрудничества в образовательном интернет-пространстве и даст возможность получить практические навыки по ведению читательского блога, развитию критического мышления и воображения. Наиболее популярными методами по формированию читательского самосознания школьников являются буктрейлер, интернет-форум, телемост.

В настоящее время метод буктрейлера является одним из самых распространённых, т.к. в XXI веке постоянно растёт объём информации, который нужно усвоить, и существенно сокращается временной ресурс, необходимый для её обработки. Поэтому удобным и быстрым способом знакомства читателя с книгой становится буктрейлер. Данный метод представляет собой демонстрацию короткого ознакомительного видеоролика длительностью не более трёх минут, созданного по книге. Цель таких роликов – пропаганда чтения (рассказать о книге, заинтересовать, заинтриговать читателя), привлечение внимания к книгам при помощи визуальных средств, характерных для трейлеров к кинофильмам. Буктрейлер как метод обучения способен повысить интерес читательской аудитории к изучаемому произведению посредством воздействия на учащихся зрительных и звуковых образов, направленных на получение эмоционального отклика и формирование потребности прочитать произведение.

Интернет-форум является популярной цифровой платформой для общения между несколькими пользователями Интернета на определённую тематику. Подобный сервис удобен для свободного и открытого обсуждения любой интересующей школьника книги. Также данная платформа позволяет учащимся не только делиться собственным мнением о прочитанной книге или оставлять полноценные рецензии, но и быстро получать необходимую

информацию от одноклассников, учителей-словесников, экспертов. Не всегда ученик на открытых цифровых ресурсах может найти ответы на вопросы, возникшие в ходе изучения произведения. Это обусловлено тем, что человек при осознанном, смысловом чтении перекладывает полученную информацию из книги на имеющийся у него опыт. Соответственно, извлекаемые смыслы носят сугубо субъективный характер и требуют более тщательного анализа. По этой причине интернет-форум становится своеобразным источником быстрого получения информации и рождения новых истин в ходе дискуссии. Также данная технология оказывает существенное влияние на формирование сетевой культуры общения, даёт учащимся возможность в неформальной обстановке поделиться собственным мнением о прочитанной книге.

Технология «телемост» в период пандемии стала одним из основных методов проведения занятий через интернет-платформу «Zoom» и/или «Microsoft Teams». Данная технология подразумевает взаимодействие между несколькими субъектами посредством аудио- и видеосвязи. Подобный формат проведения урока удобен, когда у учащегося нет возможности присутствовать на занятии. Также эта технология подходит для тех детей, которые боятся живую взаимодействие со своей учебной группой, таким образом, создаются комфортные условия обучения, т.к. ребёнок находится в привычных ему условиях. Стоит отметить, что телемост помогает учащимся не только овладевать новыми способами интерактивного взаимодействия с одноклассниками на расстоянии (демонстрация различных сервисов для создания видеороликов, инфографики и т.д.), но и улучшать коммуникативные навыки, слушать различные лекции о книгах, которые входят в список лучших. Одной из самых интересных возможностей данной технологии мы считаем способность напрямую задавать вопросы приглашённым на урок по литературе детским писателям, которые способны ответить на волнующие подростка вопросы лучше, чем кто-либо иной, и привлечь ребёнка к процессу осмысленного чтения.

Ярким примером формирования читательского самосознания с помощью цифровых технологий является интернет-форум <https://lubbooks.forum2x2.ru>, посвящённый любителям книг и начинающим

авторам (рисунок 1 в приложении). Проект привлекателен тем, что имеет удобную структуру, в рамках которой администраторы предлагают посетителям сайта список книг для чтения, в том числе наиболее интересные русские и зарубежные произведения XIX – XX веков (например, Ф.М. Достоевский «Преступление и наказание», Ф. Кафка «Превращение»). У пользователей форума имеется возможность задать любой вопрос аудитории или руководителям проекта по интересующей теме. Также в структуре сайта есть раздел, посвящённый написанию произведений различных родов литературы. Стоит отметить, что опубликованную лирику и прозу активно комментируют более опытные читатели, помогая таким образом выправить слог и откорректировать содержание написанного. Одним из самых интересных элементов данного форума мы считаем наличие различных литературных конкурсов, направленных на включение пользователей интернет-форума в активное сотворчество с другими участниками проекта: литературные дуэли, ролевые игры и т.д. Во время прохождения педагогической практики на базе общеобразовательной школы «Университетской» Еи КФУ нами был отмечен интерес шестиклассников к ролевым играм, являющимся одной из ступенек развития писательского таланта и языкового чутья. Дети, читающие подростковую литературу и пишущие художественные тексты, свободно высказывают своё мнение о прочитанном произведении на уроках литературы, не ограничивая себя какими-либо рамками. Стоит также отметить, что у таких учащихся наблюдается склонность к фантазированию, более развитое образное мышление и желание обсуждать современную литературу с педагогом. Ролевые игры представляют собой моделирование событий, происходящих в определённом мире в определённое время. Её участники вживаются в роль собственных героев, руководствуясь при этом характером своего персонажа и его внутренними убеждениями в рамках игровых реалий (также иногда

участники ролевой игры могут писать текст от лица одного и того же персонажа). Важной особенностью ролевой игры является наличие интриги, заключённой в неожиданных сюжетных поворотах. Это обусловлено тем, что учащиеся, участвующие в подобном мероприятии, не знают, как следующий игрок продолжит мысль.

Таким образом, ролевые игры, представленные в сообществах и на площадках, формируют у подростков языковое чутьё и, как говорилось ранее, развивают умение фантазировать, повышают читательскую грамотность. Также стоит отметить, что ролевые игры зачастую создаются по каким-то готовым произведениям со своей вселенной (например, вселенная Дж. Р.Р. Толкина по «Властелину колец»), а это предполагает, что участники игры должны хорошо знать цикл произведений определённого автора, понимать прочитанное и писать тексты строго в рамках вымышленного мира. Ребёнку, вовлечённому в процесс ролевой игры необходимо читать, чтобы в ней участвовать, т.е., таким образом, у подростка появляется внутренняя мотивация к чтению литературы.

Стоит сказать о том, что вышеперечисленные технологии способны формировать читательское самосознание у школьников за счёт более комфортных условий обучения, возможности открыто демонстрировать собственную точку зрения на прочитанную книгу. Различные интернет-площадки помогают вести дискуссии на расстоянии, встречаться на конференциях и напрямую общаться с детскими писателями, которые действительно понимают проблемы и страхи подростковой аудитории, могут не только привлечь к прочтению художественного текста, но и поделиться опытом, стать своеобразным авторитетом для ребёнка. Цифровые возможности блога представляются нам более масштабными, чем потенциал форума, и дают больше практических навыков учащимся при освоении его ресурсов. Например, при ведении блога ребёнок использует не только текст,

но и графические материалы (схемы сюжетов, таблицы, рисунки, кластеры по прочитанным произведениям), которые он может подготовить самостоятельно дома при помощи различных редакторов (наиболее популярной в настоящее время является «Canva»). Данное приложение/сайт имеет широкий спектр возможностей, т.к. с помощью него учащийся может создавать красочные стильные презентации, инфографику, афиши и плакаты, даже электронные книги, которые он может использовать для наполнения своего читательского блога. Подобные поликодовые тексты позволяют ребёнку намного легче усвоить информацию и научиться корректно формулировать свои мысли, открыто демонстрировать их широкой публике. Стоит отметить, что образовательный потенциал сетевых проектов помимо вышеуказанных практических навыков, способен развивать умение юного читателя не только верно излагать свою точку зрения на прочитанный текст, но и анализировать его, формируя аналитическое мышление и коммуникативную грамотность посредством взаимодействия с виртуальным пространством. Немаловажным является то, что ребёнок сам учится отбирать литературу для чтения, делиться мнением об интересном произведении с другими, составлять собственной список литературы, которую он мог бы порекомендовать своим одноклассникам и близким.

Одним из таких блогов в социальной сети «ВКонтакте» является <https://vk.com/avemsomnia>, созданный нами несколько лет назад в сотрудничестве с учащимися и студентами города Москвы, Елабуги, Барнаула, Минска и т.д. Данный проект посвящён расширению читательского кругозора и развитию писательского ремесла. На площадке публикуются не только эстетически оформленные подборки интересных зарубежных авторов, которые изучались самими участниками блога, но и кратко рассказывается, чему посвящены произведения. Качество подобных записей позволяет сделать вывод о том, что учащиеся и администраторы проекта сознательно подходят к

ведению сообщества. Также стоит отметить, что блог наполнен различными авторскими наблюдениями над художественными явлениями: например, в нём рассказывается о символах, о том, что представляет из себя художественный образ, как писать логлайны (краткое изложение содержания книги, созданное с целью вызвать у аудитории желание прочесть произведение), слитное и раздельное написание НЕ и т.д. (рисунок 1).



Рис. 1. Написание «Не»

Данные публикации, созданные учащимися, формируют у старшеклассников навыки структурирования, анализа информации и развития коммуникативной компетенции в сети Интернет, т.к. каждая запись обращена к читателям и предполагает обратную связь, а значит, общение. На цифровой площадке помимо «образовательной» составляющей имеются и художественные тексты, сочинённые несколькими авторами: среди них выпускник МБОУ «Средней школы №10» г. Елабуги Артур Гараев.

В качестве примера для выявления читательского и писательского потенциала блога нам хотелось бы привести два текста одного из авторов нашего проекта Артура Гараева. В первом тексте, написанном в начале его творческого пути, присутствуют речевые ошибки (многословие, тавтология), не хватает образных средств выразительности и словарного запаса. Стоит сказать, что данный текст был написан до участия в совместном проекте:

«Было тринадцатое марта. Пять часов пятьдесят минут утра. Среда. За окном валил снег, свежий утренний воздух проникал в комнату через открытую форточку и делал помещение прохладным. Я резко проснулся от увиденного мною сна. По-видимому, на мне тогда не было лица, так как оно было полностью покрыто грустью. Я никогда прежде ничего подобного во сне не видел» (отрывок из «Сон как знак судьбы». Автор – Артур Гараев).

Во втором тексте, написанном совместно с участниками блога, можно отметить отсутствие лексических ошибок, наличие образных средств выражения, описательность, появляется эмоциональность в тексте, ассоциативность, которые делают произведение по-настоящему интересным для читателей: «Январь. Тяжелые, серые облака застилали небо. Лишь редкие лучи солнечного света падали на землю. Вокруг всё белым-бело: на скамейках, на крышах домов, на деревьях лежал слой пушистых снежинок. Они кружились в воздухе как стайки белых мотыльков, то взмывая высоко-высоко в небо, то вихрем обрушиваясь вниз. Люди куда-то спешили, оставляя на снегу цепочки следов, которые переплетались между собой...» (отрывок из «Мир». Автор – Артур Гараев).

Сравнительный анализ текста из раннего творчества А.Гараева и текста «современного», написанного позднее, говорит о том, что взаимодействие с пишущими людьми, совместное ведение блога, чтение других авторов формирует у учащегося языковое чутьё, умение осознанно и правильно использовать богатство русского языка. Можно сказать о том, что блог становится благоприятной почвой, которая прививает вкус к литературе и учит правильно использовать собственный лексический запас учащегося, заставляет расширять его и искать действительно интересные зарубежные и русские произведения, возвращая, таким образом, любовь к литературе в целом.

Таким образом, блог становится своеобразной средой формирования читательского самосознания посредством активного включения ученика в творческую деятельность по созданию и наполнению сообщества/странички, посвящённой художественным произведениям. Вследствие этого ученик не только получает читательский опыт, но и приобретает ряд практических

навыков, необходимых в любой сфере человеческой жизни в эпоху компьютеризации. Так читательский блог преобразуется в глобальный интернет-проект, который способен поднять статус чтения в глазах школьников.

По мнению Н.В. Кубрак и Г.А. Шаповаловой, «сетевой проект – это образовательное пространство учебно-исследовательской деятельности, организованное посредством социального партнерства в сетевых сервисах Web 2.0.» [19]. Данный проект подразумевает совместную исследовательскую, познавательную или творческую деятельность учащихся в сети Интернет, направленную на получение конкретного результата при помощи различных виртуальных технологий. Сетевые проекты привлекательны тем, что позволяют детям не только получать образовательный минимум по предмету путём самостоятельного изучения огромного информационного пласта, но и приобретать практические навыки по взаимодействию с различными сетевыми ресурсами и цифровыми инструментами (например, электронными досками «Padlet», «Miro», «Jamboard»), которые могут помочь учащимся при презентации какого-либо прочитанного произведения на уроке или видеоконференции. Знания, получаемые в ходе проекта, в дальнейшем понадобятся ученику для формирования надпрофессиональных навыков.

Стоит отметить, что сетевой проект во многом схож с исследовательским: в обеих технологиях присутствуют такие элементы, как проблема, цель, задачи, методика анализа текстового материала и демонстрация результатов. Главным отличием сетевого проекта, посвящённого художественной литературе, от исследовательского является то, что все работы, направленные на достижение цели исследования, проводятся в сети Интернет, средствами организации подобной образовательной деятельности становятся различные рассылки, электронные книги, буктрейлеры, сетевые социальные сервисы, общение в реальном времени через аудио- и видеоконференции. Е.В. Качева в статье «Сетевые проекты как инструмент развития читательской активности» говорит о том, что учащимся не интересно работать с традиционными источниками информации (печатными книгами). По этой причине досуг ребёнка, общение,

даже учебный процесс, а именно развитие читательского самосознания и повышение грамотности, умение интерпретировать текст с дальнейшим смыслопорождением переносится в цифровую сферу: «На ситуацию в сфере детско-юношеского чтения значительно влияет компьютеризация, которая подвергла существенным изменениям социальные отношения людей в процессах образования, досуговой деятельности и повседневного общения и в то же время дала толчок к развитию новых практик чтения» [15]. При разработке сетевого проекта подростки учатся работать с объёмными текстами в течение короткого промежутка времени, осмыслять их с учётом специфики изучаемой темы и распределять обязанности через телекоммуникационные средства связи на расстоянии, участвуя, таким образом в командообразовании, которое делает процесс обучения более эффективным. Однако, несмотря на все преимущества, данная технология не используется педагогами массово на уроках литературы и нечасто применяется при проведении различных мероприятий библиотекарями в российских школах. Это связано с малым распространением сетевой проектной деятельности в школьной среде, т.к. разработка сетевого проекта требует от самого учителя развитых навыков по взаимодействию с различными цифровыми площадками и инструментами: например, учитель-словесник должен понимать, как строится видеомонтаж, какую программу для этого использовать, как создать сайт при необходимости и т.д. Однако далеко не все педагоги владеют компетенцией ИКТ, по этой причине создание сетевого проекта в рамках школьных предметов не всегда представляется возможным.

В качестве примера нам хотелось бы привести комплексную разработку педагога Макаровой О.В. МАОУ «Гимназии №56» г. Ижевска, состоящую из теории и практики создания сетевого проекта. На сайте <https://sites.google.com/a/labore.ru/kcp/distancionnye-proekty-dla-ucasihsa> представлена информация о том, что даёт сетевой проект учащимся, какие навыки он способен развить у них (рисунок 4 в приложении). По мнению О.В. Макаровой, у учащегося помимо метапредметных компетенций формируются и дистанционные, которые так необходимы для последующего взаимодействия с социумом с

учётом глобальной компьютеризации образовательной школьной среды. В рамках этого проекта педагог рассказывает, с помощью каких сервисов можно создать основу для сетевого проекта и подробно объясняет, как ими пользоваться, чтобы создать виртуальную стенгазету, электронную карту знаний: <http://wikiwall.ru>, <https://bubbl.us>, <https://www.popplet.com> и т.д. Стоит отметить, что её проект не посвящён конкретной школьной дисциплине, он носит надпредметный характер. По этой причине нами был рассмотрен сетевой проект литературной направленности «Дыши творчеством», созданный при поддержке педагогов школ г. Елабуги, старшеклассников, студентов филологического отделения и преподавателей кафедры русского языка и литературы Еи КФУ. Данный проект направлен на развитие писательского ремесла, которое впоследствии стимулирует учащихся к осознанной читательской деятельности. На очном этапе произведения участников получают оценку жюри, состоящего из преподавательского состава филологического отделения, затем сами дети сравнивают свои работы и работы других конкурсантов и выявляют недочёты. Это необходимо для того, чтобы дети сумели не только получить победу в конкурсе, но и смогли с помощью наставников по достоинству оценить положительные стороны своего текста, т.е. улучшить свой творческий навык посредством литературы. Проект построен так, что ребёнок, участвуя в данном конкурсе, попадает в ситуацию необходимости обращения к литературным источникам, т.е. к произведениям. А это значит, что учащийся не только развивает способности к написанию художественных текстов, но и повышает читательскую грамотность.

Таким образом, сетевой проект имеет ряд особенностей, связанных с ведением ученической деятельности на различных цифровых площадках. Данный вид работы требует от педагога и ученика умения владеть компьютерными технологиями и применять их в ходе изучения какой-либо проблемы, именно поэтому разработка сетевого проекта вызывает у учителей-словесников и учеников определенные трудности. Однако исследователи отмечают высокий образовательный потенциал данного вида деятельности, так как он заставляет ребёнка анализировать произведение с помощью

интернет-ресурсов и учиться самостоятельно обрабатывать большие информационные пласты, т.е. повышать читательскую грамотность, привлекая современные технологии.

Изначально проект был создан в 2016 году в социальной сети «ВКонтакте», как цифровая площадка исключительно для публикации художественных произведений начинающих авторов (в основном это учащиеся среднего и старшего звена). Однако позже данный проект эволюционировал в образовательный, сохранив при этом ориентацию на творчество юных писателей.

Говоря о методических рекомендациях по наполнению читательского проекта, хочется отметить, что в содержание площадки стоит включить образовательный контент, изложенный просто и доступно. Подростку легче строить осмысленные высказывания, создавать творческий продукт, если он понимает, как это сделать, как улучшить или как исправить недочёты при написании текста. Информацию стоит подавать в сжатом блочном виде, при этом излагать структурировано и приводить примеры. Ребёнок, изучая информационную часть сетевого проекта, повышает свою грамотность, учится анализировать собственный текст и обращать внимание на детали. Ещё одним полезным и важным элементом при разработке сетевого проекта является наставничество. Когда подростки впервые попадают в среду сетевого проекта, у них возникают трудности при написании первых текстов, т.к. они не понимают, о чём стоит писать, как написать, каким образом отредактировать текст, что читать, чтобы повысить свою читательскую грамотность и т.д. Очень часто юные писатели и читатели отказываются от дальнейшей творческой деятельности в этой сфере, считая, что «это не их». По этой причине постоянное сопровождение ребёнка, заключающееся в подборе индивидуальных заданий на развитие языкового чутья, писательского навыка (например, рассказ из шести слов, описание психически напряжённой ситуации от лица второстепенного персонажа, написание скетчей на заданную тему, создание синквейна, кластера), обогащении словарного запаса, позволяет ученику успешно адаптироваться и обрести мотивацию для того, чтобы дальше творить и читать.

Интересным видом заданий являются интерактивы, как внутри чата сетевого проекта, так и в самом сообществе, направленные на игру со словами, поиск каламбуров, продумывание развития вымышленных событий, написание коротких текстов. Данные задания развивают у учащегося логико-понятийный аппарат, внимательность к написанному. Главной особенностью интерактивов является вовлечение участников проекта в игру и комфортное общение. Сложным, но в то же время увлекательным является самостоятельное создание записей-рубрик на определённую тематику. Например, ученику для того, чтобы вести собственную рубрику по составлению списков для чтения, необходимо постоянно читать. В этом случае учащийся не только включается в процесс изучения литературы, но и активизирует свои творческие способности, т.е. в этом случае осуществляется анализ художественного материала и синтез нового продукта.

Одним из передовых методов изучения литературы является «сторигейм» или «книга-игра». Его суть заключается в создании текстового квеста, истории по художественному произведению на специальном сайте. Это своего рода интерактивная игра, предполагающая выбор действий/реплик персонажа, которые влияют на сюжетный ход. Таким образом, можно узнать, читал учащийся текст, или же заинтересовать нечитающего ученика. Особенностью этого метода является универсальность, т.е. он подходит и для младшего, и для старшего возраста. В связи с появлением «сторигейма» востребованными и популярными становятся визуальные новеллы, которые так же можно использовать для повышения интереса юной читательской аудитории к произведениям. Отличительным признаком данных новелл является наличие в них интерактивного элемента, т.е. учащийся не только движется по сюжету, но и в процессе игры узнаёт небольшие исторические факты из самого произведения. Однако их существенный недостаток кроется в невозможности создать самому педагогу подобную игру, т.к. работа над визуальной новеллой предполагает создание не только визуального наполнения игры, но и умение владеть навыками программирования. В качестве рекомендации мы можем предложить ознакомиться с визуальными

новеллами, созданными по мотивам произведений западной литературы, от студии «MazM (Story Games, Interactive Drama) Adventure» – «Призрак оперы», «Доктор Джекил и мистер Хайд».

Таким образом, сетевой проект имеет ряд особенностей, связанных с ведением ученической деятельности на различных цифровых площадках. Данный вид работы требует от педагога и ученика умения владеть компьютерными технологиями и применять их в ходе изучения какой-либо проблемы, именно поэтому разработка сетевого проекта вызывает у учителей-словесников и учеников определенные трудности. Однако исследователи отмечают высокий образовательный потенциал данного вида деятельности, т.к. он заставляет ребёнка анализировать произведение с помощью интернет-ресурсов и учиться самостоятельно обрабатывать большие информационные пласты, т.е. повышать читательскую грамотность, привлекая современные технологии.

Список литературы

1. Черных А.Г. Сетевые проекты как инновационная форма продвижения книги и чтения в школьной библиотеке <https://urok.1sept.ru/articles/684055>
2. Хачикян Е.И., Масленниковой О.В., Чолахсаевой Е.В. «Практика анализа художественных текстов в современной школе» http://www2.bigpi.biysk.ru/nir2016/file/unid_07_12_2020_09_34_16.pdf#page=752
3. Полькина С.Н. Особенности содержания литературного образования в школе в контексте различных подходов <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-soderzhaniya-literaturnogo-obrazovaniya-v-shkole-v-kontekste-razlichnyh-podhodov>

© Быков А.В., Шабалина Н.Н., 2022

Глава 23.

**ЯЗЫКОВАЯ СИТУАЦИЯ В ЗАМОРСКОМ СООБЩЕСТВЕ
ФРАНЦИИ СЕН-ПЬЕР И МИКЕЛОН**

Кожемякина Валентина Алексеевна

канд. филол. наук, доцент, ст. науч. сотр.

Институт языкознания РАН

Аннотация: В статье представлены динамика языковой ситуации на французских островах Сен-Пьер и Микелон и ее характеристика на современном этапе. Показаны особенности использования французского языка в регулируемых государством сферах коммуникации и при межличностном общении. Также приведены законы, принятые во Франции и касающиеся использования языков в заморских департаментах и сообществах Франции.

Ключевые слова: социолингвистика, языковая политика, языковая ситуация, языковое законодательство, законы о языках, функционирование языков в коммуникативных сферах, официальный язык, социальные функции языка.

**LANGUAGE SITUATION IN THE FRENCH OVERSEAS
COMMUNITY SAINT PIERRE AND MIQUELON**

Kozhemyakina Valentina Alekseevna

Abstract: The article presents the dynamics of the language situation in the overseas community of France Saint-Pierre and Miquelon and its characteristics at the present stage. The features of the use of the French language in the spheres of communication regulated by the state and in interpersonal communication are shown. The laws adopted in France concerning the use of languages in the overseas departments and communities of France are also given.

Key words: sociolinguistics, language policy, language situation, language legislation, language laws, functioning of languages in state-regulated spheres of communication, official language, social functions of language.

Вопрос сохранения и функционирования языков бывших колоний Франции особенно актуален в современную эпоху, когда язык метрополии начинает занимать главенствующее положение во всех сферах коммуникации данных территорий в силу своей распространенности и перспективности.

Имеющиеся научные работы по исследуемому региону обычно описывают исторические факты и географическое положение островов Сен-Пьер и Микелон, не затрагивая социолингвистическую и демографическую характеристики данных островов [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7].

Но поскольку современная языковая ситуация заморского сообщества Сен-Пьер и Микелон неразрывно связана с историей колонизации этих островов и постоянным военным противостоянием Франции и Англии на американском континенте, следует кратко остановиться на основных вехах истории заселения данных островов, которые излагаются на основании указанных выше трудов.

Острова Сен-Пьер (фр. Saint-Pierre) и Микелон (фр. Miquelon) составляют небольшой архипелаг общей площадью 242 км², расположенный в 25 км к юго-западу от канадского острова Ньюфаундленд и в 300 км от города Сидней (канадская провинция Новая Шотландия).

Этот архипелаг состоит из двух основных островов – Сен-Пьер (26 км²) на юго-востоке и Микелон, который связан с островом Ланглад песчаной косой (эти два острова имеют общую площадь 205 км²). Возле них расположены еще шесть малых необитаемых островов у восточного и северного побережья острова Сен-Пьер, в частности Зеленый (île Verte), Победителей (île aux Vainqueurs), Моряков (île aux Marins), остров Гран-Коломбье (île du Grand-Colombier), остров Пти-Коломбье (île du Petit-Colombier) и Голубиный остров (île aux Pigeons) [1; 7] (Рис. 1).

Берега островов труднодоступны, т.к. обрывисты и сильно изрезаны. В силу своего северного местонахождения климат здесь прохладный. Зима

вследствие влияния океана довольно мягкая, но снежная. Для большей части года характерна облачная погода с осадками и сильным ветром.



Рис. 1. Карта островов Сен-Пьер и Микелон

Особенности рельефа (обрывистые склоны холмов, обилие валунов, значительные площади дюн и болот) и климата затрудняют произрастание древесной растительности. Леса растут в долинах, на пологих склонах холмов, а также на защищенных от ветра участках. Со времени заселения островов (с XVII века) площадь лесов сильно сократилась из-за заготовки древесины на дрова [1; 7; 8].

До прихода европейцев острова архипелага Сен-Пьер и Микелон были заселены индейскими племенами беотук. Известно, что они населяли остров Ньюфаундленд с 200 г. до н.э., но были постепенно вытеснены европейцами в период колонизации. Беотуки были одними из первых индейских племен, вступивших в контакт с европейцами во время европейской колонизации Северной Америки. Именно от беотуков происходит европейский термин «краснокожие», поскольку беотуки раскрашивали охрой свою одежду и лица [7].

Еще задолго до начала официальной колонизации бретонские и нормандские рыбаки начиная с 1504 г. прибывали на сезонной основе на остров Сен-Пьер и отправлялись ловить рыбу в водах Ньюфаундленда, где в изобилии водилась треска; в это же время баски охотились здесь на китов. Но официально зафиксированное открытие этих островов произошло 21 октября 1520 г. португальским мореплавателем Хуаном Альваресом Фагендесом (José Alvarez Faguendes), который, обойдя берега Новой Шотландии, залив Святого Лаврентия и южное побережье, увидел архипелаг Сен-Пьер и Микелон, названный им «Островами одиннадцати тысяч девственниц», так как увидел эти острова в день почитания христианской святой, героини агиографической легенды Святой Урсулы и ее подруг [9].

Острова были открыты французами во время второй экспедиции Жака Картье в Канаду в 1535 г. Картье воспользовался своим пребыванием для того, чтобы официально вступить во владение островами от имени короля Франции Франциска I. Однако освоение островов началось только в следующем веке, когда рыбаки из Нормандии и Бретани основали здесь первое постоянное поселение в 1604 г. [1].

Острова получили название еще до экспедиции Жака Картье, который только использовал инсулонимы, уже зафиксированные на картах, начиная с 1530 г. В последующие годы баски и рыбаки из Сен-Мало использовали названия островов Сен-Пьер и Микето, или Миклон (позднее Микелон), чтобы обозначить архипелаг.[7].

Можно предположить, что название Микелон баскского происхождения, так как Сан-Мигель (Сен-Мишель или Микаэль) является

покровителем испанских басков. Кроме того, Самуэль де Шамплен в 1612 г. использовал названия «остров Микелон-Ланглад» и «Острова Басков». Согласно этой теории, название Сан-Мигель было последовательно изменено от Микето до Микелон [9].

Примерно в 1604 г. были созданы поселения на островах, в том числе города на острове Сен-Пьер. Они были построены бретонскими, нормандскими и баскскими рыбаками. Многие бретонцы, особенно родом из Сен-Мало, продолжали еще долго использовать Сен-Пьер в качестве сезонной рыболовецкой базы. Французы, для обеспечения своей безопасности, призывали своих союзников из племени микмак, живших на Ньюфаундленде, для отражения нападений воинственных беотуков.

Начиная с 1650 г. архипелаг Сен-Пьер и Микелон стал частью французской колонии Плезанс (Plaisance), расположенной на острове Ньюфаундленд, в которой проживали в основном носители акадийского варианта французского языка Северной Америки. Острова перешли под прямую юрисдикцию губернатора, который проживал в Плезанс, с 1662 г. эта колония являлась отдельным субъектом в большой французской колонии Северной Америки – Новой Франции. Город Плезанс (в настоящее время – Плаценция (Placentia)) был выбран Людовиком XIV в качестве административной столицы для французских жителей острова Ньюфаундленд, для того чтобы не оставлять весь большой остров англичанам. В то время французские и английские рыбаки жили в определенном согласии – французы занимали преимущественно южное побережье, а англичане – восточное, где основали город Сент-Джонс; баски, бретонцы и норманны располагались на западном побережье [7].

В период между 1678 и 1688 гг. французы (вместе с басками) насчитывали около 20 000 человек, занятых на рыбной ловле в Ньюфаундленде, и около 300 кораблей, что вдвое превышало присутствие на острове англичан. Но колония Ньюфаундленд оказалась чрезвычайно слабой, несмотря на все финансовые и военные усилия короля. Внутренние экономические проблемы, некомпетентность французских губернаторов, скудные сельскохозяйственные ресурсы территории и этнические конфликты между басками, выходцами из Сен-Мало, Ла-Рошель и норманнами, ослабили

колонию Плезанс и весь небольшой архипелаг Сен- Пьер и Микелон [6, с. 17–24].

С конца XVII века и во время войны за испанское наследство (1701–1713 гг.) все французские поселения в Северной Америке, следовательно, также Сен-Пьер и Микелон, ощущали нестабильность своего положения из-за продолжающегося конфликта между Великобританией и Францией. С 1690 по 1814 гг. архипелаг Сен-Пьер и Микелон переходил девять раз то к англичанам, то к французам, четыре раза был опустошен, и все жители были депортированы (табл. 1).

Таблица 1

Переходы островов под юрисдикцию разных стран

Период	Количество лет	Страна
1604–1713	109	Франция
1713–1763	50	Великобритания
1763–1778	25	Франция
1778–1783	5	Великобритания
1783–1793	10	Франция
1793–1796	2	Великобритания
1796–1802	6	Свободная территория
1802–1803	1	Франция
1803–1816	13	Великобритания
1816–	–	Франция

Баски и выходцы из Сен-Мало никогда не ставили задачу сохранить свой язык, проживая на архипелаге, и не только потому, что они, как правило, говорили по-французски, а потому что постоянно депортировались англичанами, что исключало возможность формирования любого постоянного поселения отдельных этнических групп. В 1697 г. был подписан Рисвикский мирный договор (traité de Ryswick), заключением которого закончилась война Аугсбургской Лиги против Франции. Французы сохранили Акадию и Плезанс, в то время как англичане вернули себе свои старые поселения Ньюфаундленда. Остров Ньюфаундленд по-прежнему оставался под двойной юрисдикцией: английский север с Сент-Джонс и французский юг с Плезанс.

Но конфликты между французским и английским поселениями возобновились с новой силой после подписания мирного договора.

Когда Франция проиграла войну в Европе, то по Утрехтскому договору в 1713 г. она потеряла остров Ньюфаундленд (в том числе город и крепость Плезанс), рыболовецкие базы Лабрадора и архипелаг Сен-Пьер и Микелон, получивший английское название St. Peter's Island. Франции удалось сохранить только Кап-Бретон, который был переименован в Королевский остров (Ile Royale), для снабжения необходимым своих промысловых эскадр и флотов, а также остров Сен-Жан (ныне остров Принца Эдуарда). Часть населения Сен-Пьер и Микелон была тогда депортирована на французские острова Королевский и Сен-Жан. Некоторые из депортированных жителей архипелага Сен-Пьер и Микелон, которые пережили исход в 1713 г., были перемещены в английские владения Северной Америки. Поселение Сен-Пьер стало небольшим английским рыболовецким портом [6, с. 17–24].

При передаче Ньюфаундленда Англии английские рыбаки получили сохранившиеся сооружения Франции, и на остров прибыло много переселенцев с юго-запада Англии. Из преимущественно франкоговорящего остров Ньюфаундленд стал англо-ирландским, включая и архипелаг Сен-Пьер и Микелон [6]. Тем не менее Франция на долгое время сохранила за собой право заниматься рыбным промыслом в водах Ньюфаундленда и право создавать запасы сухой трески на побережье при условии не организовывать постоянные поселения. С 1713 г. деятельность французских рыбаков была ограничена тем, что позже назовут «французской зоной», то есть северным побережьем острова, между мысом Бонависта (Bonavista), и мысом Риш (Riche) на западе. Парижский договор 1763 г. расширил район промысла рыболовов, включая архипелаг Сен-Пьер и Микелон как базу снабжения [8].

После поражения на полях Авраама в Квебеке в 1759 г. и в конце Семилетней войны в Европе (1763 г.) Франция потеряла все свои североамериканские колонии, но вернула небольшой архипелаг Сен-Пьер и Микелон, который ранее был потерян по Утрехтскому договору 1713 г. Франции удалось сохранить свои привилегии во «французской зоне» на

Ньюфаундленде, и она использовала Сен-Пьер в качестве базы снабжения [5, с. 81–83].

По Парижскому договору 1763 г. Франции удалось вернуть в качестве «компенсации» от британского правительства эти два небольших острова к югу от Ньюфаундленда. После долгих переговоров Великобритания приняла возвращение архипелага Сен-Пьер и Микелон на определенных условиях. Вот положения статей 5 и 6 Договора (все цитаты в тексте переведены автором):

«Статья 5.

Подданные французской короны получают право на рыболовный промысел и на сушку рыбы на берегах Ньюфаундленда, как это указано в статье 13 Утрехтского договора [...], и его Величество Король Великобритании соглашается оставить право на рыболовный промысел подданным самого христианского короля в Заливе Святого Лаврентия при условии, что подданные Франции будут осуществлять данный промысел на расстоянии трех лье от всех берегов, принадлежащих Великобритании как на континенте, так и на островах, расположенных в указанном Заливе Сен-Лоран. [...]

Статья 6.

«Король Великобритании уступает острова Сен-Пьер и Микелон в полное владение самому христианскому Величеству, чтобы они могли служить в качестве жилья для французских рыбаков. И его Величество, самый христианский король, обязуется не возводить на указанных островах укрепления, а строить только сооружения гражданского назначения для удобства рыболовства и содержать на них охрану полицейскими только из пятидесяти мужчин» [10].

Начиная с 1763 г. франкоязычное население островов стало увеличиваться: 800 акадийцев, жертв «Великого Потрясения» (депортации) 1755 г. начали прибывать в этот район, чтобы найти убежище на архипелаге Сен-Пьер и Микелон [6, с. 69].

Во время американской войны за независимость (1775–1782 гг.) Франция встала на сторону американцев, что вызвало новое британское вторжение. В 1778 г. британским флотом во главе с адмиралом Монтегю были захвачены острова Сен-Пьер и Микелон, уничтожены все островные объекты

и депортированы во Францию все жители, которых насчитывалось около 1300 чел. Следовательно, несчастные акадийцы снова были высланы во Францию.

Через несколько лет Версальский договор 1783 г. вернул этот архипелаг Франции и около 600 акадийцев возвратились на остров Сен-Пьер на некоторое время. Французские права на рыбный промысел продолжали сохраняться на большей части северного побережья Ньюфаундленда. Однако в 1783 г. были внесены изменения, когда «французская зона» была ограничена западным побережьем острова вплоть до 1904 г., когда все эти права были аннулированы [9; 11].

В 1789 г. произошла Французская революция, этим воспользовались англичане, чтобы вновь напасть на архипелаг. Французам пришлось капитулировать, и население в 1200 жителей, в основном акадийцы, снова было выслано сначала в Новую Шотландию (г. Галифакс), на Нормандские острова и в Англию, а затем частично репатриированы во Францию.

Амьенский договор (1802 г.) вернул Сен-Пьер и Микелон Франции (статья 15): «От имени французского народа Бонапарт, Первый консул, объявил Законом Республики следующий указ, принятый Законодательным Органом 30 Флореаля X года (20 мая 1801 г.), в соответствии с предложением, внесенным правительством 16-го числа того же месяца (6 мая 1801 г.), переданный в трибунал на следующий день:

«XV. Рыболовство на побережье Ньюфаундленда, соседних островах и в заливе Святого Лаврентия восстановлены на том же уровне, на каком они были до войны. Французские рыбаки Ньюфаундленда и жители островов Сен-Пьер и Микелон могут рубить древесину, если они будут в этом нуждаться, в заливах Фортуны и Дезеспуар в течение первого года с даты уведомления об этом Договоре» [12].

Однако Франция снова потеряла свой архипелаг в 1803 г. – в то время, когда Великобритания была в состоянии войны с наполеоновской Францией. Только после битвы при Ватерлоо в июне 1815 г. французские дипломаты смогли включить в условия второго Парижского договора 1815 г. передачу Франции островов Сен-Пьер и Микелон.

В июне 1816 г. бывшие поселенцы и их семьи вернулись, чтобы снова обосноваться на архипелаге Сен-Пьер и Микелон, но они высадились на

абсолютно пустынную землю, как и в день открытия архипелага, потому что все было уничтожено британцами. Поэтому можно сказать, что нынешнее население Сен-Пьер и Микелон ведет свою историю от колонизации 1816 г. и акадийцы являются самой древней этнической группой населения.

Следует отметить, однако, что акадийцы с острова Сен-Пьер восходили к акадийцам, поселившимся в колонии Ньюфаундленд, в частности, в его «французской столице» Плезанс.

Что касается акадийцев острова Микелон, они были в основном выходцами из Бобасен (Beaubassin) и Босежур (Beauséjour) в Новой Шотландии. История акадийцев на островах Сен-Пьер и Микелон представляет собой череду последовательных депортаций и репатриаций, которые они пережили: по меньшей мере четыре раза они были переселены.

С тех пор, как архипелаг Сен-Пьер и Микелон перешел окончательно под юрисдикцию Франции, разрушения на архипелаге продолжались уже по другим причинам. Трижды: в 1844, в 1865 и в 1867 гг. серьезные пожары уничтожали каждый раз или большую часть, или весь город Сен-Пьер.

Можно сказать, что французская колонизация этого небольшого архипелага проходила с особыми трудностями. К этому следует добавить тот факт, что архипелаг Сен-Пьер и Микелон находился во враждебном окружении, так как рыбаки Ньюфаундленда часто оспаривали права французов на рыболовство в этих водах, задерживая рыбаков с островов Сен-Пьер и Микелон и конфискуя их лодки.

В 1783 г. Версальский договор привел к изменениям во французской рыболовной зоне. Франция, союзник Соединенных Штатов, добилась расширения «французской зоны», а также включения права Франции в этой области в договор.

Статья 5 Версальского договора 1783 г. изменила район промысла, а в статье 6 острова Сен-Пьер и Микелон отходили полностью под власть короля Франции [13].

В 1904 г. Франция потеряла свои права на использование берегов западного побережья Ньюфаундленда, ей было оставлено только право ловить рыбу в водах Ньюфаундленда. Другими словами, французские рыбаки

сохранили право ловить рыбу в тех же пределах, но им не позволялось высаживаться на берег и использовать побережье.

Во время Второй мировой войны соседняя Канада готовила, с согласия США, проект высадки своих военных сил на архипелаг Сен-Пьер и Микелон с целью захвата островов. Тем не менее эта операция не была осуществлена [7]. В 1941 г. французские военные моряки заняли Сен-Пьер и Микелон без уведомления канадских властей.

Архипелаг Сен-Пьер и Микелон получил статус заморского департамента Франции (DOM) в 1976 г. и территориального сообщества Французской Республики в 1985 г., а в 2003 г. – заморского территориального сообщества. На архипелаге расположены только два города: Сен-Пьер – столица, где по последней переписи 2016 г. проживает основное население острова – 5 412 чел., и Микелон, где живут 596 человек. [14].

Этот небольшой французский архипелаг в Северной Америке насчитывает в 2019 г. только 6 008 жителей, все они являются франкоязычными. Почти все население (90 %) проживает на острове Сен-Пьер общей площадью всего 26 км². Острова Микелон и Лангланс, площадью 216 квадратных километров, насчитывают незначительное количество жителей [14].

Жители Сен-Пьера акадийского происхождения составляют старейший слой населения, хотя в настоящее время они являются на архипелаге меньшинством. Что касается потомков баскского происхождения, которые еще населяют архипелаг, они утратили свой язык в течение долгого проживания в этом регионе. Имеются сведения, что многие из них говорили на баскском языке вплоть до начала XX века.

Большинство басков, которые поселились на архипелаге, говорили, скорее всего, на лабурдинском, так как они прибыли сюда из баскской провинции Лабур.

Что касается бретонских и нормандских потомков, они быстро перешли на французский язык, как, впрочем, сделали все поселенцы в Новой Франции в XVII и XVIII веках. Однако несколько сотен переселенцев из Нормандии прибыли сюда в более поздний период – в XIX веке. Они приехали в

основном из района залива Мон-Сен-Мишель и городов Гранвиль и Авранш. В настоящее время жители архипелага Сен-Пьер и Микелон, несмотря на небольшой акцент, говорят на французском языке метрополии [9].

Жители Сен-Пьер в настоящее время продолжают заниматься рыболовством и переработкой рыбы. Лов рыбы, в основном трески, ведется мелкими судами в прибрежных водах. Рыба и продукты из рыбы (в том числе корм для животных) в небольших количествах идут на экспорт.

Сельское хозяйство на островах не развито из-за низкого плодородия почв, большой влажности, недостатка солнечного тепла и света, поэтому значительная часть продовольствия, а также промышленные товары и топливо импортируются. Архипелаг ежегодно получает от Франции финансовую дотацию.

В 1976 г. архипелаг получил статус французского заморского департамента. По закону от 17 июля 1976 г. архипелаг перешел от статуса территории, установленного Указом октября 1946 г., к статусу заморского департамента. Новый статус, определенный из-за близости с Канадой, вызвал недовольство жителей архипелага, в частности, из-за создания своего рода «европейской таможенной линии», которая нарушила экономическое развитие этих островов, т.к. местные жители больше не могли свободно сотрудничать с Северной Америкой, что увеличило стоимость жизни.

Начиная с 1977 г. развивался длительный конфликт Канады и Франции по поводу 200 морских миль вокруг своих берегов, которые требовали обе страны. Конфликт завершился 10 июня 1992 г. решением Международного арбитражного суда в Гааге, который определил островам Сен-Пьер и Микелон коридор в 12 миль шириной и 200 миль в длину, ориентированный с севера на юг.

И как уже отмечалось, в 1985 г. Сен-Пьер и Микелон был предоставлен статус территориального сообщества Французской Республики.

Во Франции законы децентрализации (в частности, Loi n° 82-213 du 2 mars 1982 relative aux droits et libertés des communes, des départements et des régions) установили новое разделение полномочий между государством и территориальным сообществом. С юридической точки зрения,

территориальное сообщество является юридическим лицом публичного права (с названием, территорией, бюджетом, персоналом и т.д.) и имеет собственные полномочия и определенную автономию от центрального правительства. Территориальные сообщества имеют большую самостоятельность в принятии решений; в частности, это такие территориальные сообщества с особым статусом, как Париж, Марсель, Лион, а также острова Корсика, Майотта и архипелаг Сен-Пьер и Микелон [15].

Французское правительство официально оформило налоговую и таможенную автономию островов и расширило другие права. Территориальное сообщество Сен-Пьер и Микелон имеет два коммуны: Санкт-Пьер и Микелон-Ланглад. На архипелаге управляет выборный Генеральный Совет из 19 членов: Микелон-Ланглад избирает четыре советника и Сен-Пьер – пятнадцать. При Генеральном Совете существует Экономический и социальный комитет, занимающийся налоговыми и таможенными вопросами, а также городским планированием и жилищным строительством. Что касается судебной администрации, она состоит из Высшего апелляционного суда, суда первой инстанции и Административного совета.

Поскольку Сен-Пьер и Микелон являются частью Франции, здесь применяется языковая политика метрополии. В соответствии со статьей 2 Конституции французский остается официальным языком архипелага: «Языком Республики является французский язык». Вся местная администрация работает только на французском языке. Судебные заседания проходят на французском, так же как и деятельность Генерального Совета, Экономического и социального комитета, национальной жандармерии, магазинов, культурных мероприятий, печатных средств массовой коммуникации, радио и телевидения и т.д.

Образование на Сен-Пьер и Микелон организовано по программам Франции. В 2019 г. на острове Сен-Пьер работали 2 детских сада (один общественный, второй частный), 3 начальных школы (из которых 2 частные), 1 частный колледж, 1 колледж-лицей и 1 лицей профтехобучения. На острове Микелон существует одна школа, где обучаются дети от детского сада до

колледжа. Численность учеников во всех учебных заведениях в 2019 г. составила 1 093 человека.

Для получения высшего образования молодые люди отправляются во Францию или Канаду. Существует система стипендий, финансируемая Генеральным Советом, подобные стипендии в 2018/2019 учебном году получили 294 студента [14].

Что касается средств массовой информации, все они работают на французском языке. Общественное радио и телевидение обеспечивается Национальной вещательной Компанией для заморских территорий (RFO). Сен-Пьер и Микелон также имеет два телевизионных канала, один из них используется для трансляции программ канала Франс 2, передаваемых из метрополии, другой – Saint-Pierre-et-Miquelon La 1-ère (этот канал представлен в трех видах средств массовой информации: радио, телевидение, Интернет) передает программы, снятые местной региональной станцией RFO. В 2019 г. этим каналом было представлено 670 часов телевизионных передач, состоящих в основном из ежедневного двадцатиминутного телевизионного журнала новостей, ежемесячной передачи «A la une», еженедельных передач «L'art et la manière», «Tout va bien», трансляции театральных спектаклей, спортивных состязаний и т.п. [16]. Программы радио RFO состоят из передач Радио-Франс и программ, записанных на архипелаге. Частное местное радио также существует на архипелаге с 1984 года (Радио-Атлантик).

Наконец, что касается местной прессы, то издаются еженедельник «Эхо де Кап» (L'Echo des caps) и ежемесячное издание «Ветер свободы» (Le Vent de la liberté), распространяется также вся пресса метрополии [16].

В отношении заморских территорий (DOM-TOM) языковая политика Франции направлена на то, чтобы развивать французский язык и следить за соблюдением его норм на этих территориях. Так, в статье 7 Декрета № 93-535 от 27 марта 1993 г. при утверждении плана задач и расходов программы Национального общества заморских территорий Франции (OJ-28/03/93-р. 5146) говорится:

«Статья 7.

Общество обязано способствовать развитию французского языка и поддержанию кодифицированного литературного языка в соответствии с рекомендациями по телерадиовещанию Высшего Совета. Общество обязано контролировать качество используемого языка в своих программах» [17]. Торговая реклама составляется исключительно на французском языке.

Можно сказать, что этот архипелаг представляет собой «Францию в Америке», как пишут в рекламах. Даже правительственные здания сохранили очертания парижской архитектуры. Конечно, жители Сен-Пьер могут объясниться с туристами на английском языке, но изолированное проживание франкоязычного сообщества на островах избавило их от влияния английского языка, поразившего французский язык близких соседей – франкоканадцев. В отличие от других французских заморских территорий, населенных в основном носителями креольских языков, французское языковое законодательство вполне применимо на архипелаге из-за языковой однородности жителей и их изолированности от континента. Хотя французский язык архипелага подвержен другой языковой ассимиляции – нивелированию особенностей акадийского французского языка данного региона под влиянием норм французского литературного языка метрополии.

Список литературы

1. Данилов С. Ю. История Канады. М.: Весь Мир, 2006. 256 с.
2. Клоков В. Т. Французский язык в Северной Америке. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 2005. 373 с.
3. Марусенко М. А. Франкофония Северной Америки. СПб.: Изд-во С.–Петербург. ун-та, 2008. Т.1. 354 с., Т.2. 292 с.
4. Aménagement linguistique dans le monde. [Электронный ресурс] URL: <http://www.axl.cefanelaval.ca/> (дата обращения 15. 02. 2022)
5. Le français en Amérique du Nord. Etat présent. Québec: Les Presses de l'Université Laval, 2014. 583 p.

6. La francophonie nord-américaine. Québec: Presses de l'Université Laval, 2012. 310 p.
7. Lacroix J.-M. Histoire du Canada. P.: Tallandier, 2016. 475 p.
8. Lehuenen J. Le rôle des pêcheurs morutiers basques, bretons et normands dans la découverte de l'Amérique du Nord, du XVIe à la fin du XVIIIe siècle. Congrès de Rome, 8 octobre 1981. [Электронный ресурс]. URL: <http://grandcolombier.com/> (дата обращения 20. 04. 2022)
9. Poulet G. Histoire : Saint-Pierre-et-Miquelon, Paris: Académie des sciences d'outre-mer. [Электронный ресурс] URL: <http://grandcolombier.com/tag/georges-poulet/> (дата обращения 11. 05. 2022)
10. Traité de Paris (1763) [Электронный ресурс] URL: <https://mjp.univ-perp.fr/traites/1763paris.htm#:~:text=Il%20y%20aura%20une%20Paix,Sujets%2C%20%26%20Vassaux%2C%20de%20quelque> (дата обращения 11. 05. 2022)
11. Poirier M. Les Acadiens aux îles Saint-Pierre-et-Miquelon, 1758–1828, trois déportations, trente années d'exil. Moncton: Éditions d'Acadie, 1984. 523 p.
12. Traité de la paix d'Amiens – Le traité de la paix d'Amiens. 1802. [Электронный ресурс] URL: http://www.napoleon.org/fr/salle_lecture/articles/files/traite_paix_amiens.asp (дата обращения 18. 06. 2022)
13. Traité de paix entre le roi de France et le roi de la Grande-Bretagne. Signé à Versailles le 3 septembre 1783. [Электронный ресурс] URL: <https://mjp.univ-perp.fr/traites/1783versailles.htm> (дата обращения 18. 06. 2022)
14. Saint-Pierre-et-Miquelon. Rapport annuel 2019. Edition 2020. P.: IEDOM. 159 p. [Электронный ресурс] URL: <https://www.iedom.fr/saint-pierre-et-miquelon/publications/rapports-annuels/rapports-annuels-economiques/article/rapport-annuel-2019-iedom-saint-pierre-et-miquelon> (дата обращения 13. 06. 2022)
15. Loi n° 82-213 du 2 mars 1982 relative aux droits et libertés des communes, des départements et des régions. [Электронный ресурс] URL: <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGIARTI000006273869/1982-03-03/> (дата обращения 19. 06. 2022)
16. Ville de Saint-Pierre. Mairie. [Электронный ресурс] URL: <http://www.mairie-stpierre.fr/fr/32.html> (дата обращения 28. 06. 2022)

17. Décret № 93-535 du 27 mars 1993 portant approbation du cahier des missions et des charges de la Société nationale de radiodiffusion et de télévision française pour l'outre-mer (RFO) [Электронный ресурс] URL: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000179145> (дата обращения 18. 05. 2022).

Коллектив авторов:

Алиев М.М., Алиев Р.М., Андрианова Л.П., Боев А.А., Боташева Л.С.,
Буланьков Ю.И., Буякевич Л.И., Быков А.В., Васильев П.И., Вершинина Г.В.,
Гладких В.Д., Губанов А.А., Денисов И.С., Деряев А.Р., Дружинина Я.В.,
Ермолаев К.Н., Злотникова Г.К., Ильиных Т.В., Калимгулов А.Р.,
Карпученко И.В., Картавенко В.В., Картавенко Т.В., Каспаров И.В.,
Кожемякина В.А., Кольева Н.С., Меркюри Е.В., Орлова Е.С., Павлова З.Х.,
Пермяков К.А., Рублевская Е.А., Саламов Ф.Ф., Сливка У.В., Стрыгина С.В.,
Талалаева Г.В., Тохиров Э.Т., Улюкин И.М., Ушаков Е.В., Фокина Т.А.,
Хакимов Ш.Х., Хазиева Р.Т., Черятова Ю.С., Шабалина Н.Н., Шуклина А.А.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ НАУКА: СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Монография

Подписано в печать 02.09.2022.

Формат 60х84 1/16. Усл. печ. л. 31,21.

Тираж 500 экз.

МЦНП «Новая наука»

185002, г. Петрозаводск

ул. С. Ковалевской д.16Б помещ. 35

office@sciencen.org

www.sciencen.org

ISBN 978-5-00174-669-0



9 785001 746690 >