

НОВАЯ НАУКА

Международный центр
научного партнерства



NEW SCIENCE

International Center
for Scientific Partnership

НАУКА, ОБЩЕСТВО, ТЕХНОЛОГИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Монография

г. Петрозаводск
МЦНП «Новая наука»
2022

УДК 001.12
ББК 70
НЗ4

Рекомендовано к публикации редакционной коллегией МЦНП «Новая наука»

Рецензенты:

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

Ханиева И. М.
доктор сельскохозяйственных наук
ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный
университет имени В.М. Кокова»

Коллектив авторов:

Абакирова Э.М., Aliev M.M., Aliev R.M., Артемов И.И., Архаров Е.В., Атик А.А.,
Белянцев А.Е., Гейдарова Е.Н., Загоруйко И.Ю., Зорина И.Г., Иванов А.И., Исупов К.С.,
Казуб В.Т., Каспаров И.В., Клигунов Е.С., Князьков В.С., Морозов Д.П., Паначев В.Д.,
Семёнова Н.Н., Стригун Н.С., Тамабаева Б.С., Ткаченко Р.М., Tokhirov E.T., Ушаков Е.В.,
Филиппова Е.В., Шмакова К.А., Эстерлейн Ж.В.

НЗ4 НАУКА, ОБЩЕСТВО, ТЕХНОЛОГИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ : монография / [Абакирова Э. М.
и др.]. – Петрозаводск : МЦНП «Новая наука», 2022. – 438 с. : ил. – Коллектив
авторов.

ISBN 978-5-00174-630-0

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 978-5-00174-630-0

© Коллектив авторов, текст, иллюстрации, 2022
© МЦНП «Новая наука» (ИП Ивановская И.И.), оформление, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗДЕЛ I. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	5
Глава 1. ГИБРИДНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГОМОМОРФНЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ СИСТЕМ ДОВЕРЕННОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	5
<i>Князьков Владимир Сергеевич, Исупов Константин Сергеевич, Иванов Александр Иванович, Артемов Игорь Иосифович</i>	
Глава 2. «СУПЕРТЕХНОЛОГИИ»: ФАНТАСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЛИ КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ УГРОЗЫ? (СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ NBIC-КОНВЕРГЕНЦИИ).....	62
<i>Белянцев Алексей Евгеньевич</i>	
Глава 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СРЕДЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСНОГО РАЗРЯДА В ЖИДКОСТИ	103
<i>Казуб Валерий Тимофеевич, Семёнова Наталья Николаевна</i>	
Глава 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	125
<i>Казуб Валерий Тимофеевич, Ткаченко Роман Михайлович</i>	
Глава 5. ЯВЛЕНИЯ МАССОПЕРЕНОСА ПРИ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОЙ ЭКСТРАКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ.....	149
<i>Казуб Валерий Тимофеевич, Стригун Наталья Сергеевна</i>	
Глава 6. МОДЕЛЬ ПРИЗМЫ ВОЛОЧЕНИЯ И УМЕНЬШЕНИЕ ПОТЕРЬ ГРУНТА ПРИ РАБОТЕ БУЛЬДОЗЕРА.....	169
<i>Клигунов Евгений Сергеевич</i>	
Глава 7. MODERN MEANS AND METHODS FOR MONITORING THE CONDITION OF TRACK SECTIONS	186
<i>Tokhirov Ezozbek Tursunalievich, Aliev Ravshan Maratovich, Aliev Marat Muhamedovich</i>	
Глава 8. METHODS OF MONITORING THE CONDITION OF TRACK SECTIONS	204
<i>Tokhirov Ezozbek Tursunalievich, Aliev Ravshan Maratovich, Aliev Marat Muhamedovich</i>	
Глава 9. MODE CHOICE MODEL OF MOVEMENT IN DIFFERENT MODES	221
<i>Tokhirov Ezozbek Tursunalievich, Aliev Ravshan Maratovich, Aliev Marat Muhamedovich</i>	
Глава 10. SOLUTION TO SECURITY ON RAIL TRANSPORTATION WITH THE HELP OF A DATABASE	237
<i>Tokhirov Ezozbek Tursunalievich, Aliev Ravshan Maratovich, Aliev Marat Muhamedovich</i>	

РАЗДЕЛ II. ДИСSEМИНАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОПЫТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	255
Глава 11. РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ИЗ МЯСА ЯКА.....	255
<i>Тамабаева Бибикуль Сулеевна, Абакирова Элиза Майрамбековна</i>	
Глава 12. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ТРИДЦАТЬ ЛЕТ	299
<i>Филиппова Елена Владимировна</i>	
РАЗДЕЛ III. ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЕ СЕГОДНЯ.....	317
Глава 13. ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ	317
<i>Зорина Ирина Геннадьевна, Шмакова Кристина Александровна</i>	
Глава 14. ВЛИЯНИЕ АДАПТИВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ НА ПСИХОФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАНИМАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ ПО СОСТОЯНИЮ ЗДОРОВЬЯ.....	339
<i>Паначев Валерий Дмитриевич, Морозов Дмитрий Павлович</i>	
Глава 15. НЕОКЛАССИЦИЗМ В СОВРЕМЕННОЙ КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ	355
<i>Ушаков Евгений Владимирович</i>	
Глава 16. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ЛЕГАЛИЗАЦИИ ЭВТАНАЗИИ	370
<i>Гейдарова Екатерина Николаевна</i>	
РАЗДЕЛ IV. ЛИЧНОСТЬ, ОБЩЕСТВО И ГОСУДАРСТВО: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ	387
Глава 17. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРАВОВОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИИ	387
<i>Загоруйко Игорь Юрьевич, Эстерлейн Жанна Викторовна</i>	
Глава 18. РОЛЬ СРЕДСТВ МАССОВОЙ КОММУНИКАЦИИ В ФОРМИРОВАНИИ СОЦИОКУЛЬТУРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ	405
<i>Атик Аниса Ахмедовна</i>	
Глава 19. ИЗУЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНФОРМАТИКА» В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ – ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ТРАНСПОРТЕ	422
<i>Каспаров Игорь Викторович, Архаров Евгений Валерьевич</i>	

РАЗДЕЛ I.
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Глава 1.
ГИБРИДНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ
ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГОМОМОРФНЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ СИСТЕМ
ДОВЕРЕННОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Князьков Владимир Сергеевич

д.т.н., профессор

Научно-исследовательский институт

фундаментальных и прикладных исследований

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»

Исупов Константин Сергеевич

к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Иванов Александр Иванович

д.т.н., доцент

АО «Пензенский научно-исследовательский

электротехнический институт»

Артемов Игорь Иосифович

д.т.н., профессор

Научно-исследовательский институт

фундаментальных и прикладных исследований

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»

Аннотация: рассматриваются проблемы построения нейросетевых систем искусственного интеллекта с гомоморфной криптографической защитой. Для гомоморфной криптографической защиты таких систем предлагается использовать специальные гибридные системы счисления, соединяющие достоинства интервальной, модулярной и позиционной арифметик. Предлагаются новые гомоморфные алгоритмы операций сложения, вычитания, деления и сравнения на равенство, больше и меньше для выполнения вычислений в предлагаемой гибридной системе счисления и их структурно-функциональные аппаратные реализации. Применение предложенных в статье гибридной системы счисления, новых алгоритмов арифметических вычислений позволяют реализовать на практике нейросетевые системы искусственного интеллекта с гомоморфной криптографической защитой процедур обучения и принятия решения. Это позволяет создать доверенную вычислительную среду не только в доверенном корпоративном исполнении, но и применяемые платформы «облачных вычислений и сервисов».

Ключевые слова: Гомоморфные вычисления, гомоморфная криптографическая защита, нейросетевой искусственный интеллект, гибридные системы счисления, алгоритмы гомоморфной гибридной арифметики, доверенные вычисления, гомоморфная криптографическая защита систем искусственного интеллекта.

**HYBRID COMPUTING AND THEIR APPLICATION
FOR THE CONSTRUCTION OF HOMOMORPHIC NEURAL NETWORK
SYSTEMS OF TRUSTED ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

**Knyazkov Vladimir Sergeevich
Isupov Konstantin Sergeevich
Ivanov Alexander Ivanovich
Artemov Igor Iosifovich**

Abstract: the problems of constructing neural network systems of artificial intelligence with homomorphic cryptographic protection are considered. For homomorphic cryptographic protection of such systems, it is proposed to use special hybrid number systems that combine the advantages of interval, modular and positional arithmetic. New homomorphic algorithms of addition, subtraction, division and comparison for equality, more and less for performing calculations in the proposed hybrid number system and their structural and functional hardware implementations are proposed. The use of the hybrid number system proposed in the article, new algorithms of arithmetic calculations allow us to implement in practice neural network systems of artificial intelligence with homomorphic cryptographic protection of training and decision-making procedures. This allows you to create a trusted computing environment not only in a trusted corporate execution, but also the "cloud computing and services" platforms used.

Key words: homomorphic computing, homomorphic cryptographic protection, neural network artificial intelligence, hybrid number systems, homomorphic hybrid arithmetic algorithms, trusted computing, homomorphic cryptographic protection of artificial intelligence systems.

Введение

Стратегическим направлением индустриально-технологического и социально-экономического развития передовых стран мира сегодня является развитием и внедрение технологий искусственного интеллекта практически во все секторы экономики, производства, управления и социальной сферы. Под ИИ понимаются технические системы, способные принимать решения и выполнять задачи, которые ранее возлагались исключительно на человека.

В соответствии с направлениями развития РФ (Указ Президента РФ N2 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации до 2030 года») сегодня решаются задачи по созданию и внедрению методов, технологий и систем искусственного интеллекта СИИ различного назначения.

Среди традиционных теоретических и технических проблем в области искусственного интеллекта ключевой системной проблемой является проблема создания методов, технологий и технических решений для защиты СИИ от несанкционированного внешнего и внутреннего вмешательства, которые могут привести к катастрофическим последствиям. В идеале любая техническая СИИ должна работать в защищенном доверенном режиме. Под защищенным режимом работы СИИ понимается невозможность влиять из вне на работу СИИ или анализировать ее работу нелегальными внешними или внутренними субъектами (процессами, пользователями системы, злоумышленниками и т.д.).

Можно выделить следующие проблемы при построении защищенных от несанкционированного доступа из вне СИИ.

- Проблема защиты СИИ от несанкционированного анализа ее алгоритмов кодирования и обработки данных, правил принятия решений, правил выполнения отдельных процедур и операций как при работе в режиме обучения, так и режиме принятия решений.
- Проблема защиты от несанкционированных изменений или вмешательств в контур управления работой СИИ: изменений алгоритмов обучения, работы, подмены входных и выходных данных.
- Проблема защиты от несанкционированных действий по извлечению, замене или изменению базы данных и знаний СИИ.
- Проблема создания единых требований и стандартов к качеству работы и качеству защиты СИИ, которых сегодня нет.

В первой части статьи рассмотрены подходы и способы защиты от атак СИИ, особенности организации вычислений в нейросетевых доверенных СИИ. Для кодирования данных и выполнения гомоморфных вычислений в криптографическом исполнении для нейросетевых СИИ предлагается использовать специальные гибридные системы счисления, объединяющие

достоинства позиционной, модулярной и интервальной арифметик. Во-второй части работы предлагаются методы и алгоритмы для выполнения гомоморфных криптографических вычислений и операций сравнения чисел в оригинальной гибридной системе счисления. В заключительной части рассмотрены варианты построения вычислительных устройств аппаратной поддержки операций сложения, вычитания, умножения и деления, операций сравнения на больше и меньше в используемой гибридной системе счисления. Таким образом, рассматривается подход и средства для решений первых трех перечисленных проблем. Четвертая проблема в данной работе не рассматривается. Но, во-первых, следует отметить, что на международном уровне публично анализируется и обсуждается отчет ISO/IEC TR 5469 «Artificial intelligence – Functional safety and AI systems («Искусственный интеллект – функциональная безопасность и системы искусственного интеллекта»)). Во вторых, в РФ проблемы стандартизации СИИ, в том числе и защиты СИИ, решаются в Техническом комитете ТК 164 при Госстандарте РФ. ТК 164 уже введено пять таких стандартов: ГОСТ Р 59276–2020 «Системы искусственного интеллекта. Способы обеспечения доверия. Общие положения», ГОСТ Р 59278–2020 «Информационная поддержка жизненного цикла изделий. Интерактивные электронные технические руководства с применением технологий искусственного интеллекта и дополненной реальности. Общие сведения», ГОСТ Р 59277–2020 «Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта», ГОСТ Р 59237–2020 «Платформа «Автодата». Термины и определения», ГОСТ Р 59236–2020 «Платформа «Автодата». Общие положения».

1. Подходы и методы защиты нейросетевых систем искусственного интеллекта от внешних атак

При построении и организации работы СИИ различного назначения, во-первых, выбирается подходящая для конкретной прикладной области

применения архитектура СИИ. Во-вторых, выполняется ее реализация в программной, аппаратно-программной либо аппаратной среде. Далее выполняется обучение СИИ на подобранной выборке входных данных с использованием определенных алгоритмов обучения.

В рабочем режиме на вход заранее обученной СИИ подается запрос от легального пользователя (в пакетном режиме или в режиме реального времени) СИИ. Запрос анализируется, обрабатывается по заданному алгоритму принятия решения, в результате на выходе СИИ формируется «отклик (ответ)» - генерируется требуемое управляющее воздействие на внешний объект или информационный ответ для внешнего легального пользователя (рисунок 1).

Для защиты СИИ от несанкционированных внешних воздействий алгоритмы, базы «решений и знаний» принято шифровать с применением некоторого криптографического ключа. Основным недостатком этого подхода (рисунок 1) является возможности проведения злоумышленниками следующих групп типичных атак на СИИ.

1.1. Атаки «на решающий бит» или атаки «одного бита». Принято выделять атаки первого рода, связанные с редактированием злоумышленником исполняемых в СИИ программных кодов алгоритмов принятия решений и/или алгоритмов формирования отклика СИИ на запрос извне. В результате атаки перестраиваются рабочие алгоритмы СИИ.

К атакам второго рода относятся несанкционированные подключения к объекту управления или к каналу передачи данных с возможностью модификации или изменения выходных сигналов СИИ. В результате такой атаки одни команды управления заменяются на другие, либо имитируются определенные управляющие воздействия и т. п. В этом случае даже не надо знать алгоритм управления, обработки или анализа запросов. Достаточно связать с рабочими кодами СИИ отклики СИИ и последствия исполнения

фальшивых управляющих команд СИИ предсказать уже практически невозможно [1].

1.2. Атаки на «ключ под ковриком». При применении «чисто» криптографического подхода ключи шифрования алгоритмов обучения, параметров решающих правил СИИ (например, таблицы связей и весовых коэффициентов нейронных сетей) обязательно где-то сохранены в системе.

В рабочем режиме для принятия решения СИИ обязательно требуется дешифровать программные коды рабочих алгоритмов, конфиденциальные параметры и данные. В этот момент СИИ беззащитна. Если ключ шифрования (дешифрования) похищен, либо вычислен в результате анализа вычислительных процессов, то управление СИИ может быть перехвачено. Имеет значение и человеческий фактор – возможен сговор между злоумышленником и администратором СИИ. Создание доверенной инфраструктуры СИИ с средствами противодействия атак «ключ под ковриком» является дорогой и технически сложной задачей.

1.3. «Состязательные» атаки (спуфинг) иди атаки «извлечения знаний»

Для этой группы атак характерными действиями являются следующие. На вход атакуемой СИИ из вне подаются фальсифицированные (или ранее перехваченные) запросы с целью получения ожидаемой реакции СИИ. Далее выполняется статистический анализ входных запросов и выходных реакций СИИ во время ее работы. По результатам анализа выполняется частичное или полное восстановление обучающей выборки СИИ и соответственно определяются алгоритмы работы системы. Второй вид таких атак — это нелегальный анализ параметров обученной нейронной сети, хранящихся в незашифрованном виде (например, таблиц связей и весовых коэффициентов нейронов). Основная способ защиты СИИ от таких атак это блокирование возможностей несанкционированного извлечения из памяти СИИ

незашифрованных данных. Способы реализации атак спуфинга зависит от множества факторов, но их практическая реализация всегда возможна.

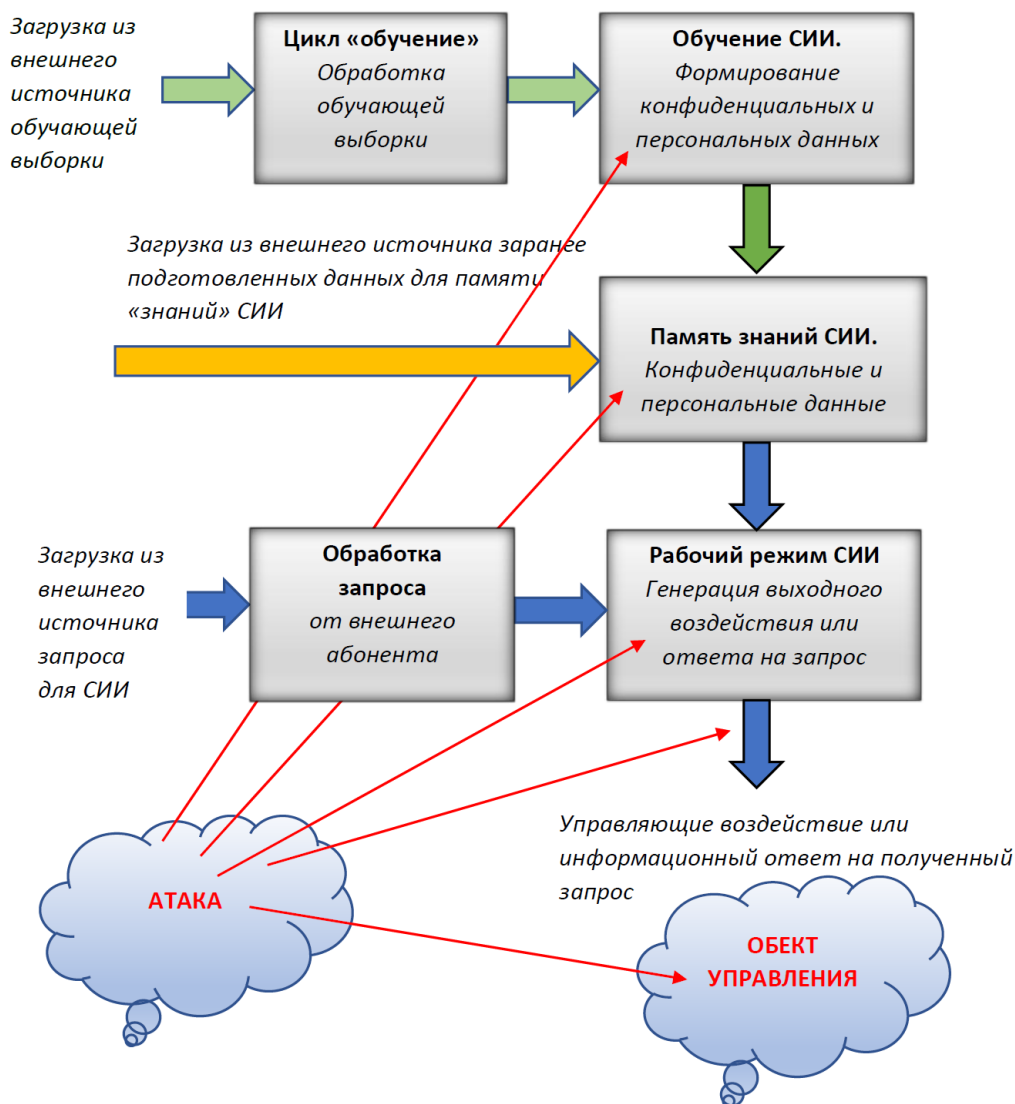


Рис. 1. Концептуальная организация современной СИИ

Популярным подходом для защиты конфиденциальных данных СИИ является использование «федеративного» обучения. Не останавливаясь подробно на этом подходе, отметим, что он имеет целый ряд нерешенных проблем и ограничений [2,3], связанных как с низкой скоростью обучения, так

и сложностью обеспечения репрезентативности обучающей выборки и иными техническими сложностями.

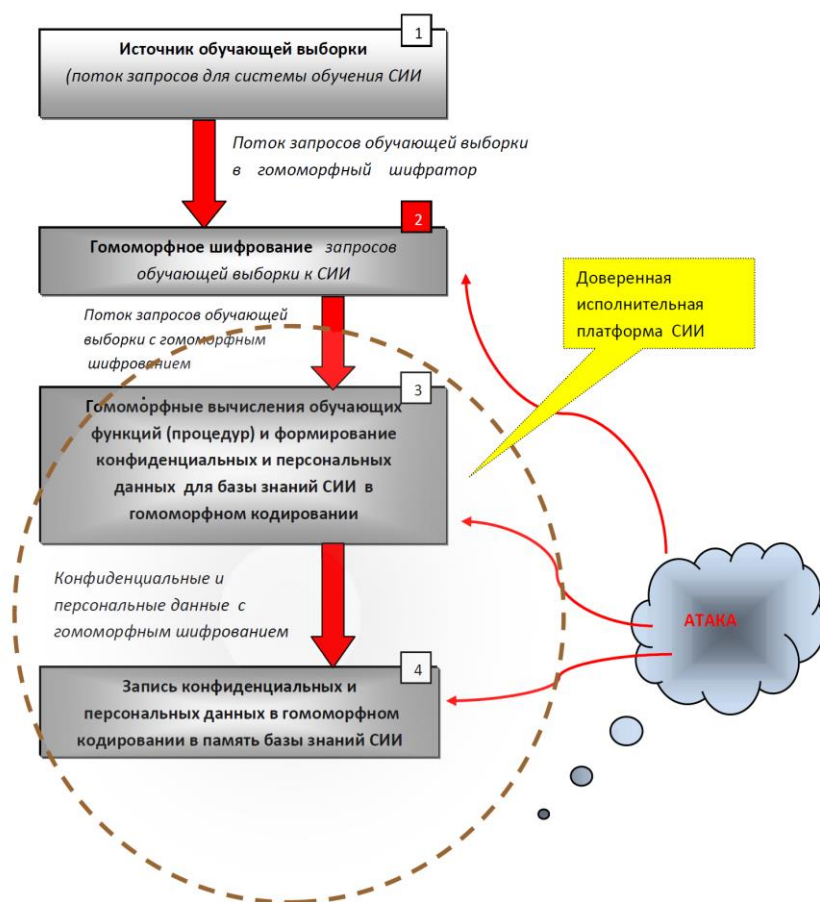


Рис. 2. Концепция обучения гомоморфной СИИ

Перспективным подходом для защиты СИИ от перечисленных типов атак является применение доверенной вычислительной среды на базе криптографических технологий гомоморфного шифрования данных поддерживающих вычисления и обработку данных (рисунок 2).

Такие технологии способны вычислять достаточно сложные математические выражения и выполнять обработку зашифрованных данных и получить результат также в зашифрованном виде. Дешифрованный результат тождественен результату, полученному в открытых, «нешифрованных» СИИ.

Основная проблема применяемых сегодня методов и средств гомоморфных вычислений с криптографической защитой заключается в низкой скорости вычислений [8], фатальном накоплении ошибок при расшифровке «длинных рекуррентных» вычислений [10-12], необходимости модификации или разработки новых алгоритмов для выполнения вычислений под конкретную криптографическую систему и прикладную область применения. В ряде случаев требуется также специализированное аппаратное обеспечение.

В качестве примера, работе [9] предлагается полное гомоморфное шифрование данных об отпечатке пальца для систем пограничного контроля с учетом требований Общего регламента защиты персональных данных (GDPR, постановление Европейского Союза) и гомоморфной защитой биометрических шаблонов. Для ускорения операций сравнения предъявляемых образов с эталонами отпечатка пальца применяются параллельные вычисления, но время идентификации личности в защищенном режиме слишком велико на практике и требует значительных вычислительных ресурсов.

Вторая ключевая проблема, ограничивающая область применения криптографических гомоморфных технологий вычислений и обработки данных в СИИ это невозможность реализовать таких правила обучения и принятия решений в СИИ, в которых используются иные операции, кроме операций алгебраического сложения и умножения. К сожалению, существующие сегодня схемы гомоморфного шифрования ориентированы только на защиту решающих правил построенных только на использовании операций сложения и умножения. Это существенное ограничение для решающих правил СИИ. Существующие сегодня схемы гомоморфного шифрования не способны защитить нейросетевые решающие правила. Например, невозможно реализовать целый ряд популярных функции

активации нейронов в нейронных СИИ, таких как функция Хемминга (1), функция Хэвисайда (2):

$$F(z) = \begin{cases} 0, & \text{если } z \leq 0 \\ z_i, & 0 < z \leq n \\ n, & \text{если } z_i > n \end{cases} \quad (1)$$

$$\sigma = H(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } x > 0 \\ 0, & \text{если } x \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

В нейросетевых СИИ различного назначения часто используются радиально-базисных функций активации (таблица 1). Примеры решающих правил популярных нейронов нейронных сетей биометрических СИИ показаны в таблице 2 [21].

В приведенных примерах показано, для реализации криптографически защищенных гомоморфно-нейросетевых вычислений требуется реализация не только операций алгебраического сложения и умножения. Для реализации «действительно полных» гомоморфных вычислений требуется выполнять операции деления, сравнения на равенство, больше и меньше, вычисления квадратного корня, математических выражений в различных комбинациях (таблица 1,2).

Таблица 1

Примеры радиально-базисных функций активации

Функция Гаусса	$\varphi(r) = e^{-(\epsilon r)^2}$
Мультиквадратичная функция	$\varphi(r) = \sqrt{1 + (\epsilon r)^2}$
Обратная квадратичная функция	$\varphi(r) = \frac{1}{1 + (\epsilon r)^2}$
Обратная мультиквадратичная функция	$\varphi(r) = \frac{1}{\sqrt{1 + (\epsilon r)^2}}$
Полигармонический сплайн	$\varphi(r) = r^k, k = 1, 3, 5, ..$ $\varphi(r) = r^k \ln(r), k = 2, 4, 6, ..$
Специальный полигармонический сплайн	$\varphi(r) = r^2 \ln(r)$

В применяемых сегодня системах «якобы полных» гомоморфных вычислений перечисленные операции с приемлемой для практики скоростью и вычислительной сложностью не реализуются.

Решением перечисленных проблем является применение действительно более полных криптографических гомоморфных вычислений хотя бы с возможностью реализации одного нейрона в гибридных системах кодирования данных и специальных правил кодированных вычислений.

Таблица 2

Решающие функции нейронов биометрических СИИ

1. Хи - квадрат нейрон

$$\left\{ \begin{array}{l} x \leftarrow \text{sort}(x) \\ \Delta \leftarrow \frac{x_{20} - x_0}{5} \\ \tilde{x}_i \leftarrow x_0 + \Delta \cdot i, \quad i = 0, 1, \dots, 5 \\ \chi^2 \leftarrow 21 \cdot \left\{ \sum_{i=0}^4 a \frac{n_i}{21} - (P(\tilde{x}_{i+1}) - P(\tilde{x}_i)) \right\}^2 \\ \chi^2 \leftarrow "0" \text{ if } v^2 \geq 19,2 \\ \chi^2 \leftarrow "1" \text{ if } v^2 < 19,2 \\ P_1 \approx P_2 \approx P_{EE} \approx 0,328 \end{array} \right.$$

где

Δ - ширина интервала гистограммы, n_i - число отсчетов, попавших в i -й интервал гистограммы, $P(\tilde{x})$ теоретическая вероятность для нормального распределения, P_1 - вероятность ошибки первого рода, P_2 вероятность ошибки второго рода.

2. Нейрон Шапиро-Уилка

$$\left\{ \begin{array}{l} x \leftarrow \text{sort}(x) \\ v^2 \leftarrow \frac{1}{\sigma(x)} \cdot x \left\{ \sum_{i=0}^9 a_i \cdot (x_{20-i} - x_i) \right\}^2 \\ z(v^2) \leftarrow "0" \text{ if } v^2 \geq 19,2 \\ z(v^2) \leftarrow "1" \text{ if } v^2 < 19,2 \\ P_1 \approx P_2 \approx P_{EE} \approx 0,301 \end{array} \right.$$

где

a_i – коэффициенты Шапиро-Уилка: $a_0 = 0,4834$, $a_1 = 0,3185$, $a_2 = 0,2575$, $a_3 = 0,2119$, $a_4 = 0,1736$, $a_5 = 0,1399$, $a_6 = 0,1039$, $a_7 = 0,080$, $a_8 = 0,0530$, $a_9 = 0,0263$.
 $\sigma(x)$ - стандартное отклонение малой выборки в 21 опыт.

Продолжение таблицы 2

3. Нейрон Крамера-фон Мизеса

$$\left\{ \begin{array}{l} x \leftarrow \text{sort}(x) \\ \omega^2 \leftarrow \left\{ \sum_{i=0}^{19} (i+1 - 21 \cdot P(x_i))^2 \frac{21 \cdot (x_{i+1} - x_i)}{x_{20} - x_0} \right\} \\ z(\omega^2) \leftarrow "0" \text{ if } \omega^2 \geq 38,52 \\ z(\omega^2) \leftarrow "1" \text{ if } \omega^2 < 38,52 \\ P_1 \approx P_2 \approx P_{EE} \approx 0,359 \end{array} \right.$$

4. Нейрон Смирнова-Крамера-фон Мизеса

$$\left\{ \begin{array}{l} x \leftarrow \text{sort}(x) \\ \omega^2 \leftarrow \left\{ \sum_{i=0}^{19} (i+1 - 21 \cdot P(x_i))^2 \right\} \\ z(\omega^2) \leftarrow "0" \text{ if } \omega^2 \leq 31,6 \\ z(\omega^2) \leftarrow "1" \text{ if } \omega^2 > 38,52 \\ P_1 \approx P_2 \approx P_{EE} \approx 0,337 \end{array} \right.$$

Примечание: $\text{corr}(\omega^2, v^2) = 0,885$, нет полной корреляции.

5. Нейрон Андерсона – Дарлингга

$$\left\{ \begin{array}{l} x \leftarrow \text{sort}(x) \\ a^2 \leftarrow \sum_{i=0}^{19} \frac{(i+1 - 21 \cdot P(x_i))^2}{P(x_i) \cdot (1 - P(x_i))} \\ z(a^2) \leftarrow "0" \text{ if } a^2 \leq 241 \\ z(a^2) \leftarrow "1" \text{ if } a^2 > 241 \\ P_1 \approx P_2 \approx P_{EE} \approx 0,336 \end{array} \right.$$

Примечание: $\text{corr}(a^2, v^2) = 0,393$, $\text{corr}(a^2, \chi^2) = 0,424$ - нет полной корреляции.

6. Логарифмический Нейрон Андерсона – Дарлингга

$$\left\{ \begin{array}{l} x \leftarrow \text{sort}(x) \\ al^2 \leftarrow - \left[\sum_{i=0}^{20} \frac{i+1}{21} \cdot \log(P(x_i)) - \left(1 - \frac{i+1}{21}\right) \cdot \log(1 - P(x_i)) \right] \\ z(al^2) \leftarrow "0" \text{ if } al^2 \leq 31,6 \\ z(al^2) \leftarrow "1" \text{ if } al^2 > 31,6 \\ P_1 \approx P_2 \approx P_{EE} \approx 0,321 \end{array} \right.$$

Примечание: $\text{corr}(al^2, v^2) = 0,644$

Продолжение таблицы 2

7. Нейрон квадрата среднего геометрического

$$\left\{ \begin{array}{l} x \leftarrow \text{sort}(x) \\ s^2 \leftarrow \sum_{i=0}^{19} \left(\sqrt{\frac{(i+1) \cdot (1 - P(x_i))}{21}} \right)^2 \\ z(s^2) \leftarrow "0" \text{ if } s^2 \geq 3,67 \\ z(s^2) \leftarrow "1" \text{ if } s^2 < 3,67 \\ P_1 \approx P_2 \approx P_{EE} \approx 0,382 \end{array} \right.$$

**8. Нейрон интегродифференциального квадрата
среднего геометрического**

$$\left\{ \begin{array}{l} x \leftarrow \text{sort}(x) \\ ds^2 \leftarrow \sum_{i=0}^{20} \left(\sqrt{\frac{(i+1) \cdot p(x_i)}{21}} \right)^2 \\ z(ds^2) \leftarrow "0" \text{ if } ds^2 \geq 2,99 \\ z(ds^2) \leftarrow "1" \text{ if } ds^2 < 2,99 \\ P_1 \approx P_2 \approx P_{EE} \approx 0,265 \end{array} \right.$$

Где

$p(x) = \frac{\partial P}{\partial x}$ - плотность распределения значений нормального закона распределения.

9 Нейрон дифференциального среднего геометрического

$$\left\{ \begin{array}{l} x \leftarrow \text{sort}(x) \\ \Delta \leftarrow \frac{x_{20} - x_0}{7} \\ \tilde{x}_i \leftarrow x_0 + \Delta \cdot i, \quad i = 0, 1, \dots, 7 \\ \partial s \leftarrow \sum_{i=0}^6 \sqrt{\frac{n_i}{21}} \cdot (P(\tilde{x}_{i+1}) - (P(\tilde{x}_i))) \\ \\ z(\partial s) \leftarrow "0" \text{ if } \partial s \geq 0,912 \\ z(\partial s) \leftarrow "1" \text{ if } \partial s < 0,912 \\ P_1 \approx P_2 \approx P_{EE} \approx 0,336 \end{array} \right.$$

Примечание: $\text{corr}((s^2, \partial s^2)) = 0,132$, $\text{corr}(s^2, \partial s) = 0,324$, $\text{corr}(s^2, \omega^2) = 0,132$

Продолжение таблицы 2

10 Экссесс нейрон

$$\left\{ \begin{array}{l} x \leftarrow \text{sort}(x) \\ \mu^4 \leftarrow \sum_{i=0}^{20} \frac{x_i - E(x))^4}{21 \cdot (\sigma(x))} \\ z(\mu^4) \leftarrow "0" \text{ if } \mu^4 \geq 2,14 \\ z(\mu^4) \leftarrow "1" \text{ if } \mu^4 < 2,14 \\ P_1 \approx P_2 \approx P_{EE} \approx 0,197 \end{array} \right.$$

Примечание: $\text{corr}(\partial s, \mu^4) = 0,142$

11 Нейрон среднего гармонического

$$\left\{ \begin{array}{l} x \leftarrow \text{sort}(x) \\ g^2 \leftarrow \sum_{i=0}^{20} \frac{(i+1) \cdot (1 - P(x_i))}{i+1 + 21 \cdot (1 - P(x_i))} \\ z(g^2) \leftarrow "0" \text{ if } g^2 \leq 5,69 \\ z(g^2) \leftarrow "1" \text{ if } g^2 > 5,69 \\ P_1 \approx P_2 \approx P_{EE} \approx 0,249 \end{array} \right.$$

Примечание: $\text{corr}(g^2, \partial g^2) = -0,222$

12 Интегрально-дифференциальный нейрон

$$\left\{ \begin{array}{l} x \leftarrow \text{sort}(x) \\ \partial g^2 \leftarrow \sum_{i=0}^{20} \frac{(i+1) \cdot p(x_i)}{i+1 + 21 \cdot (1 - P(x_i))} \\ z(\partial g^2) \leftarrow "0" \text{ if } \partial g^2 \geq 2,96 \\ z(\partial g^2) \leftarrow "1" \text{ if } \partial g^2 < 2,96 \\ P_1 \approx P_2 \approx P_{EE} \approx 0,262 \end{array} \right.$$

Примечание: $\text{corr}(\partial g^2, s^2) = 0,903, \text{corr}(\partial g^2, \partial s^2) = 0,903$

Данный подход позволяет реализовывать криптографические гомоморфные вычисления последовательно для любого отдельного нейрона как угодно большой нейросети СИИ. Например, могут быть использованы сети искусственных нейронов, перечисленных в таблице 2 [21]. Таким образом, практически реализуемой является концепция защищенных нейросетевых СИИ, приведенная на рисунках 2 и 3. На рисунке 2 доверенная среда обучения СИИ определяется блоками 3 и 4.

При аппаратной реализации блоков 2–4 внешние атаки с целью перехвата управления системой практически невозможны.

При аппаратно-программной реализации критичным по отношению к результативному внешнему воздействию является только блок 2, в котором задействован конкретный ключ и конкретный алгоритм гомоморфного шифрования. При соблюдении мер защиты блоков 1 и 2 из блоков 3,4 формируется доверительная исполнительная платформа СИИ в криптографическом гомоморфном исполнении. Организации криптографической гомоморфной СИИ в режиме принятия решений (рабочий режим) приведена на рисунке 3. Аналогично организации режима обучения СИИ критичными к внешним атакам являются блок 2 и блок 6. Доверительная исполнительная среда в режиме принятия решений СИИ формируется блоками 3–5. Результативные атаки на блок 3 (рисунок 2), блоки 3–5 (рисунок 3) теоретически возможны, но при ограниченных временных ресурсах атаки это практически не реализуемо. Таким образом, криптографическая гомоморфная защита СИИ может быть реализована не только в физически защищенной корпоративной среде, но и на платформах общего пользования с применением «облачных технологий вычислений и сервисов».

В качестве гибридной системы счисления для вычисления арифметических операций и операций отношений в криптографическом гомоморфном исполнении можно использовать классическую двоичную

систему счисления в сочетании с системами счисления в остаточных классах (RNS системы счисления) и интервальной системы счисления.

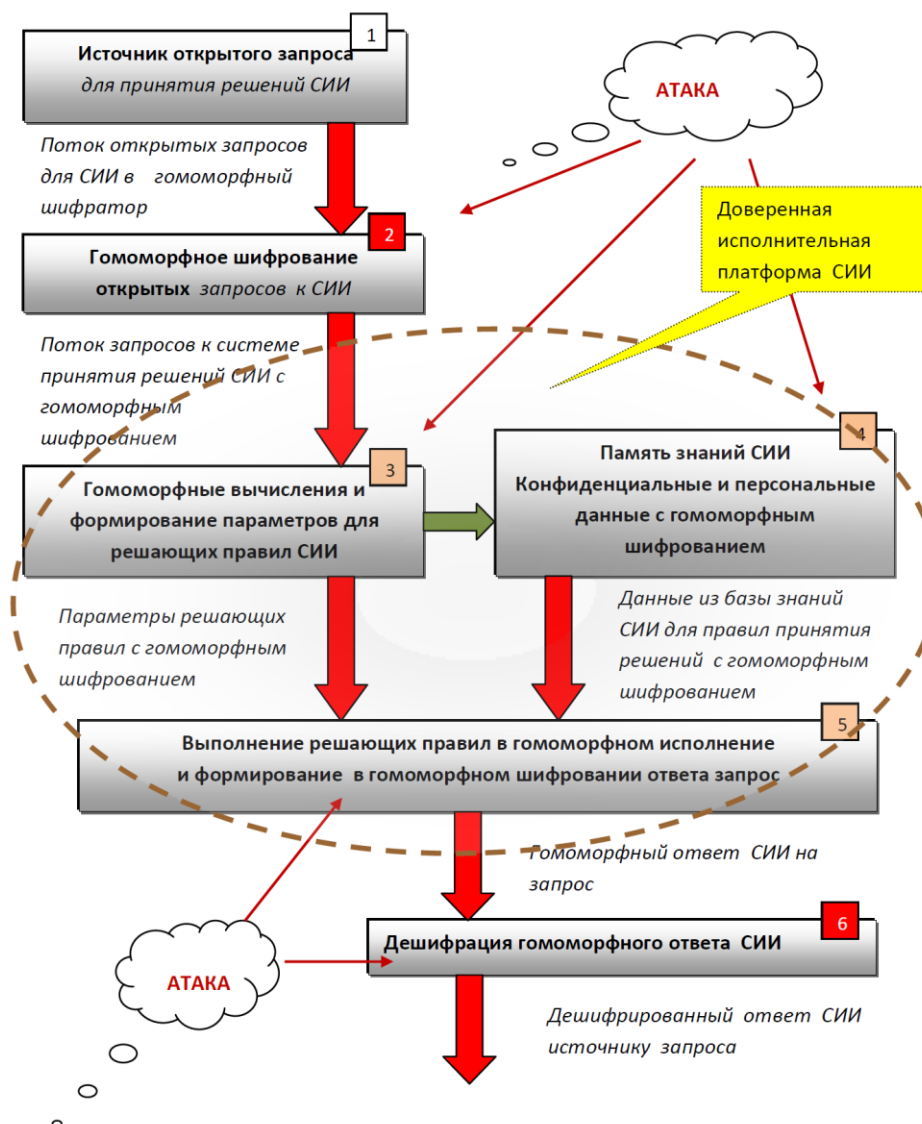


Рис. 3. Концепция организации рабочего режима гомоморфной СИИ

Такой гибрид соединяет достоинства перечисленных систем счисления и позволяет выполнять перечисленные операции отношений за приемлемое для практики время без предварительной дешифрации аргументов операций. Суть предлагаемого варианта построения гибридных системы счисления заключается в следующем.

Традиционным и наиболее распространенным способом представления чисел является их взвешенное представление с фиксированным основанием, при использовании которого задается некоторая константа b , а многоразрядное число A хранится в виде массива цифр a_i по основанию b :

$$A = a_{n-1}b^{n-1} + \dots + a_1b + a_0,$$

где $0 \leq a_i < b$.

Как правило, $b=2$ используется в двоичной позиционной арифметике, например, для 32-битных и 64-битных вычислительных архитектур, соответственно $\max A = 2^{32}$ и $\max A = 2^{64}$.

Каждая цифра a_i сама по себе является обычным целым числом машинной точности. При выполнении операций с такими числами возникает необходимость в распространении единиц переносов между цифрами a_i , что приводит к усложнению алгоритмов и возрастанию времени выполнения операций. Алгоритмы позиционной длинной арифметики представлены, например, в [31].

Если использовать альтернативный формат представления чисел [13,15] (рисунок 4), то в данном формате абсолютное значение целого числа хранится в системе остаточных классов (*RNS* системе счисления) [27–30] с кодированием остатков чисел в позиционной двоичной системе счисления, а экспонента числа представляется в виде интервальной оценки по правилам арифметики интервалов [31].

Семейства *RNS* систем определяются набором оснований из n попарно взаимно простых целых чисел $\{m_1, m_2, \dots, m_n\}$, называемых модулями *RNS*. Целое X в *RNS* системах представляется кортежем $(x_1, x_2, \dots, x_n)$, где $x_i = X \bmod m_i$ – наименьший неотрицательный остаток от деления X на m_i (в дальнейшем обозначается $|X|_{m_i}$). В *RNS* обеспечивается уникальное представление всех чисел в диапазоне от 0 до $M - 1$, где $M = m_1 \times m_2 \times \dots \times m_n$ – динамический диапазон представления чисел.

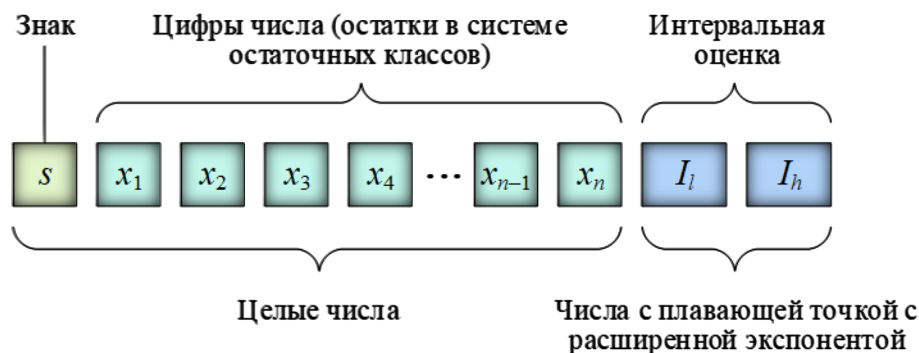


Рис. 4. Гибридный целочисленный формат на основе RNS

Преобразование из *RNS* в двоичную систему счисления выполняется с использованием хорошо известной Китайской теоремы об остатках [28]:

$$X = \left| \sum_{i=1}^n M_i |x_i \alpha_i|_{m_i} \right|_M, \quad (3)$$

где $M_i = M/m_i$. Число α_i является мультипликативной инверсией M_i по модулю m_i , причем $0 < \alpha_i < m_i$.

В отличие от позиционного представления остатки в *RNS* не имеют весов, что исключает формирование цепочек переносов между ними. Поэтому такие многоразрядные арифметические операции как сложение, вычитание и умножение естественным образом разбиваются на группы операций над остатками пониженной разрядности, как показано на рисунке 5, и вычисления над остатками могут выполняться параллельно по каждому модулю *RNS*. В итоге, чтобы непосвященному наблюдателю знать значения чисел и результат выполнения той или иной арифметической операции или операции отношения, состав используемых модулей $\{m_1, m_2, \dots, m_n\}$, порядок их применения при преобразованиях чисел в модулярную форму *RNS* и правила выполнения операций над числами в *RNS*. Алгоритмы выполнения арифметических и иных операций конструируются под конкретную систему *RNS*, а логика их работы определяется правилами выполнения операций выбранной *RNS*. Входные операнды, промежуточные данные при вычислениях, конечные результаты вычислений представляются в форме

чисел выбранной *RNS* при их исходном кодировании, то есть для непосвященного наблюдателя являются зашифрованными. В итоге в СИИ выполняются гомоморфные криптографические вычисления и на выходе блока 3 (рисунок 3) результаты обработки запроса пользователя выдаются также в зашифрованном виде.

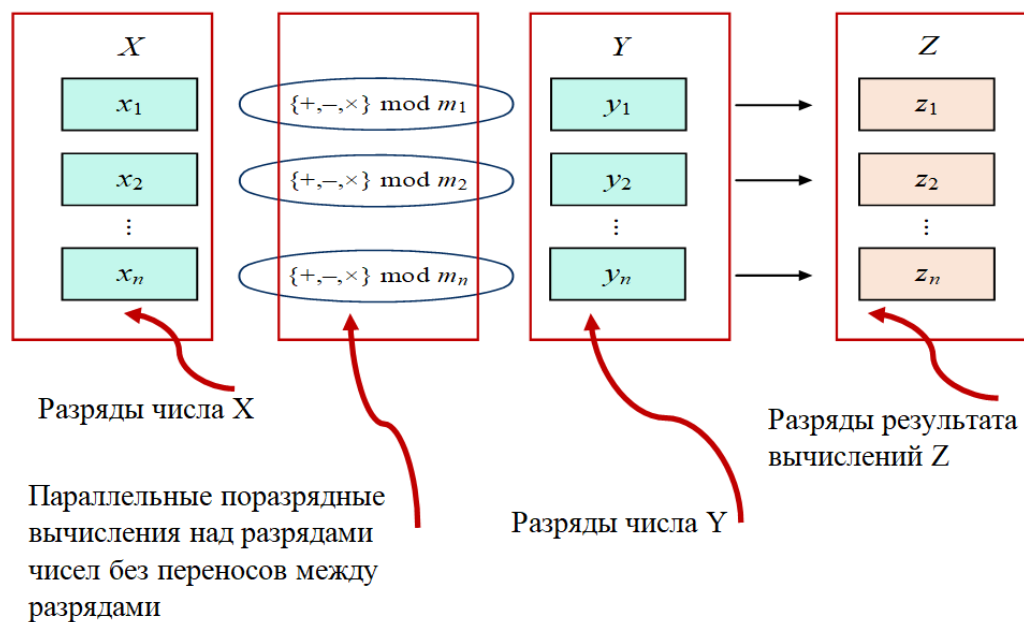


Рис. 5. Выполнение арифметических операций в СОК

Основным и трудно решаемым недостатком *RNS* является сложность оценки величины числа. К операциям такой оценки относятся операции сравнения, определения знака, обнаружения переполнения, масштабирования, деления и пр.

Для выполнения таких операций можно использовать следующий подход, основанный на вычислении интервальной оценки относительной величины числа в *RNS* $I(X/M)$ [16]. Такая оценка задается двумя границами с плавающей точкой, которые локализуют величину X/M в диапазоне $[0, 1)$. Эти

границы обозначаются следующим образом: $I_l(X)$ – нижняя граница интервальной оценки, $I_h(X)$ – ее верхняя граница.

Операции с плавающей точкой – основа современных вычислений. Поэтому практически все современные вычислительные платформы обеспечивают эффективную арифметику с плавающей точкой, в том числе поддерживают направленные округления, определенные стандартом IEEE-754. Более того, такие актуальные вычислительные технологии, как NVIDIA CUDA [17], предоставляют стандартные API для выполнения арифметических операций с направленными округлениями без каких-либо накладных расходов. Даже, если направленные округления не поддерживаются на данной вычислительной платформе, возможна их эффективная эмуляция с использованием FMA-инструкции [18].

Для сокращенной записи многоразрядного целого числа в рассматриваемой гибридной системе счисления (рисунок 4) далее используется следующая запись:

$$x = \langle s, X, I(X/M) \rangle, \quad (4)$$

где $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – абсолютное значение числа x в RNS , $I(X/M)$ – интервальная оценка относительной величины числа в RNS [16], s – знак числа. Поскольку X интерпретируется как целое число в интервале от 0 до $M-1$, где M – динамический диапазон RNS , выполнение неравенства $\log_2 M \geq p$ означает, что все p -разрядные неотрицательные целые числа представимы в данной системе остаточных классов. Остатки x_i являются при этом обычными целыми числами в формате IEEE-754 (например, 32-битными). Включение интервальной оценки в формат числа обеспечивает возможность ее быстрого вычисления с использованием правил выполнения операций интервальной арифметики. Верхняя и нижняя границы интервальной оценки представлены в формате с расширенной экспонентой

(extended-range floating-point representation) и используются для предотвращения потери значимости при большом M .

Числовое представление с расширенной экспонентой строится посредством объединения целого i со стандартным числом с плавающей точкой f , и эта пара рассматривается как число

$$f \times B^i, \quad (5)$$

где B – основание системы счисления. При $B = 2$ обеспечивается достаточный диапазон для предотвращения потери значимости даже при огромных значениях M , а базовые алгоритмы арифметики расширенного диапазона могут быть оптимизированы.

В заключение следует отметить, что порядок и значения модулей RNS системы могут быть динамически изменены в процессе работы СИИ. В случае изменения RNS системы должны быть модернизированы и соответствующие модули СИИ (рисунок 2 и 3) для этого необходимо выполнять перекомпиляцию исполняемых программных кодов и перестройку средств аппаратной поддержки (при наличии таковых).

Проблема построения пост компиляторов и вычислительных аппаратных модулей с реконфигурируемой архитектурой для рассматриваемого класса СИИ сегодня не решена, а в ближайшее время эти перспективные средства будут востребованы на практике.

В рамках данной статьи были специально опущены вопросы, связанные с гомоморфным дешифрованием промежуточных результатов реализации нейросетевых решающих правил СИИ. При их проектировании всегда приходится идти на тот или иной технически-реализуемый компромисс по допустимой декомпозиции нейросетевого решающего правила на меньшие фрагменты. На сегодняшний день подтверждена реализуемость одиночных нейронов нейросетевых преобразователей биометрии в код, обученных автоматом, построенным по ГОСТ Р 52633.5-2011. Обычно при

использовании в качестве доверенной вычислительной среды контроллеров SIM- карты или микро SD-карты их ресурсов недостаточно. Приходится применять гомоморфное шифрование данных с учетом выполнения операций сложения, вычитания, умножения, сравнения с порогом при программном воспроизведении нейронов вне доверенного контроллера SIM- карты или микро SD-карты.

2. Методы и алгоритмы гомоморфных вычислений с применением гибридных систем счисления

Остановимся на рассмотрении метода оценки значения числа на основе правил интервальной арифметики более подробно. Любое целое число $X \in \{0, 1, \dots, M - 1\}$ имеет в RNS уникальное модулярное представление:

$$X = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle, \quad \text{где } x_i = |X|_{m_i} \leftrightarrow X \bmod m_i.$$

Модульные операции (сложение, умножение, возведение в степень и пр.) по различным модулям p_i можно выполнять независимо:

$$Z = X \text{ op } Y = \langle z_1 = |x_1 \text{ op } y_1|_{m_1}, z_2 = |x_2 \text{ op } y_2|_{m_2}, \dots, z_n = |x_n \text{ op } y_n|_{m_n} \rangle.$$

Классический метод получения оценки числа (либо точного значения) по абсолютной позиционной величине RNS числа состоит в определении значения позиционного числа в соответствии с выражением:

$$X = |\sum_{i=1}^n x_i B_i|_M,$$

Альтернативным классическому является метод приближенного CRT -декодирования, который переводит проблему из области целых в область рациональных чисел. Он основан на оценке относительной величины RNS числа, то есть отношения $E(X/(P)), P \equiv M, M = m_1 \times m_2 \times \dots \times m_n$. Из формулы (5) следует, что $E(X/P) = |\sum_{i=1}^n x_i B_i|_P / P$.

Подставив $B_i = \frac{P}{p_i} \cdot |P_i^{-1}|_{p_i}$ и расписав операцию $|a|_m$ в виде $a - [a/m]m$, получим выражение

$$E(X/P) = \left| \sum_{i=1}^n \frac{|x_i|_{p_i^{-1}} |p_i|_1}{p_i} \right|_1, \quad (6)$$

где $| \cdot |_1$ – дробная часть аргумента. Точное вычисление (6) соизмеримо по времени с *CRT*-преобразованием (5), так как требует работы с числами большой длины.

Поэтому вместо $E(X/P)$ вычисляют ее аппроксимацию $A(X/P) = \text{round } E(X/P)$, округляя каждое слагаемое и сумму в выражении (6). Вычисление $A(X/P)$ выполняется в машинной арифметике с плавающей точкой за время $O(n)$ при последовательной реализации алгоритма и за время $O(\log n)$ при параллельной реализации с использованием каскадного суммирования. Это на порядок быстрее, чем классические *CRT*- или *MRC*-методы. Недостатком приближенного *CRT*-декодирования является необходимость аккуратного учета погрешностей округления при вычислении $A(X/P)$. Этот недостаток приобретает актуальность в условиях неоднозначности модели вычислений с плавающей точкой, реализуемой современными процессорами и оптимизирующими компиляторами языков программирования. Причем, при заниженной оценке погрешностей округления не исключается возникновение ошибок вычислений, связанных с неправильным выбором ветви при условном переходе или некорректной интерпретацией знака числа, что особенно актуально, когда *RNS* задана большим числом модулей (в этом случае погрешности $A(X/P)$ контролировать наиболее сложно). Кроме этого, $A(X/P)$ непрактична при использовании в итерационных вычислениях.

Основной особенностью метода интервальной оценки значения числа является использования интервального анализа для учета ошибок округления

при компьютерной аппроксимации $E(X/P)$. Таким образом, вместо вычисления одного приближенного числа $A(X/P)$ предлагается вычислять замкнутый вещественный интервал $I(X/P)$, который локализует значение $E(X/P)$. Такая интервальная аппроксимация и предлагается в качестве интервально-позиционной характеристики числа.

2.1. Алгоритмы гомоморфных вычислений немодульных операций в RNS системах на базе ИПХ модулярных чисел

Интервально-позиционная характеристика (ИПХ) по правилам интервальной арифметики принадлежит интервалу

$$I(X/P) := [\underline{X/P}, \overline{X/P}]$$

с направленно округленными до ближайшего меньшего и ближайшего большего значений границами, которые удовлетворяют условию:

$$\underline{X/P} \leq E(X/P) \leq \overline{X/P}.$$

ИПХ проецирует полный числовой диапазон RNS на полуинтервал $[0, 1)$, сопоставляя всякое RNS число X с парой округленных границ - позиционных чисел, которые локализуют относительную величину X [16].

Введем обозначения, которые будут использоваться в дальнейшем. Операции сложения и вычитания, умножения и деления над дробными числами, выполняемые с округлением к меньшему и большему представимому числу (аналогично операциям $toward-\infty$ и $toward+\infty$), будут соответственно обозначаться символами-операторами:

$$\nabla, \quad \nabla, \quad \nabla, \quad \nabla \text{ и } \triangle, \quad \triangle, \quad \triangle, \quad \triangle.$$

В том случае, если один из этих символов-операторов стоит перед групповым оператором, то все операции выполняются в соответствии с заданным типом округления. Например, выражение $\triangle \sum_{i=1}^n x_i$ означает, что

все $n-1$ суммирований выполняются с округлением к большему. Техника направленных округлений подробно освещена в работах М. Овертона [28].

Пусть в RNS с модулями $p_1, p_2, \dots, p_n$ задано некоторое число $X = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$, то для вычисления границ ИПХ справедливы формулы 7,8:

$$\underline{X/P} = \left\lfloor \nabla \sum_{i=1}^n \left(|x_i \cdot |P_i^{-1}|_{p_i}|_{p_i} \right) \nabla p_i \right\rfloor_1 \quad (7)$$

$$\overline{X/P} = \left\lceil \triangle \sum_{i=1}^n \left(|x_i \cdot |P_i^{-1}|_{p_i}|_{p_i} \right) \triangle p_i \right\rceil_1 \quad (8)$$

За счет направленных округлений возникающие погрешности приводят лишь к расширению ИПХ, оставляя отношение $E(X/P) \in I(X/P)$ истинным (существуют некоторые исключения, которые рассматриваются в дальнейшем). Это позволяет контролировать корректность результата выполнения немодульных операций путем анализа специальных признаков, указывающих на ситуации, когда точности ИПХ недостаточно для однозначной оценки $E(X/P)$. Абсолютная ошибка ИПХ отражается в ее диаметре (9):

$$diam I(X/P) = \overline{X/P} - \underline{X/P}, \quad (9)$$

Причем, как известно чем меньше $diam I(X/P)$, тем точнее $I(X/P)$ локализует $E(X/P)$.

Если значения выражений (7) и (8) вычисляются с k значащими b -разрядами при количестве модулей RNS равным n , то можно использовать классический алгоритм рекурсивного суммирования. В этом случае применив метод частных производных имеем верхнюю оценку значения диаметра: $diam I(X/P) \leq nb^{-k}$.

Рассмотрим следующий пример. Пусть RNS задана модулями $\{7, 9, 11, 13\}$ с произведением $P = 9009$ (эти модули используются во всех последующих примерах). Для этой системы $|P_1^{-1}|_7 = 6$, $|P_2^{-1}|_9 = 5$,

$|P_3^{-1}|_{11} = 9$, $|P_4^{-1}|_{13} = 10$. ИПХ для числа $X = \langle 6,1,0,8 \rangle$ определится следующим образом:

$$\begin{aligned}\underline{X/P} &= |(|6 \cdot 6|_7 \nabla 7) \nabla (|1 \cdot 5|_9 \nabla 9) \nabla (|0 \cdot 9|_{11} \nabla 11) \nabla (|8 \cdot 10|_{13} \nabla 13)|_1, \\ \overline{X/P} &= |(|6 \cdot 6|_7 \triangle 7) \triangle (|1 \cdot 5|_9 \triangle 9) \triangle (|0 \cdot 9|_{11} \triangle 11) \triangle (|8 \cdot 10|_{13} \triangle 13)|_1.\end{aligned}$$

Вычисляя эти выражения с округлением до двух разрядов, получим:

$$\underline{X/P} = |0.14 \nabla 0.55 \nabla 0 \nabla 0.15|_1 = 0.84,$$

$$\overline{X/P} = |0.15 \triangle 0.56 \triangle 0 \triangle 0.16|_1 = 0.87.$$

Таким образом, $E(X/P)$ локализуется в интервале $I(X/P) = [0.84, 0.87]$ с диаметром 0.03.

Действительно, если преобразовать в десятичную систему $X = 7678$, то $E(X/P) = 7678/9009 \approx 0.85$. Для данной точности ИПХ максимальное значение диаметра (9) составляет 0.04.

На множестве предложенного вида ИПХ естественным образом определяются основные арифметические операции и операция бинарное пересечение, а также определяются отношения равенства и порядка. Рассмотрим перечисленные операции подробнее.

Сложение и вычитание ИПХ задаются по аналогии с операциями над вещественными интервалами по правилам выполнения операций интервальной арифметики [10,11]:

$$I(Z^+/P) = [\underline{X/P} \nabla \underline{Y/P}, \overline{X/P} \triangle \overline{Y/P}], \quad (10)$$

$$I(Z^-/P) = [\underline{X/P} \nabla \overline{Y/P}, \overline{X/P} \triangle \underline{Y/P}]. \quad (11)$$

Для операций умножения и деления ИПХ справедливы следующие правила их выполнения (12,13):

$$I(Z^\times/P) = [(\underline{X/P} \nabla \underline{Y/P}) \nabla \overline{1/P}, (\overline{X/P} \triangle \overline{Y/P}) \triangle \underline{1/P}], \quad (12)$$

$$I(Z^\div/P) = [(\underline{X/P} \nabla \underline{1/P}) \nabla \overline{Y/P}, (\overline{X/P} \triangle \overline{1/P}) \triangle \underline{Y/P}], \quad (13)$$

где $I(1/P) = [\underline{1/P}, \overline{1/P}]$ - интервальная аппроксимация величины $1/P$.

Предполагается, что в выражении (10) значения $\underline{Y/P}, \overline{Y/P} \neq 0$. Соотношения

(10) – (13) учитывают погрешности округления, расширяя границы результирующей ИПХ согласно свойству включения интервалов.

Операция бинарного пересечения ИПХ определяется следующим образом:

$$I(X/P) \cap I(Y/P) = \{a | a \in I(X/P) \wedge a \in I(Y/P)\}.$$

В терминах интервального анализа результат пересечения – это интервал $[I(X/P) \cap I(Y/P)] = [\max\{\underline{X/P}, \underline{Y/P}\}, \min\{\overline{X/P}, \overline{Y/P}\}]$.

Если $\text{diam}[I(X/P) \cap I(Y/P)] \geq 0$, то $I(X/P) \cap I(Y/P) \neq \emptyset$, то есть ИПХ пересекаются. Если же $\text{diam}[I(X/P) \cap I(Y/P)] < 0$, то ИПХ не пересекаются.

Если в качестве второго операнда выступает некоторое число c , эквивалентное вырожденному интервалу $[c] = [c, c]$, то непустое пересечение $I(X/P) \cap c$ равносильно включению $c \in I(X/P)$. В итоге в соответствии с правилами интервальной арифметики верны следующие два утверждения.

Утверждение 1. ИПХ $I(X/P)$ и $I(Y/P)$ равны тогда и только тогда, когда попарно равны обе их границы, то есть $\underline{X/P} = \underline{Y/P}$ и $\overline{X/P} = \overline{Y/P}$.

Утверждение 2. ИПХ $I(X/P)$ больше, чем ИПХ $I(Y/P)$ тогда и только тогда, когда $\underline{X/P} > \overline{Y/P}$.

Очевидно, что если ИПХ чисел в RNS известны (ранее вычислены), то выполнение основных немодульных операций над ними становится тривиальным, поскольку сводится к анализу позиционных границ интервалов и оценке достоверности результата при соблюдении ряда формальных условия для получения корректного результата. Формальные условия корректности результата немодульной операции определяются следующим образом.

В общем случае направленные округления при вычислении ИПХ не влияют на свойство включения $E(X/P) \in I(X/P)$, но в ряде случаев оно нарушается из-за недостаточной точности вычислений. Такая ситуация возникает если число X очень мало по отношению к P , либо если X находится вблизи P . В первом случае неправильно вычисляется нижняя граница ИПХ, во втором случае – верхняя. В обоих случаях $\text{diam } I(X/P) < 0$ и ИПХ является неправильной (строго говоря, такой интервал не соответствует определению ИПХ).

Первым условием корректного выполнения любой немодульной операции является правильность операндов ИПХ по Каухеру, то есть диаметры характеристик всех операндов не должны быть отрицательными. Если первое условие выполнено, то окончательный вывод о корректности результата немодульной операции определяется на основании анализа второго формального условия. Вторым формальным условием корректности результата выполнения немодульной операции формулируется следующим образом: *для получения корректного результата немодульной операции достаточно, чтобы ИПХ всех операндов были правильными и не пересекались между собой или с опорными точками.* Этот признак инвариантен к числу модулей RNS и их разрядности, а также к используемой модели машинных вычислений, поскольку основан на апостериорной оценке ошибок округления. В случае нарушения этого признака необходимо повысить точность ИПХ или использовать другие методы для оценки величины RNS чисел (например, MRC).

Перечень условий конкретного выполнения операций сравнения по величине, определения знака и контроля переполнения диапазона приведен в таблице 3.

Таблица 3

Условия корректного выполнения немодульных операций

Тип операции	Условие выполнения немодульной операции
Операция сравнения	$diam[I(X/P) \cap I(Y/P)] < 0$
Определение знака	$diam\left[I(X/P) \cap I\left(\frac{P-1}{2P}\right)\right] < 0 \vee \overline{X/P} = \frac{P-1}{2P}$
Контроль переполнения суммы	$diam[I(Z^+/P) \cap 1] < 0 \vee \underline{Z^+/P} = 1$
Контроль переполнения произведения	$diam[I(Z^\times/P) \cap 1] < 0 \vee \underline{Z^\times/P} = 1$

2.2. Алгоритмы гомоморфного выполнения операции сравнения двух чисел в RNS системе счисления.

Для выполнения сравнения двух чисел *при* $X \neq Y$ необходимо выполнить следующие действия:

1. Вычислить ИПХ чисел X и Y : $I(X/P)$ и $I(Y/P)$.
2. Оценить *формальные условия* получения корректного результата.
3. При выполнении формальных условий корректности результата выполнить пункт 4, иначе сформировать оповещение об ошибочном вычислении и завершить выполнение операции сравнения.
4. Определить результат, сопоставив ИПХ по правилам интервальной арифметики: если $\underline{X/P} > \overline{Y/P}$, то $X > Y$; если $\overline{X/P} < \underline{Y/P}$, то $X < Y$.
5. Завершить выполнение операции.

Например, требуется сравнить по величине числа $X = \langle 1,8,7,0 \rangle$ и $Y = \langle 6,5,10,9 \rangle$. Рассмотрим выполнение этой операции сравнения.

1. Вычисляем ИПХ чисел X и Y с двумя значащими цифрами и значение диаметра результата:

$$\begin{aligned}\underline{X/P} &= |0.85 \nabla 0.44 \nabla 0.72 \nabla 0.00|_1 = 0.01, \\ \overline{X/P} &= |0.86 \triangle 0.45 \triangle 0.73 \triangle 0.00|_1 = 0.04, \\ \underline{Y/P} &= |0.14 \nabla 0.77 \nabla 0.18 \nabla 0.92|_1 = 0.01, \\ \overline{Y/P} &= |0.15 \triangle 0.78 \triangle 0.19 \triangle 0.93|_1 = 0.05.\end{aligned}$$

2. Определяем диаметр интервала пересечения ИПХ.

$$\begin{aligned} \text{diam}[I(X/P) \cap I(Y/P)] &= \min \{ \overline{X/P}, \overline{Y/P} \} - \max \{ \underline{X/P}, \underline{Y/P} \} = \\ &= 0.04 - 0.01 > 0. \end{aligned}$$

3. Выполняем оценку условий корректности выполнения операции сравнения. Условие не выполняются, так как интервалы ИПХ пересекаются и значит при данной точности границ результат не может быть однозначно определен. Требуется повысить точность вычислений.

4. Вычислим ИПХ с тремя значащими цифрами.

$$\begin{aligned} \underline{X/P} &= |0.857 \nabla 0.444 \nabla 0.727 \nabla 0.000|_1 = 0.028, \\ \overline{X/P} &= |0.858 \triangle 0.445 \triangle 0.738 \triangle 0.000|_1 = 0.031, \\ \underline{Y/P} &= |0.142 \nabla 0.777 \nabla 0.181 \nabla 0.923|_1 = 0.023, \\ \overline{Y/P} &= |0.143 \triangle 0.778 \triangle 0.182 \triangle 0.924|_1 = 0.027. \end{aligned}$$

В данном случае $\text{diam}[I(X/P) \cap I(Y/P)] = -0.001$, поэтому сравнение будет выполнено корректно.

5. Выполняем сравнение ИПХ чисел и так как $0.028 > 0.027$, то $X > Y$. Действительно, если перевести значения чисел из RNS системы счисления в десятичную систему счисления, то $X = 260$, $Y = 230$.

2.3. Алгоритм гомоморфного выполнения операции определения знака числа в симметричных RNS системах.

В классических RNS системах значения знаков чисел задаются неявно из-чего возникают сложности при выполнении арифметических операций. Для представления положительных и отрицательных чисел в симметричных RNS системах при нечетном P диапазон $[0, P-1]$ разбивается на два интервала $\left[0, \frac{P-1}{2}\right]$ и $\left[\frac{P+1}{2}, P-1\right]$. Первый интервал предназначен для представления положительных чисел, а второй интервал для представления отрицательных. Очевидно, что при известном значении ИПХ числа для определения его знака достаточно сравнить $I(X/P)$ числа с ИПХ константы $I\left(\frac{P-1}{2P}\right)$, то есть

применить выше рассмотренный алгоритм выполнения операции сравнения. Аналогично определяется знак результата выполнения арифметических операций. Ввиду тривиальности алгоритма определения знака числа его формальное описание не приводится.

2.4. Алгоритмы гомоморфной операции определения переполнения в RNS системах счисления.

При выполнении арифметических вычислений возможно возникновение ситуации, когда результат вычислений выходит за диапазон представления чисел, то есть возникает переполнение. По правилам выполнения арифметических ситуаций в *RNS* системах эта ситуация не контролируется и полученный результат воспринимается как правильный результат. При использовании ИПХ характеристики чисел контроль таких ситуаций возможен.

Рассмотрим выполнение операции сложения двух чисел: $Z^+ = X + Y$. Если X и Y одинаковых знаков, то процедура определения переполнения сводится к сопоставлению интервала-суммы (10) с единицей: если $\underline{Z^+}/P \geq 1$, то при суммировании произойдет переполнение, но если $\overline{Z^+}/P < 1$, то переполнения не произойдет (предполагается, что P – большое число и разницей между 1 и $(P - 1)/P$ можно пренебречь). Признак переполнения при умножении двух модулярных чисел $Z^\times = X \times Y$ определяется аналогично. При этом интервал-произведение $I(Z^\times/P)$ вычисляется по формуле (12).

В контексте вычислительной математики метод интервальных оценок обладает следующими достоинствами:

1. Метод ориентирован на произвольно большие динамические диапазоны, не накладывает ограничений на набор модулей и их количество.

2. Алгоритмы вычисления $I(X/M)$ при равномерном распределении чисел=операндов имеют низкую вычислительную сложность и эффективно распараллеливаются.

3. Для вычисления $I(X/M)$ требуется выполнение только целочисленных операций и операций с плавающей точкой машинной точности.

Таким образом, применение предлагаемой ИПХ дает возможность выполнять немодульные операции непосредственно в формате RNS системы без преобразования численных данных в классический двоичный формат, то есть в гомоморфном исполнении.

2.5. Алгоритмы гомоморфной арифметики в RNS системах

Пусть многоразрядные числа x и y представлены в формате (4), т.е.

$$x = \langle s_x, X, I(X/M) \rangle, y = \langle s_y, Y, I(Y/M) \rangle, X = (x_1, x_2, \dots, x_n, \\ Y = (y_1, y_2, \dots, y_n), I(X/M) = [I_l(X), I_h(X)] \text{ и } I(Y/M) = [I_l(Y), I_h(Y)].$$

Гомоморфные операции сложения, вычитания и умножения с такими числами просты в реализации даже с использованием современных аппаратных средств. На рисунках 6 и 7 представлены алгоритмы сложения и вычитания чисел одинаковых знаков.

Алгоритм 1 $z \leftarrow x + y$

```

1:  $I(Z/M) \leftarrow I(X/M) + I(Y/M)$  ▷ Интервальная арифметика
2: if  $I_h(Z) \leq I_l(\frac{M-1}{M})$  then
3:    $s_z \leftarrow s_x$ 
4:   for  $i \leftarrow 1, n$  do ▷ Возможна параллельная обработка
5:      $z_i \leftarrow (x_i + y_i) \bmod m_i$ 
6:   end for
7:   return  $\langle s_z, (z_1, z_2, \dots, z_n), I(Z/M) \rangle$ 
8: else
9:   Обработка переполнения
10: end if

```

**Рис. 6. Алгоритм гомоморфного сложения чисел
одинаковых знаков в RNS**

На рисунке 8 представлен алгоритм умножения. Поскольку вычисления в СОК выполняются отдельно по каждому модулю, основные вычислительные циклы в этих алгоритмах могут быть эффективно распараллелены.

По сравнению с алгоритмами из [17], представленные алгоритмы сложения и умножения реорганизованы таким образом, чтобы обеспечить возможность не только фиксации факта переполнения динамического диапазона, но и устранения переполнения посредством масштабирования либо расширения системы модулей СОК.

Алгоритм 2 $z \leftarrow x - y$

```
1: if  $X = Y$  then
2:   return 0
3: end if
4: if  $I_l(X) > I_h(Y)$  then                                      $\triangleright X > Y$ 
5:    $s_z \leftarrow s_x$ 
6:   for  $i \leftarrow 1, n$  do                                      $\triangleright$  Возможна параллельная обработка
7:      $z_i = (x_i - y_i) \bmod m_i$ 
8:   end for
9:    $I(Z/M) \leftarrow I(X/M) - I(Y/M)$ 
10:  return  $\langle s_z, (z_1, z_2, \dots, z_n), I(Z/M) \rangle$ 
11: else if  $I_h(X) < I_l(Y)$  then                                  $\triangleright Y > X$ 
12:    $s_z \leftarrow \neg s_x$ 
13:   for  $i \leftarrow 1, n$  do                                      $\triangleright$  Возможна параллельная обработка
14:      $z_i = (y_i - x_i) \bmod m_i$ 
15:   end for
16:    $I(Z/M) \leftarrow I(Y/M) - I(X/M)$ 
17:  return  $\langle s_z, (z_1, z_2, \dots, z_n), I(Z/M) \rangle$ 
18: else
19:   Уточнение знака
20: end if
```

**Рис. 7. Алгоритм гомоморфного вычитания
чисел одинаковых знаков**

Алгоритм 3 $z \leftarrow xy$

```

1:  $I(Z/M) \leftarrow I(X/M) \cdot I(Y/M)$  ▷ Интервальная арифметика
2: if  $I_h(Z) \leq I_l(\frac{M-1}{M})$  then
3:    $s_z \leftarrow s_x \oplus s_y$ 
4:   for  $i \leftarrow 1, n$  do ▷ Возможна параллельная обработка
5:      $z_i \leftarrow x_i y_i \bmod m_i$ 
6:   end for
7:   return  $\langle s_z, (z_1, z_2, \dots, z_n), I(Z/M) \rangle$ 
8: else
9:   Обработка переполнения
10: end if

```

Рис. 8. Алгоритм гомоморфного умножения чисел в RNS

При вычитании чисел одинаковых знаков переполнения быть не может, однако возможна неоднозначность в определении знака результата ввиду недостаточной точности ИПХ. Для разрешения этой ситуации предлагается один из следующих способов:

Способ 1. Выполнить повторное вычисление интервальной оценки с более высокой точностью. В этом случае $I(X/M)$ и $I(Y/M)$ вычисляются на основании остатков $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ и $(y_1, y_2, \dots, y_n)$ с использованием Алгоритма 1 из [19], после чего выполняется повторный вызов алгоритма вычитания.

Способ 2. Вычисляются представления чисел X и Y в системе счисления со смешанными основаниями (mixed-radix system) [20], заданной основаниями $W_1 = 1, W_i = \prod_{j=1}^{i-1} m_j$ для $i = 2, 3, \dots, n$ где m_j – модули СОК. Далее вычисленные представления $[\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n]$ и $[\bar{y}_1, \bar{y}_2, \dots, \bar{y}_n]$ сравниваются поэлементно, начиная со старших цифр $\bar{x}_n$ и $\bar{y}_n$. Если на i -й итерации сравнения оказывается $\bar{x}_i \neq \bar{y}_i$, то цикл сравнения завершается. При этом: если $\bar{x}_i > \bar{y}_i$, то $X > Y$; если $\bar{x}_i < \bar{y}_i$, то $X < Y$.

Деление в *RNS* системах является сложно реализуемой операцией, так как для этой операции не существует параллельной формы вычислений. Для эффективного гомоморфного деления ниже предлагается следующий

алгоритм, основанный на интервальных оценках. Делимое и делитель X и Y поступают в RNS представлении. Результатом выполнения операции гомоморфного деления являются числа Q и R в RNS представлении такие, что $X = QY + R$, где $0 \leq R < Y$. Алгоритм операции гомоморфного деления представлен на рисунке 9.

Отличие представленного гомоморфного алгоритма деления от имеющихся аналогов состоит в том, что все вычисления выполняются исключительно с числами в RNS представлении (шаги 8, 9) или с их интервальными оценками без преобразования в позиционную систему счисления. Алгоритм не накладывает ограничений на величину делимого и делителя, равно как не требует использования специальных модулей, поэтому пригоден для реализации, как для многоразрядных, так и мало разрядных вычислений в RNS системах.

Для корректной работы алгоритма необходимо заранее вычислить и сохранить в подстановочной таблице размера $O(n \log M)$ значения $2^i \bmod m_j$ для всех $i = 0, 1, \dots, \lfloor \log_2 M \rfloor, j = 1, 2, \dots, n$.

Алгоритм 4 Деление в СОК $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ на $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$

```

1:  $Q \leftarrow 0$ 
2:  $R \leftarrow X$ 
3: Вычислить  $I(Y/M) = [I_l(Y), I_h(Y)]$ 
4: Вычислить  $I(R/M) = [I_l(R), I_h(R)]$ 
5: while  $R \geq Y$  do
6:    $q \leftarrow \text{RoundDown}(I_l(R)/I_h(Y))$             $\triangleright$  Деление с плавающей точкой,  $q = f \times 2^e$ 
7:   Выбрать остаточное представление для  $Q_t = 2^e$ .
8:    $Q \leftarrow Q + Q_t$ 
9:    $R \leftarrow R - Q_t Y$ 
10:  Вычислить  $I(R/M) = [I_l(R), I_h(R)]$ 
11: end while
12: return  $Q$  and  $R$ 

```

Рис. 9. Алгоритм гомоморфного деления чисел в RNS

На рисунке 10 приведен алгоритм целочисленного многоразрядного гомоморфного деления в формате (4). При целочисленном делении требуется, чтобы остатком было положительное число. Поэтому в случае, когда делимое является отрицательным и остаток при делении модулей чисел не равен нулю, к неполному частному прибавляется единица.

Алгоритм 5 $z \leftarrow \lfloor x/y \rfloor$

1: $(Z, R) \leftarrow X/Y$

▷ Алгоритм 4

2: $s_z \leftarrow s_x \oplus s_y$

3: **if** $R \neq 0$ and $s_x = 1$ **then**

4: $Z \leftarrow Z + 1$

5: **end if**

6: Compute $I(Z/M) = [I_l(Z), I_h(Z)]$

7: **return** $\langle s_z, Z, I(Z/M) \rangle$

**Рис. 10. Алгоритм целочисленного гомоморфного
деления в формате 4**

Следующая проблема при выполнении вычислений в смешенных гомоморфных системах счисления это контроль переполнение динамического диапазона. В представленных в данной работе алгоритмах переполнение может возникнуть при выполнении операций сложения чисел одинаковых знаков (Алгоритм 1) и операции умножения (Алгоритм 3). Можно выделить следующие способы контроля переполнения при вычислениях с целыми числами:

1. Фиксация факта переполнения с выдачей сообщения о переполнении.

2. Предотвращение переполнения путем расширения диапазона представления чисел.

При использовании предложенного формата (4) определение переполнения можно выполнить с использованием ранее рассмотренных интервальных оценок. Рассмотрим эту ситуацию.

Пусть даны числа в СОК $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ и $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, а также их интервальные оценки

$$I(X/M) = [I_l(X), I_h(X)] \text{ и } I(Y/M) = [I_l(Y), I_h(Y)].$$

Границы интервальной оценки суммы $Z = X + Y$ вычисляются следующим образом:

$$\begin{cases} I_l(Z) = \text{RoundDown}(I_l(X) + I_l(Y)), \\ I_h(Z) = \text{RoundUp}(I_h(X) + I_h(Y)). \end{cases}$$

Пусть

$I(\frac{M-1}{M}) = [I_l(\frac{M-1}{M}), I_h(\frac{M-1}{M})]$ – есть интервальная оценка для константы $\frac{M-1}{M}$ (наибольшее число, представимое в СОК с диапазоном M).

Очевидно, что если $I_h(Z) \leq I_l(\frac{M-1}{M})$, то при вычислении Z переполнения не произойдет. С другой стороны, если $I_h(Z) > I_l(\frac{M-1}{M})$, то возможны два варианта:

1. если $I_l(Z) > I_h(\frac{M-1}{M})$, то переполнение гарантированно произойдет;
2. если $I_l(Z) \leq I_h(\frac{M-1}{M})$, то переполнение возможно, но текущая

точность интервальных оценок не позволяет сделать однозначного вывода.

В первом случае можно зафиксировать факт переполнения выдачей соответствующего исключения и / или установкой специального флага.

Во втором случае необходимо заново вычислить интервальные оценки на основании цифр (остатков) чисел в СОК, иначе следует воспользоваться другим методом оценки переполнения. Например, преобразовав Z и один из операндов в систему со смешанными основаниями и сравнив попарно цифры полученных смешанных представлений, начиная со старшей.

Одним из преимуществ RNS систем является возможность динамического расширения диапазона представления чисел, что позволяет не только установить факт переполнения, но и предотвратить его появление.

Рассмотрим следующий подход для расширения диапазона представления чисел в процессе вычислений.

Пусть в многоразрядном формате (4) заданы числа x и y с мантиссами

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad \text{и} \quad Y = (y_1, y_2, \dots, y_n).$$

Пусть при выполнении одной из операций с этими числами установлено, что возникнет переполнение (например, Алгоритмы 1 и 3). Для того, чтобы получить корректный результат операции необходимо к системе оснований RNS чисел $\{m_1, m_2, \dots, m_n\}$ добавить один или несколько дополнительных модулей $m_{n+1}, m_{n+2}, \dots, m_{n+p}$, тем самым расширить динамический диапазон представления чисел с

$$M = \prod_{i=1}^n m_i \quad \text{до} \quad M_E = \prod_{i=1}^{n+p} m_i.$$

Для этого необходимо к имеющимся остаткам представления числа $x_1, x_2, \dots, x_n$ вычислить остатки числа X по введенным дополнительным модулям, то есть $|X|_{m_{n+i}}, i = 1, 2, \dots, p$. То же самое сделать и для всех других чисел, используемых при вычислениях. Для решения задачи масштабирования диапазона достаточно выполнить следующие действия.

Известно, что остаток числа $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ по некоторому модулю m , взаимно простому со всеми модулями $m_1, m_2, \dots, m_n$, может быть вычислен по формуле:

$$|X|_m = \left| \sum_{i=1}^n |M_i|_m \cdot |x_i \alpha_i|_{m_i} \Big|_m - |k|M|_m \Big|_m \right|_m, \quad (14)$$

В этой формуле все величины, кроме k и $x_1, x_2, \dots, x_n$, являются константами при фиксированных $m_1, m_2, \dots, m_n$ и m . Таким образом, задача расширения базиса СОК модулем m сводится к вычислению k . В [33] предложен эффективный алгоритм вычисления k , основанный на интервальной оценке относительной величины числа в СОК:

$$\begin{cases} k_{low} = \left\lfloor RoundDown \left(\sum_{i=1}^n \frac{|x_i \alpha_i| m_i}{m_i} \right) \right\rfloor, \\ k_{upp} = \left\lceil RoundUp \left(\sum_{i=1}^n \frac{|x_i \alpha_i| m_i}{m_i} \right) \right\rceil. \end{cases} \quad (15)$$

Если $k_{low} = k_{upp}$, то $k = k_{low} = k_{upp}$. Также в [33] предложен способ разрешения неоднозначностей в случае, когда $k_{low} \neq k_{upp}$. Таким образом, чтобы предотвратить переполнение диапазона представления чисел в формате (4), достаточно p раз применить формулу (11), используя (9) для вычисления k . Здесь p – количество дополнительных модулей системы, которое определяется исходя из специфики задачи. В частности, чтобы предотвратить переполнение при сложении, достаточно одного дополнительного модуля. В свою очередь, для предотвращения переполнения при умножении двух чисел может потребоваться не более n дополнительных модулей, при условии $m_{n+i} > m_j, 1 \leq i, j \leq n$.

При программной реализации вышеприведенных алгоритмов гомоморфных вычислений целесообразно сравнить их быстродействие, например, с аналогичными алгоритмами применяемыми в библиотеках GMP версии 6.1.2, TTMATH версии 0.9.4.prerelease и cBigNumber версии 2.0a (библиотеки длинной арифметики для CPU).

Выполнен ряд экспериментов по оценке времени выполнения серий операций сложения, вычитания и умножения при разрядности операндов от 128 до 8192 бит с применением RNS кодирования чисел. Наборы использованных модулей RNS представлены в таблице 4. Для генерации наборов модулей был использован свободно распространяемый генератор (<https://github.com/kisupov/rns-moduli-generator>). Для того, чтобы получить всю

последовательность модулей, использованных в экспериментах, достаточно вызвать функцию `moduliGenerator1` с аргументами (n, m_0) из таблицы 4.

Таблица 4

**Параметры наборов модулей СОК,
использованных в экспериментах**

Размер набора, n	Младший модуль, m_0	Разрядность вычислений, бит	Разрядность вычислений, дес. цифр
9	19751	128	39
17	35253	256	78
34	34217	512	155
68	34177	1024	309
135	36493	2048	617
270	35813	4096	1234
541	33707	8192	2468

В качестве входных данных выступали псевдослучайные числа, сгенерированные библиотекой GMP (функция `mpz_urandomm`). Диапазон изменения входных данных: от 0 до $M/2$ для сложения и вычитания, от 0 до $\sqrt{M}$ для умножения. Конфигурация использованной при экспериментах вычислительной системы представлена в таблице 5. Результаты экспериментов представлены в таблицах 4 и 6,7,8.

Таблица 5

Конфигурация тестовой системы

Процессор	Core i5-7500 (Kaby Lake, 6M L3 Cache, 3.4 Ghz)
ОЗУ	16 GB DDR4 Dual channel
Операционная система	Windows 10 Pro x64
Компилятор	g++ 8.2.0 (MinGW.org GCC-8.2.0-5)
Опции компиляции	-O3 -DNDEBUG -mssse3 -ffast-math

Таблица 6

Время сложения многоразрядных чисел

Разрядность (бит)	Разрядность (дес. цифр)	GMP	TTMath	cBigNumber	Алгоритм 1
128	39	0.023	0.008	0.083	0.057
256	78	0.032	0.011	0.084	0.063
512	155	0.042	0.018	0.089	0.082
1024	309	0.054	0.045	0.132	0.110
2048	617	0.087	0.072	0.191	0.192
4096	1234	0.133	0.133	0.303	0.368
8192	2468	0.241	0.288	0.591	0.747

Таблица 7

Время вычитания многоразрядных чисел

Разрядность (бит)	Разрядность для дес. цифр)	GMP	TTMath	cBigNumber	Алгоритм 2
128	39	0.021	0.007	0.074	0.050
256	78	0.025	0.010	0.076	0.051
512	155	0.038	0.016	0.078	0.066
1024	309	0.059	0.045	0.136	0.097
2048	617	0.097	0.071	0.200	0.178
4096	1234	0.158	0.138	0.331	0.363
8192	2468	0.327	0.272	0.642	0.780

Таблица 8

Время умножения многоразрядных чисел

Разрядность (бит)	Разрядность (дес. цифр)	GMP	TTMath	cBigNumber	Алгоритм 3
128	39	0.018	0.017	0.756	0.053
256	78	0.035	0.173	1.321	0.061
512	155	0.085	0.612	2.832	0.082
1024	309	0.276	2.033	7.547	0.117
2048	617	0.865	6.491	25.264	0.224
4096	1234	2.630	19.936	88.187	0.406
8192	2468	8.009	58.711	265.363	0.832

Важно отметить, во-первых, CPU-реализации Алгоритмов 1–3 являются однопоточными. Во-вторых, экспериментах не использовалось основное преимущество системы остаточных классов – параллельные вычисления с цифрами (остатками) многоразрядных чисел. В-третьих, в программных реализациях не задействовано каких-либо специфических оптимизаций.

Как показано в таблицах в результате экспериментов скорость выполнения многоразрядного сложения и вычитания на основе *RNS* оказалось выше, чем время выполнения соответствующих операций с использованием позиционных многоразрядных библиотек.

RNS кодирование чисел показывает огромный выигрыш по скорости вычислений, в частности при гомоморфном выполнении операции умножения. При 8192-битной разрядности вычислений, последовательная реализация Алгоритма 3 оказалась быстрее в 9.6 раза по сравнению с хорошо известными библиотеками GMP, в 70 раз по сравнению с TTMATH, в 318 раз по сравнению с cBigNumber. Следует учитывать, что известная своим быстродействием библиотека GMP разрабатывалась в течение 28 лет и крайне хорошо оптимизирована под конкретные вычислительные платформы.

Очевидно, что при аппаратной реализации (например, на ПЛИС) все операции с *RNS* чисел будут вычисляться параллельно и следует ожидать еще более значительного выигрыша по сравнению с позиционной длинной арифметикой не только на операции умножения, но также на операциях сложения и вычитания. Подчеркнем, что вычисления выполняются в криптографическом гомоморфном исполнении.

3. МОДУЛЯРНО-ИНТЕРВАЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛИ

Основным достоинством модулярно-интервальных вычислителей для сложения, вычитания и умножения чисел $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ и $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ в *RNS* системах является малая энергоемкость,

обусловленная простотой и регулярностью технических решений. Структурно-функциональная организация классического модулярного вычислителя для параллельного сложения чисел *RNS* системах показана на рисунке 11.

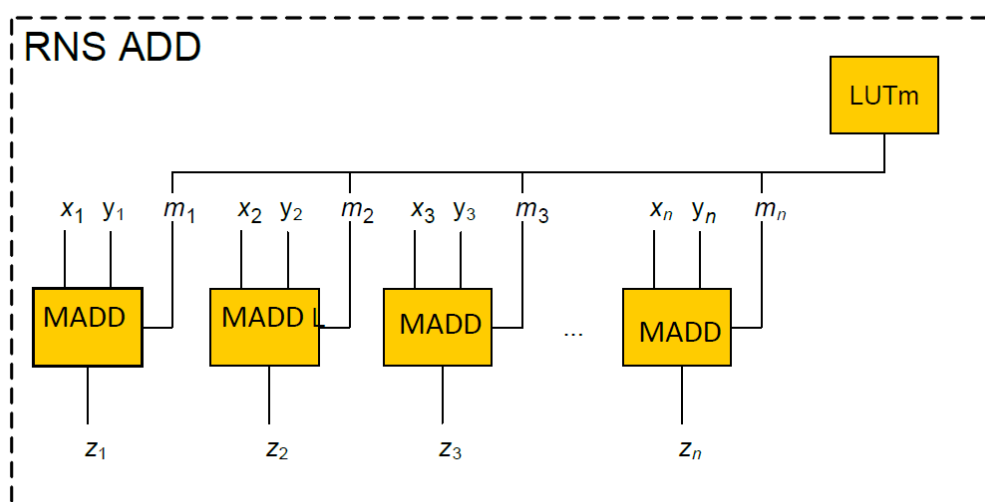


Рис. 11. Вычислитель для сложения чисел в *RNS* системах

Классический вычислитель (*RNS ADD*) содержит n модулярных сумматоров (*MADD*) и подстановочную таблицу (*LUTm*) для хранения уникального набора модулей $\{m_1, m_2, \dots, m_n\}$ используемой *RNS* системы. Таблица *LUTm* является конфиденциальной и не должна быть доступной извне. В этом случае результат вычислений $Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$ внешнего наблюдателя является зашифрованным результатом. Модулярный сумматор вычисляет $z_i = (x_i + y_i) \bmod m_i$. Разрядность модулярных сумматоров не превышает разрядности модулей. Все сумматоры работают параллельно и одновременно. Аналогично организован классический вычислитель для параллельного вычитания чисел *RNS* системах (рисунок 12). Основным модулем является модулярный вычитатель (*MSUB*), выполняющий операцию $z_i = (x_i - y_i) \bmod m_i$.

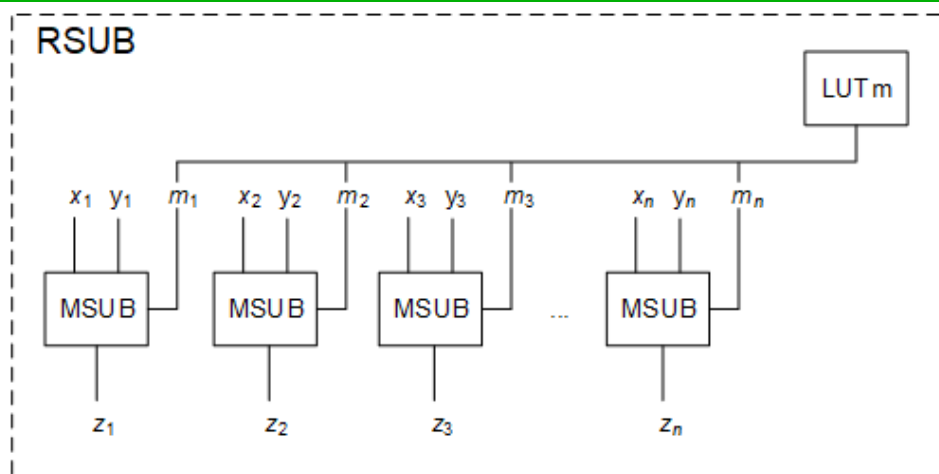
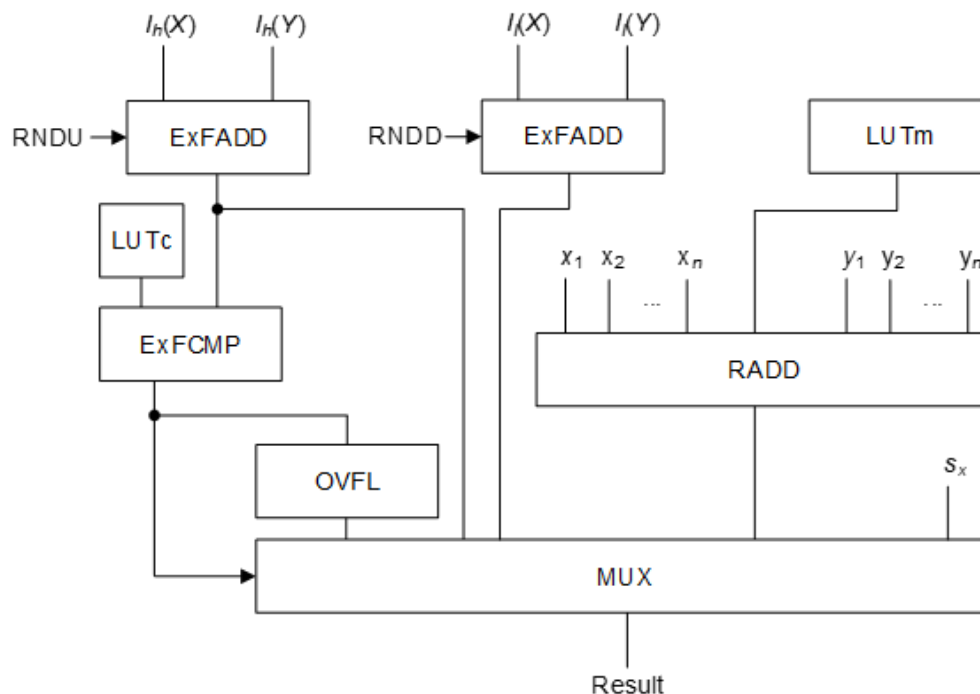


Рис. 12. Вычислитель для сложения чисел в RNS системах

Аналогично вычислителям для суммирования и вычитания строятся классические вычислители для выполнения операции умножения. Каждый модулярный умножитель (MMUL) вычисляет произведение $z_i = x_i y_i \bmod m_i$.

Иначе строятся вычислители для выполнения арифметических вычислений с использованием предложенной в данной работе гибридной системы счисления с представлением чисел в формате (2). На рисунке 13 приведен вычислитель для реализации операции сложения чисел, представленных в формате (2) по Алгоритму 1. В состав вычислителя входят: ExFADD – сумматор чисел с плавающей точкой с расширенной экспонентой, одним из управляющих входов которого является режим округления IEEE-754 (RNDD – округление «вниз», RNDU – округление «вверх»); LUTm – для хранения модулей гибридной системы счисления; LUTc – таблица констант – хранит предварительно вычисленную константу $I_l(\frac{M-1}{M})$; блок ExFCMP обеспечивает сравнение чисел с плавающей точкой с расширенной экспонентой; блок OVFL обеспечивает контроль переполнения диапазона; MUX – мультиплексор, который, в зависимости от признака переполнения

(выход ExFCMP), выдает результат либо правильный результат выполнения операции сложения, либо сообщение об ошибке вычислений на выход OWFL.



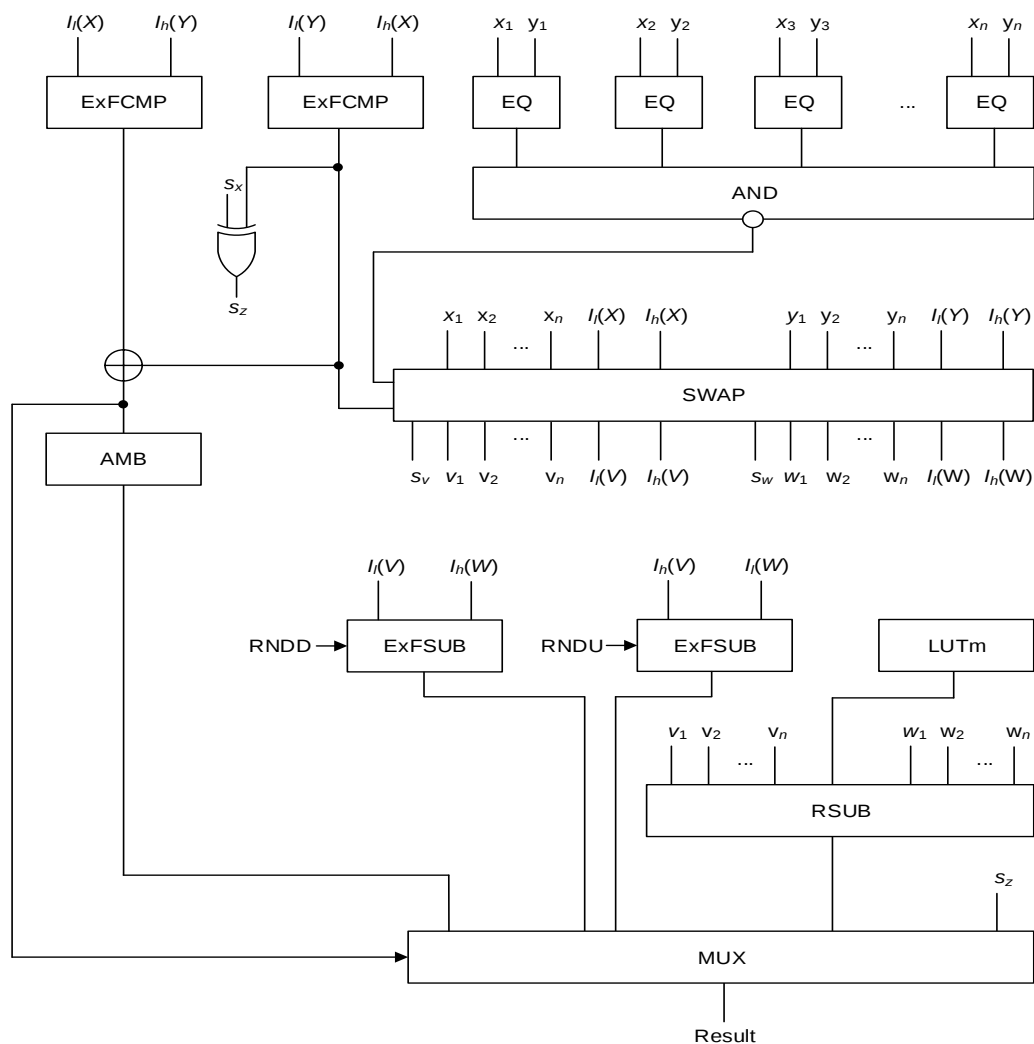
**Рис. 13. Вычислитель для сложения чисел в гибридных
RNS системах по Алгоритму 1**

На рисунке 14 приведен вычислитель для вычитания чисел одинаковых знаков в гибридной RNS системе формате (4) по ранее рассмотренному Алгоритму 2. На вход вычислителя поступают числа

$$x = \langle s_x, X, I(X/M) \rangle \text{ и } y = \langle s_y, Y, I(Y/M) \rangle.$$

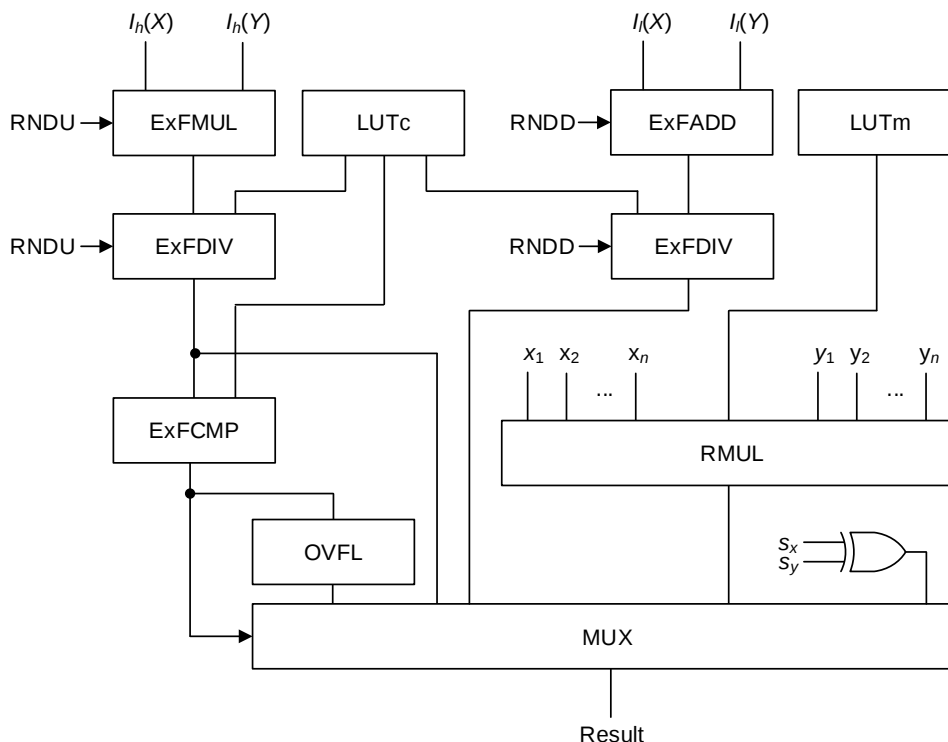
Схема SWAP формирует новые операнды без знаков $v = \langle \cdot, V, I(V/M) \rangle$ и $w = \langle \cdot, W, I(W/M) \rangle$ следующим образом: если X и Y равны (все выходы схем EQ равны единице), то $v = w = 0$; если $Y > X$, то $v = y$ и $w = x$; иначе $v = x$ и $w = y$. Далее выполняется вычитание $v - w$: модули чисел вычитаются в гибридной RNS системе с использованием устройства RSUB.

Интервальные оценки вычитаются с помощью двух схем ExFSUB, причем используются формулы интервальной арифметики. В том случае, если при сравнении X и Y возникает неоднозначность (выходы схем ExFCMP равны нулю), то в качестве результата вычитания выдается выход комбинационной схемы АМВ, выполняющей разрешение неоднозначных случаев при определении знака.



**Рис. 14 Вычислитель для вычитания
многоразрядных чисел (Алгоритм 2)**

Вычислитель для умножения чисел в соответствии с Алгоритмом 3 показан на рисунке 15.



**Рис. 15. Вычислитель для умножения
многоразрядных чисел (Алгоритм 3)**

Вычислитель для выполнения операции деления чисел в гибридной RNS системе (Алгоритм 4) показан на рисунке 16. В состав вычислителя входят регистры $RG\ Y$, $RG\ R$ и $RG\ Q$ для хранения делителя $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, делимого (остаток) $R = (r_1, r_2, \dots, r_n)$ и частного $Q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$ соответственно. Регистры $RG\ I(Y/M)$ и $RG\ I(R/M)$ предназначены для хранения интервальных оценок делителя и остатка. Запись в $RG\ Y$ и $RG\ I(Y/M)$ производится однократно, а в остальные регистры – на каждой итерации деления. Для этого в устройстве предусмотрено два мультиплексора MUX . отвечает за окончание цикла деления. Подстановочная таблица $LUTr$

блока является тривиальной). Сигнал RNDD указывает на необходимость округления «вниз», блок RCMP выполняет сравнение чисел.

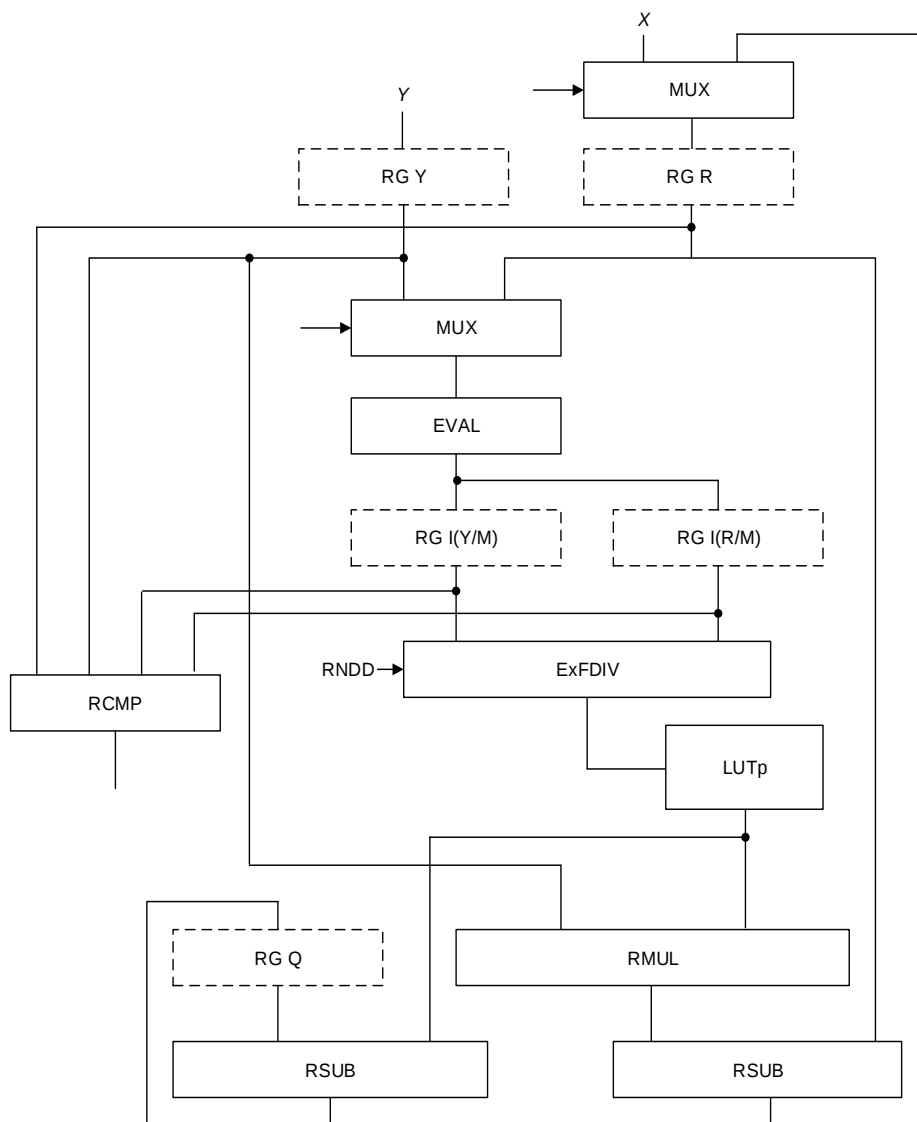


Рис. 17. Вычислитель для деления чисел (Алгоритм 5)

В итоге в данном разделе предложены структурно-функциональная организация основных вычислительных блоков модулярно-интервального процессора для аппаратной поддержки нейросетевых СИИ, вычисления в которых выполняются с криптографической гомоморфной защитой вычислительных процессов и данных.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В материале работы сформулированы следующие основные положения, выводы и получены новые результаты.

1. Современные подходы и методы криптографической защиты нейронных СИИ не обеспечивают их защиту от типичных атак «на решающий бит», «ключ под ковриком» и «состязательных» атак. Наиболее эффективными являются методы гомоморфного криптографического шифрования, основным недостатком которых – это невозможность реализации на практике операций отношения в криптографическом исполнении. Эта проблема является ключевой проблемой применения методов гомоморфной криптографической защиты нейронных СИИ.

2. Для решения задачи гомоморфной криптографической защиты нейронных СИИ предлагается выполнять операции отношений, операции сложения и вычитания, деления и умножения с использованием гибридных системы счисления на основе правил двоичной арифметики, интервальной арифметики и арифметики остаточных классов (*RNS* системы счисления).

3. Предложена гибридная система счисления и новые алгоритмы выполнения в этой системе счисления базовых вычислительных операций (сложение, вычитание, умножение и деление), интервальный метод и алгоритмы выполнения операций сравнения. В качестве средств аппаратной поддержки вычислений в предлагаемой гибридной системе счисления предложены структуры специализированных вычислительных модулей.

4. Применение предложенных в статье гибридной системы счисления, новых алгоритмов арифметических вычислений, аппаратных решений позволяют реализовать на практике нейросетевые системы искусственного интеллекта с гомоморфной криптографической защитой процедур обучения и принятия решения. Это позволяет создать доверенную вычислительную среду

не только в доверенном корпоративном исполнении, но и с применением платформ «облачных вычислений и сервисов».

В заключение отметим, что для реализации нейросетевых СИИ в криптографическом гомоморфном исполнении важно решение следующих нужных для практики и не решенных на данный момент научно-технических задач.

1. Создание быстрых алгоритмов для гомоморфного криптографического вычисления функций и выражений, используемых в алгоритмах обучения и принятия решений нейросетевых СИИ. Причем алгоритмические решения должны быть пригодными для реализации как на универсальных, так и на специализированных вычислительных платформах, в том числе с гибридной архитектурой.

2. При применении программно-аппаратной архитектуры нейросетевых СИИ требуются также оригинальные аппаратные решения и конструкции вычислительных блоков, блоков памяти, блоков гомоморфного шифрования и дешифрования входных и выходных данных. Причем, с учетом особенностей работы используемой нейронной сети, правила ее обучения и принятия решений.

3. Для создания новых криптографических гомоморфных программных решений желательно иметь специальные инструменты программирования, такие как специализированные компиляторы или интерпретаторы для генерации криптографических гомоморфных программных кодов, с учетом специфики выбранных для применения гибридных систем счисления. Также в качестве инструмента программирования желательно иметь специализированные программные библиотеки, поддерживающие криптографические гомоморфные вычисления типичных функций, а также процедуры обучения и принятия решений для нейросетевых СИИ различных типов.

4. Перспективным решением криптографической гомоморфной защиты нейросетевых СИИ является также использование алгоритмов вычислений с динамической перестройкой сигнатуры и оснований гибридной системы счисления. Постановка и решение научно-технических задач в этой области на наш взгляд уже сегодня является актуальной.

Список литературы

1. Гарбук С.В., Правиков Д.И., Полянский А.В., Самарин И.В. Обеспечение информационной безопасности АСУ ТП с использованием метода предиктивной защиты. Вопросы кибернетики// 2019, № 2 (30), с. 63-71. DOI: 10.21681/2311-3456-2019-3-63-71
2. Advances and Open Problems in Federated Learning / Peter Kairouz Let. al.]. - DOI: 10.1561/22000000083 // Foundations and Trends@ in Machine Learning. 2021. Vol. 14, no. 1. URL: <https://www.nowpublishers.com/article/Details/MAL-083> (date accessed: 07.04.2021).
3. A Survey of Federated Learning for Edge Computing: Research Problems and Solutions / Qi Xia, Winson Ye, zeyi Tao, Jindi wu, Qun Li. <https://doi.org/10.1016/j.hcc.2021.100008> // High-Confidence Computing. _2021. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266729522100009X>. — (date accessed: 07.04.2021).
4. Жиров А.О., Жирова О.В., Кренделев С.В. Безопасные облачные вычисления с помощью гомоморфной криптографии // Безопасность информационных технологий.-2013.- №1.-С. 6-12.
5. Иванов А.И., Князьков В.С. Перспектива многократного увеличения ресурсов доверенных вычислений за счет привлечения гибрида нейросетевой обработки биометрии и гомомрфного шифрования// Состояние и песпективы развития современной науки по направлению «Техническое зрение,

распознавание образов: материалы III Всеросс. Научно-технической конференции. Анапа, 18 марта 2021.

6. Князьков В.С., Иванов А.И., Безяев А.В. Необходимость расширения функциональных возможностей гомоморфного шифрования для защиты нейросетевых решающих правил биометрических приложений искусственного интеллекта // Безопасность информационных технологий : тр. II Всерос. науч.-техн. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2020. С. 5–10.

7. Князьков В.С., Иванов А.И., Безяев А.В., Лукин В.С. Бескомпроматное привлечение сторонних ресурсов низкого доверия для выполнения вычислений высокого доверия в SIM картах и микро SD-картах с защитой персональных биометрических данных нейро-гомоморфным шифрованием. Доклад на III Всероссийской научно-технической конференции БИТ-2021, 4-5 июня, Пенза, ПГУ

8. ISO/IEC 18033-6:2019. IT Security techniques Encryption algorithms Part 6: Homomorphic encryption. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:18033:-6:ed-1:en> (date accessed: 07.04.2021).

9. Catak, F.O. Privacy-Preserving Fully Homomorphic Encryption and Parallel Computation Based Biometric Data Matching : preprints / F.O. Catak, S. Yildirim Yayilgan, M. Abomhara, 2020.2020070658. DOI: 10.20944/preprints202007.0658.v1.]

10. Advances and Open Problems in Federated Learning / Peter Kairouz Let. al.]. - DOI: 10.1561/22000000083 // Foundations and Trends@ in Machine Learning. 2021. Vol. 14, no. 1. URL: <https://www.nowpublishers.com/article/Details/MAL-083> (date accessed:07.04.2021).

11. A Survey of Federated Learning for Edge Computing: Research Problems and Solutions / Qi Xia, Winson Ye, zeyi Tao, Jindi wu, Qun Li. <https://doi.org/10.1016/j.hcc.2021.100008> // High-Confidence Computing. _2021.

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266729522100009X>. — (date accessed: 07.04.2021).

12. Differential privacy-enabled federated learning for sensitive health data / O. Choudhury, A. Gkoulalas-Divanis, T. Salonidis, I. Sylla, Y. Park, G. Hsu, A. Das // ARXIV.ORG. - URL: <https://arxiv.org/abs/1910.02578> (date accessed: 07.04.2021).

13. Исупов К.С., Князьков В.С. Арифметика многократной точности на основе систем остаточных классов // Программные системы: теория и приложения. – 2016. – Т. 7, № 1 (28). – С. 61–97.

14. Brent R., Zimmermann P. Modern Computer Arithmetic. Cambridge, NY: Cambridge University Press. 2010. 236 p.

15. Isupov K., Knyazkov V. A Modular-Positional Computation Technique for Multiple-Precision Floating-Point Arithmetic // Parallel Computing Technologies (V. Malyshkin, ed.), ser. Lecture Notes in Computer Science. – Cham, Switzerland: Springer. – 2015. – Vol. 9251. – P. 47–61.

16. Isupov K., Knyazkov V. Interval Estimation of Relative Values in Residue Number System // Journal of Circuits, Systems and Computers. – 2018. – Vol. 27, No. 1. – P. 1850004.

17. Isupov K., Knyazkov V. RNS-based Data Representation for Handling Multiple-Precision Integers on Parallel Architectures // Proc. 2016 International Conference on Engineering and Telecommunication. Moscow: IEEE, 2016. P. 76–79.

18. Kulisch U. Computer Arithmetic and Validity. Theory, Implementation, and Applications. Boston: De Gruyter, 2008. 409 p.

19. Isupov K., Knyazkov V. Interval Estimation of Relative Values in Residue Number System // Journal of Circuits, Systems and Computers. 2018. Vol. 27, No. 1. P. 1850004.

20. Szabo N.S., Tanaka R.I. Residue Arithmetic and Its Application to Computer Technology. New York: McGraw-Hill, 1967.

21. Иванов А.И., Банных А.Г., Куприянов Е.Н., Лукин В.С., Перфилов К.А., Савинов К.Н. Коллекция искусственных нейронов, эквивалентных статистическим критериям, для их совместного применения при проверке гипотезы нормальности малых выборок биометрических данных. Безопасность информационных технологий: сб. науч. ст. по материалам I Всерос. науч.-техн. конф. 24 апреля 2019 г. Пенза : Изд-во ПГУ, 2019. С. 163-172. ISBN 978-5-907185-48-7.

22. Иванов А. И., Безяев А. В., Малыгина Е. А., Серикова Ю. И. Второй национальный стандарт России по быстрому автоматическому обучению больших искусственных нейронных сетей на малых выборках биометрических данных / Сборник научных статей по материалам I Всероссийской научно-технической конференции «Безопасность информационных технологий», 24 апреля, Пенза 2019, с. 174-177.

23. Isupov K., Knyazkov V., Kuvaev A. Fast Power-of-Two RNS Scaling Algorithm for Large Dynamic Ranges // Proc. 2017 IVth International Conference on Engineering and Telecommunication. Moscow: IEEE, 2017. P. 135–139.

24. Исупов К.С., Князьков В.С., Бабешко И.П., Крутиков А.К. Реализация и оценка производительности разреженного матрично-векторного умножения многократной точности на CUDA с использованием системы остаточных классов // журнал "Проблемы информатики", 2021, № 1, с.49-64. DOI: 10.24411/2073-0667-2021-10005

25. Konstantin Isupov, Vladimir Knyazkov. Multiple-Precision BLAS Library for Graphics Processing Units. RuSCDays 2020: Supercomputing pp 37-49. First Online: 04 December 2020.

26. Konstantin Isupov, Vladimir Knyazkov, Babechko Ivan, Krutikov Alleksandr. Computing the Sparse Matrix-Vector Product in High-Precision Arithmetic for GPU Architectures. Математическое моделирование и
60

суперкомпьютерные технологии. 20-я Международная конференция, MMST 2020, Нижний Новгород, Россия, 23-27 ноября 2020 г., Пересмотренные Избранные доклады. с. 334-345. <https://link.springer>. MMST 2020, First Online: 24.06.2021.

27. Parhami B. Computer Arithmetic: Algorithms and Hardware Designs. NY, USA: Oxford University Press. 2000.

28. Omondi, A., Premkumar, B. Residue number systems: theory and implementation. London: Imperial College Press, 2007. 312 p.

29. Mohan P.A. Residue Number Systems. Theory and Applications. Cham: Birkhäuser, 2016. 351 p.

30. Акушский И.Я., Юдицкий Д.И. Машинная арифметика в остаточных классах. М.: Сов. Радио, 1968. 440 с.

31. Nehra V., Sehgal R. Symbolic Computation of Mathematical Transforms and Its Application: A MATLAB Computational Project-Based Approach // IUP Journal of Electrical & Electronics Engineering. 2015. Vol. 8, No. 1. P. 53-76.

32. Князьков В.С., Исупов К.С. Арифметика многократной точности на основе систем остаточных классов. Программные системы: теория и приложения. 2016, 7:1(28), с. 61–97. URL:http://psta.psisras.ru/read/psta2016_1_61-97.pdf

© В.С. Князьков, К.С. Исупов,
А.И. Иванов, И.И. Артемов, 2022

Глава 2.

**«СУПЕРТЕХНОЛОГИИ»: ФАНТАСТИЧЕСКИЕ
ВОЗМОЖНОСТИ ИЛИ КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ УГРОЗЫ?
(СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ NBIC-КОНВЕРГЕНЦИИ)**

Белянцев Алексей Евгеньевич

к. ф.-м. н., доцент

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский

Нижегородский государственный

университет им. Н.И. Лобачевского»

Аннотация: В статье исследованы различные социально-политические аспекты конвергенции NBIC-технологий как принципиально новой стадии научно-технического прогресса. Приведено понятие шестого технологического уклада, указаны его особенности и социально-экономические последствия технологического развития цивилизации в рамках данного уклада. Дано определение NBIC-конвергенции и описание кластеризации научно-технологических областей.

Далее проанализирован целый ряд средне- и долгосрочных социальных, политических и культурных перспектив NBIC-конвергенции, рассмотрены вероятные направления искусственной эволюции человечества, вызываемой возможностью преобразования физического мира на атомно-молекулярном уровне.

Затем исследованы глобальные риски и угрозы «супертехнологий». Рассмотрены сценарии развития биотехнологий, информационных технологий (ИКТ), нанотехнологий, когнитивных технологий и их вероятные последствия. Изучены риски, связанные со сложностью современных

социотехнических систем, а также многие другие риски и угрозы развития NBIC-комплекса.

Далее проанализированы основные проблемы и направления международного сотрудничества в сфере управления NBIC-рисками. Исследована деятельность международных организаций по регулированию и регламентации процесса развития новейших технологий – биотехнологий, нанотехнологий и NBIC-технологий. Сделан вывод о необходимости эффективного международного взаимодействия в глобальном масштабе с целью контроля NBIC-процесса.

Ключевые слова: технологический уклад; NBIC-технологии, NBIC-конвергенция, конвергентные технологии, биотехнологии, нанотехнологии, информационные технологии (ИКТ), когнитивные технологии, искусственный интеллект, социальное конструирование, социально-политические последствия, технологические риски, глобальные риски и угрозы, управление рисками, принцип предосторожности, международные организации, международное регулирование.

**«SUPERTECHNOLOGIES»: FANTASTIC OPPORTUNITIES
OR CATASTROPHIC THREATS? (SOCIO-POLITICAL ASPECTS
OF NBIC CONVERGENCE)**

Belyantsev Aleksey Yevgen'yevich

Abstract: The article explores various socio-political aspects of the convergence of NBIC technologies as a fundamentally new stage of scientific and technological progress. The concept of the sixth technological mode is given, its features and socio-economic consequences of the technological development of civilization within the framework of this mode are indicated. The definition of

NBIC convergence and the description of clustering of scientific and technological fields are given.

Further, a number of medium- and long-term social, political and cultural prospects for NBIC convergence are analyzed, and the probable directions of the artificial evolution of mankind, caused by the possibility of transforming the physical world at the atomic and molecular level, are considered.

Then global risks and threats of «supertechnologies» are investigated. Scenarios for the development of biotechnologies, information technologies, nanotechnologies, cognitive technologies and their probable consequences are considered. The risks associated with the complexity of modern sociotechnical systems, as well as many other risks and threats to the development of the NBIC complex, have been studied.

Further, the main problems and directions of international cooperation in the field of NBIC risk management are analyzed. The activities of international organizations to regulate the process of development of the high technologies – biotechnologies, nanotechnologies and NBIC-technologies have been studied. The conclusion is made about the need for effective international cooperation on a global scale in order to control the NBIC process.

Key words: technological mode; NBIC-technologies, NBIC-convergence, convergent technologies, biotechnologies, nanotechnologies, information technologies (ICT), cognitive technologies, artificial intelligence, social engineering, socio-political consequences, technological risks, global risks and threats, risk management, precautionary principle, international organizations, international regulation.

1. Переход к шестому технологическому укладу

Сегодня мир стоит на пороге шестого технологического уклада (ТУ). Новый ТУ – это совокупность принципиально прорывных технологий,

которые оказываются завязанными в единую мультитехносистему, где эффекты использования одних технологий поддерживают применение и развитие других технологий [1]. Основные параметры нового ТУ только начинают проявляться в развитых странах (США, Япония, КНР) и характеризуются развитием и широким применением наукоёмких «высоких технологий», синтез достижений которых должен, в итоге, обеспечить выход на принципиально новый уровень систем управления государством, обществом, экономикой [2].

Базисными направлениями шестого ТУ будут являться биотехнологии, включающие достижения молекулярной биологии и генной инженерии, которые изменят традиционный аграрный сектор, станут основой развития биоинформатики, высокотехнологичных методов профилактики, диагностики и лечения заболеваний; нанотехнологии, включая переход от микроэлектроники к нано- и оптоэлектронике, как новому «ядру» информационных технологий; системы искусственного интеллекта (ИИ); распределенные глобальные информационные сети и интегрированные высокоскоростные транспортные системы. Дальнейшее развитие получат роботизация производства; космические технологии; производство конструкционных материалов с заданными свойствами; атомная энергетика повышенной безопасности, а в перспективе термоядерная энергетика; авиаперевозки. Ожидается принципиальное расширение применения возобновляемых источников энергии и использования водорода в качестве экологически чистого топлива. Произойдет интеллектуализация производства, а также переход к непрерывному инновационному процессу в большинстве отраслей и непрерывному образованию в большинстве профессий. «Общество потребления» трансформируется в «интеллектуальное общество», в котором важнейшее значение приобретут требования к качеству жизни и комфортности среды обитания. Экологически чистые и безотходные

технологии производства станут преобладающими, что уменьшит техногенное воздействие на биосферу планеты. В структуре потребления доминирующее значение займут информационные, образовательные, медицинские услуги. Прогресс в технологиях переработки информации, системах телекоммуникаций, финансовых технологиях повлечет за собой дальнейшую глобализацию экономики, формирование единого мирового рынка товаров, капитала, труда [3].

Прогнозируется, что при сохранении современных темпов экономического роста и технологического развития, шестой ТУ начнёт оформляться в 2020-е гг., а в фазу зрелости вступит в 2040-е гг. При этом произойдёт новая научно-техническая революция, основой которой станут разработки, синтезирующие достижения названных выше базовых направлений. Для подобных прогнозов есть основания. В США, например, доля производительных сил пятого ТУ составляет 60%, четвёртого – 20%. И около 5% уже приходится на шестой ТУ [2].

2. Феномен NBIC-конвергенции. Описание конвергирующих технологий

Стратегической целью технологического развития в рамках нового ТУ будет создание антропоморфных технических систем. Выполнение этой задачи возможно не просто путем суммирования технологий, а при помощи их конвергенции, т.е. обеспечения синергетического эффекта наивысших технологических достижений и знаний в области изучения природы и человека. Такая конвергенция создает основу для формирования шестого ТУ и открывает путь к переходу в качественно новую цивилизацию [4].

NBIC-конвергенция технологий – это процесс сближения (схождения) и взаимопроникновения (диффузии) технологий, когда границы между отдельными технологиями стираются, а новые результаты возникают на

пересечении областей [5, с. 9], где N – это нанотехнологии (атомно-молекулярное конструирование материалов с заданными характеристиками); В – биотехнологии (создание гибридных материалов – неорганических материалов с биологической составляющей); I – информационные технологии (получение интеллектуальных систем путем оснащения гибридных систем микропроцессорами); С – когнитивные технологии (введение алгоритмов, наделяющих проектируемые системы сильным ИИ, основанных на изучении функций мозга, механизмов сознания и поведения живых существ и человека, как с нейрофизиологической и молекулярно-биологической точек зрения, так и с помощью гуманитарных методов и подходов) [4].

Технологии в ходе научно-технического прогресса (НТП) развиваются взаимосвязано и, как правило, прорывы в одной области коррелируют с достижениями в других областях. При этом развитие технологий обычно определялось в течение длительных периодов каким-либо одним ключевым открытием или прогрессом в одной области (например, прогресс металлургии, использование силы пара, открытие электричества и т.п.).

Сегодня же, благодаря ускорению НТП, наблюдается пересечение во времени целого ряда волн научно-технической революции. В частности, можно выделить идущую с 80-х гг. XX в. очередную волну информационной революции, последовавшую за ней биотехнологическую революцию, недавно начавшуюся революцию в области нанотехнологий. Также нельзя обойти вниманием имеющий место в последние десятилетия бурный прогресс развития когнитивной науки [6, с. 97].

В середине 90-х гг., на само явление «растущей конвергенции конкретных технологий в высокоинтегрированной системе, в которой старые изолированные технологические траектории становятся буквально неразличимыми», обратил внимание социолог М. Кастельс. При этом он подчеркивал, что «технологическая конвергенция все больше

распространяется на растущую взаимозависимость между биологической и микроэлектронной революциями, как материально, так и методологически» [7].

Понятие – NBIC-конвергенция – было введено в 2002 г. М. Роко и У. Бейнбриджем, которые подробно рассмотрели и описали картину радикального расширения человеческих возможностей, основываясь на генной терапии, нейрофизиологии, биоинформатике, нейроинтерфейсах, ИИ, продлении жизни, социальных технологиях и принципиально новых производственных процессах. В результате анализа научных статей, исследователи обнаружили взаимное цитирование. Применяв кластерный анализ, они выделили научные направления, где такие взаимосвязи были наиболее сильными, т.н. NBIC-технологии (кластеры Nano, Bio, Info и Cogno), в отношении которых можно говорить об ожидаемом частичном слиянии этих областей в единую научно-технологическую область знания [8].

Кластер Nano характеризуется изучением технологий создания объектов, размерами в несколько нанометров из отдельных молекул, количество которых может достигать десятков тысяч. Наноконструирование опирается на процессы самоорганизации на уровне наномасштабов и использует синергичное управление процессами микромира, базирующееся на Info-технологиях. Активное управление событиями микромира – это один из ключевых методологических принципов нанотехнологий.

Кластер Bio изучает возможности использования живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач, а также возможности создания живых организмов с необходимыми свойствами методом генной инженерии. Этот термин относится и к более широкому комплексу процессов модификации биологических организмов для обеспечения потребностей человека, например, для улучшения качества пищевых продуктов и увеличения продуктивности живых организмов.

Биотехнология также дает инструментарий и теоретическую основу для нанотехнологий и когнитивной науки, и даже – для развития компьютерных технологий.

Конвергенция Nano-Bio затрагивает, прежде всего, здравоохранение и медицину. Наиболее актуальными являются разработки наноструктурированных биоматериалов, биомолекулярные двигатели, самогенерирующие искусственные системы, чипы с биомолекулами, чипы на ДНК и протеинах и др. [5, с. 11]. В отдаленной перспективе предполагается создание нанобиоструктур, встроенных в организм человека, для улучшения человеческой функциональности, расширения как телесных возможностей (например, модификация и расширение диапазона всех органов чувств и даже появление новых сенсорных возможностей человека), так и возможностей интеллекта (непосредственное включение мозга человека в глобальные информационно-коммуникационные сети через нейроинтерфейс).

Наиболее развитый кластер – Info – имеет интегрирующее значение и является залогом прогресса во всех остальных областях. ИКТ поставляют инструментарий для исследований в рамках других кластеров. В частности, современные возможности компьютерного моделирования различных процессов постоянно расширяются, а в будущем они выйдут на качественно новый уровень и позволят проектировать различные сверхсложные системы любой природы (вплоть до стабильных социальных структур) в виртуальной реальности, проверять их функциональность и доводить до совершенства прежде, чем создавать реальные объекты.

Наиболее перспективным и революционным направлением развития ИКТ является дальнейшая разработка и усовершенствование квантовых компьютеров. Здесь наблюдается взаимовлияние кластеров Info-Nano.

Кроме того, кластер Info характеризуется также трансформацией философской категории существования через изменение «информационного»

взгляда на объекты. Так, если нет разницы между физическим существованием объекта и существованием информации о нём (компьютерная симуляция или восстановление объекта по косвенной информации о нём), то важно ли физическое существование носителя информации? Если не важно, то тогда можно говорить о существовании информационном. Таким образом, рассмотрение этих вопросов приведёт к исчезновению определённости относительно того, что есть существование. Особенностью Info-кластера является то, что ИКТ являются необходимым условием развития как отдельных кластеров, так и конвергенции технологий всех кластеров в целом.

Кластер Cogno характеризует междисциплинарное научное направление, объединяющее теорию познания, когнитивную психологию, нейрофизиологию, когнитивную лингвистику и теорию ИИ. В когнитологии используются компьютерные модели ИИ и экспериментальные методы психологии и нейрофизиологии для разработки теории работы мозга. Наблюдаемый сейчас прогресс когнитивных наук позволит описать и объяснить процессы в человеческом мозге, ответственные за высшую нервную деятельность. Это приведет к созданию систем т.н. сильного ИИ, которые будут обладать способностью к самостоятельному обучению, творчеству, свободному общению с человеком.

Конвергенция Info-Cogno характеризуется появлением ИИ у различных информационных систем, в том числе и у человека. В рамках Info-Cogno направлений наблюдается рост сложности систем. Сейчас одной из актуальных проблем информатики является проектирование сложных систем, таких как операционные системы и др. Вероятно, что разработки, которые появятся в ближайшее десятилетие (программирование без ошибок, системы с гарантированной надёжностью, методы создания сложных программ, новые эволюционные алгоритмы и др.) лягут в основу первых шагов к сверхсложным системам.

Тщательно рассматривая кластеризацию процессов, предложенную М. Роко и У. Бейнбриджем, некоторые специалисты выделяют еще два кластера: медицина и социально-экономические науки и технологии.

Схема пересечений новейших технологий представлена на рис. 1.



Рис. 1. Кластеризация конвергирующих технологий [6, с. 98]

Анализируя ход развития НТП, можно отметить (рис. 2), что если на первых этапах изучения природы происходила дифференциация наук (из естествознания выделялись: физика, химия, биология, психология и т.д., затем специализация углублялась и т.д.), то в настоящее время наблюдается процесс интеграции наук, который и получил название конвергенции технологий. Этот процесс идет по пути постепенного усложнения. Так, например, живое – это

очень сложное неживое (Nano-Bio), а разумное – очень сложное неразумное (Info-Cogno). Естественно предположить, что результатом конвергенция этих направлений (Nano-Bio и Info-Cogno) станет изучение духовного (см. рис. 2) [5, с. 12-14].

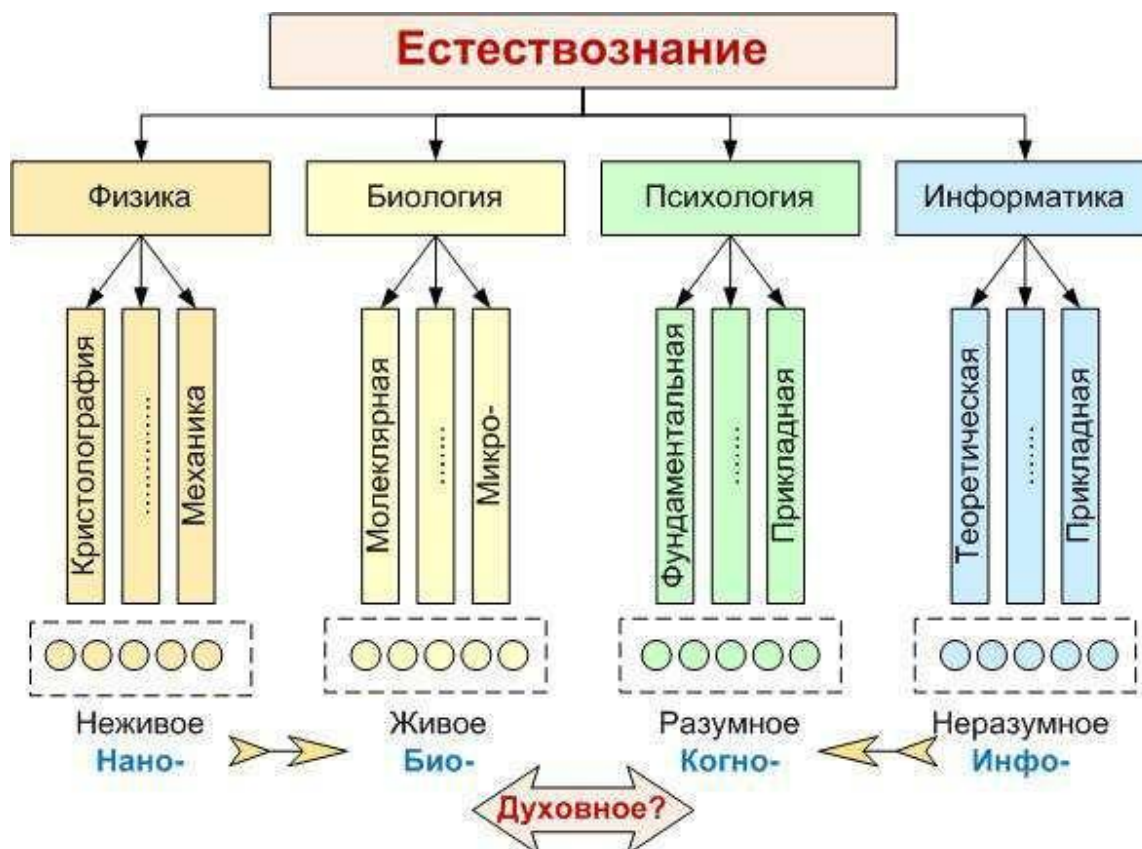


Рис. 2. Конвергенция технологий [5, с. 14]

В целом, допустимо говорить о том, что активно развивающийся феномен NBIC-конвергенции представляет собой качественно новый этап НТП, отличительными особенностями которого являются:

- интенсивное взаимодействие между конвергирующими научными и технологическими областями, характеризующееся значительным синергетическим эффектом;

- широкий диапазон подверженных влиянию конвергенции предметных областей – от атомно-молекулярного уровня материи до живых разумных систем;

- качественный рост технологических возможностей индивидуального и общественного развития как необходимый результат NBIC-процесса [6, с. 103-104].

3. Социально-политические перспективы и последствия конвергенции технологий

Современные подходы к анализу конвергентных технологий начали формироваться в начале 2000-х гг., когда в США и ЕС были выдвинуты два направления исследования NBIC–процесса.

Первое – экономико-технологическое, оно сосредоточено на синергетическом объединении указанных областей исследований и разработок в нанометрическом масштабе, что может повлечь за собой цепную реакцию технологических инноваций, обещающих глобальную трансформацию самого способа развития человеческой цивилизации.

Второе акцентирует внимание на проблеме «улучшения человеческой функциональности», или «расширения человека». Речь идет о технологическом усилении, приращении человеческих способностей, модификации человеческой телесности и интеллекта [8], а также рассматривается социально-политическое и культурное измерение данной проблемы [9].

Именно синергетическое (взаимоусиливающее) взаимодействие компонентов NBIC-технологий обуславливает их влияние на различные, в т.ч. и гуманитарные аспекты жизни человечества.

Качественно новый этап развития ИТ в рамках NBIC-процесса, т.н. «интернет всего» предполагает соединение человеческого мозга с

киберпространством через нейроинтерфейс, размывание границ между реальным и виртуальным существованием личности, интеграцию сознания и ИИ, и в результате ведет к формированию «гибридной реальности» как совершенно нового феномена существования человека и социума в целом.

Перспективы NBIC-конвергенции просматриваются также в формировании нового образа жизни, феномене «практического бессмертия», кардинальном изменении смысла человеческой жизни, структуры ее наполнения и рода занятий человека [7].

Можно ожидать начала направленной эволюции, в процессе которой люди, модифицированные с помощью конвергентных технологий, начнут составлять все большую долю населения. Вопрос о границах «человечности» вполне может стать в будущем одним из основных политических вопросов.

Также, в этой связи, можно сделать некоторые предположения и относительно социально-политической эволюции человечества.

Учитывая развитие ИКТ и ИИ, можно ожидать появления эффективных инструментов социального конструирования и перехода к сознательному управлению обществом.

Развитие NBIC-технологий приведет к значительному скачку в возможностях производительных сил. С помощью нанотехнологий, а именно – молекулярного производства, по расчетам специалистов, станет возможным создание материальных объектов с чрезвычайно низкой себестоимостью.

ИКТ будут встроены в глобальную производственную систему, обеспечивая возможность работы нанотехнологий и ИИ с наибольшей эффективностью.

Подобную ситуацию можно характеризовать как превращение природы в непосредственную производительную силу и ликвидацию в обществе традиционных производственных отношений. Такое положение вещей теоретически могло бы характеризоваться отсутствием государства,

отсутствием товарно-денежных отношений и высоким уровнем свободы людей. В новой ситуации подходы традиционной экономики перестанут быть применимыми.

Тем не менее, вероятно, часть существующих социальных структур сохранится достаточно длительное время лишь с небольшими изменениями. Однако в перспективе растущая автономность индивидов приведет к зарождению новых сообществ, новых социальных норм в рамках старых систем [6, с. 111-112].

Альтернативой приведенному выше сценарию может стать локализация экономики. С помощью наноустройств, используя локальные источники энергии, воду, воздух, песок, появится возможность производить все необходимое, включая продукты питания, одежду, транспорт, компьютеры, средства связи. Это сделает человека экономически свободным, он будет работать не по принуждению, а исходя из своих творческих духовных потребностей. Такое положение в сочетании со свободным распространением информации и финансовых потоков, а также свободой передвижения приведет к невозможности экономического контроля со стороны государства. В этом случае государство также прекратит свое существование.

На смену государству, вероятно, придут добровольные объединения людей для согласования интересов, защиты от преступности и т.п., управляемые посредством прямой демократии, основанной на минимальном количестве законов и узаконенного насилия. Причем служение обществу будет добровольно взятой на себя обязанностью, осуществляемой без оплаты [10].

Кроме вышеперечисленных эффектов эксперты выделяют следующие средне- и долгосрочные перспективы NBIC-конвергенции:

- повышение комфортности жизни человека, появление нового стандарта жизни и нового представления о физических потребностях;

- улучшение потребительских качеств многих предметов обихода (повышение износоустойчивости строительных материалов, облегчение автомобилей и др.);
- повышение уровня индивидуальной безопасности, безопасности объектов транспорта, объектов промышленного, общественного и бытового назначения;
- повышение обороноспособности и уровня международной безопасности;
- кардинальное решение энергетической проблемы;
- экономия природных ресурсов, улучшение экологической ситуации [11];
- решение продовольственной проблемы в глобальном масштабе;
- многократное повышение степени информированности человека для принятия решений, а также усиление его творческих способностей с помощью новых инструментов;
- значительное повышение эффективности управления в бизнесе, образовании и государственном устройстве в результате появления организаций нового типа и принципов менеджмента на основе быстрого получения надежной информации.

4. Риски и угрозы «супертехнологий»

Очевидно, что новейшие «супертехнологии» помимо положительных последствий, также несут в себе и угрозы для человечества. Определение всего спектра глобальных рисков и угроз развития NBIC-технологий, управление ими, а также их гуманитарная экспертиза в ближайшее время приобретут огромное значение, так как новая «квантовая реальность», обусловленная эффектами конвергенции указанных технологий, диктует

абсолютно новые подходы и решения в сфере обеспечения безопасности личности и общества.

Это объясняется, во-первых, высоким уровнем неопределенности при оценке технологических, экологических, экономических, социально-политических и др. последствий NBIC-конвергенции для цивилизации, что требует упреждающих политических управленческих решений; во-вторых, глобальным характером NBIC-рисков, невозможностью полной локализации отрицательных последствий применения NBIC-технологий; в-третьих, наличием множества неподконтрольных государствам акторов, активно ведущих разработки в указанной сфере, действующих либо из соображений максимизации прибыли либо из др. соображений, не исключая возможностей использования данных разработок в военных, террористических и узкогрупповых целях, несовместимых с безопасным развитием человечества.

Современные политологи и футурологи, анализируя комплекс рисков, связанных с развитием новейших технологий, в частности с биотехнологиями, утверждают, что наиболее серьёзная угроза – это возможность изменения природы человека и перехода к «постчеловеческой» фазе цивилизации. Причем особенностью биотехнологий, в отличие от других, является отсутствие четкой границы между очевидными преимуществами, которые они несут человечеству с одной стороны и широким спектром угроз – с другой [12].

Предполагается, что в долгосрочной перспективе вероятна реализация следующих сценариев, имеющих значительные социально-политические последствия и способных поставить под угрозу саму природу человека.

Первый сценарий связан с прогрессом нейрофармакологии, генетики и информационных технологий, что позволит фармацевтическим компаниям создавать лекарства согласно генетическому профилю конкретного пациента. Это даст возможность управлять индивидуальными, социальными и

политическими аспектами поведения человека, в том числе и в узкогрупповых целях, несовместимых с безопасностью личности и общества [12, с. 20-21].

Второй сценарий определяется успехами в исследовании стволовых клеток, что даст возможность регенерации практически любых органов и систем, в результате чего ожидаемая продолжительность человеческой жизни значительно превысит сто лет. Интересы таких долгожителей обязательно войдут в противоречие с интересами не только их собственных детей, но также внуков и правнуков, что может привести к новым типам социальных и политических конфликтов [12, с. 21].

Третий сценарий связан с возможностью стандартной проверки эмбрионов в процессе их искусственной имплантации, что позволит программировать рождение детей с заданными параметрами в интересах правящих элит и влиятельных групп. Кроме того, в рамках данного сценария обсуждается вероятность создания трансгенных организмов. Например, гены человека могут быть пересажены растениям и животным для создания новых медицинских препаратов; а гены животных добавлены некоторым эмбрионам, чтобы улучшить их иммунитет и физические характеристики. Все это влечет за собой угрозу возникновения социальной евгеники, проблемы «нового неравенства» и «новой ксенофобии», а также распада человечества на несколько видов, чреватого непредсказуемыми войнами и конфликтами [12, с. 21-22].

В рамках четвертого сценария, биотехнологии и более глубокое понимание наукой человеческого мозга заново открывают возможности социальной инженерии, что будет иметь значительные политические последствия. Прогресс в сфере генетики, молекулярной биологии, когнитивной неврологии, популяционной генетики, эволюционной биологии и нейрофармакологии расширяет знания о мозге, источнике человеческого поведения, а следовательно — и возможности управлять им на уровне

конструирования устойчивых (стабильных) социальных структур, функционирующих в рамках конкретно заданных целей в интересах различных групп и субъектов мировой политики (государств, ТНК, сетей террористов, преступных синдикатов и т.д.) [12, с. 30].

Стремительное развитие технологий, а также эффекты и результаты их конвергенции, уже превосходили самые смелые предположения футурологов. Все из вышеперечисленных сценариев постепенно из сферы гипотетических и даже фантастических переходят в реальную плоскость.

Сочетание биотехнологий, информатики и когнитивных технологий открывает огромные возможности для дальнейшего прогресса в области расшифровки и анализа генетической информации. Сегодня, биотехнологии позволяют определять пол эмбриона на ранних стадиях, а значит и фактически влиять на демографическую ситуацию на локальном и глобальном уровнях. А в течение ближайших 10 – 15 лет станет реальностью выяснение предрасположенности или устойчивости к множеству болезней, а также природных склонностей на эмбриональной стадии развития ребенка. По прогнозам специалистов, все это даст возможность (в долгосрочной перспективе – более 50 лет) конструирования человека с определенными генетическими характеристиками и заданными свойствами на уровне манипулирования ДНК («ДНК-дизайн»). Тем самым возникает угроза закрепления на генетическом уровне различий в социальном статусе, что может привести человечество к новой кастовой системе и стать причиной фундаментальной трансформации общества.

В настоящее время реализована возможность создания новых видов и форм живого, так называемых трансгенных организмов. Например, перенос генов рыб и растений в геномы млекопитающих и наоборот уже осуществлен. Побочные эффекты таких манипуляций пока неясны, а непредвиденные

последствия, в том числе и социально-политические, могут быть угрожающими.

Ещё одной принципиально новой возможностью является контроль сознания человека и животных, открывающий путь к созданию биороботов – существ, поведение которых будет программироваться или управляться людьми, что также может привести к катастрофическим последствиям для человечества [13].

Также NBIC-конвергенция предполагает возможность общей виртуализации социума, компьютеризации всех сфер общества. Проекты нейросистем открывают возможности соединения мозга с компьютером, создания новых форм виртуальной реальности и ИИ, в результате чего станет возможной виртуализация не только физической, но и социальной реальности. Стирание грани между виртуальной личностью человека и ее физической локализованностью в теле, присутствие человека в среде коммуникации станет осознаваться одновременно как реальное и виртуальное, что будет представлять собой абсолютно новый феномен человеческого существования (т.н. «гибридная реальность») [7]. Такое положение вещей создаст принципиально новые риски и угрозы для человека и человечества на информационном уровне, приведет к возникновению совершенно иного (по сравнению с современной ситуацией) качества проблем информационной безопасности личности и общества.

Новое поколение глобальных рисков и угроз NBIC-конвергенции, по мнению многих экспертов, будет определяться «квантовыми эффектами», привносимыми нанотехнологиями.

Так, например, рассматривается возможность появления в будущем кибернетических нанобиоструктур, которые смогут расширить естественные возможности человека, что чревато угрозой киборгизации и, как следствие,

появлением новых видов людей, что также может вызвать новые формы социально-политических конфликтов и войн.

Апогеем развития нанотехнологий должны стать самовоспроизводящиеся наноассемблеры, которые положат начало молекулярному производству. Наноассемблер является технологией, делающей ненужной гигантскую промышленную сферу. Действительно, достаточно иметь набор необходимых молекул и множество проблем от производства продуктов питания, лекарств, материалов и многого другого будет решаться не на огромных предприятиях, а непосредственно в пределах небольшого помещения. Очевидно, что государства, элиты и группы, которые смогут организовать и обеспечить данный прорыв, получат неограниченные возможности, легко конвертируемые во власть.

Кроме того, поскольку такая ситуация ведет к краху большинства монополий – нефтяных, пищевых, фармацевтических, компьютерных – это может вызвать их сопротивление и привести к глобальным социальным потрясениям, революциям и войнам. Нельзя исключать и возможность того, что приступившие к саморазмножению наноассемблеры уничтожат все живое, пожирая всё вокруг и заполняя землю, воздух и воду, «серой слизью».

На современном этапе своего развития (а тем более в среднесрочной и долгосрочной перспективах) нанотехнологии становятся областью военного противостояния нового поколения. Поэтому уже сегодня необходимо начать переговорный процесс по недопущению гонки вооружений в этой сфере, а также принимать соответствующие соглашения и продумывать системы контроля их исполнения [13], [14], [10].

В настоящее время экспертами широко обсуждаются вопросы глобальных рисков и угроз, связанных с системными свойствами современной сложной и многофакторной техносферы. Например, исследуется качественно новая ситуация, с которой сталкивается мировое сообщество, при создании и

эксплуатации опасных объектов и, тем более, при ликвидации последствий соответствующих аварий и катастроф, а также анализируются социально-политические последствия развития опасных технологий, в том числе и NBIC-технологий [15], [16], [17].

Катастрофы в высокотехнологичных сферах имеют существенно глобальный характер, их результаты не удастся локализовать ни в пространстве, ни во времени. В отличие от обычных аварий невозможно зафиксировать момент, завершения работ по спасению людей и ликвидации последствий таких катастроф. Так, например, радиоактивные отходы, которые создаются на АЭС, работающих в штатном режиме, будут представлять угрозу для человечества на протяжении более ста тысяч лет. Неизвестно и как поведут себя на этих временных промежутках многие используемые сейчас материалы. Также для многих опасных объектов не удастся адекватно оценить масштаб ожидаемого ущерба. Например, ущерб от одной крупнейшей катастрофы в сфере атомной энергетики может превысить или быть сравним со всеми остальными авариями в данной области. Кроме того, косвенный ущерб подобных аварий может многократно превысить прямой.

Таким образом, управление рисками свержкатастроф на локальном (национальном и/или региональном) уровне недостаточно эффективно и должно осуществляться совместными усилиями государств и международных организаций в глобальном масштабе.

На рубеже веков сложилась и принципиально новая ситуация, связанная с человеческими ресурсами. В современной техносфере появилось достаточно большое число рядовых исполнителей, локальные действия которых могут повлечь за собой глобальные катастрофические последствия. Такая ситуация ведет к резкому повышению требований к профессиональной подготовке, человеческим качествам и ценностной ориентации данного круга специалистов, что, в свою очередь, требует развития новейших подходов в

сфере высоких гуманитарных технологий (социальных, образовательных и др.) [13].

Помимо вышеперечисленных, эксперты указывают и на вероятность следующих рисков, связанных с развитием NBIC-технологий:

- глобальное ухудшение экологической ситуации вследствие засорения отходами нано- и био- технологий, возникновение круговорота искусственных наночастиц;

- замедление прироста населения мира как следствие увеличения продолжительности жизни;

- неблагоприятное воздействие на здоровье: новейшие технологии позволяют лечить существующие болезни, но при этом могут стать причиной новых болезней;

- недоступность образования для части населения имеющих физиологические, психические и социальные особенности, препятствующие обучению в условиях резкой интеллектуализации профессионального образования;

- обострение существующих проблем на принципиально новом уровне: наркомания, преступность, терроризм, безработица, инвалидность;

- развитие «черного рынка» исследований и разработок в областях, находящихся под запретом;

- различные социокультурные последствия, в частности, трансформация ценностных систем человечества [11];

- новое состояние проблем безопасности – появление принципиально новых угроз безопасности на всех уровнях и, тем самым, ее ослабление;

- возможность точечного адресного информационного воздействия (вплоть до физического поражения) на людей, в том числе и ЛПР, включенных в глобальную сеть и, в связи с этим, совершенно новое качество технологий политического манипулирования, PR и рекламы;

- вероятность латентного глобального управления мировыми процессами в интересах элит, обладающих доступом к соответствующим технологиям.

Таким образом, одним из обязательных результатов внедрения NBIC-технологий станет множество конструктивных и деструктивных социально-политических последствий, а также глобальных рисков и угроз, специфика которых связана, прежде всего, с возникновением новых системных свойств у сложной синергийно сопряженной техносферы, базирующейся на конвергенции «супертехнологий», позволяющих преобразовывать физический мир на атомно-молекулярном уровне.

5. NBIC-технологии как сфера международного взаимодействия

Развитие NBIC-технологий сильно меняет привычные представления о мире, в том числе – о природе базовых понятий, таких, как жизнь, человек, разум, природа. Результаты подобных трансформаций, когда изменению подвержены все аспекты жизни человека и общества, трудно предсказуемы и могут быть стремительными [6, с. 114].

Поэтому в современной ситуации, характеризующейся процессом конвергенции технологий подход, связанный с глубоким осмыслением целей, долгосрочным планированием, многоуровневым регулированием и анализом последствий принимаемых решений в глобальном масштабе должен стать основой будущего развития цивилизации.

Как мир должен реагировать на технологии, сочетающие обещание колоссальных потенциальных выгод с угрозами, как физическими и явными, так духовными и весьма скрытыми? Ответ очевиден: нужно использовать силу государства, чтобы эти технологии регламентировать. А если их регламентация окажется не по силам любому отдельно взятому национальному государству, потребуется международное регулирующее

законодательство. И надо начать конкретно продумывать, какие необходимо создать институты, чтобы отличать хорошие применения новейших технологий от плохих, и как заставить эти законы работать на национальном и международном уровнях [12, с. 23].

Главная проблема заключается в неравномерном распределении био- и нанотехнологических ресурсов среди стран. Это может повторить ситуацию, сложившуюся в ядерной сфере с режимом нераспространения. Страны, отставшие по тем или причинам в развитии новых технологий, не будут стремиться к какому либо международному сотрудничеству по контролю и тем более ограничению использования комплекса новейших технологий. Современные глобальные средства коммуникации сделали доступными достижения науки широкому кругу людей. Активное участие негосударственных акторов в развитии и использовании современных технологий осложняет контроль. Это создает основу для социальных конфликтов на разных уровнях: локальном, региональном, международном. На каждом из этих уровней необходимо разрабатывать механизмы и институты управления рисками.

Кроме того, есть все основания полагать, что преимуществами применений новейших технологий воспользуются развитые, более богатые страны. Это также может привести к обострению противоречий и возникновению конфликтов между «победителями» и «побежденными». В этой связи особая нагрузка ложится на международные организации и институты, такие как Международная организация по стандартизации (ISO), ЮНЕСКО, Европейский Союз (ЕС), Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), которые начали разрабатывать новые стандарты и анализировать социально-политические и этические аспекты развития новейших технологий [18].

На государственном уровне регулирование комплекса конвергентных технологий осуществляется во многих странах мира. Так можно отметить развернутые стратегии инновационного технологического развития, реализуемые в США, Канаде, Японии и др. странах, а также на уровне ЕС (как в отдельных государствах, так и общеевропейские).

Процессы международного регулирования сферы конвергентных технологий, предотвращения соответствующих угроз и управления рисками развиваются в трех взаимосвязанных направлениях:

- поиск новых неклассических подходов к управлению рисками в условиях высокой степени неопределенности, характерной для NBIC-процесса;
- регулирование всего комплекса конвергентных технологий, включая выработку стратегий глобального технологического развития в рамках существующих международных институтов и организаций;
- создание новых международных институтов и организаций, регулирующих и регламентирующих развитие новейших технологий.

Принципиален тот факт, что поскольку угрозы и риски комплекса NBIC-технологий для человеческой цивилизации могут быть существенны и во многом пока непредсказуемы, нельзя рассчитывать, на то, что в процессе дальнейшего развития и самоорганизации естественным путем (без вмешательства государств и международных институтов) будут выработаны соответствующие регламенты безопасного функционирования данного комплекса технологий. Такой подход эффективен и частично используется, например, при выработке регламентов информационной безопасности в компьютерных сетях, однако для регулирования NBIC-процесса, в силу указанных причин, он неприменим.

Поиск решений, позволяющих обществу эффективно функционировать в условиях постоянно нарастающих рисков техногенного характера и

неопределенности сценариев его будущего развития, подстегиваемых NBIC-конвергенцией, является важнейшей задачей. К числу таких решений относится принцип предосторожности.

Применительно к технологиям, результаты развития которых непредсказуемы, в ситуациях, когда, ускорение вызываемых технологией процессов уже не оставляет времени на их коррекцию, необходимо исходить из того, что обоснованные возможности отрицательных последствий имеют преимущество перед не менее обоснованными возможностями положительных последствий.

С некоторыми модификациями принцип предосторожности был включен в декларацию конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (1992 г.), а затем и в другие международно-правовые акты, связанные с охраной окружающей среды, биотехнологиями и генно-инженерной деятельностью. В дальнейшем он был введен в национальное законодательство ряда стран и правовые акты таких наднациональных образований, как ЕС. В европейских странах применение принципа предосторожности для регулирования развития конвергентных технологий во многом следует логике использования этого принципа для регулирования нанотехнологий.

Толкование принципу предосторожности было дано судом ЕС, который установил, что в случаях, когда наличие и объем опасности для здоровья человека неизвестны, институты ЕС могут вводить меры защиты, не дожидаясь точной информации о наличии и объеме угрозы. Т.е. принцип предосторожности служит обоснованием экстренных мер, принятых без опоры на достаточные научные обоснования. Принятие или непринятие таких мер – это политическое решение, относящееся к сфере управления рисками [19].

Потенциальные риски и угрозы био- и нано- технологий (как отдельно для каждой технологии, так и в комплексе, в соединении с ИКТ и когнитивными технологиями), связаны с новыми качествами и свойствами, которые проявляются у известных веществ в нанодиапазоне, а также новыми свойствами ГМО и трансгенных организмов и, тем более, активных гибридных нанобиоструктур. В настоящее время ведутся дискуссии относительно возможных последствий их применения для здоровья человека, состояния окружающей среды и безопасности. Причем эти последствия пока не удастся однозначно определить даже для современного поколения наноструктур и продуктов биотехнологий, не говоря уже о будущем.

Однако на данный момент существует общее понимание – риски развития конвергентных технологий настолько значительны для человечества и планеты, что требуется правовая защита от их последствий, даже если этим будет затронута свобода исследований.

Классификация рисков, на основании которой может приниматься решение об использовании принципа предосторожности, включает четыре вида рисков:

- известный риск. В данном случае последствия и воздействия, а также вероятность их наступления уже известны, и управление рисками заключается в установлении принятого уровня защиты;

- риск, не поддающийся количественной оценке, характеризуется тем, что, несмотря на наличие информации о возможных воздействиях или последствиях, отсутствует достоверная информация о связях между причинами возникновения рисков и наступлением неблагоприятных последствий, что делает невозможным рассчитать вероятность наступления вреда или причинения ущерба;

- гносеологическая неопределенность. К этой категории относятся риски, связанные с недостаточными научными знаниями и отсутствием

единого мнения ученых о возможных последствиях, их опасности, вероятности их наступления;

- гипотетические риски – это риски, которые вообще не могут быть рассчитаны, так как научные знания в соответствующей области отсутствуют. Поэтому оценка рисков в данном случае имеет характер предположений.

Принцип предосторожности возможно применить ко второй и третьей категориям рисков. В случае, когда риски известны, применяется принцип ALARA (англ. – As Low As Reasonably Achievable), под которым понимается требование достичь минимально возможного уровня рисков или вредного воздействия. К четвертой группе рисков принцип предосторожности не может применяться, так как отсутствуют научные данные, на основании которых можно принять решение.

Применение принципа предосторожности характерно для ситуации неуверенности в отношении последствий в отличие от традиционного управления рисками, основывающегося на знаниях о величине возможного ущерба и вероятности его наступления. Политическая цель традиционного управления рисками – их минимизация и предупреждение нежелательных долгосрочных эффектов. Политическая цель управления рисками в ситуации неуверенности, – уменьшение неуверенности, представление как можно большего объема точной информации о рисках, собранной постепенно в ходе мониторинга, и возможное установление долгосрочных негативных последствий [19].

В связи с темой регулирования всего комплекса биотехнологий в глобальном масштабе можно выделить некоторые проблемы в деятельности международных организаций.

Одним из основополагающих документов, регулирующих биотехнологии на международном уровне, является Картахенский протокол по биологической безопасности (КПББ). Этот документ разрабатывался под

эгидой ООН в рамках Программы объединенных наций по окружающей среде (UNEP) и был подписан более чем 130 странами 29 января 2000 г. в Монреале. Протокол служит международным гарантом для регулирования рынка генетически модифицированных продуктов (ГМП). Он охватывает круг проблем, связанных с группой сельхозтоваров, и не затрагивает фармацевтическую и иную продукцию (в этом заключается его главный недостаток). Неопределённость воздействия этих товаров на человека и является главной проблемой регулирования рынка ГМП, которая на международном уровне находится в компетенции ВТО, а на национальном – под контролем правительств.

Конвенция о запрещении разработки, производства и накопления запасов бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении (КБТО, 1972 г.) определяет все работы по созданию токсичных агентов как преступление международного масштаба. Однако современный уровень биотехнологий позволяет создать биологическое оружие, которое невозможно идентифицировать и нейтрализовать, не располагая разработками высокого уровня. Эволюция биологического и химического оружия привела к созданию нового вида вооружений – так называемого генного оружия, которое базируется на последних достижениях молекулярной биологии по расшифровке генома человека. Простота технологии создания средств биотеррористической атаки позволяет сделать сам акт такой атаки непредсказуемым [20].

По мнению ряда экспертов, в современной ситуации существуют большие пробелы в области регулирования как агrobiотехнологии, так и биотехнологии человека в особенности. Поэтому в рамках международного сотрудничества являются актуальными вопросы совершенствования уже существующих наднациональных институтов и создания новых, обладающих реальной властью по регулированию и регламентации биотехнологии на

основаниях более широких, чем эффективность и безопасность, а также уставными полномочиями контроля над любыми исследованиями и разработками, финансируемых из любых источников.

В плане регулирования сферы нанотехнологий, а также прогнозирования результатов их развития можно отметить деятельность следующих международных организаций.

В 2004 г. на базе Центра биологических и экологических нанотехнологий Университета Райса (Rice University, USA) учрежден Международный Совет по нанотехнологиям (International Council on Nanotechnology, ICON) – организация, цель которой способствовать активному обмену информацией по вопросам оценки рисков нанотехнологий для здоровья человека и окружающей среды и таким образом содействовать уменьшению отрицательных последствий промышленных наноматериалов для общества. В октябре 2006 г. ICON выпущен обзорный доклад, в котором, в частности, говорилось о необходимости ограничения распространения информации по нанотехнологическим исследованиям в целях безопасности.

В 2008 г. учреждена международная нанотоксикологическая организация (International Alliance for NanoEHS Harmonization) призванной установить протоколы для воспроизводимого токсикологического тестирования наноматериалов на клетках и живых организмах [21].

На международном уровне разработаны и действуют документы, регламентирующие технические аспекты развития сферы nanoиндустрии.

Так, например, Международной организацией по стандартизации (International Organization for Standardization – ISO), приняты международные документы по стандартизации в сфере нанотехнологий, такие, как ISO/TR12885:2008 «Нанотехнологии. Правила техники безопасности, применяемые в профессиональной деятельности», ISO/TS27687:2008 «Нанотехнологии. Термины и определения нанообъектов. Наночастица,

нановолокно и нанопластина», ISO/TS10867:2010 «Нанотехнологии. Определение характеристик одностенных углеродных нанотрубок с помощью инфракрасного фотолюминесцентного спектроскопа», ISO/TR11360:2010 «Нанотехнологии. Методология классификации наноматериалов», ISO29701:2010 «Нанотехнологии. Проверка на эндотоксин образцов наноматериалов в системах «ин витро». Испытания методом *Limulus amoebocyte lysate* (LAL)», ISO/TS80004-1:2010 «Нанотехнологии. Термины и определения. Часть 1. Основные термины», ISO/TS80004-3:2010 «Нанотехнологии. Термины и определения. Часть 3. Углеродные нанообъекты», IEC 62624:2009 «Методы измерений электрических свойств углеродных нанотрубок».

Кроме того, в рамках ISO принята «Программа стандартизации в наноиндустрии в 2010-2014 гг.», в которой определены приоритетные направления развития стандартизации в наноиндустрии. К ним относятся:

- разработка национальных стандартов, обеспечивающих широкое применение нанотехнологий в различных отраслях промышленности;
- разработка стандартов, гармонизированных с международными стандартами, обеспечивающих развитие технологической базы, безопасность и конкурентоспособность нанотехнологий и нанопродукции;
- активизация работы участников нанотехнологической сети в работах по стандартизации на национальном уровне;
- целевая подготовка кадров в области стандартизации.

Вышеназванные международные стандарты играют существенную роль в деле развития наноиндустрии в различных странах. Использование таких стандартов будет способствовать интенсификации процессов, развивающихся в сфере современных технологий, что представляется чрезвычайно важным на современном уровне развития экономики любой страны [22].

Эти документы обобщают мировой опыт и делают его доступным уже сейчас, пока национальные стандарты большинства стран по нанотехнологиям находятся в стадии разработки. В них, в частности, приводятся рекомендации исследователям и производителям по безопасности персонала и потребителя при производстве, хранении, использовании и ликвидации промышленных наноматериалов.

В рамках ЕС, действует множество организационных структур, которые разрабатывают документы и регламенты по различным аспектам использования нанотехнологий, осуществляют менеджмент рисков и контроль исследований в данной сфере.

Так, например, в 2009 г. стартовал проект ЕС под названием Engineered Nanoparticles, Structure, Activity and Toxicology project (ENNSATOX), его цель – исследование влияния наночастиц, широко применяющихся во многих продуктах, на человека и окружающую среду. В рамках проекта повышенное внимание ведущих экспертов из Великобритании, Нидерландов, Бельгии, Италии и Испании уделяется наночастицам оксидов металлов — цинка и титана, которые используются в бытовых моющих, чистящих и дезинфицирующих средствах. Конечная цель проекта — разработать глобальную модель взаимодействия наночастиц с окружающей средой.

С 2005 г. функционирует организованная CRN (Центр ответственных нанотехнологий, США) международная рабочая группа, изучающая социальные последствия развития нанотехнологий. Также тема перспектив развития нанотехнологий как объекта философских исследований обсуждалась на прошедшей в 2007 г. международной футурологической конференции Transvision, организованной WTA (Всемирная Трансгуманистическая Ассоциация) [21].

Существенная роль в развитии процессов наноиндустриализации отведена и традиционному методу регулирования посредством различного

рода межправительственных соглашений, как многосторонних, так и двусторонних. На сегодняшний день подписан ряд международно-правовых договоров, участниками которых является и Российская Федерация, хотя их число еще совсем незначительно, и говорить о первостепенной роли данного метода регулирования в сфере нанотехнологий еще не приходится [22].

Так, например, в рамках действующего с декабря 2008 г. соглашения о сотрудничестве в сфере нанотехнологий между Финляндией и Россией был проведен круглый стол по стандартизации и регулированию в сфере нанотехнологий. С российской стороны в нем приняли участие представители корпорации РОСНАНО, Всероссийского научно-исследовательского института метрологической службы, Всероссийского научно-исследовательского института стандартизации и сертификации в машиностроении. С финской стороны участвовали специалисты Центра метрологии и аккредитации MIKES, Национального агентства по финансированию технологий и инноваций TEKES, компании Spinverse. Участники обсудили проблемы регулирования в сфере нанотехнологий и подходы к выработке согласованных позиций для представления в европейские агентства по стандартизации и безопасности в контексте реализации потенциальных совместных российско-финских нанотехнологических проектов.

По предложению РОСНАНО сотрудничество по стандартизации и регулированию в сфере нанотехнологий между Россией и Финляндией будет преобразовано в формат рабочей группы.

Подписанный меморандум предусматривает, что взаимодействие Финляндии и России станет основой международного сотрудничества в области регулирования нанотехнологий.

Развитие совместного российско-финского проекта по техническому регулированию и оценки безопасности нанотехнологий и продукции

наноиндустрии направлено на создание условий для выхода на мировые рынки конкурентоспособной продукции российско-финских проектов в сфере нанотехнологий.

Дальнейшее сотрудничество будет выгодно для обеих стран, при этом должны учитываться глобальные аспекты. По предложению российской стороны совместные наработки Финляндии и России в этой сфере могли бы использоваться при интеграции других стран в модель сотрудничества [23].

Что касается управления развитием NBIC-технологий на международном уровне в рамках уже существующих международных организаций и создания новых регулирующих структур, то данный процесс находится в начальной стадии. Пока можно наблюдать отдельные действия в сфере регулирования биотехнологий и нанотехнологий (см. выше). Хотя в ряде документов отдельно указывается и на особое положение нанобиотехнологий и на перспективы конвергенции биотехнологических методик с информационными и нанотехнологиями.

В документах G8 указывается на необходимость международного сотрудничества в сфере безопасности пищевых продуктов, а также политического диалога, в целях обеспечения устойчивого развития биотехнологии. Отмечается важность работы в данных направлениях таких организаций как комиссия «Codex Alimentarius», Специальная межправительственная целевая группа по пищевым продуктам, полученным при помощи биотехнологии, ОЭСР, ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) и ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения). Кроме того, в частности, указывается на прогресс в области медицины, который может последовать в результате расшифровки генома человека и последующих биотехнологических инноваций в соединении с информационными технологиями [24].

В декларации, принятой по итогам саммита БРИКС (Дели, Индия, 29 марта 2012 г.) утверждается: «Мы отмечаем растущий потенциал НИОКР, а также инноваций в наших странах. Мы поддерживаем процесс сотрудничества как по приоритетным направлениям (продовольствие, фармацевтика, здравоохранение, энергетика), так и в сфере фундаментальных исследований в новых междисциплинарных областях (нанотехнологии, биотехнологии, перспективные материалы и т.д.)» [25].

Особую роль, в данном контексте, играет деятельность ОЭСР.

ОЭСР является авторитетной международной организацией, содействующей обсуждению и поиску эффективных решений проблем социально-экономического развития. Основные направления работы ОЭСР включают кроме прочих и регулирование инновационной сферы (биотехнологии, информационные и коммуникационные технологии, наука и инновации) [26].

ОЭСР располагает 20-летней историей работы в области биотехнологий. В 2005 г. в рамках Международной программы будущего развития ОЭСР стартовал новый проект «Перспективы развития биоэкономики к 2030 г.» (The Bioeconomy in 2030), ориентированный на выработку предварительной программы государственной политики в области биоэкономики.

Утверждается, что последние достижения в биологии, медицине и других науках о человеке претворяют в жизнь прогнозы о скором наступлении эры биотехнологий, о чем уже свидетельствуют серьезные научные разработки в области генной инженерии, производства модифицированных продуктов питания, экологически чистого биотоплива, продукции микробиологического синтеза, значительно сокращающего энергозатраты, количество потребляемого объема воды и выработку токсичных отходов, получения наносистем и создания материалов на их основе, биоинформатики и во многих других областях. Перспектива

развития биотехнологий такова, что уже через 20 лет их использование в повседневной жизни окажется таким же реальным, как и использование современных ИКТ. Ожидается, что применение биотехнологий позволит повысить качество и продолжительность жизни населения как развитых, так и развивающихся стран; улучшить состояние окружающей среды; достигнуть большей эффективности промышленного, сельскохозяйственного и энергодобывающего производства.

Конвергенция биотехнологических методик с информационными и нанотехнологиями способна коренным образом трансформировать процесс производства и структуру потребления товаров и услуг, тем самым открывая новые возможности экономического развития как для развитых, так и для развивающихся стран, и создавая предпосылки для серьезных экономических, социальных и политических изменений.

Проект ориентирован на анализ перспектив биоэкономики в таких областях, как: сельское хозяйство, здравоохранение, промышленность, энергетика, защита окружающей среды и безопасность.

Проект включает построение сценариев возможного развития биоэкономики, основанной на производстве товаров и услуг, учитывающем достижения биотехнологических разработок; определение основных препятствий инновациям в сфере биотехнологий с точки зрения существующих этических, социальных и политических норм, регулирующих инновационную политику наравне с законодательством; проведение количественного анализа возможных преимуществ инновационной политики в указанных областях; а также разработка практических рекомендаций по инновационным решениям в области биотехнологий на международном уровне [27].

Кроме того, в «Обзоре ОЭСР по науке, технологии и промышленности, 2010» указывается, что современной мировой тенденцией становится развитие

таких научных направлений, как: исследования в области биоразнообразия, нейробиологии, геномики человека, регенеративной медицины, прикладного растениеводства. Биотехнологии, нанотехнологии, разработка квантовых компьютеров, изучение сверхпроводимости также являются перспективными направлениями научно-технического развития [28].

Итак, в настоящее время при рассмотрении процессов регулирования сферы конвергентных технологий в документах международных организаций делается акцент на организацию эффективного сотрудничества государств в данной области. Управление соответствующими технологическими, экономическими, экологическими и социально-политическими рисками обсуждается, в основном, в документах, посвященных проблемам безопасности развития и функционирования либо биотехнологий, либо нанотехнологий по отдельности.

Представляется, что дальнейшее регулирование и контроль всего комплекса NBIC-технологий должны осуществляться как на государственном, так и международном уровнях, причем приоритет должен быть отдан наднациональным институтам. Появление новых рисков, связанных с развитием NBIC-технологий, требует адекватной реакции со стороны всех участников международно-политического процесса. Общий концептуальный подход к управлению рисками в условиях дальнейшего развития NBIC-технологий, заключается в анализе основных факторов воздействия NBIC-технологий на социум; разработке мер, уменьшающих ущерб от воздействия негативных факторов, в том числе до конца неучтённых рисков и непредвиденных обстоятельств; реализации такой системы адаптации населения и общества к рискам, при помощи которой могут быть не только нейтрализованы или компенсированы вероятные негативные последствия, но и максимально использованы шансы для обеспечения высокого уровня

безопасности граждан. Эффективное международное сотрудничество – одно из условий решения этих задач.

Таким образом, проблема конвергентного развития высоких технологий и сопутствующих парадоксальных «квантовых» эффектов, основанных на возможности атомно-молекулярного преобразования физической реальности и меняющих буквально все сферы жизни человека и общества, является важнейшей современной проблемой цивилизационной трансформации, характеризующейся изменением природы человека, масштабными гуманитарными и социально-политическими последствиями, и, наконец, проблемой управления глобальными рисками и угрозами в условиях принципиальной неопределенности NBIC-процесса, требующей всестороннего многоуровневого анализа в рамках международного взаимодействия [7].

Список литературы

1. Громыко Ю.В. Что такое новый техно-промышленный уклад? [Электронный ресурс]. URL: http://www.situation.ru/app/j_arp_1147.htm (дата обращения: 10.02.2019).
2. Каблов Е.Н. Курсом в 6-ой технологический уклад [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2010/kursom-v-6-oi-tekhnologicheskii-uklad> (дата обращения: 08.02.2019).
3. Глазьев С.Ю. Возможности и ограничения технико-экономического развития России в условиях структурных изменений в мировой экономике [Электронный ресурс]. URL: <http://spkurdyumov.narod.ru/glaziev.htm> (дата обращения: 08.02.2019).
4. Ковальчук М.В. Конвергенция наук и технологий – основа нового технологического уклада [Электронный ресурс]. URL: <http://nru.spbstu.ru/>

scientific_events/conference_nanotechnology/conference_nanotechnology-2010/plenary_lecture/ (дата обращения: 07.10.2018).

5. Трофимов В.В., Минаков В.Ф., Кияев В.И., Ильина О.П., Барабанова М.И., Никитин А.В. Конвергенция информационных технологий. Часть 1 / под ред. проф. В.В. Трофимова. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2011. С. 8 – 14.

6. Прайд В.В., Медведев Д.А. Феномен NBIC-конвергенции: Реальность и ожидания // Философские науки. 2008. № 1. С. 97-116.

7. Аршинов В.И., Свирский Я.И. Социокультурные проблемы конвергирующих технологий (NBIC- процесс) [Электронный ресурс]. URL: http://www.nbuu.gov.ua/portal/soc_gum/totallogy/2010_24/ArshinSv.htm (дата обращения: 23.08.2018).

8. Roco M.C. & W.S. Bainbridge (eds.) Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. NSF/DOC-sponsored report. Arlington, Virginia, 2002.

9. Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies [Электронный ресурс]. URL: http://ec.europa.eu/research/conferences/2004/ntw/pdf/final_report_en.pdf (дата обращения: 29.09.2018).

10. Соловьев М. Нанотехнология – ключ к бессмертию и свободе. // Компьютерра, 1997, N 41, с.48-50.

11. Социальные перспективы и последствия нанотехнологизации [Электронный ресурс]. URL: http://www.ntsр.info/nanoworld/simply/index.php?ELEMENT_ID=1568 (дата обращения: 25.10.2018).

12. Фукуяма Ф. Наше постчеловеческое будущее: Последствия биотехнологической революции / пер. с англ. М.Б. Левина. М.: АСТ, 2008. 349 с.

13. Аршинов В.И., Буданов В.Г., Лепский В.Е., Малинецкий Г.Г. Самоорганизация, когнитивный барьер, гуманитарные технологии [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ntsр.info/science/library/3828.htm> (дата обращения: 25.01.2019).

14. Сунгатуллина Л.Р. Нанориски в ракурсе философско-культурологического анализа// Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2012. № 8 (63). С. 148-150.

15. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну / пер. с нем. В. Седельника и Н. Федоровой. М.: Прогресс-Традиция, 2000. 384 с.

16. Бехманн Г. Современное общество: общество риска, информационное общество, общество знаний / пер. с нем. А.Ю. Антоновского, Г.В. Гороховой, Д.В. Ефременко, В.В. Каганчук, С.В. Месяц. М: Логос, 2010. 248 с.

17. Соколов Ю.И. Риски высоких технологий / МЧС России. М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009. 312 с.

18. Рыхтик М.И., Квашнин Д.А. Социально-политические аспекты био- и нано- революций: новые задачи по управлению рисками // Сетевой портал журнала «Полис», 2010 [Электронный ресурс]. URL: http://www.polisportal.ru/files/File/puvlication/Region/N_Novgorod/Rykhtik_Bio_i_nano_revolucii.pdf (дата обращения: 07.09.2020).

19. Ефременко Д.В., Гиряева В.Н., Евсеева Я.В. NBIC-конвергенция как проблема социально-гуманитарного знания [Электронный ресурс]. URL: http://nbic-convergence.narod.ru/olderfiles/1/Efremenko_Evseeva_Giryaeva.pdf (дата обращения: 03.09.2020).

20. Бурмистров В.В. Основные направления и перспективы развития мирового и российского рынка биотехнологий / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. М. 2008.

21. Отношение общества к нанотехнологиям [Электронный ресурс]. URL: http://nsportal.ru/sites/default/files/2012/8/leksiya_7._otnoshenie_obshchestva_k_nanotekhnologiyam.docx (дата обращения: 09.09.2020).
22. Иншакова А.О. Наноэкономика и право: международный уровень регулирования процесса наноиндустриализации страны [Электронный ресурс]. URL: http://www.eurasialaw.ru/index.php?option=com_jcontentplus&view=article&id=2365:2011-09-07-05-25-25&catid=109:2010-06-17-09-48-32&Itemid=196 (дата обращения: 09.09.2020).
23. Россия и Финляндия объединяют силы для технического регулирования нанотехнологий [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2010/rossiya-finlyandiya-obedenyayut-sily-dlya-tekhnicheskogo-regulirovaniya-nanotekhnologii> (дата обращения: 09.09.2020).
24. Коммюнике глав государств и правительств стран «Группы Восьми». Окинава, 2000 г. [Электронный ресурс]. URL: http://www.hse.ru/data/2010/07/06/1218587429/communique_tokio_2000.doc (дата обращения: 09.09.2020).
25. Декларация, принятая по итогам саммита БРИКС (Дели, Индия, 29 марта 2012 г.) [Электронный ресурс]. URL: http://www.hse.ru/org/hse/iori/brics_summit_20120329 (дата обращения: 08.09.2020).
26. Организация экономического сотрудничества и развития [Электронный ресурс]. URL: <http://www.hse.ru/org/hse/iori/oecd> (дата обращения: 08.09.2020).
27. Деятельность ОЭСР в области биотехнологий [Электронный ресурс]. URL: <http://www.hse.ru/org/hse/iori/oecdprj20> (дата обращения: 08.09.2020).
28. Обзор ОЭСР по науке, технологии и промышленности, 2010 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.hse.ru/org/hse/iori/news/34150720.html> (дата обращения: 08.09.2020).

Глава 3.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СРЕДЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСНОГО РАЗРЯДА В ЖИДКОСТИ**

Казуб Валерий Тимофеевич

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой

Семёнова Наталья Николаевна

старший преподаватель

Пятигорский медико-фармацевтический
институт – филиал ФГБОУ ВО ВолгГМУ

Аннотация: дается последовательное описание математических методов, применяемых при моделировании процессов электроразрядной экстракции растительного сырья. Изучены процессы, происходящие в электроразрядной камере под воздействием серии ударных волн, инициируемых пульсирующим каналом разряда, описаны диффузионные явления и проведено сравнение различных видов диффузии.

Ключевые слова: моделирование, уравнения Навье-Стокса, гидродинамические процессы, пограничный слой, число Рейнольдса

**MODELING THE MOVEMENT OF THE MEDIUM UNDER
THE ACTION OF ELECTRIC PULSE DISCHARGE IN A LIQUID**

Kazub Valery Timofeevich

Semenova Natalia Nikolaevna

Abstract: a consistent description of mathematical methods used in modeling the processes of electric discharge extraction of plant raw materials is given.

The processes occurring in an electric discharge chamber under the influence of a series of shock waves initiated by a pulsating discharge channel are studied, diffusion phenomena are described and various types of diffusion are compared.

Key words: modeling, Navier-Stokes equations, hydrodynamic processes, boundary layer, Reynolds number.

1. Численное моделирование процессов перемещения жидкости в экстракционной камере на основе уравнений Навье-Стокса

Одним из этапов моделирования процессов, происходящих в объеме камеры, является исследование решения гидродинамической задачи о перемещении сплошной среды под действием импульсного силового поля [1, с. 54; 2, с. 115]. При этом из рассмотрения исключается область, соответствующая участку канала разряда. Процессы, происходящие здесь, должны быть изучены отдельно и в данном случае достаточно иметь информацию об энергоотводе, обеспечиваемом импульсным электрическим полем.

В процессе расширения канала его стенки можно считать непроницаемыми для окружающей жидкости [3, с. 1206]. Таким образом, канал разряда рассматривается как заполненная однородной плазмой полость, имеющая резкую границу с жидкостью [4, с. 143]. Так как расстояние между электродами достаточно мало (1-5 мм) по сравнению с размерами камеры (от 500 мл), можно считать область канала разряда точечным источником силового поля, обеспечивающим распространение ударной волны по всему объему камеры.

Течение вязкой несжимаемой жидкости в камере описывается с помощью системы уравнений Навье-Стокса [5, с. 244; 6, с. 67], записанных для единицы объема

$$\rho \frac{\partial \vec{w}}{\partial t} + (\vec{w} \Delta) \vec{w} = -\text{grad} P + \mu \Delta \vec{w} + f. \quad (1)$$

где $\vec{w}(x, y, z, \tau)$ - вектор скорости жидкости, являющийся в общем случае функцией пространственных координат и времени; $P(x, y, z, \tau)$ - давление; $\mu = \nu \rho$ - коэффициент вязкого трения жидкости; ν - коэффициент кинематической вязкости; ρ - плотность жидкости; f - силовая функция (вектор массовых сил).

Динамическое уравнение (1) дополняется уравнением неразрывности потока для несжимаемой жидкости:

$$\text{div} \vec{w} = 0.$$

Действие внешних сил формально проявляется при подстановке соответствующих граничных условий.

Полное ускорение элемента жидкости $\frac{d\vec{w}}{d\tau} \frac{d\vec{w}}{d\tau}$ обычно может быть представлено в виде суммы локального ускорения $\frac{\partial \vec{w}}{\partial \tau}$, отражающего нестационарность течения, и ускорения $(\vec{w}, \text{grad} \vec{w})$, связанного с перемещением жидкости из одной точки пространства в другую, где скорость отлична от предыдущей. Форма второго слагаемого уравнения (1) определяется пропорциональностью силы вязкого трения $\sigma_{\text{тр}}$ и поперечного градиента скорости $\frac{\partial w}{\partial n}$ с постоянным коэффициентом μ :

$$\sigma_{\text{тр}} = \mu \frac{\partial \vec{w}}{\partial n}. \quad (2)$$

где n - нормаль к параллельным векторам силы трения и скорости жидкости.

При выполнении вычислений используется безразмерная форма записи исходных уравнений. Для этого вводятся новые величины, соответствующие

масштабам рассматриваемого явления. Масштабом скоростей w_i является характерная скорость движения жидкости U_0 в данном процессе, масштаб координат x_i - размеры экстракционной камеры L , масштабами параметров ρ , ν , f_i - значения, заданные условиями задачи. Таким образом, уравнения Навье-Стокса могут быть записаны в следующей форме:

$$\begin{cases} \frac{\partial W_i}{\partial (U_0 \tau / L)} + \sum_k W_k \frac{\partial W_i}{\partial X_k} = - \frac{\partial (\frac{P}{\rho U^2})}{\partial X_i} + \frac{1}{U_0 \rho L / \mu} \sum_k \frac{\partial^2 W_i}{\partial X_k^2} + \frac{f_i L}{U_0^2}; \\ \sum_k \frac{\partial W_k}{\partial X_k} = 0, \end{cases} \quad (3-4)$$

где k – переменная суммирования по всем координатам.

Система уравнений (3-4) содержит в безразмерном виде искомые функции скорости $W_i = w/U_0$, давления $\bar{P} = P/(\rho U_0^2)$, независимые переменные $X_i = x_i/L$ и $\bar{t} = U_0 \tau / L$ (вместо x_i и τ), а также параметры – число Рейнольдса Re и число Фруда Fr . Число Рейнольдса $Re = U_0 \rho L / \mu$ представляет собой отношение сил инерции к силам вязкости и определяет интенсивность вынужденной конвекции (течения с характерной скоростью или перепадом давления).

Другой безразмерный параметр $F_0 = f_0 L / U_0^2$ характеризует отношение массовых сил к силам инерции. $F_0 = (Fr)^{-1/2}$, Fr - число Фруда, f_0 - масштаб силы, f/f_0 – безразмерная форма записи силы [7, с. 112].

Использование безразмерной системы преследует две цели: приведение значений вычисляемых величин к соответствующей шкале, а также расчет и обработка результатов в общей критериальной форме, содержащей минимальное число параметров, и могут достигаться соответствующим выбором масштабов.

Система нелинейных уравнений (3-4) в частных производных второго порядка, определяющая поля скорости и давления в потоке жидкости как функции пространственных координат и времени, в общем виде не может

быть решена аналитически [8, с. 123], поэтому для конкретных условий выбираются соответствующие упрощения, позволяющие решить рассматриваемую задачу методами вычислительной математики.

Одним из таких приближений является модель пограничного слоя, позволяющая получить решения для компонент скорости, что, в свою очередь, важно для исследования степени эффективности проводимых процессов. Хотя одним из основных критериев качества проводимого процесса можно назвать выход целевого продукта z , данная характеристика является менее информативной, чем распределение поля скоростей и давления по объему камеры. Это связано с большой зависимостью величины выхода z от физико-химических свойств обрабатываемого растительного сырья, а также невоспроизводимостью результатов при работе с биологическими объектами. Скорость и давление, определяемые при решении гидродинамической задачи, являются более точными критериями степени воздействия на сырье ударной волны, создаваемой пульсирующим каналом разряда, кроме того, данные характеристики не зависят от вида сырья и их анализ позволяет дать ряд общих рекомендаций по ведению процесса [9, с. 122].

2. Гидродинамические процессы в пограничном слое

Рассмотрим пограничный слой – тонкую пристеночную зону, где скорость жидкости меняется от нулевого значения непосредственно у стенки до величины, близкой к скорости вне пограничного слоя [10, с. 321; 11, с. 89].

Его толщина, согласно экспериментальным данным и теоретическим оценкам, имеет порядок 10^{-4} - 10^{-5} м [12, с. 66].

Большие значения производных скорости по нормальному к стенке направлению приводят к значительным касательным напряжениям трения даже для жидкостей с малым коэффициентом молекулярной вязкости, т.е. в пределах пограничного слоя силы вязкого трения являются определяющими.

Поведение жидкости в пределах пограничного слоя также описывается уравнением Навье-Стокса, однако, ввиду малого поперечного размера слоя, возможны существенные упрощения уравнения (5). В тонком слое (рис. 1) задачу можно считать плоской ($w_z=0$, $w_y \ll v_x$).

Поперечные градиенты скорости в пределах слоя значительно превышают продольные. В пределах пограничного слоя сила тяжести играет пренебрежимо малую роль по сравнению с силами трения. Градиент давления поперек слоя оказывается несущественным, и, следовательно, статическое давление в пограничном слое равно давлению в основном потоке, которое может быть определено из уравнения для идеальной жидкости вне пограничного слоя.

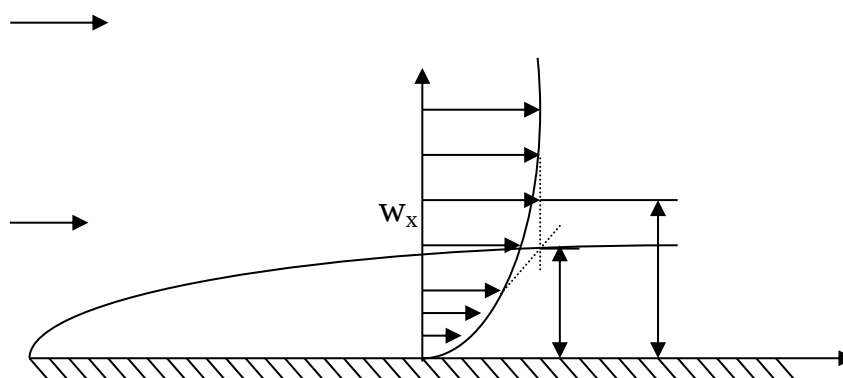


Рис. 1. Продольная компонента скорости w_x и толщина пограничных слоев δ_n и δ_0 вблизи плоской поверхности при продольном ее обтекании

При анализе процессов массоотдачи требуется определить толщину пограничного слоя. Используются два различных понятия толщины пограничного слоя. Согласно первому из них, внешней границей слоя считается геометрическое место точек, где компонента w_x составляет 99% от скорости внешнего потока U_0 [5, с. 243; 10, с. 112].

$$\delta_0 \approx 5 \sqrt{\frac{\nu x}{U_0}}. \quad (6)$$

В соответствии со вторым понятием толщину приведенного пограничного слоя можно определить с помощью точки пересечения касательной к профилю продольной скорости в точке $y=0$ и линии $w_x=U_0$ (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что

$$\frac{U_0}{\delta_n} = \left. \frac{\partial w_x}{\partial y} \right|_{y=0}.$$

Использование результата решения уравнения (1) дает:

$$\delta_n \approx 3 \sqrt{\frac{\nu x}{U_0}} = \frac{3x}{\sqrt{\text{Re}_x}}. \quad (7)$$

Здесь в критерий Рейнольдса в качестве характерного размера входит продольная координата x , отсчитываемая от начала стенки.

Из уравнений следует, что величины δ_n и δ_0 различаются лишь постоянными множителями. Толщина пограничного слоя возрастает от нулевого значения в точке набегания потока по закону квадратичной параболы.

Для потока жидкости существенное значение имеет характер профиля продольной скорости в пограничном слое непосредственно у стенки ($\xi < 1$). Анализ общего решения задачи пограничного слоя приводит в этом случае к следующим соотношениям для компонент скорости:

$$w_x \approx U_0 \frac{y}{\delta_0}; w_y \approx \nu \frac{y^2}{\delta_0^3}. \quad (8)$$

Это верно для ламинарного течения жидкости, когда при массообмене между слоями действуют только механизмы молекулярной диффузии, и данные результаты могут быть применены при рассмотрении процессов, происходящих в области капилляров и пор растительного сырья, где скорости перемещения жидкости малы.

3. Турбулентные течения

Характер течения потока жидкости определяется численным значением безразмерного комплекса $Re = w\rho L/\mu$. В рассматриваемом процессе электроразрядной экстракции скорость движения жидкости $w \approx 10^3 - 10^4$ м/с, число Рейнольдса Re может достигать 10 000 [2, с. 115], и перемещение жидкости в камере является турбулентным.

При турбулентном течении отдельные небольшие объемы жидкости (глобулы) начинают хаотически перемещаться (пульсировать) относительно своего среднего положения в потоке жидкости. Перемещения происходят с различными по величине скоростями, которые накладываются на среднюю скорость жидкости [13, с. 131; 14, с. 86]. В некоторые моменты времени мгновенная скорость какой-либо глобулы может оказаться направленной даже в сторону, противоположную средней скорости потока.

Пульсационные скорости в направлении, перпендикулярном средней скорости, имеют аналогичный характер, но их среднее за достаточно длительный промежуток времени значение равно нулю.

По аналогии с молекулярно-кинетической теорией газов, величина напряжения турбулентного трения записывается в том же виде, что и закон молекулярного трения Ньютона:

$$\sigma_{турб} = \mu_{турб} \frac{\partial \bar{w}}{\partial n}, \quad (9)$$

где $\mu_{турб}$ - коэффициент турбулентной вязкости; $\bar{w}$ – средняя скорость жидкости.

Пульсирующая глобула имеет массу, несравненно большую, чем отдельная молекула, поэтому переносимое ею количество движения и силы турбулентного трения во много раз превосходят силы молекулярного трения ($\mu_{турб} \gg \mu$).

Основные уравнения гидродинамики (1), (2) остаются неизменными и для турбулентных потоков. Таким образом, замена всех компонент скоростей на соответствующие скорости, усредненные за достаточно большой промежуток времени, и применение вместо молекулярной вязкости суммарного коэффициента вязкого трения ($\mu \rightarrow \mu + \mu_{турб}$) дает возможность использовать уравнения Навье-Стокса и неразрывности для турбулентных потоков [9, с. 157; 15, с. 47].

Основная трудность анализа уравнений турбулентных потоков заключается в том, что необходима дополнительная информация о величине коэффициента турбулентной вязкости $\mu_{турб}$, который, в отличие от коэффициента молекулярной вязкости, зависит от турбулентного состояния потока [6, с. 119]. Предположим, что длина пробега пульсирующей глобулы уменьшается пропорционально расстоянию до стенки [12, с. 84], тогда логарифмический профиль усредненной скорости в турбулентном потоке:

$$w^* = 5,5 + 2,5 \ln y^*, \text{ при } y^* > 30, \quad (10)$$

где $w^* = w/w_*$; $y^* = w_* y / \nu$; $w_* = \sqrt{\sigma_{cm} / \rho \nu}$ - динамическая скорость; σ_{cm} - напряжение вязкого трения на стенке; y - расстояние от стенки.

Как бы сильно ни был турбулизован поток, вблизи твердой поверхности всегда существует зона, где скорости незначительны и величина критерия Re достаточно мала, чтобы наблюдалось ламинарное течение. В ламинарном подслое имеет место линейный профиль скорости:

$$w = \frac{\sigma_{cm}}{\rho \nu} y. \quad (11)$$

При более жестких ограничениях на y :

$$w^* = y^* \text{ при } 0 < y^* < 5. \quad (12)$$

При изучении сложных процессов, когда упрощения, позволяющие получать аналитические решения, использовать не представляется возможным, прибегают к экспериментальным методам исследования.

Изучение гидродинамических и массообменных явлений в электроразрядной камере затруднено из-за большого числа факторов, оказывающих влияние на ход протекания процессов. Наличие трудно моделируемой пароплазменной области, высокие числа Рейнольдса, большая невоспроизводимость результатов при работе с растительным сырьем и т.п. заставляет при построении модели опираться на полученные в ходе исследований экспериментальные данные.

Приведенный материал является основой для упрощений и приближений, которые могут быть сделаны в ходе построения теоретической модели. Примененные после этого численные методы решения нелинейных дифференциальных уравнений дают возможность получить аналитические зависимости для исследуемых гидродинамических переменных.

4. Численное моделирование переходных и турбулентных режимов конвекции

В турбулентном режиме мгновенное значение скорости (а также температуры, концентрации) представляется в виде ее среднего значения и некоторого отклонения от среднего (пульсации). Использование такого представления в исходных нестационарных уравнениях гидродинамики, записанных относительно мгновенных значений (с учетом ряда дополнительных соотношений, известных под названием постулатов Рейнольдса) приводит к уравнениям относительно средних значений, в которых в выражение для тензора напряжений включены различные соотношения, связывающие пульсации скорости (дисперсии, корреляции скорости и т.д. [9, с. 144; 17, с. 84].

Исходными являются безразмерные уравнения Навье-Стокса для неизотермической жидкости в поле силы тяжести (приближение Буссинеска) в переменных вихрь, функция тока, температура. Данная система не имеет

стационарного решения, поэтому ищутся мгновенные значения скорости и температуры и (при последующей обработке) средние и пульсационные характеристики. Метод численного моделирования, систематически применяемый для осуществления такого подхода, включает следующие основные этапы:

Расчет методом сеток мгновенных значений искомых полей на неравномерной сетке, сгущающейся в пристеночной зоне с большими градиентами скорости.

- На основе предварительного анализа результатов расчета нестационарной «реализации» находится момент времени t_l , начиная с которого средние значения практически не зависят от начальных данных, и осуществляется статистическая обработка для нахождения средних характеристик на «участке осреднения», а также пульсационных характеристик.

- Осуществляется анализ эволюции крупномасштабной и тонкой структур полей течения и температуры. Значения средних полей давления и скорости и визуальные картины течения сопоставляются с опытными данными.

- Отметим, что получение опытных данных о характере распределения скорости и давления в объеме камеры затруднено, но могут быть сделаны косвенные заключения об интересующих нас величинах путем исследования экспериментально полученных зависимостей выхода целевого продукта от параметров приложенного импульса напряжения.

5. Внешний массообмен и уравнение конвективной диффузии

Интенсивность процесса электроразрядной экстракции целевого продукта зависит от скорости переноса массы вещества между твердым телом и жидкой фазой.

Процесс массопереноса состоит из нескольких стадий [12, с. 126]. Поток компонента, переносимого из одной фазы в другую, преодолевает ряд последовательных сопротивлений. При экстрагировании целевой компонент транспортируется из пористой структуры твердого вещества, а затем отводится от наружной поверхности в основную массу экстрагента.

Таким образом, перенос вещества в движущейся среде обусловлен двумя различными механизмами. Одним из них является направленный поток целевого компонента за счет молекулярной диффузии, который описывается законом Фика. Вторая стадия – перенос целевого компонента, распределенного в жидкости, вместе с жидкостью из одной точки пространства в другую. Выражение для совместного диффузионно-конвективного переноса получается суммированием обоих потоков:

$$\vec{j}_k = -D \text{grad} c + c \vec{w}, \quad (13)$$

где D – коэффициент диффузии; c – концентрация вещества в жидкости; $\vec{w}$ – скорость перемещения среды.

С учетом уравнения неразрывности уравнение сохранения массы целевого компонента для произвольной точки в потоке движущейся несжимаемой жидкости, дополненное слагаемым m_v , учитывающим наличие объемного источника целевого компонента в результате изменения его фазового состояния, принимает вид:

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} + (\vec{w}, \text{grad} c) = D \nabla^2 c + m_v. \quad (14)$$

Уравнение конвективной диффузии определяет поле концентрации в несжимаемой жидкости при диффузионно-конвективном переносе целевого компонента. Первое слагаемое соответствует скорости изменения концентрации в любой точке потока, второе слагаемое представляет собой приращение массы примеси вследствие конвективного переноса, а правая часть – приращение массы за счет молекулярной диффузии и приращение массы от источника.

Примем граничные условия первого рода, определяющие начальную и конечную концентрацию вещества на известной поверхности.

Решением уравнения конвективной диффузии (14) является зависимость концентрации целевого компонента от координат и времени: $c(x,y,z,\tau)$. Скорость жидкости, входящая в уравнение конвективной диффузии, должна быть известна из решения гидродинамической задачи как функция координат и времени.

В тех случаях, когда плотность или вязкость среды заметно зависят от концентрации, уравнения Навье-Стокса (13) и конвективной диффузии (14) необходимо рассматривать совместно. Эта задача не имеет решения в общем виде. Уравнение (14) по физическому смыслу и, следовательно, по форме записи аналогично уравнению Навье-Стокса (13), описывающему поле скоростей в движущейся вязкой жидкости.

Введем характерный размер системы L (в данном случае это радиус камеры, $L \cong 0,1$ м), характерные для системы значения скорости потока U_0 и концентрации c_0 . Перейдем в уравнение (14), исключив из него для упрощения приток массы m_v , к относительным величинам скоростей, координат и концентраций:

$$W_x = \frac{w_x}{U_0}, W_y = \frac{w_y}{U_0}, W_z = \frac{w_z}{U_0}; X = \frac{x}{L}, Y = \frac{y}{L}, Z = \frac{z}{L}; C = \frac{c}{c_0}. \quad (15)$$

После подстановок получим уравнение конвективной диффузии в безразмерной форме:

$$\frac{\partial C}{\partial Fo} + Pe(W_x \frac{\partial C}{\partial X} + W_y \frac{\partial C}{\partial Y} + W_z \frac{\partial C}{\partial Z}) = \frac{\partial^2 C}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial Y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial Z^2}. \quad (16)$$

Группа величин, представляющих критерий Фурье $Fo = D\tau/L^2$, является безразмерным временем для нестационарного процесса изменения концентрации.

Из уравнения (15) следует, что при достаточно большом значении критерия Пекле ($Pe=U_0L/D$) правой частью этого уравнения, т.е. переносом компонента за счет молекулярной диффузии, можно пренебречь по сравнению с конвективным переносом, хотя это верно для соотношения молекулярного и конвективного потоков лишь в основной массе текущей среды.

Отношение критерия Пекле к гидродинамическому критерию Рейнольдса дает критерий Прандтля Pr :

$$\frac{Pe}{Re} = \frac{U_0L}{D} \frac{\nu}{U_0L} = \frac{\nu}{D} = Pr. \quad (17)$$

Для капельных жидкостей критерий Pr имеет порядок 10^3 .

6. Диффузионный пограничный слой

Для жидкостей, имеющих высокие значения Pr , конвективный перенос в основной массе потока существенно превышает молекулярный, и правой частью уравнения (16) можно пренебречь. Упрощенное таким образом уравнение конвективной диффузии не может удовлетворять граничным условиям, так как имеет решение $c=Const$ для всех точек потока и не обеспечивает градиента концентрации, необходимого для создания потока вещества к твердой поверхности. Поэтому вводится понятие пристенного слоя жидкости, для которого нельзя пренебречь диффузионными слагаемыми в уравнении конвективной диффузии.

Оценивая величины отдельных слагаемых в уравнении (16) с учетом малой толщины концентрационного (диффузионного) пограничного слоя δ , будем иметь следующее неравенство, справедливое в пределах этого тонкого слоя:

$$\frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \gg \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}. \quad (18)$$

Таким образом, в качестве уравнения конвективной диффузии, справедливого в пределах диффузионного пограничного слоя, получим:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + w_x \frac{\partial c}{\partial x} + w_y \frac{\partial c}{\partial y} = D \frac{\partial^2 c}{\partial y^2}. \quad (19)$$

Запишем граничные условия:

$$\begin{aligned} c &= c_p \text{ при } y = y_{cp}; \\ c &= c_0 \text{ при } y = 0, \end{aligned} \quad (20)$$

где c_p - концентрация целевого продукта на поверхности раздела; c_0 - концентрация вдали от поверхности раздела.

Данные по интенсивности внешнего массообмена определяются коэффициентом массоотдачи β , который является множителем пропорциональности в выражении для удельного потока целевого компонента в виде уравнения массоотдачи:

$$j = \beta(c_0 - c_{cp}). \quad (21)$$

Также можно записать

$$\beta = \frac{j}{c_0} = 0,333D \sqrt{\frac{U_0}{\nu}}, \quad (22)$$

где D - коэффициент диффузии, ν - вязкость среды.

Интенсивность массообмена характеризует также критерий Нуссельта

$$Nu = \beta \frac{L}{D}, \quad (23)$$

где L - характерный размер среды; D - коэффициент диффузии.

Физический смысл числа Нуссельта Nu - отношение действительного потока целевого компонента от жидкости к стенке к потоку поперек неподвижного слоя жидкости толщиной, равной характерному размеру L при разности концентраций целевого компонента $c_0 - c_{cp}$ на краях такого слоя [11, с. 217].

Можно записать следующее соотношение для критерия Нуссельта:

$$N_u = 0,667\sqrt{Re_L}. \quad (24)$$

Решение диффузионной задачи при $Pr \neq 1$ может быть получено переходом к тем же комплексным переменным, что и при решении гидродинамической задачи о ламинарном пограничном слое. Уравнение для диффузионного пограничного слоя преобразуется в уравнение в полных производных:

$$\frac{d^2c}{c\xi^2} + \frac{Pr}{2} f(\xi) \frac{dc}{d\xi} = 0, \quad (25)$$

где $f(\xi)$ - функция, известная из независимого решения гидродинамической задачи.

Примем на объекте обтекания

$$w_y|_{y=0} = 0,332c_0 Pr^{1/3}. \quad (26)$$

Тогда приближенное решение уравнения (25) дает возможность получить следующую аппроксимационную зависимость градиента концентрации на стенке от единственного параметра уравнения (25) - величины критерия Pr ($Pr > 0,6$):

$$-\left. \frac{dc}{d\xi} \right|_{\xi=0} = 0,332c_0 Pr^{1/3}. \quad (26)$$

Значения коэффициента 0,332 и показателя степени 1/3 при критерии Прандтля определены из анализа результатов численного решения уравнения (25).

Для условной толщины диффузионного пограничного слоя имеем:

$$\frac{c_0}{\delta} = -\left. \frac{\partial c}{\partial y} \right|_{y=0} = \left| \frac{\partial c}{\partial \xi} \frac{\partial \xi}{\partial y} \right|_{\xi=0} = 0,332c_0 Pr^{1/3} \sqrt{\frac{U_0}{\nu x}}. \quad (27)$$

Далее легко определяются локальные значения коэффициента массоотдачи:

$$\beta(x) = \frac{D}{\delta(X)} = 0,332D Pr^{1/3} \sqrt{\frac{U_0}{\nu x}}. \quad (28)$$

Среднее значение критерия Нуссельта:

$$Nu = 0,664 Pr^{1/3} Re_L^{1/2}. \quad (29)$$

Влияние критерия Прандтля по сравнению с результатами диффузионной задачи для $Pr=1$ в случаях $Pr \neq 1$ отражается степенным множителем $Pr^{1/3}$.

Массообмен твердого тела с капельными жидкостями, например, экстрагирование, когда критерий Прандтля Pr на несколько порядков превышает единицу, имеет ряд особенностей. Конвективный перенос целевого компонента становится существенным уже на таких расстояниях от стенки, при которых характер течения жидкости еще целиком определяется только силами вязкого трения. В связи с этим следует предполагать существенно различные значения толщин гидродинамического и диффузионного пограничного слоев.

Очевидно, что для капельных жидкостей диффузионный слой будет иметь значительно меньшую толщину, чем гидродинамический пограничный слой. Это заметно упрощает анализ, так как позволяет при решении уравнения конвективной диффузии (19) воспользоваться приближенными значениями компонентов скорости w_x и w_y , справедливыми на малых расстояниях от стенки ($\xi \ll 1$).

Решение уравнения для диффузионного пограничного слоя (19) в этом случае может быть получено в следующей замкнутой форме:

$$c(x, y) = \frac{(0,22 Pr)^{1/3}}{0,89} c_0 \int_0^{\frac{1}{2} \sqrt{\frac{U_0}{\chi \nu}} y} \exp(0,22 Pr \chi^3) d\chi. \quad (30)$$

Приближенное вычисление интеграла приводит к профилю концентрации в пределах диффузионного слоя, схематично представленному на рис. 2.

Локальный диффузионный поток на стенку вычисляется дифференцированием поля концентрации (30) в точке $y=0$

$$j = D \frac{\partial c}{\partial y} \Big|_{y=0} = 0,34 D c_0 \sqrt{\frac{U_0}{\nu x}} \text{Pr}^{1/3}. \quad (31)$$

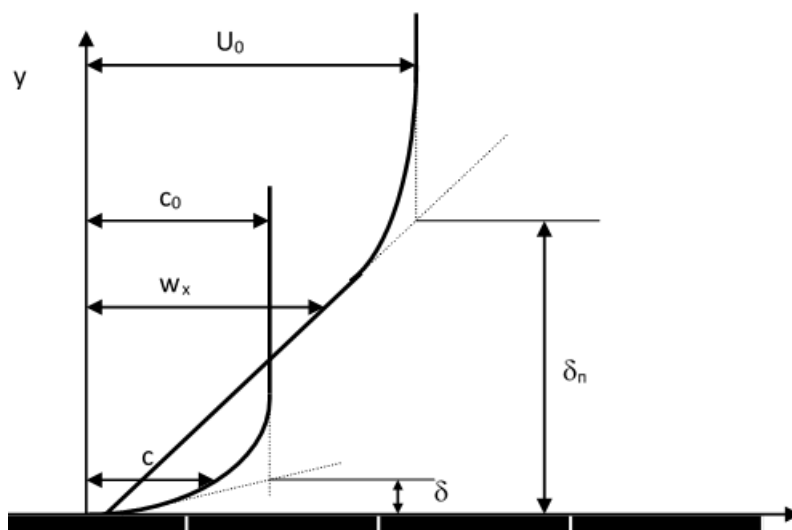


Рис. 2. Скорость и концентрация целевого компонента у поверхности и толщина гидродинамического δ_n и диффузионного δ пограничных слоев (при $\text{Pr} \gg 1$)

Это же выражение можно записать в форме, содержащей коэффициент массоотдачи:

$$\beta(x) = 0,34 D \text{Pr}^{1/3} \sqrt{\frac{U_0}{\nu x}}. \quad (32)$$

Толщина диффузионного пограничного слоя для капельных жидкостей определится через поток целевого компонента к стенке:

$$\delta = D \frac{c_0}{j} = 3 \sqrt{\frac{\nu x}{U_0}} \text{Pr}^{1/3} \quad (33)$$

Таким образом, понятие диффузионного пограничного слоя, широко применяемое при анализе процессов внешнего массообмена, является чисто кинетическим. Его верхняя граница условна, а толщина очень мала по сравнению с размерами обтекаемых тел и возрастает, согласно закону квадратичной параболы, по ходу движения жидкости от нулевого значения в

точке набегания потока. Толщины диффузионного и гидродинамического слоев совпадают только в случае газов (паров), имеющих значения критерия Прандтля $Pr \approx 1$, а для капельных жидкостей диффузионный слой в зависимости от величины Pr занимает лишь некоторую часть гидродинамического слоя. Жидкость в пограничном слое имеет не только продольную, но и нормальную к поверхности компоненту скорости [16, с. 69].

При моделировании процессов массообмена в экстракционной камере необходимо учитывать турбулентный характер перемещения жидкости, что выражается в определенных значениях Re .

7. Массообмен в турбулентном потоке

Турбулентные пульсации осуществляют перенос количества движения от одного слоя жидкости к другому. Одновременно с переносом количества движения пульсирующие глобулы осуществляют перенос энтальпии и массы целевого компонента [13, с. 97; 14, с. 246]. Перенос вещества турбулентными пульсациями вследствие их статистической беспорядочности аналогичен переносу за счет молекулярной диффузии, обусловленному хаотическим тепловым движением молекул.

Наличие градиента концентрации в турбулентном потоке вызывает направленный поток примеси за счет турбулентной диффузии:

$$j_{турб} = -D_{турб} grad c. \quad (34)$$

Масштаб турбулентных пульсаций на несколько порядков превышает длину свободного пробега молекул. Поэтому, несмотря на малость средней скорости пульсационного движения по сравнению со скоростью теплового движения молекул, турбулентный перенос значительно превосходит перенос за счет молекулярной диффузии ($D_{турб} \gg D$ и $j_{турб} \gg j$).

Сравнительно большие значения $D_{турб}$ обеспечивают почти полное выравнивание концентрации примеси в турбулентном потоке вплоть до

весьма малых расстояний от твердой поверхности. Наличие твердой стенки оказывает сдерживающее влияние на развитие пульсационного движения, уменьшая длину пробега и величину скорости турбулентных пульсаций. Величина $D_{турб}$, как и кинематическая турбулентная вязкость, уменьшается вблизи твердой стенки.

При турбулизации потока величина диффузионного пограничного слоя резко уменьшается, и он переходит в так называемый диффузионный подслой, величина которого приближенно равна 10^{-4} см. При турбулизации происходит ускорение процесса массоотдачи. Особенно сильное влияние на массоотдачу при этом оказывает величина критерия Рейнольдса Re , критическое значение которого меняется в зависимости от формы частиц. Ввиду того что частицы экстрагируемого сырья имеют неправильную форму, турбулизация суспензии в камере наступает при низких значениях критерия Рейнольдса, начиная с $Re=10$.

Турбулентные пульсации крупного масштаба увлекают частицы сырья вместе с прилегающими к ним слоями жидкости, перенося их как целое, поэтому в процессе электроразрядной экстракции растительного сырья можно рассматривать общее турбулентное движение суспензии под действием импульсов давления со стороны пульсирующего канала разряда. Так как в процессе экстрагирования происходит измельчение сырья как под воздействием ударной волны, так и за счет попадания частиц сырья на границу кавитационных пузырьков, степень дисперсности экстрагируемого вещества растет по мере пребывания сырья в камере, однородность суспензии увеличивается и турбулентные пульсации будут захватывать частицы сырья, распределенные в жидкости. Перечисленные выше факторы усиливаются тем, что растительное сырье является, как правило, очень легким по сравнению с водой.

Отметим, что при экстрагировании таких объектов, как трава или листья, соотношение сырье / экстрагент, применяемое обычно в фармацевтических технологиях, приводит к настолько плотному заполнению камеры сырьем, что трудно говорить о каком-либо самостоятельном перемещении экстрагента, так как содержимое камеры представляет собой однородную массу сырья, смоченного водой.

Таким образом, перемещение суспензии в камере можно рассматривать как единое турбулентное движение сырья и экстрагента.

Список литературы

1. Мартиросян К.В. Моделирование процессов диффузии при электроразрядной экстракции растительного сырья. Материалы 54-й конференции по фармакологии и фармации. - Пятигорск, 1999. - С.54.
2. Мартиросян К.В., Голов Е.В. Математическое моделирование электроразрядной экстракции растительных веществ - Материалы XIX международной конференции «Школьная информатика и проблемы устойчивого развития». – Санкт-Петербургский государственный аэрокосмический университет, СПб, 2000. - С.115.
3. Денисенко О.Н., Казуб В.Т., Кудимов Ю.Н., Челомбитко В.А. Экстракция изохинолиновых алкалоидов. Журнал аналитической химии, 1994. - Т. 49. - Вып.11. - С. 1205-1206.
4. Наугольных К.А., Рой Н.А. Электрические разряды в воде М., Наука, 1971. - 314 с.
5. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М., Наука, 1987. - 840 с.
6. Иевлев В.М. Численное моделирование турбулентных течений. - М., Наука, 1990. - 214 с.
7. Пасконов В.М., Полежаев В.И., Чудов П.А. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена. - М., Наука, 1984. - 215 с.

8. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М., Наука, 1966. - 726 с.
9. Холпанов Л.П., Шкадов В.Я. Гидродинамика и тепломассобмен с поверхностью раздела. - М., Наука. - 1990. - 271 с.
10. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. Пер. с нем. М., Наука, 1974. - 711 с.
11. Циборовский Я. Основы процессов химической технологии. - Л., Химия. - 1967. - 719 с.
12. Романков П.Г., Рашковская Н.Б., Фролов В.Б. Массообменные процессы химической технологии. - М., Химия, 1975. - 178 с.
13. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химической технологии. М., Химия, 1968. - 316 с.
14. Кафаров В.В., Перов В.Л., Мешалкин В.П. Принципы математического моделирования химико-технологических систем. М., Химия. 1974. - 312 с.
15. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. - М., Химия. - 1995. - 367 с.
16. Кудимов Ю.Н., Казуб В.Т., Мартиросян К.В., Математическое моделирование процессов интенсивной экстракции с использованием электрических импульсных разрядов. - Отчет о НИР (заключит) / Пят. ГФА; руководитель Кудимов Ю.Н.- ГР 01.9900 08631. - 69 с.
17. Пономарев В.Д. Экстрагирование лекарственного сырья. - М., Медицина, 1976. - 203 с.
18. Белобородов В.В. Основные процессы производства растительных масел. - М., Пищевая промышленность, 1966. - 216 с.

© В.Т. Казуб, Н.С. Стригун

Глава 4.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОЙ
ОБРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

Казуб Валерий Тимофеевич

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой

Ткаченко Роман Михайлович

доцент кафедры физики и математики

Пятигорский медико-фармацевтический
институт – филиал ФГБОУ ВО ВолгГМУ

Аннотация: рассмотрен случай, когда основное сопротивление массопереноса внутри частицы оказывается на стадии диффузии, т.е. скорость растворения целевого компонента значительно превосходит скорость его диффузии к поверхности частицы. При этом концентрация целевого компонента в экстрагенте на поверхности растворения внутри частицы равна концентрации насыщенного раствора, и движущей силой переноса вещества на стадии диффузии является разность концентраций целевого компонента на поверхности растворения и внешней поверхности частицы, омываемой потоком экстрагента. Изучены зависимости выхода целевого препарата от длительности фронта импульса, длительности импульса напряжения и влияния величины фронта импульса на снижение напряжения на нагрузке.

Ключевые слова: пористая частица, концентрация, экстракция, диффузия, фронт импульса, выход целевого продукта.

**MODELING OF ELECTRIC DISCHARGE PROCESSES
PROCESSING OF VEGETABLE RAW MATERIALS**

**Kazub Valery Timofeevich
Tkachenko Roman Mikhailovich**

Abstract: the case is considered when the main resistance of the mass transfer inside the particle is at the stage of diffusion, i.e. the rate of dissolution of the target component significantly exceeds the rate of its diffusion to the surface of the particle. In this case, the concentration of the target component in the extractant on the dissolution surface inside the particle is equal to the concentration of the saturated solution, and the driving force of the transfer of the substance at the diffusion stage is the difference in concentrations of the target component on the surface of the solution and the outer surface of the particle washed by the extractant flow. The dependences of the output of the target drug on the duration of the pulse front, the duration of the voltage pulse and the influence of the magnitude of the pulse front on the voltage reduction on the load were studied.

Key words: porous particle, concentration, extraction, diffusion, pulse front, output of the target product.

1. Модель процесса диффузии в одиночной частице под действием силового поля. Перенос вещества в пористой сферической частице в процессе экстракции

Рассмотрим модельный пример, иллюстрирующий диффузионные процессы в растительном сырье под действием электроимпульсных разрядов на примере одиночной частицы. Первоначально, извлекаемый компонент присутствует в пористой частице только в твердом состоянии. При омывании

пористой частицы экстрагентом в начальный момент происходит растворение целевого компонента на поверхности частицы, и затем диффузия его от поверхности в поток экстрагента [1, с. 2].

В ходе этого процесса фронт растворения продвигается вглубь частицы. При этом добавляется стадия диффузии целевого компонента в порах частицы к ее поверхности. В рассматриваемой частице присутствуют три фазы – вещество частицы, содержащей целевой компонент, целевой компонент в твердом состоянии и раствор целевого компонента в экстрагенте. Перенос целевого компонента внутри твердой частицы в процессе экстракции имеет две стадии: растворение целевого компонента в экстрагенте и диффузия целевого компонента к поверхности частицы.

Рассмотрим случай, когда основное сопротивление массопереноса внутри частицы оказывается на стадии диффузии, т.е. скорость растворения целевого компонента значительно превосходит скорость его диффузии к поверхности частицы. Тогда концентрация целевого компонента в экстрагенте на поверхности растворения внутри частицы равна концентрации насыщенного раствора, и движущей силой переноса вещества на стадии диффузии является разность концентраций целевого компонента на поверхности растворения и внешней поверхности частицы, омываемой потоком экстрагента. Таким образом, данная задача сводится к теоретическому анализу диффузии молекул целевого компонента в экстрагенте внутри пористой частицы, которую будем считать изотропной.

Поскольку в рассматриваемом процессе не происходит химических взаимодействий, уравнение переноса массы для двухкомпонентной однофазной системы можно записать в следующем виде:

$$\bar{\mu}_0(p) = \sqrt{D_1 p} \bar{\psi}_0(p) - \sqrt{D_1 p} \sum_{k=0}^{\infty} \left\{ \frac{R_1 \bar{\varphi}[(\sqrt{p} + (2k+1)\gamma)^2]}{\sqrt{p} + (2k+1)\gamma} - \frac{\bar{\psi}_0[(\sqrt{p} + (2k+2)\gamma)^2]}{\sqrt{p} + (2k+2)\gamma} \right\} \quad (1)$$

где ρ - плотность вещества; c - концентрация вещества; τ - время; w - усредненная скорость диффузии; D_T - коэффициент диффузии; T - температура.

Естественно предполагать, что перенос вещества в порах капиллярно-пористого тела за счет конвекции практически отсутствует. Поэтому член $\rho \cdot w \cdot \text{grad} c$ из уравнения можно исключить.

Процесс изотермический:

$$\begin{aligned}\frac{\partial c}{\partial \tau} &= D_1 \Delta c \\ D_1 &= \frac{D}{\rho}\end{aligned}\tag{2}$$

Примем, что концентрация извлекаемого компонента в данной точке частицы зависит только от времени и расстояния между этой точкой и центром частицы. Другими словами, рассмотрим задачу со сферической симметрией. В сферической системе координат:

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = D_1 \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial c}{\partial r} \right)\tag{3}$$

Начальные и граничные условия к уравнению сформулируем из следующих соображений: введем R_1 - радиус частицы; R_2 - радиус сферической поверхности, совпадающей с фронтом растворения. Т.е. диффузия целевого компонента происходит в области, задаваемой неравенством $R_2 < r < R_1$. Это область диффузии.

Радиус фронта растворения является функцией времени, то есть $R_2 = R_2(\tau)$.

При $\tau = 0$ $R_2(\tau) = R_1$.

Рассмотрим случай, когда $R_2(\tau)$ является линейной функцией. Тогда ее можно представить в виде:

$$R_2(\tau) = R_1 - a \tau ,\tag{4}$$

где $a = \left| \frac{dR_2}{d\tau} \right|$ – скорость перемещения фронта растворения

При $\tau=0$, когда фронт растворения совпадает с внешней поверхностью частицы, т.е. $R_1=R_2$, концентрация экстрагируемого вещества равна нулю:

$$c(r, \tau)=0 \text{ при } \tau=0. \quad (5)$$

Пусть концентрация целевого компонента в экстрагенте, омывающем твердую частицу, является известной функцией времени $\varphi(\tau)$, а скорость переноса молекул целевого компонента от поверхности частицы в поток экстрагента очень велика. Тогда концентрацию экстрагируемого вещества на поверхности частицы можно считать приблизительно равной $\varphi(\tau)$, то есть:

$$c(r, \tau)=\varphi(\tau) \text{ при } r=R_1. \quad (6)$$

Концентрация целевого компонента на сферической поверхности, совпадающей с фронтом растворения, известна:

$$c(r, \tau)=c_n \text{ при } r=R_2(\tau)=R_1-a\tau. \quad (7)$$

Таким образом, краевая задача о нахождении поля концентраций внутри твердой сферической частицы поставлена. Это уравнение (3) с начальными условиями (5) и граничными условиями (6), (7).

2. Скорость растворения целевого компонента внутри частицы

Найдем выражение для скорости a перемещения фронта растворения, которая входит в граничное условие (7). Пусть концентрация целевого компонента, находящегося в твердом состоянии внутри частицы, постоянна и равна c_T . Тогда суммарное количество экстрагируемого вещества в произвольный момент времени $\tau \geq 0$ в области $r < R_2(\tau)$:

$$Q(\tau) = c_T \cdot \frac{4}{3} \pi R_2^3(\tau) \quad (8)$$

К моменту времени $\tau + \Delta\tau$ величина R_2 падает до величины $R_2 + \Delta R_2$, ($\Delta R_2 < 0$). Количество экстрагируемого вещества, находящегося внутри частицы в твердом состоянии, в момент времени $\tau + \Delta\tau$ равно:

$$Q(\tau) = c_T \cdot \frac{4}{3} \pi (R_2(\tau) + \Delta R_2)^3 \quad (9)$$

Вычитая из (8) (9), получаем количество целевого компонента $Q(\tau)$, которое растворилось за промежуток времени $\Delta\tau$.

$$Q(\tau) = c_T \cdot \frac{4}{3} \pi [R_2^3(\tau) - (R_2(\tau) + \Delta R_2)^3]. \quad (10)$$

С точностью до бесконечно малой порядка $(\Delta R_2)^2$ это выражение равно:

$$Q(\tau) = \frac{4}{3} \pi c_T \cdot 3R_2^2(\tau) \Delta R_2 = 4\pi c_T \cdot R_2^2(\tau) \Delta R_2. \quad (11)$$

С другой стороны, количество растворенного вещества пропорционально времени растворения, величине поверхности растворения и движущей силе процесса, которой в данном случае является разность концентраций целевого компонента на поверхности, совпадающей с фронтом растворения, и на внешней поверхности частицы. Поэтому можно записать:

$$Q(\tau) = 4\pi \cdot R_2^2(\tau) \beta c_H \Delta\tau, \quad (12)$$

где β - коэффициент массоотдачи.

Поскольку величина $\Delta\tau$ предполагалась бесконечно малой, изменение радиуса фронта растворения можно представить в виде:

$$\Delta R_2(\tau) = \frac{dR_2}{d\tau} \Delta\tau. \quad (13)$$

Подставляя правую часть вместо величины ΔR_2 (12) и приравнивая части (12) и (13), имеем:

$$4\pi c_T \cdot R_2^2(\tau) \Delta R_2 = 4\pi \cdot R_2^2(\tau) \beta c_H \Delta\tau. \quad (14)$$

После сокращения получим:

$$\frac{dR_2}{d\tau} = \beta \frac{c_H}{c_T}. \quad (15)$$

Так, как по определению $a = \left| \frac{dR_2}{d\tau} \right|$, то $a = \beta \frac{c_H}{c_T}$. (16)

Тогда граничное условие (14) примет вид: $c(r, \tau) = c_H$ при

$$r = R_1 - \beta \frac{c_H}{c_T} \tau. \quad (17)$$

3. Преобразование задачи к виду, допускающему аналитическое решение

Краевую задачу необходимо привести к виду, допускающему аналитическое решение:

введем новую неизвестную функцию:

$$\omega(r, \tau) = r_c(r, \tau), \quad (18)$$

Выразим через нее $c(r, \tau)$:

$$\frac{\partial \omega(r, \tau)}{\partial \tau} = D_1 \frac{\partial^2 \omega(r, \tau)}{\partial r^2} \quad (19)$$

Соответственно краевые условия приводятся к виду:

$$\begin{cases} \omega(r, \tau) = 0 & \text{при } \tau = 0 \\ \omega(r, \tau) = R_1 \varphi(\tau) & \text{при } r = R_1 \\ \omega(r, \tau) = R_2 c_H & \text{при } \tau = R_1 - \beta \frac{c_H}{c_T} \tau \end{cases} \quad (20)$$

Используем новую независимую переменную χ :

$$\chi = R_1 - r \quad (21)$$

Заменяя $r \Rightarrow \chi$ в уравнении (19) и краевых условиях (20), с учетом (21) получим

$$\begin{cases} \omega(r, \tau) = 0 & \text{при } \tau = 0 \\ \omega(r, \tau) = R_1 \varphi(\tau) & \text{при } \chi = 0 \\ \omega(r, \tau) = R_2 c_H & \text{при } \chi = \beta \frac{c_H}{c_T} \tau \end{cases} \quad \frac{\partial \omega(r, \tau)}{\partial \tau} = D_1 \frac{\partial^2 \omega(r, \tau)}{\partial \chi^2} \quad (22)$$

Будем искать решение поставленной краевой задачи в виде:

$$\omega(\chi, \tau) = \frac{1}{\sqrt{\pi D_1}} \int_0^\tau [\mu(\eta) e^{-\frac{(z-\gamma\eta)^2}{\tau-\eta}} + \lambda(\eta) e^{-\frac{z^2}{\tau-\eta}}] \frac{d\eta}{\sqrt{\tau-\eta}}, \quad (23)$$

где $\mu(\eta)$ и $\lambda(\eta)$ - функции, которые должны быть определены из граничных условий, а величины z и γ определяются равенствами:

$$\gamma = \frac{\beta c_H}{2c_T \sqrt{D_1}} \quad z = \frac{\chi}{2\sqrt{D_1}} \quad (24)$$

Найдем уравнения для определения функций $\mu(\eta)$ и $\lambda(\eta)$. Подставим правую часть соотношения (23) с учетом равенств (24) вместо левых частей граничных условий (22) и рассмотрим полученные соотношения при

$$\chi=0 \text{ и } \chi = a\tau = \beta \frac{c_H}{c_T} \tau \quad (25)$$

Тогда

$$\begin{aligned} \frac{1}{\sqrt{\pi D_1}} \int_0^\tau [\mu(\eta) e^{-\frac{\gamma^2 \eta^2}{\tau-\eta}} + \lambda(\eta)] \frac{d\eta}{\sqrt{\tau-\eta}} &= R_1 \varphi(\tau) \\ \frac{1}{\sqrt{\pi D_1}} \int_0^\tau [\mu(\eta) e^{-\frac{\gamma^2}{\tau-\eta}} + \lambda(\eta) e^{-\frac{\gamma^2 \tau^2}{\tau-\eta}}] \frac{d\eta}{\sqrt{\tau-\eta}} &= R_2(\tau) c_H \end{aligned} \quad (30)$$

4. Аналитическое решение краевой задачи о растворении частицы

Таким образом, для нахождения функций $\mu(\eta)$ и $\lambda(\eta)$ получена система двух интегральных уравнений. Для ее решения введем функции $\mu_0(\eta)$ и $\psi_0(\tau)$, которые определены следующим образом:

$$\begin{aligned} \mu_0(\eta) &= \mu(\eta) e^{\gamma^2 \eta} \\ \psi_0(\eta) &= e^{\gamma^2 \tau} R_2(\tau) c_H \end{aligned} \quad (31)$$

Выразим из этих равенств $\mu(\eta)$ и $R_2(\tau) c_H$ и подставим правые части полученных выражений в уравнения (30). После преобразования показателей системы уравнения можно привести к виду:

$$\frac{1}{\sqrt{\pi D_1}} \int_0^\tau [\mu_0(\eta) e^{-\frac{\gamma^2 \tau \eta}{\tau - \eta}} + \lambda(\eta)] \frac{d\eta}{\sqrt{\tau - \eta}} = R_1 \varphi(\tau) \quad (32)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\pi D_1}} \int_0^\tau [\mu_0(\eta) + \lambda(\eta) e^{-\frac{\gamma^2 \tau \eta}{\tau - \eta}}] \frac{d\eta}{\sqrt{\tau - \eta}} = \psi_0(\tau)$$

Применим к обеим частям этих уравнений преобразование Лапласа-Карсона, которое сопоставляет данной функции $f(\tau)$, называемой оригиналом, некоторую функцию $\bar{f}(p)$, называемую изображением, по формуле:

$$\bar{f}(p) = p \int_0^\infty f(\tau) e^{-p\tau} d\tau \quad (33)$$

Это даст возможность свести задачу решения интегральных уравнений к значительно более простой задаче решения алгебраических уравнений. Применяя обратное преобразование Лапласа-Карсона к полученному решению системы алгебраических уравнений, придем к решению системы исходных интегральных уравнений (32).

Преобразование обеих частей первого уравнения из (32) с помощью (33)

$$\text{дает: } \frac{1}{\sqrt{\pi D_1}} p \int_0^\infty e^{-p\tau} \int_0^\tau [\mu_0(\eta) e^{-\frac{\gamma^2 \tau \eta}{\tau - \eta}} + \lambda(\eta)] \frac{1}{\sqrt{\tau - \eta}} d\eta d\tau = R_1 \bar{\varphi}(p)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\pi D_1}} \int_0^\tau [\mu_0(\eta) + \lambda(\eta) e^{-\frac{\gamma^2 \tau \eta}{\tau - \eta}}] \frac{d\eta}{\sqrt{\tau - \eta}} = \psi_0(\tau) \quad (34)$$

Преобразуем левую часть последнего равенства, для которой введем следующие обозначения:

$$J = \frac{p}{\sqrt{\pi D_1}} \int_0^\infty \int_0^\tau \frac{e^{-p\tau}}{\sqrt{\tau - \eta}} [\mu_0(\eta) e^{-\frac{\gamma^2 \tau \eta}{\tau - \eta}} + \lambda(\eta)] d\eta d\tau \quad (35)$$

Пределы интегрирования показывают, что область изменения переменных η и τ задается неравенствами $0 < \tau < \infty$, $0 < \eta < \tau$. Область интегрирования также можно задать с помощью неравенств вида:

$$\eta < \tau < \infty, \quad 0 < \eta < \infty \quad (36)$$

$$J = \frac{p}{\sqrt{\pi D_1}} \int_0^\infty \int_\eta^\infty \frac{e^{-p\tau}}{\sqrt{\tau-\eta}} [\mu_0(\eta) e^{-\frac{\gamma^2 \tau \eta}{\tau-\eta}} + \lambda(\eta)] d\tau d\eta$$

Поменяем пределы интегрирования в правой части соотношения (35) в соответствии с последними неравенствами:

$$t = \sqrt{\tau - \eta} \quad (37)$$

Вместо τ введем переменную t по формуле. Тогда $\tau = t^2 + \eta$, $d\tau = 2tdt$, пределы интегрирования по t будут задаваться неравенством $0 < \tau < \infty$, а интеграл J примет вид:

$$J = \frac{p}{\sqrt{\pi D_1}} \int_0^\infty \int_0^\infty \frac{e^{-pt^2 - p\eta}}{t} [\mu_0(\eta) e^{-\frac{\gamma^2 \eta(t^2 + \eta)}{t^2}} + \lambda(\eta)] 2tdt d\eta \quad (38)$$

Интеграл по переменной t представим в виде суммы двух интегралов. Выносим за знак интеграла по t сомножители, не зависящие от t , получаем:

$$J = \frac{2p}{\sqrt{\pi D_1}} \int_0^\infty e^{-p\eta} [\mu_0(\eta) e^{-\gamma^2 \eta} \int_0^\infty e^{-pt^2 - \frac{\gamma^2 \eta}{t^2}} dt + \lambda(\eta) \int_0^\infty e^{-pt^2} dt] d\eta \quad (39)$$

Второй интеграл в квадратных скобках является табличным и равен:

$$I = \int_0^\infty e^{-pt^2} dt = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{p}} \quad (40)$$

Вычислим первый интеграл в квадратных скобках:

$$\begin{aligned} J_1 &= \int_0^\infty e^{-pt^2 - \frac{\gamma^2 \eta}{t^2}} dt = \int_0^\infty \exp\left(-pt^2 - \frac{\gamma^2 \eta}{t^2} + 2\sqrt{p\gamma\eta}t - 2\sqrt{p\gamma\eta}t\right) dt = \\ &= e^{-\sqrt{p\gamma\eta}} \int_0^\infty e^{-(\sqrt{pt} - \frac{\gamma\eta}{t})^2} dt \end{aligned} \quad (41)$$

Вместо переменной t введем новую переменную

$$y = \sqrt{p} * t - \frac{\gamma\eta}{t} \quad (42)$$

Тогда:

$$t = \frac{y}{2\sqrt{p}} + \sqrt{\frac{y^2}{4p} + \frac{\gamma\eta}{p}} \quad dt = \left(\frac{1}{2\sqrt{p}} + \frac{y}{4p\sqrt{\frac{y^2}{4p} + \frac{\gamma\eta}{p}}} \right) dy \quad (43)$$

В соответствии с заменой переменной изменим пределы интегрирования в правой части (41). При изменении t от 0 до ∞ переменная y будет меняться от $-\infty$ до $+\infty$. Тогда J_1 , с учетом (43), примет вид:

$$\begin{aligned} J_1 &= e^{-2\sqrt{p}\gamma\eta} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-y^2} \left(\frac{1}{2\sqrt{p}} + \frac{y}{4p\sqrt{\frac{y^2}{4p} + \frac{\gamma\eta}{\sqrt{p}}}} \right) dy = \\ &= e^{-2\sqrt{p}\gamma\eta} \left[\frac{1}{2\sqrt{p}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-y^2} dy + \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{ye^{-y^2}}{4p\sqrt{\frac{y^2}{4p} + \frac{\gamma\eta}{\sqrt{p}}}} dy \right] \end{aligned} \quad (44)$$

Первый интеграл в квадратных скобках является табличным и равен

$$I = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-y^2} dy = \sqrt{\pi} \quad (45)$$

Так как функция, стоящая под знаком второго интеграла, нечетная, интеграл от нее по промежутку $(-\infty$ до $+\infty)$ равен 0. Тогда:

$$J_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{p}} e^{-2\sqrt{p}\gamma\eta} \quad (46)$$

Подставляя найденные значения интегралов (40) и (46) в правую часть равенства (39), имеем:

$$J = \frac{\pi}{\sqrt{D_1}} \left[\int_0^{\infty} e^{-p\eta - \gamma^2\eta - 2\sqrt{p}\gamma\eta} \mu_0(\eta) d\eta + \int_0^{\infty} e^{-p\eta} \lambda(\eta) d\eta \right] \quad (47)$$

$$J = \frac{\pi}{\sqrt{D_1}} \left[\int_0^{\infty} e^{-(\sqrt{p} + \gamma)^2 \eta} \mu_0(\eta) d\eta + \int_0^{\infty} e^{-p\eta} \lambda(\eta) d\eta \right] \quad (48)$$

Учитывая вид (33), получим:

$$\int_0^{\infty} e^{-p\eta} \lambda(\eta) d\eta = \frac{1}{p} \bar{\lambda}(p) \quad (49)$$

Заменяя в формуле (33) аргумент p на аргумент $p \rightarrow (\sqrt{p} + \gamma)^2$ и сравнивая правую часть полученного выражения с видом первого интеграла в квадратных скобках правой части выражения (48), можем записать:

$$\int_0^{\infty} e^{-(\sqrt{p}+\gamma)^2 \eta} \mu_0(\eta) d\eta = \frac{1}{(\sqrt{p}+\gamma)^2} \mu_0[(\sqrt{p}+\gamma)^2] \quad (50)$$

С учетом соотношений (49) и (50) для величины J получим выражение:

$$J = \sqrt{\frac{p}{D_1}} \frac{1}{(\sqrt{p}+\gamma)^2} \mu_0(\eta)[(\sqrt{p}+\gamma)^2] + \frac{\bar{\lambda}(p)}{\sqrt{D_1 p}} \quad (51)$$

которое подставим в левую часть уравнения (34):

$$\frac{\bar{\mu}_0[(\sqrt{p}+\gamma)^2]}{\sqrt{p}+\gamma} + \frac{\bar{\lambda}(p)}{p} = \sqrt{\frac{D_1}{p}} R_1 \bar{\varphi}(p) \quad (52)$$

Таким образом, из первого интегрального уравнения (32) получено алгебраическое уравнение. Аналогично из второго интегрального уравнения (32) получим алгебраическое уравнение вида:

$$\frac{\bar{\mu}_0(p)}{p} + \frac{\bar{\lambda}[(\sqrt{p}+\gamma)^2]}{(\sqrt{p}+\gamma)^2} = \sqrt{\frac{D_1}{p}} \psi_0(p) \quad (53)$$

Исключим из уравнения (52) функцию $\bar{\mu}_0(p)$, выразив ее через функцию $\bar{\lambda}[(\sqrt{p}+\gamma)^2]$ с помощью уравнения (53):

$$\bar{\mu}_0(p) = \sqrt{D_1 p} \bar{\psi}_0(p) - p \frac{\bar{\lambda}[(\sqrt{p}+\gamma)^2]}{(\sqrt{p}+\gamma)^2} \quad (54)$$

Заменим в этом соотношении аргумент p на аргумент $(\sqrt{p}+\gamma)^2$:

$$\bar{\mu}_0[(\sqrt{p}+\gamma)^2] = \sqrt{D_1}(\sqrt{p}+\gamma) \bar{\psi}_0[(\sqrt{p}+\gamma)^2] - (\sqrt{p}+\gamma)^2 \frac{\bar{\lambda}[(\sqrt{p}+2\gamma)^2]}{(\sqrt{p}+2\gamma)^2} \quad (55)$$

Подставим правую часть этого выражения в уравнение (53) вместо функции $\bar{\mu}_0[(\sqrt{p}+\gamma)^2]$:

$$\frac{\bar{\lambda}(p)}{p} - \frac{\bar{\lambda}[(\sqrt{p}+2\gamma)^2]}{(\sqrt{p}+2\gamma)^2} = \sqrt{\frac{D_1}{p}} R_1 \bar{\varphi}(p) - \frac{\sqrt{D_1}}{\sqrt{p}+\gamma} \psi_0[(\sqrt{p}+2\gamma)^2] \quad (56)$$

Теперь необходимо решить уравнение (55) и найти вид функции $\bar{\lambda}(p)$. Сделать это непосредственно не представляется возможным, поскольку функция $\bar{\lambda}(p)$ входит в уравнение (55) с аргументами, разность между которыми не равна постоянной величине. Поэтому, используя ряд замен,

приведем уравнение (55) к такому виду, чтобы аргументы новой неизвестной функции отличались на постоянную величину. Заменим переменную p на p_2 и введем новую функцию:

$$\bar{F}(p) = \frac{\bar{\lambda}(p^2)}{p} \quad (57)$$

Тогда:

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}(p^2) &= p\bar{F}(p) \\ \lambda[(p+2\gamma)^2] &= (p+2\gamma)\bar{F}(p+2\gamma) \end{aligned} \quad (58)$$

Из (55) следует, что:

$$\begin{aligned} \bar{F}(p) - \frac{p\bar{F}(p+2\gamma)}{p+2\gamma} &= \sqrt{D_1} \left[\bar{f}_1(p) - \frac{p}{p+\gamma} \bar{f}_2(p+\gamma) \right] \\ \bar{f}_1(p) &= R_1 \bar{\varphi}(p^2) \quad \bar{f}_2(p+\gamma) = \psi_0(p^2) \end{aligned} \quad (59)$$

Из равенства (56) следует, что для нахождения $\bar{\lambda}(p)$ необходимо найти явный вид функции $\bar{F}$ из уравнения (57). Непосредственное решение этого уравнения невозможно, так как функция $\bar{F}$ входит в него с различными аргументами. Однако применение обратного преобразования Лапласа-Карсона позволяет получить уравнение, содержащее оригинал неизвестной функции от одного аргумента, и, следовательно, допускающее непосредственное определение этого оригинала.

Применим обратное преобразование Лапласа-Карсона к уравнению (57), учитывая известные табличные соотношения между оригиналами функций и их изображениями:

$$\begin{aligned} \alpha \chi(\tau) &\leftarrow \div \alpha \bar{\chi}(p) \\ \chi_1(\tau) + \chi_2(\tau) &\leftarrow \div \bar{\chi}_1(p) + \bar{\chi}_2(p) \end{aligned} \quad (60)$$

где $\chi(\tau)$, $\chi_1(\tau)$, $\chi_2(\tau)$ – некоторые функции; α , χ – постоянные величины;
 $\leftarrow \div$ знак соответствия оригиналов и изображений.

После преобразования уравнение (58) примет следующий вид:

$$\begin{aligned} F(\eta)(1 - e^{-2\gamma\eta}) &= \sqrt{D_1} [f_1(\eta) - e^{-\gamma\eta} f_2(\eta)] \\ F(\eta) &= \sqrt{D_1} [f_1(\eta) - e^{-\gamma\eta} f_2(\eta)] \frac{1}{1 - e^{-2\gamma\eta}} \end{aligned} \quad (61)$$

Чтобы получить изображение $\bar{F}(p)$, входящее в выражение (56) для искомой функции $\bar{\lambda}(p)$, предварительно разложим дробь, стоящую в правой части равенства (59) в ряд по степеням величины $e^{-2\gamma\eta}$. Имеем:

$$\frac{1}{1 - e^{-2\gamma\eta}} = \sum_{k=0}^{\infty} e^{-2k\gamma\eta} \quad (62)$$

Подставляем правую часть последнего равенства в (59), получаем:

$$F(\eta) = \sqrt{D_1} \sum_{k=0}^{\infty} [f_1(\eta) e^{-k\gamma\eta} - f_2(\eta) e^{-(2k+1)\gamma\eta}] \quad (63)$$

Переходя в последнем равенстве к изображениям с учетом формул (58), имеем:

$$\bar{F}(p) = \sqrt{D_1} \sum_{k=0}^{\infty} \left[\frac{p}{p + 2k\gamma} \bar{f}_1(p + 2k\gamma) - \frac{1}{p + (2k+1)\gamma} \bar{f}_2(p + (2k+1)\gamma) \right] \quad (64)$$

С целью получения выражения для функции $\bar{\lambda}(p)$ заменим переменную p_2 на p в соотношении (56):

$$\bar{\lambda}(p) = \sqrt{p} \bar{F}(\sqrt{p}) \quad (65)$$

Выражая в этом соотношении $\bar{F}$ согласно (61), получаем:

$$\bar{\lambda}(p) = \sqrt{D_1} p \sum_{k=0}^{\infty} \left[\frac{f_1(\sqrt{p} + 2k\gamma)}{\sqrt{p} + 2k\gamma} - \frac{\bar{f}_2[(\sqrt{p} + (2k+1)\gamma)]}{\sqrt{p} + (2k+1)\gamma} \right] \quad (66)$$

Заменим в последнем равенстве функции $\bar{f}_1$ и $\bar{f}_2$ на функции $\bar{\varphi}$ и $\bar{\psi}_0$ согласно соотношениям (57):

$$\bar{\lambda}(p) = \sqrt{D_1} \sum_{k=0}^{\infty} \left\{ \frac{R_1 \bar{\varphi}[(\sqrt{p} + 2k\gamma)^2]}{\sqrt{p} + 2k\gamma} p - \frac{\bar{\psi}_0[(\sqrt{p} + (2k+1)\gamma)^2]}{\sqrt{p} + (2k+1)\gamma} p \right\} \quad (67)$$

Подставив найденное значение функции $\bar{\lambda}(p)$, в уравнение (53), получим следующее выражение для функции $\bar{\mu}_0(p)$:

$$\bar{\mu}_0(p) = \sqrt{D_1} p \bar{\psi}_0(p) - \sqrt{D_1} p \sum_{k=0}^{\infty} \left\{ \frac{R_1 \bar{\varphi}[(\sqrt{p} + (2k+1)\gamma)^2]}{\sqrt{p} + (2k+1)\gamma} - \frac{\bar{\psi}_0[(\sqrt{p} + (2k+2)\gamma)^2]}{\sqrt{p} + (2k+2)\gamma} \right\} \quad (68)$$

Теперь перейдем непосредственно к нахождению функций $\lambda(\eta)$ и $\mu(\eta)$. Оригинал первого слагаемого, стоящего в правой части равенства (64), имеет вид:

$$\int_0^{\eta} v_{2k}(\xi, \eta) R_1 \varphi(\xi) d\xi, \quad \partial \partial e \quad (69)$$

$$v_{2k}(\xi, \eta) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \left[\frac{(2k)^2 \gamma^2 \xi^2}{(\eta - \xi)^{5/2}} + \frac{(2k)^2 \gamma^2 \xi^2}{(\eta - \xi)^{3/2}} - \frac{1}{2(\eta - \xi)^{3/2}} \right] * \exp \left[-\frac{(2k)^2 \gamma^2 \xi^2}{\eta - \xi} - (2k)^2 \gamma^2 \xi^2 \right]$$

Оригинал второго слагаемого в этом же равенстве имеет вид:

$$\int_0^{\eta} v_{2k}(\xi, \eta) \psi_0(\xi) d\xi \quad (70)$$

Таким образом, равенство (64), записанное в оригиналах, примет вид:

$$\lambda(\eta) = \sqrt{D_1} \int_0^{\eta} \sum_{k=0}^{\infty} [v_{2k}(\xi, \eta) R_1 \varphi(\xi) - v_{2k+1}(\xi, \eta) \psi(\xi)] d\xi \quad (71)$$

Подставив в это соотношение значение функции $\psi_0(\xi)$ получим выражение для $\lambda(\eta)$:

$$\lambda(\eta) = \sqrt{D_1} \int_0^{\eta} \sum_{k=0}^{\infty} [v_{2k}(\xi, \eta) R_1 \varphi(\xi) - v_{2k+1}(\xi, \eta) e^{\gamma^2 \xi} c_n R_2(\xi)] d\xi \quad (70)$$

Оригинал функции $\bar{\mu}0(p)$, определенной равенством (65), имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \mu_0(\eta) = & \sqrt{D_1} \int_0^{\eta} \left[\sum_{k=0}^{\infty} [v_{2k+2}(\xi, \eta) e^{\gamma^2 \xi} c_n R_2(\xi) - \sum_{k=0}^{\infty} v_{2k+1}(\xi, \eta) \varphi(\xi) R_1(\xi)] d\xi - \right. \\ & \left. - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{D_1}{\pi}} \int_0^{\eta} \frac{c_n R_2(\xi) e^{\gamma^2 \xi}}{(\eta - \xi)^{3/2}} d\xi \right] \end{aligned} \quad (71)$$

Перейдем от функции $\bar{\mu}0(\eta)$ к функции $\mu0(\eta)$. Из второго уравнения (31) имеем:

$$\mu_0(\eta) = \mu(\eta) e^{\gamma^2 \eta}$$

Подставим в это соотношение значение функции $\mu0(\eta)$ из равенства (66):

$$\mu_0(\eta) = \sqrt{D_1} \int_0^\eta \left[\sum_{k=0}^{\infty} [v_{2k+2}(\xi, \eta) e^{-\gamma^2(\eta-\xi)} c_n R_2(\xi) - \sum_{k=0}^{\infty} v_{2k+1} e^{-\gamma^2 \eta} (\xi, \eta) \varphi(\xi) R_1] d\xi - \right. \\ \left. - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{D_1}{\pi}} \int_0^\eta \frac{c_n R_2(\xi) e^{-\gamma^2(\eta-\xi)}}{(\eta-\xi)^{3/2}} d\xi \right] d\eta \quad (72)$$

Теперь с учетом соотношений (24) из (23) получим окончательное выражение для поля концентраций экстрагируемого вещества в экстракте внутри пористой частицы:

$$c(r, \tau) = \frac{1}{\pi D_1} \frac{1}{r} \int_0^\tau \left\{ \mu(\eta) \exp\left[-\frac{\left(\frac{R_1-r}{r\sqrt{D_1}} - \gamma\eta\right)^2}{\tau-\eta}\right] + \lambda(\eta) \exp\left[-\frac{(R_1-r)^2}{4D_1(\tau-\eta)}\right] \right\} \frac{d\eta}{\sqrt{\tau-\eta}} \quad (73)$$

где $\mu(\eta)$ и $\lambda(\eta)$ вычисляются по формулам (66) и (68).

5. Оценка давления на фронте ударной волны, создаваемой каналом электрического разряда в воде

Эффективность обработки веществ электрогидравлическим способом зависит от гидродинамических характеристик разряда. Возможность измерения, определения и регулирования давления на фронте ударной волны, создаваемой каналом разряда в жидкости, является принципиально важным моментом, определяющим ход течения процесса.

На величину давления влияют такие факторы, как амплитуда импульса напряжения, разрядная емкость, расстояние между электродами [2, с. 40]. На длительность ударной волны τ_y основное влияние оказывают межэлектродное расстояние, емкость и напряжение, причем с увеличением любого из параметров длительность увеличивается пропорционально. Таким образом, существует возможность управления длительностью ударной волны путем изменения параметров разрядного контура, что является важным в разработке электроимпульсных технологий.

Как функция электрических параметров амплитуда давления получена описанным в [3, с. 9] методом для зоны цилиндрической симметрии ($r \leq 2,5d$), где r - радиус канала, d - межэлектродное расстояние:

$$P_m = \frac{0,16A^{1/4}\rho^{3/8}U_0^{3/4}C^{1/8}}{\sqrt{r}d^{1/8}L^{1/2}}, \quad (70)$$

где A - искровая характеристика, зависящая от способа инициирования разряда [4, с. 255]; ρ_0 - плотность жидкости; r - радиальная координата.

На практике обычно используются разряды в режиме, близком к апериодическому, поскольку он обеспечивает наиболее быструю передачу энергии накопителя в канал разряда и наибольший электроакустический к.п.д. [5, с. 223].

Режим разряда определяется долей энергии η , выделившейся в канале за первый полупериод от энергии, запасенной в конденсаторной батарее [6, с. 82].

Связь величины η с параметрами энергоузла может быть определена либо графически, либо при использовании приближенной аналитической зависимости с критерием подобия электрических характеристик подводного искрового разряда [7, с. 84]

$$\Pi_k = \frac{Ad^2}{U_0^2\pi\sqrt{LC}}, \quad (71)$$

$$\eta^3 = \pi^2\Pi_k. \quad (72)$$

Близким к апериодическому следует считать разряды с $\eta=0,8-1$. При этом крутизна фронта импульса мощности максимальна для случая фиксированного значения $\eta=0,8$ [8, с. 35; 14, с. 126].

Рассматривая баланс энергии, можно выделить следующие основные области ее рассеяния: энергия, затрачиваемая в предпробивной стадии разряда, энергия, затрачиваемая на расширение проводящего канала, и энергия, выделяемая при пульсации парогазовой полости.

Эффективность процесса экстрагирования зависит характеристик энерговода: фронта и амплитуды импульса напряжения, времени запаздывания пробоя, величины разрядной емкости.

6. Временные параметры импульса напряжения

Важными характеристиками импульса являются длительность, характеризующая время спада амплитуды до $U_{\max}/2$ и крутизна фронта, которые определяют форму импульса напряжения и в большинстве случаев механизм пробоя жидкостей [9, с. 180]. При электроимпульсных технологиях, использующих импульсы напряжения косоугольной формы, обеспечивающие электротепловой механизм пробоя, можно принять время запаздывания пробоя равным длительности фронта [10, с. 144].

В этом случае электрическая прочность (пробивная напряженность) водяного промежутка с электропроводностью $\gamma=2 \cdot 10^{-4} \cdot \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ определяется полуэмпирическим уравнением: $E_{np}=10^3 \cdot t_z^{-1/2}$, где t_z - время запаздывания пробоя.

Для повышения эффективности процесса следует увеличивать крутизну нарастания импульса напряжения dU/dt , до величины, обеспечивающей 100% вероятность пробоя жидкостного промежутка с одновременной сменой электротеплового механизма пробоя на электрический.

Таким образом, выбор прямоугольной формы импульса с фронтом $t_{\phi} \approx 5 \text{ нс}$ соответствует электрическому механизму пробоя и обоснован результатами экспериментов по экстрагированию растительных веществ, исключаящих воздействия высоких температур.

Зависимость снижения напряжения на нагрузке величины фронта импульса показано на рис. 1.

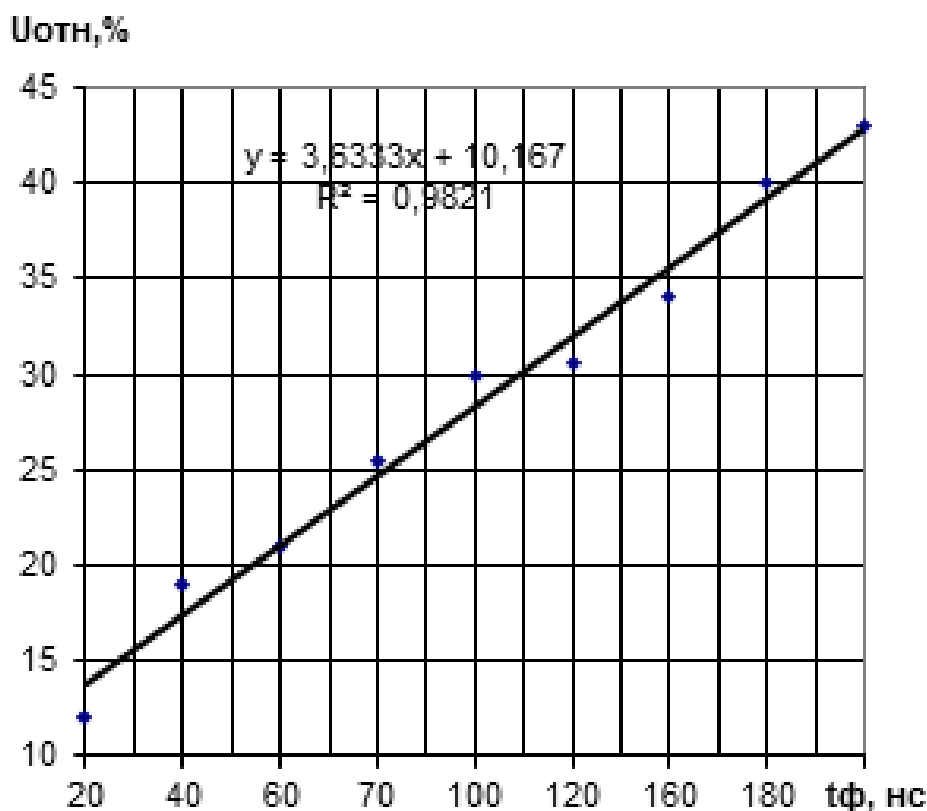


Рис. 1. Влияние величины фронта импульса на снижение напряжения на нагрузке. Экстрагирование алкалоидов из травы *Glaucium corniculatum*

На рис. 2 показаны зависимости выхода целевого препарата z от длительности фронта t_f полученные при экстрагировании пектинов и алкалоидов [11, с. 2; 12, с. 1205], подтверждающие приведенные выше рассуждения. Выход целевого препарата резко падает при увеличении длительности фронта.

Здесь и далее z – величина выхода целевого продукта в процентах по отношению к массе исходного сухого сырья.

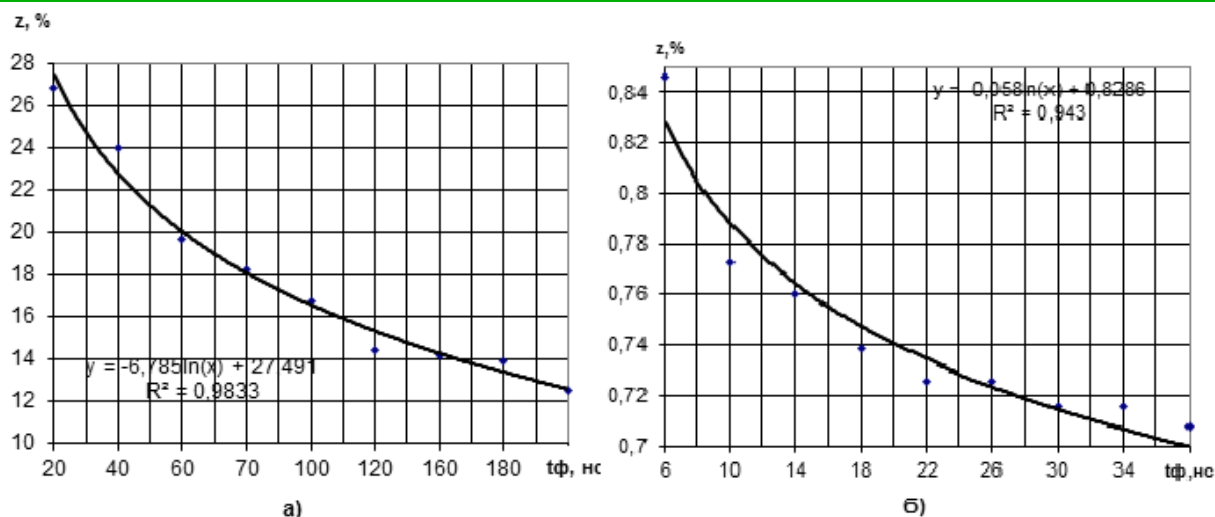


Рис. 2. Зависимость выхода целевого препарата от длительности фронта импульса t_{ϕ} . а) - экстрагирование пектинов свекловичных выжимок; б) -экстрагирование алкалоидов из травы *Glaucium corniculatum*

Характерной особенностью импульсного пробоя жидкостей является зависимость электрической прочности $E(t)$ от длительности воздействия напряжения в широком временном интервале. Из литературных данных по пробоем жидкости при электрическом разряде [13, с. 251; 10, с. 123] известно, что для очень малых времен величина пробивной напряженности E_{np} зависит от длительности импульса t_u , как:

$$E_{np} = K(\tau_0 - t_u)^{-1}, \quad (73)$$

где τ_0 - время запаздывания пробоя на постоянном напряжении; K - постоянная, характерная для данной жидкости.

В ходе экспериментальных исследований процесса электроимпульсной экстракции получены зависимости выхода z от длительности t_u прямоугольного импульса напряжения для пектинов и алкалоидов [11, с. 2; 12, с. 1205], которые, подобно зависимостям выхода z от амплитуды импульса напряжения, также имеют характерный максимум и могут быть аппроксимированы квадратичной параболой с большой точностью. Отметим,

что, если для разных растительных веществ существуют определенные значения оптимума пробивной напряженности E_{np} с разбросом от 100 до 135 кВ/см, то оптимальная длительность имеет почти одинаковые значения как при экстрагировании алкалоидов, так и при извлечении пектинов и составляет 0,8 мкс. В данных по использованию электроимпульсной методики при обработке растительного сырья [15, с. 85] косоугольными импульсами также получены одинаковые оптимальные значения длительности импульса, не зависящие от объекта обработки, так как пробой осуществляется на фронте волны напряжения. Снижение удельной производительности при увеличении длительности импульса, возможно, связано со сменой механизма пробоя и возрастающей ролью неоднородности смеси.

Зависимость выхода целевого препарата z от длительности импульса напряжения представлена на рис. 3.

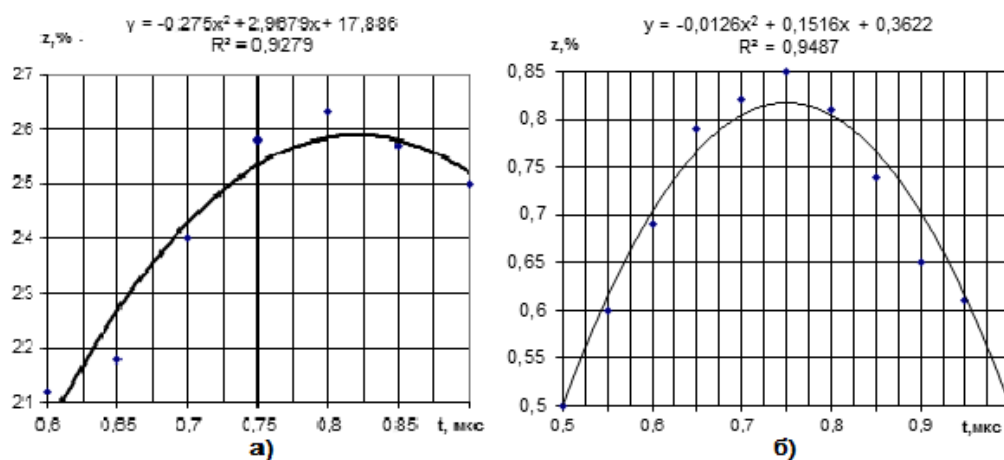


Рис. 3. Зависимость выхода целевого препарата z от длительности импульса напряжения. а) экстрагирование пектинов из свекловичных выжимок; б) экстрагирование алкалоидов из травы *Glaucium corniculatum*

Рассматриваемое в данной работе явление экстракции с использованием импульсных электрических разрядов является сложно моделируемым процессом, в котором участвует целый ряд трудно формализуемых факторов. Существует целая группа параметров, которые нужно подбирать индивидуально для каждого исследуемого лекарственного растения и которые могут быть на первом этапе исследования приняты за управляющие переменные.

К таким параметрам следует, в первую очередь, отнести величину зазора между электродами, амплитуду импульса напряжения, величина которой тесно связана с микроструктурой обрабатываемого вещества, соотношение сырье-экстрагент, которое может отличаться от соотношения, используемого в традиционных методиках.

После комплексного исследования влияния всех вышеперечисленных параметров степень участия каждого из них может быть уточнена. Возможен выбор одной или двух переменных в качестве управляющих, что позволит предложить технологическую схему экстрагирования лекарственных веществ из растительного сырья, являющуюся универсальной и легко настраиваемой при переходе от одной группы растительных веществ к другой. Это позволит предложить универсальную и легко настраиваемую технологическую схему экстрагирования лекарственных веществ из растительного сырья, при переходе от одной группы растений к другой.

Список литературы

1. Казуб В.Т., Кудимов Ю.Н., Денисенко О.Н., Челомбитко В.А. Экстракция биологически активных соединений из растительного сырья импульсными электрическими разрядами. Химико-фармацевтическое производство. НИИ ЭМП. - М., 1998. Вып. 3. - 43 с.

2. Казуб В.Т., Кудимов Ю.Н., Бутко В.Н. Измерение давления, создаваемого парогазовой полостью, при электроразрядном экстрагировании. Изв. вуз. Сев.-Кавк. регион. Технические науки. - 2003. - Приложение № 4. - С. 83-85.
3. Шамко В.В. О тротиловом эквиваленте мощного подводного искрового разряда. - Электронная обработка материалов, 1972, №5, С. 6-19.
4. Казуб В.Т., Кудимов Ю.Н., Голов Е.В., Криворотов Н.В. Электроразрядные процессы в жидкости и кинетика экстрагирования биологически активных компонентов. Часть 2. Эффективная электропроводность экстрагента Вестник Тамбов. ГТУ. - 2002. - Т. 8. - № 3.- С. 253-263.
5. Наугольных К.А., Рой Н.А. Электрические разряды в воде М., Наука, 1971. - 314 с.
6. Казуб В.Т., Кудимов Ю.Н., Мартирисян К.В., Смоленская Г.В. Регрессионный анализ технологических параметров электроразрядного экстрагирования. Изв. вуз. Сев.-Кавк. регион. Технические науки. - 2003. - Приложение № 3. – С. 81-84.
7. Кривицкий Е.В., Шамко В.В. О подобии подводных искровых разрядов. ЖТФ, 42, 1, 1972. - С. 83-87.
8. Кривицкий Е.В. Об определении параметров энергоузла при подводном искровом разряде. - Электронная обработка материалов, 1974. - №6, - С.35-37.
9. Казуб В.Т., Кудимов Ю.Н., Мартирисян К.В., Смоленская Г.В. Влияние временных параметров импульса напряжения на эффективность электроразрядного экстрагирования. Изв. вуз. Сев.-Кавказ. регион. Технические науки. - 2003. - Приложение № 3. - С. 179-181.
10. Ушаков В.Я. Импульсный электрический пробой жидкостей. Изд. Томского университета, Томск, 1975. - 256 с.

11. Казуб В.Т., Компанцев В.А., Кайшева Н.И. и др. Авторское свидетельство № 1689378 (СССР) от 03.07.89. Способ получения пектина.

12. Денисенко О.Н., Казуб В.Т., Кудимов Ю.Н., Челомбитко В.А. Экстракция изохинолиновых алкалоидов. Журнал аналитической химии, 1994. - Т. 49. - Вып.11. - С. 1205-1206.

13. Адамчевский И. Электрическая проводимость жидких диэлектриков. - Ленинград, Энергия, 1972. - С. 251-252.

14. Казуб В.Т., Кудимов Ю.Н., Мартирисян К.В., Криворотов Н.В. Моделирование гидродинамических полей в камере электроразрядного аппарата. Изв. вуз. Сев.-Кавк. регион. Технические науки. - 2003. - Приложение № 1. - С. 124-128.

15. Казуб В.Т., Кудимов Ю.Н., Голов Е.В., Мартирисян К.В. Измельчение растительного сырья в процессе электроразрядного экстрагирования. Изв. вуз. Сев.-Кавк. регион. Технические науки. - 2002. - № 2. - С. 83-85.

© В.Т. Казуб, Р.М. Ткаченко

Глава 5.

**ЯВЛЕНИЯ МАССОПЕРЕНОСА ПРИ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОЙ
ЭКСТРАКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

Казуб Валерий Тимофеевич

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой

Стригун Наталья Сергеевна

старший преподаватель

Пятигорский медико-фармацевтический
институт – филиал ФГБОУ ВО ВолгГМУ

Аннотация: в работе рассмотрен механизм процессов массопереноса в капиллярно-пористых телах под действием импульсного электрического разряда в жидкости. Кавитация и пульсации парогазовой полости, инициируемые разрядом в жидкости, обеспечивают скачкообразное изменение давления и высокую турбулентность движения суспензии в рабочей камере. Это служит источником измельчения твердой фазы и активизирует внутренние диффузионные процессы при экстрагировании из клетки и межклеточного пространства растительного сырья.

Ключевые слова: экстрагирование, импульсный электрический разряд, кавитация, измельчение, массоперенос.

**MASS TRANSFER PHENOMENA AT ELECTRIC DISCHARGE
EXTRACTION OF PLANT RAW MATERIALS**

Kazub Valery Timofeevich

Strigun Natalia Sergeevna

Abstract: The paper considers the mechanism of mass transfer processes in capillary-porous bodies under the action of a pulsed electric discharge in a liquid. Cavitation and pulsations of the vapor-gas cavity, initiated by discharge in the liquid, provide an abrupt change in pressure and high turbulence of the suspension movement in the working chamber. This serves as a source of grinding of the solid phase and activates internal diffusion processes during extraction of plant raw materials from the cell and intercellular space.

Key words: extraction, pulsed electric discharge, cavitation, grinding, mass transfer.

1. Процессы переноса в капиллярно-пористых телах

При экстрагировании растворяющиеся вещества извлекают из инертной пористой структуры растительного сырья [1, с. 2]. Капиллярно-пористая структура твердых тел не является геометрически правильной композицией. Капилляры можно рассматривать как систему криволинейных каналов неправильного и непостоянного поперечного сечения. Результаты экспериментальных исследований показывают, что микропоры и капилляры растительных веществ имеют размер 10^{-7} - 10^{-8} м [2, с. 65]. Растительные вещества имеют неизотропную пористую структуру, что связано с наличием преобладающего направления, вдоль которого располагаются капилляры. Способность целевого компонента перемещаться в таких анизотропных телах неодинакова по различным направлениям.

В процессе экстрагирования растительного сырья происходит взаимодействие жидкости с пористыми телами, содержащими растворимое вещество на стенках пор (высохшее сырье) или в растворе внутри пор (свежее сырье) [3, с. 84]. При экстрагировании свежего или набухшего сырья происходят процессы трех типов: 1) смыв раствора из разрушенных клеток и открытых пор, 2) массоперенос вещества через пористые стенки путем

молекулярной диффузии, 3) массопередача веществ от поверхности материала в растворитель. При экстрагировании высушенного сырья процесс усложняется, добавляются две дополнительные стадии – проникновение экстрагента в сырье и смачивание веществ, находящихся внутри клеток. Эксперименты с применением электроимпульсной методики доказали необходимость предварительного замачивания сырья даже перед проведением такого интенсивно разрушающего клеточные структуры процесса, как экстракция электрическими разрядами [4, с. 4; 5, с. 54].

Рассмотрим механизм процессов переноса в капиллярно-пористых телах. Массовый поток несжимаемой среды можно определить по следующему гидродинамическому соотношению [6, с. 242]:

$$j = \frac{r^2}{8\nu} \frac{P_1 - P_2}{L}, \quad (1)$$

где r - радиус капилляра; ν - вязкость среды; P_1 - давление вне пористого тела; P_2 - давление внутри капилляра.

Если поперечный размер капилляра меньше длины свободного пробега молекулы, то рассматривать среду, заполняющую объем капилляра, в качестве сплошной фазы нельзя, поскольку основная часть соударений молекул вещества происходит со стенками поры, а не друг с другом, как этого требует модель сплошной среды. Такое течение называется кнудсеновским (или эффузией), его статистический анализ позволяет записать соотношение (2) для изотермического потока вещества [7, с. 231].

Сравнение количеств вещества, переносимых за счет вязкого течения и эффузии при одинаковых градиентах давления, показывает, что молекулярный перенос примерно на порядок более эффективен.

$$j = \frac{4}{3} r \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{M}{RT} \frac{P_1 - P_2}{L}, \quad (2)$$

где L – длина капилляра; r – радиус капилляра; M – молярная масса вещества; $R=8,31$ Дж/(моль*К) – молярная газовая постоянная.

2. Уравнение эффективной диффузии

Рассматривая только изотермические процессы (показано, что в экстракционной камере за время переработки веществ температура не успевает существенным образом измениться [8, с. 54]), можно установить, что все элементарные виды переноса целевого компонента имеют градиентный характер. Если на основании этого заменить совокупность парциальных переносов единым эквивалентным диффузионным переносом, то следует записать следующее уравнение:

$$\vec{j} = -D_e \text{grad} c. \quad (3)$$

Здесь D_e имеет смысл суммарной массопроводности реального капиллярно-пористого тела. Величина градиента массосодержания целевого компонента считается пропорциональной парциальному (при наличии инертной среды) или общему давлению.

Коэффициент эффективной диффузии D_e зависит не только от физико-химических свойств перемещающейся среды, температуры и общего давления, но и в значительной степени от вида капиллярно-пористой структуры тела, что подтверждается характером зависимости элементарных видов переноса массы от размеров капилляров [9, с. 14].

Закон сохранения массы целевого компонента для пористого вещества, можно записать в виде:

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} + \text{div}(-D_e \text{grad} c) = 0. \quad (4)$$

Начальным условиям является распределение концентрации в пространстве капиллярно-пористого тела в некоторый начальный момент времени:

$$c|_{\tau=0} = c(x, y, z). \quad (5)$$

3. Движение многофазных сред в процессе массообмена

Задача нахождения относительной скорости частицы и потока окружающей среды для мелких частиц является достаточно сложной. Турбулентные пульсации крупного масштаба увлекают частицу вместе с прилегающими к ней слоями жидкости, перенося их как целое. Чем ближе плотность твердой фазы к плотности жидкости, тем в большей степени происходит увлечение. Разработанная для процессов экстрагирования электрическими разрядами технология включает в себя предварительное замачивание растительного сырья перед обработкой в камере [4, 5], следовательно, можно говорить о том, что плотность сырья близка к плотности жидкости.

По мере увеличения объемной концентрации твердой фазы наблюдается заметное влияние частиц на поток сплошной среды. При достаточно больших концентрациях твердой фазы воздействие частиц может существенно понизить степень турбулентности потока жидкости [10, с. 125].

4. Особенности электроимпульсной переработки растительного сырья

Существует ряд характеристик, с помощью которых принято описывать свойства растительного сырья. К ним необходимо отнести:

- относительную плотность сырья $\rho_{отн}$ – отношение плотности стенок растительной ткани и плотности воды;
- объемную плотность ρ_v – отношение массы высушенного растительного сырья к его объему;

– насыпную плотность ρ_n - отношение массы растительного сырья к его объему;

– пористость сырья P_b - величину пустот внутри растительной ткани, которую можно рассчитать следующим образом:

$$P_b = \frac{\rho_{отн} - \rho_v}{\rho_{отн}}, \quad (6)$$

– порозность сырья P_m - величину пустот между кусочками измельченного материала, вычисляемую следующим образом:

$$P_m = \frac{\rho_{отн} - \rho_n}{\rho_{отн}}. \quad (7)$$

Пористость сырья связана с количеством внутреннего сока, а порозность – с количеством внешнего сока.

Литературных сведений о плотности, объемной и насыпной массе растительного материала немного. Известны величины насыпной и объемной плотности различных пород древесины [11, с. 234], определены насыпная плотность и пористость ряда лекарственных растений [12, с. 82]. По данным этим данным относительная плотность стенок растительных тканей лежит в пределах 1,49-1,58 г/см³.

5. Коэффициент внутренней и свободной диффузии

Процесс экстрагирования определяется скоростью массопередачи экстрагируемого вещества внутри кусочка растительного материала, сопротивлением диффузионного слоя на поверхности кусочка и конвективным сопротивлением в экстрагенте. Сопротивлением диффузионного слоя и конвективным сопротивлением можно легко управлять, изменяя гидродинамические условия процесса экстрагирования – соотношение сырья и экстрагента и скорость движения экстрагента [13, с. 12; 14, с. 223; 15, с. 197]. Следовательно, решающее влияние на процесс экстрагирования

оказывает массопередача вещества внутри растительного материала, которая зависит от внутреннего строения растительного сырья, свойств экстрагента и экстрагируемого вещества и оценивается величиной массопередачи в порах твердой фазы.

Величина коэффициента массопередачи в порах твердой фазы с трудом поддается воздействию. Повышение скорости процесса связано с выявлением основных факторов, оказывающих влияние на сопротивление частиц растительного материала. Такими факторами являются анатомическое строение, размер клеток, толщина и пористость клеточных стенок растительного материала и характер его измельчения. Рассмотрим решение уравнения нестационарной диффузии Фика:

$$\frac{c_i}{c_0} = A e^{-s \frac{D\tau}{R^2}}, \quad (8)$$

где $c_i(\tau)$ – концентрация целевого продукта в сырье; c_0 – начальное содержание целевого продукта в сырье, для пластины $A=8/\pi^2=0,81$; $s=2,46$; для шара $A=6/\pi^2=0,607$; $s=\pi^2=9,87$; для цилиндра $A=0,69$; $s=5,76$ (диффузия происходит через боковую поверхность); R – половина толщины пластины, радиус цилиндра или шара.

Для расчета коэффициента массопередачи внутри сырья [16, с. 42] может быть использовано уравнение:

$$D = \frac{R^2 (\lg A - \lg \frac{c_i}{c_0})}{0,434 s \tau}. \quad (9)$$

Таблица 1

**Расчет коэффициента диффузии при электроимпульсной
экстракции шрота женьшеня**

$q_{i2}, \%$	$q_i, \%$	t, c	$D, м^2/c$	$D^*=D \cdot 10^8 м^2/c$
6,9	3,6	120	$1,15 \cdot 10^{-8}$	1,15
7,39	3,101	180	$1,34 \cdot 10^{-8}$	1,34
8,03	2,475	240	$1,30 \cdot 10^{-8}$	1,30
8,55	1,95	300	$1,48 \cdot 10^{-8}$	1,48
8,63	1,875	360	$1,34 \cdot 10^{-8}$	1,34
8,66	1,8375	420	$1,10 \cdot 10^{-8}$	1,10

при $r=0,35$ см - размер частиц шрота женьшеня (кубическая нарезка); $q_n=14\%$ - начальное содержание веществ в сырье; $q_0=11,2 \%$ - начальное содержание веществ в сырье через $t_1=60$ с после начала экстрагирования, принимаем для того, чтобы исключить влияние веществ, вымытых из разрушенных клеток $q_0=q_n-q_{i1}$; $V_k=0,042875$ см³ - эквивалентный объем шара, равный соответствующему размеру кубика.

Кубики принимаем за шар, радиус которого равен:

$$R_{ш} = \sqrt[3]{\frac{4}{3}\pi R_k^3}; \quad V_{ш} = V_k; \quad R_{ш}=0,56 \text{ см}; \quad a=0,61, \quad b=9,86 \quad - \text{ расчетные}$$

коэффициенты.

График, иллюстрирующий изменение коэффициента диффузии по мере экстрагирования и среднее значение коэффициента диффузии для данного процесса: $D_{cp}=1,29 \cdot 10^{-8}$ м²/с показаны на рис. 1.

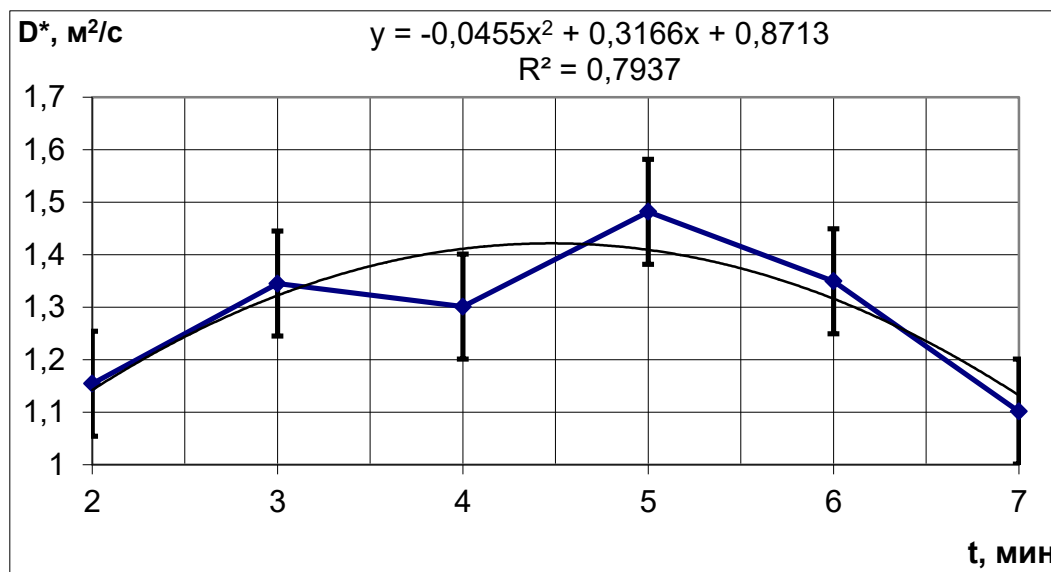


Рис. 1. Зависимость коэффициента внутренней диффузии от времени экстрагирования для электроимпульсной экстракции шрота женьшеня

На графике приведено уравнения экстраполяционного полинома второго порядка, построенного по методу наименьших квадратов для зависимости коэффициента диффузии от времени экстрагирования $D=f(t)$, описывающего табличные данные, а также величина погрешности экстраполяции R^2 :

$$D = -0,05t^2 + 0,32t + 0,87; R^2 = 0,79. \quad (10)$$

Величина погрешности рассчитана по формулам:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \bar{y}_i)^2}{(\sum y_i^2) - \frac{(\sum y_i)^2}{n}}, \quad (11)$$

где y_i - табличные значения функции; $\bar{y}_i$ - среднее значение функции
 $4 n$ - число измерений.

6. Предварительная обработка сырья перед экстрагированием

Измельченность сырья оказывает большое влияние на процесс экстрагирования. Найденные различными авторами оптимальные значения измельченности сырья в среднем совпадают и равны 0,5-2 мм, применяемые в промышленности для экстрагирования степени измельченности растительного сырья, как правило, больше.

В процессе электроимпульсной переработки растительного сырья уже после 200-500 импульсов наблюдаются значительные разрушения структуры перерабатываемого вещества [17, с. 3; 18, с. 5]. Эти разрушения происходят на клеточном уровне, что в большой степени способствует вымыванию целевого препарата из капилляров и пор растительного сырья. Кроме того, резкие пульсации давления в камере приводят к тому, что измельчаемое в ходе электроимпульсной переработки сырье начинает «втягивать», как губка, жидкость, что эквивалентно стадиям измельчения и замачивания, которые обычно предшествуют экстрагированию растительного сырья в традиционных технологиях.

Экспериментально показано, что предварительная электроимпульсная обработка небольшой серией из 250-500 импульсов с последующим экстрагированием классическими способами позволяет значительно сократить общую длительность процесса и повышает эффективность процесса в 2-3 раза.

Растительное сырье имеет различную механическую прочность в разных направлениях. У корней, корневищ и стеблей сосуды, обладающие повышенной механической прочностью, расположены в осевом направлении [19, с. 430; 20, с. 79; 21, с. 57]. При измельчении сырья ударом может наблюдаться продольное нарушение структуры. Тем не менее, оптимальным является поперечное измельчение сырья [22, с. 74; 23, 422]. Установлено также значение определенной конфигурации локализации

лекарственных веществ [24, с. 192] как фактора, обеспечивающего необходимое качество препаратов природных соединений. Кроме того, клетки осевых органов растений в большей части вытянуты вдоль оси.

Процесс диффузии веществ внутри растительного сырья при его экстрагировании протекает в несколько этапов: а) свободная диффузия в экстракте внутри клеток; б) диффузия веществ через пористую перегородку – клеточную стенку. Ввиду того, что частицы измельченного сырья обычно состоят из большого количества клеток, число таких элементарных этапов диффузии может быть очень большим. Диффузия веществ через клеточную стенку обычно протекает гораздо медленнее по сравнению со свободной диффузией, чем можно объяснить уменьшение коэффициента диффузии внутри растительного сырья по сравнению со свободной диффузией. Вытянутость клеток вдоль оси корней и корневищ обуславливает анизотропность в поперечном и осевом направлениях при экстрагировании сырья.

Большую роль в процессе экстрагирования корней и корневищ играют также сосуды. В сосудах действующих веществ, как правило, не содержится, поэтому при проникновении экстрагента внутрь сырья между раствором в сосудах и раствором в клетках возникает разность концентраций и начинается процесс диффузии веществ из клеток в сосуды. Дальнейшая диффузия зависит от характера измельчения сырья. При экстрагировании поперечно изрезанного сырья выход веществ был примерно на 15% больше, чем из продольно изрезанного сырья, что подтверждено и результатами работ [25, с. 166].

В ходе экспериментов по предварительной электроимпульсной обработке растительного сырья перед экстрагированием получены высокие показатели. Изучение высушенных остатков сырья (шрота корня женьшеня), подвергнутого обработке серией из 250-500 импульсов, показывает, что в ходе

электроимпульсной обработки происходит измельчение твердых частиц корня, причем благодаря высоким значениям градиента давления в камере и большим скоростям турбулентно перемещающейся жидкости измельчение происходит как в продольном, так и в поперечном направлениях.

Далее приведены данные по результатам комбинированной методики экстрагирования женьшеня (предварительная электроимпульсная обработка серией из 200 импульсов с последующим доэкстрагированием). Эксперименты проводились со шротом женьшеня кубической нарезки с гранью 0,35 см.

Результаты расчета коэффициента диффузии при электроимпульсной экстракции шрота женьшеня показаны в табл. 2.

Таблица 2

**Расчет коэффициента диффузии при электроимпульсной
экстракции шрота женьшеня**

t	r	$V_k \cdot 100, \text{ см}^3$	q_{t2}	q_i	$D, \text{ м}^2/\text{с}$	$D^*=D \cdot 10^8 \text{ м}^2/\text{с}$
60	0,35	4,28	3,5	2	$1,84 \cdot 10^{-8}$	1,84
90	0,345	4,10	3,9	1,6	$2,06 \cdot 10^{-8}$	2,06
120	0,317	3,18	4,4	1,1	$2,26 \cdot 10^{-8}$	2,26
150	0,275	2,07	4,65	0,85	$1,70 \cdot 10^{-8}$	1,70
180	0,25	1,56	4,75	0,75	$1,26 \cdot 10^{-8}$	1,26
210	0,2	0,80	4,9	0,6	$8,05 \cdot 10^{-8}$	0,80

где $r=0,35$ см - начальный размер частиц шрота женьшеня (кубическая нарезка); $q_n=5,5$ % - начальное содержание веществ в сырье; $q_0=3,9$ % - начальное содержание веществ в сырье через $t_1=30$ с начала экстрагирования. Принимаем для того, чтобы исключить влияние веществ, вымытых из

разрушенных клеток $q_0 = q_n - q_{tl}$; $S_k = 0,042875 \text{ см}^3$ - начальный эквивалентный размер шара, равный соответствующему размеру кубика.

Кубики принимаем за шар, радиус которого равен: $R_{ш} = \sqrt[3]{\frac{4}{3}\pi R_k^3}$; $V_{ш} = V_k$;

$R_{ш} = 0,56 \text{ см}$; $a = 0,61$, $b = 9,86$ – расчетные коэффициенты.

Каждые 30 секунд небольшая часть переработанного раствора с частицами шрота отделялась, проводилось последующее трехкратное доэкстрагирование при помешивании на водяной бане в воде по 1 часу каждая серия, измерялась концентрация полисахаридов в полученном экстракте, а также замерялся диаметр частиц, подвергшихся переработке.

Данные замеры проводились через 30, 60, 120, 150, 180 и 210 с после начала переработки.

Общий коэффициент внутренней диффузии, если учитывать, что в него входит и диффузия при последующем доэкстрагировании, несколько выше аналогичного при переработке с использованием исключительно электроимпульсной методики, но быстрее уменьшается с увеличением времени переработки (или с увеличением общего количества импульсов). Это можно объяснить тем, что измельчение частиц, позволяющее эффективно и быстро провести доэкстрагирование, происходит довольно быстро, в течение первых 1-1,5 минут. Далее сырье не столько измельчается, сколько разрушаются края твердых частиц шрота, что, возможно, приводит к уменьшению эффективности процесса, кроме того, качество экстракта падает, раствор становится мутным.

Таким образом, можно построить график, иллюстрирующий изменение коэффициента диффузии по мере экстрагирования и найти среднее значение

коэффициента диффузии для данного процесса. Так, среднее значение коэффициента диффузии $D_{cp}=1,66 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}$, что в 1,3 раза выше коэффициента внутренней диффузии при применения только электроимпульсной методики. Данные, полученные для растительного сырья, обладают сильной невоспроизводимостью результатов, тем не менее, можно на основании нескольких экспериментов сделать вывод об определенном количественном и качественном преимуществах применения комбинированной методики.

На рис. 2 приведен аппроксимационный полином третьего порядка для зависимости коэффициента диффузии от времени экстрагирования $D=f(t)$ и значение погрешности аппроксимации R^2 при предварительной электроимпульсной обработке и последующем доэкстрагированием классическим способом:

$$D=0,04t^3-0,16t^2+0,85t+1,1959; R^2=0,95. \quad (12)$$

Нужно еще раз отметить, что применение комбинированной методики имеет ограничение: при больших значениях количества импульсов (от 3000) растительное сырье измельчается до частиц настолько маленького диаметра (менее 1 мм), что наблюдается помутнение получаемого экстракта и ухудшаются его качественные показатели за счет вытягивания большого количества веществ, соответственно комплексное использование как электроимпульсного, так и классического способов экстрагирования позволяют добиться быстрого измельчения сырья и в то же время, используя разнообразные экстрагенты (электроимпульсный способ практически исключает экстрагирование этанолом), получить качественный экстракт.

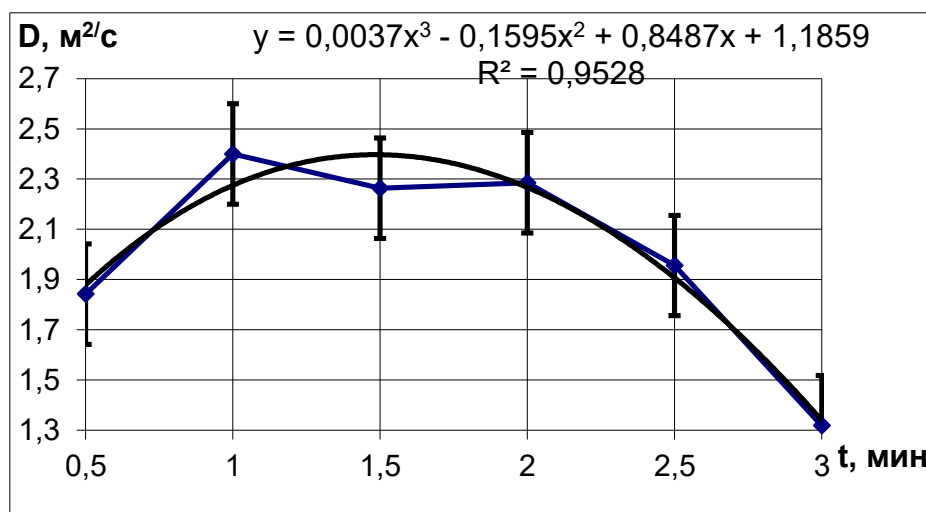


Рис. 2. Зависимость коэффициента диффузии от времени экстрагирования при переработке шрота женьшеня комбинированным способом

Помимо сокращения времени переработки по сравнению с обычным способом это дает ряд дополнительных преимуществ – в раствор не попадают перегоревшие в плазме канала разряда частицы сырья, а также количество металла, эродирующего с электродов, сводится к минимуму.

7. Реализация процесса набухания растительного сырья в ходе электроимпульсной переработки

Процесс набухания оценивается многими авторами по его влиянию на выход веществ при последующем экстрагировании. При набухании сырья можно отметить два процесса: а) продвижение экстрагента внутрь кусочков растительного материала; б) увеличение кусочков сырья в объеме вследствие явлений набухания. Для процесса экстрагирования определенное значение имеют количество экстрагента, поглощенного сырьем, и динамика поглощения экстрагента, которая непосредственно связана с процессом

набухания сырья. Одним из факторов, оказывающим влияние на скорость продвижения экстрагента, является давление. Скорость продвижения экстрагента в сырье ограничивается присутствием воздуха в капиллярах и клетках растительной ткани. При наличии избыточного внешнего давления, появляющегося после залива сырья экстрагентом, воздух, находящийся в растительном материале, будет сжиматься, возникнет дополнительная сила – сила давления, способствующая проникновению экстрагента в сырье. Величина этой силы пропорциональна величине внешнего давления [15, с. 199].

Количественное значение коэффициента массопередачи в набухшем сырье более точно отражает его действительное значение, так как встречный поток экстрагента почти вдвое уменьшает его величину.

8. Коэффициент вымывания

Основными задачами измельчения сырья можно считать разрушение его структуры и увеличение поверхности экстрагирования. При разрушении структуры сырья вследствие электроимпульсной переработки часть клеток вскрывается, вещества, содержащиеся во вскрытых клетках, легко вымываются экстрагентом. Растворение и быстрое вымывание веществ из разрушенных клеток происходит в несколько раз быстрее, чем процесс экстрагирования целевого препарата из целых клеток. Эффективность первого процесса дополнительно повышают высокая турбулизация окружающей вещество жидкости и наличие кавитационных пузырьков по всему объему камеры.

Если предположить, что вещества в среднем равномерно распределены по всему объему растительного материала, то относительное количество веществ, проэкстрагированных в период быстрой экстракции, может ориентировочно характеризовать количество разрушенных клеток.

Количество вымываемых веществ, или коэффициент вымывания, является параметром, определяющим весь процесс экстрагирования. Для математического расчета коэффициента вымывания пригодны два типа уравнений. Первое из уравнений представляет собой одно из решений [14, с. 223] уравнения нестационарной диффузии Фика:

$$\lg \frac{q_1}{q_0} = \lg a - k\tau; \quad b = 1 - a. \quad (12)$$

Второе уравнение отражает прямую ветвь кривой зависимости истощения сырья (в %) от времени:

$$\frac{q_0 - q_1}{q_0} = k\tau + b, \quad (13)$$

где q_0 - начальное содержание веществ в сырье; q_1 - содержание веществ в сырье после экстрагирования в течение времени τ ; b - коэффициент вымывания; k – угловой коэффициент.

При большом количестве экспериментальных данных за величину коэффициента вымывания можно принять количество веществ в вытяжке, полученное в течение 10 мин экстрагирования сырья под действием электрических разрядов [6, с. 228].

Список литературы

1. Казуб В.Т., Мартирисян К.В., Голов Е.В., Кудимов Ю.Н. Математическое моделирование процессов диффузии применительно к электроимпульсной экстракции растительных веществ. Методы и алгоритмы прикладной математики в технике, медицине и экономике: Материалы 2 межд. конф. (2; 2001; Новочеркасск, 2001. - Ч. 1. - С. 6.
2. Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут. Под ред. С. Сопера: пер. 3-го англ. Изд. М.: Лаборатория знаний, 2020. - 514 с.

3. Казуб В.Т., Кудимов Ю.Н., Голов Е.В., Мартиросян К.В. Измельчение растительного сырья в процессе электроразрядного экстрагирования. Изв. вуз. Сев. - Кавказ. регион, Технические науки. - 2002. - № 2. - С. 83-85.
4. Муравьева Д.А., Васильева О.Н., Кудимов Ю.Н., Казуб В.Т., Мартиросян К.В. Сравнительное исследование классической и электроимпульсной методик экстрагирования полисахаридов из листьев женьшеня. Деп. в ВИНТИ 06.02.99, № 2621 - В 97. - 13 с.
5. Мартиросян К.В. Моделирование процессов диффузии при электроимпульсной экстракции растительного сырья. Материалы 54-й конференции по фармакологии и фармации. - Пятигорск, 1999. - С.54.
6. Рудобашта С.П., Казуб В.Т. Электроразрядное экстрагирование. М.: «ИКЦ Колос-с», 2022. – 261с.
7. Тимофеев Д.П. Кинетика адсорбции. - М., Изд. АН СССР, 1962. - 252 с.
8. Казуб В.Т., Денисенко Щ.Н., Голов Е.В. Житарь Б.Н. Температурный режим экстракции алкалоидов с применением электрических разрядов. Материалы 52-й конференции по фармакологии и фармации. - Пятигорск, 1997. - С.54.
9. Рудобашта С.П., Казуб В.Т., Борисов А.Г. Критериальное уравнение для расчета коэффициентов массопередачи по твердой фазе при электроразрядном экстрагировании. Хранение и переработка сельхозсырья. 2006, №10. - С. 12-14.
10. Романков П.Г., Рашковская Н.Б., Фролов В.Б. Массообменные процессы химической технологии. – М., Химия, 1975. - 178 с.
11. Корольков П.Н. Перколяционный гидролиз растительного сырья. - М., Лесная промышленность, 1968. - 368 с.

12. Заморуева Т.А. Исследование гидродинамики слоя некоторых видов лекарственного растительного сырья применительно к условиям экстракции. Дисс. канд. фарм. наук. - Л., 1965. - 85 с.

13. Белобородов В.В. Основные процессы производства растительных масел. - М., Пищевая промышленность, 1966. - 216 с.

14. Казуб В.Т. Экстрагирование биологически активных соединений с применением электрических разрядов в жидкости. Монография. Изд. ВолгГМУ Минздрава России, 2013. – 300с.

15. Казуб В.Т., В.Н. Оробинская, А.Г. Кошкарлова. Влияние электроразрядного воздействия на процессы замачивания растительного сырья. Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития современного общества: материалы XVII межд. науч.-практ. конф. 24 сент. – 5 окт. 2012. – Белек (Турция). – Пятигорск, 2012. – С. 196-200.

16. Пономарев В.Д., Пшуков Ю.Г. О коэффициенте диффузии веществ в солодковом корне //Фармация, №3, 1969. - С. 40-44.

17. Казуб В.Т., Васильева О.Н., Кудимов Ю.Н., Муравьева Д.А. Пат. № 2157231 РФ. МКИ А61К35/78, 31/715. - № 99113967; Заявлено 25.06.99. Оpubл. в БИ № 28, 10.10.2000.

18. Казуб В.Т., Мартиросян К.В., Кудимов Ю.Н., Муравьева Д.А. Комбинированный способ получения полисахаридов из листьев и шрота женьшеня / Пат. РФ № 2169003. Оpubл. в БИ № 17, 2001.

19. Александров В.Г. Анатомия растений. М., Высшая школа, 1954. - 589 с.

20. Пономарев В.Д., Самойлова Т.Н. О взаимосвязи между анатомическим строением корней солодки и скоростью их экстрагирования. – Тезисы докл. симп. по изучению и использованию солодки в народном хозяйстве СССР. Ашхабад, 1969. - 79 с.

21. Эсау К. Анатомия растений. - Пер. с англ. М., Мир, 1969. – 879 с.

22. Люкшенков А.Г. Влияние степени и характера измельчения на результаты экстракции травы термопсиса и корневища змеевика. Дис. канд. фармац. наук. - М., 1953. – 78 с.

23. Меженинов М.Ю., Красухин М.И., Егоров Б.А. Производство растительных дубильных экстрактов. - М., Ростехиздат, 1962. – 561 с.

24. Ладынина Е.Я. Значение локализации биологически активных веществ для получения лекарственных препаратов из растительного сырья. - В кн.: Материалы Всесоюз. науч. конф. по совершенствованию производства лекарственных и галеновых препаратов. Ташкент, 1969. - С.192.

25. Тележко Н.И. Влияние характера измельченности сырья на экстракцию алкалоидов шароплодки восточной. - В кн.: Материалы Всесоюз. науч. конф. по совершенствованию производства лекарственных и галеновых препаратов. Ташкент, 1969. - С.166 -167.

© В.Т. Казуб, Н.С. Стригун

УДК 622.271

Глава 6.

**МОДЕЛЬ ПРИЗМЫ ВОЛОЧЕНИЯ И УМЕНЬШЕНИЕ ПОТЕРЬ
ГРУНТА ПРИ РАБОТЕ БУЛЬДОЗЕРА**

Клигунов Евгений Сергеевич

старший преподаватель кафедры ТТС

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский

государственный университет»

Аннотация: В статье приведены результаты теоретических исследований образования боковых валиков при транспортировании призмы грунта при работе бульдозера послойной и траншейной разработке грунта. Установлены зависимости высоты осыпания грунта через боковые грани отвала, объема боковых валиков, глубину резания грунта для сохранения объема призмы грунта. Определено направление экспериментальных исследований для уточнения коэффициента потерь грунта в боковые валики. Показано влияние высоты призмы грунта на координату осыпания грунта через боковую грань отвала.

Ключевые слова: эффективность, производительность, объем призмы грунта, потери грунта, объем боковых валиков, координата осыпания грунта.

**DRAWING PRISM MODEL AND REDUCTION OF SOIL LOSSES
DURING BULLDOZER OPERATION**

Kligunov Evgeniy Sergeevich

Abstract: The article presents the results of theoretical studies of the side bolsters during the transportation of the prism of soil in the bulldozer's layer and trench excavation. The dependences of the height of soil shedding through the side faces of the blade, the volume of the side rollers, and the depth of cutting of the soil to preserve the volume of the soil prism are established. The direction of experimental research to clarify the coefficient of soil loss in the side rollers is determined. The influence of the height of the soil prism on the coordinate of soil shedding through the side face of the dump is shown.

Key words: efficiency, productivity, the volume of the prism of soil, loss of soil, the volume of side bolsters, coordinate the shedding of the soil.

Эффективность работы бульдозера в значительной мере определяется технической производительностью [1, 2, 3, 4, 5, 6]

$$\Pi = \frac{3600}{T_{\text{ц}}} V_{\text{пр}} \frac{K_{\text{п}} \cdot K_{\text{y}}}{K_{\text{р}}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1)$$

где $V_{\text{пр}}$ – объем призмы грунта, м^3 ;

$K_{\text{п}}$, K_{y} , $K_{\text{р}}$ – соответственно коэффициенты потерь грунта в боковые валики, уклона, разрыхления грунта;

$T_{\text{ц}}$ – время цикла, с.

Основными факторами, влияющими на производительность бульдозера являются объем призмы грунта, расстояние ее перемещения, скорости движения базового трактора, потери грунта в боковые валики при транспортировании. В зависимости от принятой технологии разработки грунта различают послойную и траншейную схемы рабочего процесса.

Коэффициент потерь грунта в боковые валики определяют

$$K_{\text{п}} = 1 - \beta l, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2)$$

где l - путь перемещения грунта, м;

β - коэффициент пропорциональности потерь грунта на 1 м пути.

В указанных зависимостях коэффициент потерь принят постоянным для различных грунтов и горных пород. В исследованиях профессора П.И. Сорокина отмечается, что имеющихся данных недостаточно для учета реальных потерь грунта в боковые валики [1]. В работе Ю.Б. Дейнеко коэффициент β составляет 0,01...0,013 [2]. В исследованиях Р.Ю. Подэрни коэффициент $\beta = 0,008...0,04$. С.С. Добронравов и В.П. Сергеев рекомендуют $\beta = 0,005$ [3, 5].

Широкий диапазон коэффициента β свидетельствует о различных условиях проведения экспериментальных исследований. Приведенные значения β не учитывают высоту отвала, угол естественного откоса, наклона поверхности по которой транспортируется горная порода и грунт.

Используемые аналитические зависимости определения объема призмы грунта по упрощенной методике не дают возможность определить объем потерь грунта в боковые валики. В 1969-1971 гг. на предприятиях «Северовостокзолото» были проведены длительные экспериментальные исследования по установлению объема призмы грунта бульдозером за один проход с отвалами различных конструкций лабораторией разработки россыпей ВНИИ-1.

В результате исследований установлено, что форма призмы грунта для песчано-глиняных пород близка к полуэллиптической. Вследствие осыпания грунта сверху и с боков призма принимает криволинейную форму, причем для сыпучих малосвязных пород характерны выпуклые кривые поверхности (рис. 1). [6].

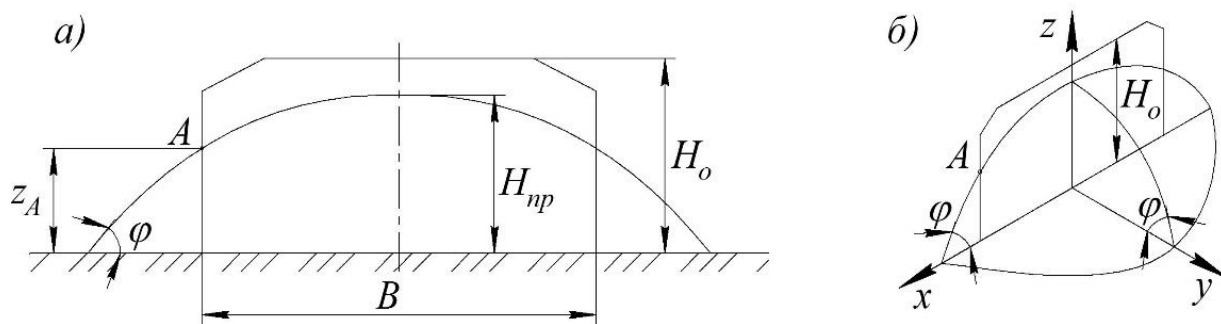


Рис. 1. Схема призмы грунта бульдозера:

а) вид спереди; б) текущие координаты X_A, Y_A, Z_A

Уравнение эллиптической поверхности можно выразить [6].

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad (3)$$

где x, y, z - координаты точек поверхности;

a, b, c - координаты пересечения горизонтальной плоскости с призмой грунта по осям x, y, z .

Для определения объема боковых валиков важно определить высоту осыпания грунта через боковые грани отвала. Анализ литературных источников показал, что в них нет рекомендаций по определению координаты Z_A , осыпания грунта через боковую грань отвала.

Коэффициенты a, b, c определены для плоскости, проходящей через лобовую поверхность отвала

$$\begin{aligned} a &= \frac{B}{2} + \frac{Z_A}{\operatorname{tg} \varphi}; \\ b &= \frac{H_{np}}{\operatorname{tg} \varphi}; c = H_{np}, X_a = \frac{B}{2}; Y_A = 0, \end{aligned} \quad (4)$$

где φ - угол естественного откоса грунта.

Уравнение (3) выразим с учетом полученных коэффициентов

$$\left(\frac{\frac{B}{2}}{\frac{B}{2} + \frac{Z_A}{\operatorname{tg} \varphi}} \right)^2 + \left(\frac{Z_A}{H_{np}} \right)^2 = 1. \quad (5)$$

Решение (5) получено методом последовательных приближений. Установлено, что координата Z_A может составить

$$Z_A = a \cdot H_{np},$$

a - коэффициент регрессии, $a = 0,75 \dots 0,88$, для отвалов бульдозеров массой от 6,5 до 110 тонн [7].

Для оценки влияния высоты призмы грунта на координату Z_A и коэффициент a для бульдозера на базе трактора Т10 (Д-170) получены результаты, представленные в табл. 1 и рис. 2.

Таблица 1

**Влияние высоты призмы грунта
на координату Z_A и коэффициент регрессии a**

H_{np}	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0
Z_A	0,936	0,78	0,616	0,41	0,23	0,07	0
a	0,78	0,78	0,77	0,69	0,58	0,35	0

Результаты расчетов получены для ширины отвала $B = 1,2$ и высоты отвала 1,2 м. С увеличением высоты призмы грунта коэффициент a регрессии асимптотически приближается к значению $a = 0,78$.

Увеличение координаты Z_A приводит к росту объемов боковых валиков. Аналогичные результаты получены для бульдозеров класса 3...100 тонн [7].

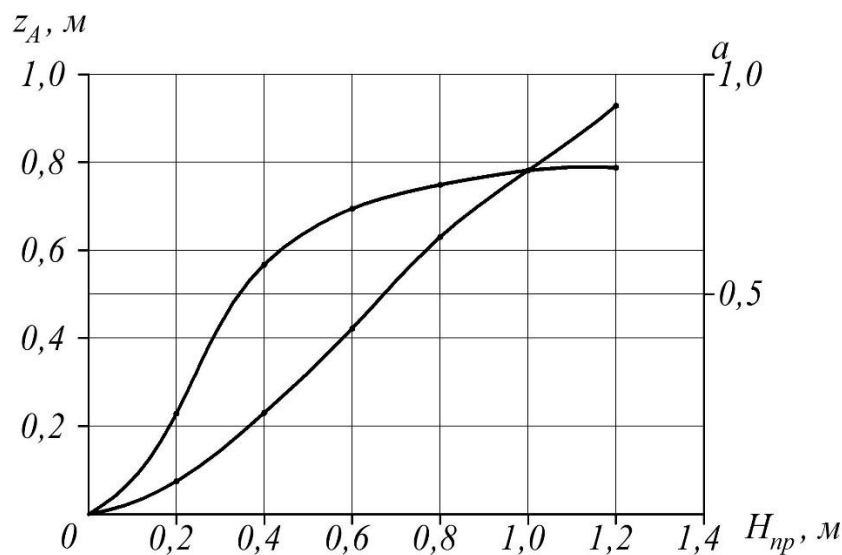


Рис. 2. Влияние высоты призмы грунта на координату z_A и коэффициент регрессии a для бульдозера класса 10 т.

Аналитическое определение коэффициента потерь грунта в боковые валики может быть получено из расчетной схемы (рис. 3).

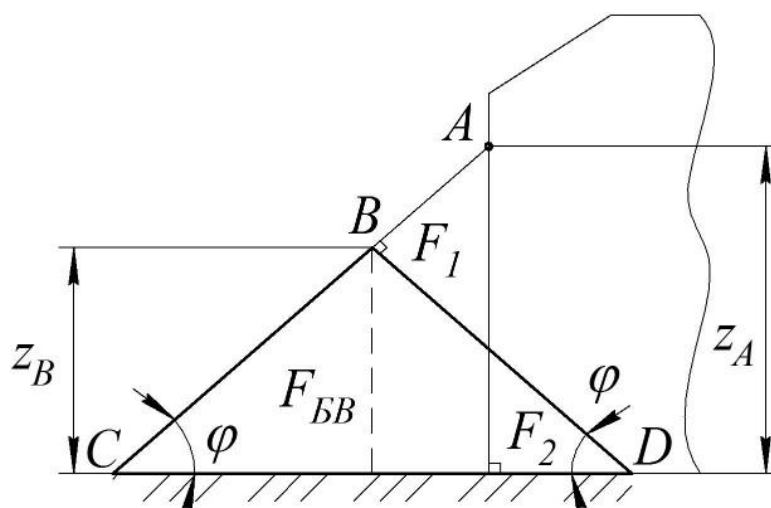


Рис. 3. Расчетная схема определения объема боковых валиков грунта

Боковые валики образуются за счет осыпания грунта с высоты Z_A через боковую грань отвала. После прохода бульдозера часть бокового валика площадью F_1 осыпается на поверхность, образуя треугольную призму BCD.

Примем, что площади осыпания F_1 и F_2 равны (рис. 4).

$$F_1 = \frac{h_1^2}{4\operatorname{tg}\varphi}; F_2 = \frac{h_2^2}{2\operatorname{tg}\varphi} \quad \text{или} \quad h_1 = \sqrt{2}h_2.$$

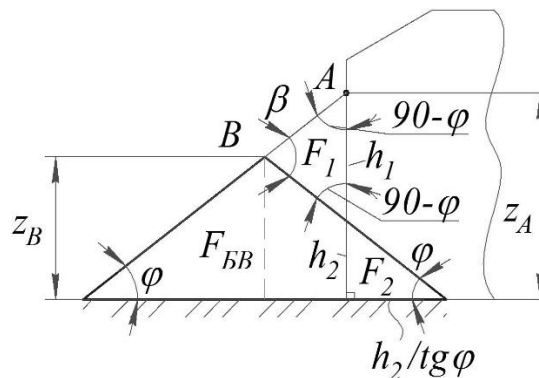


Рис. 4. Расчетная схема определения объема боковых валиков

Для определения объема боковых валиков примем в качестве допущения, что боковые валики сформированы на этапе набора призмы грунта. Объем боковых валиков представим в виде треугольной пирамиды

$$V_{BB} = 2 \frac{Z_A^3}{3\operatorname{tg}^2\varphi}. \quad (6)$$

С целью восполнения потерь грунта в боковые валики машинист дополнительно срезает грунт на глубину h_p на расстоянии $Z_A/\operatorname{tg}\varphi$.

Баланс объемов грунта в режиме подрезания грунта составит

$$\frac{2}{3} \frac{(Z_A - h_p)}{\operatorname{tg}\varphi} = B \cdot h_p. \quad (7)$$

Результаты решения уравнения (7) получены методом последовательных приближений, которые свидетельствуют, что глубина резания $h_p = 0,15$ м, а объем боковых валиков $0,542 \text{ м}^3/\text{м}$ пути перемещения. Коэффициент потерь 1 перехода составит $\beta = 0,17 \text{ 1/м}$, что значительно превышает рекомендуемые значения. Более точное определение потерь в боковые валики предполагается нами при проведении экспериментальных исследований.

Значительное сокращение потерь грунта в боковые валики возможно при разработке грунта траншейным способом. Новая технология разработки грунта траншейным способом без образования боковых валиков предложена в патенте РФ №2722189 [8].

При перемещении грунта и горных пород к месту укладки постоянно происходит осыпание по краям отвала, вследствие чего получается большой процент потерь.

Во избежание потерь перемещение осуществляется по образовавшейся предыдущими проходами траншее. Однако, и в этом случае неизбежны потери в боковые валики [3].

Учитывая значительные объемы перемещаемого грунта, его разработку проводят на большой ширине площадки несколькими параллельными траншеями с оставлением между ними промежутков, которые срезают прямыми движениями бульдозера с образованием боковых валиков [1, 2, 3, 5].

Новая технология разработки грунта осуществляется следующим образом (рис. 5) [6].

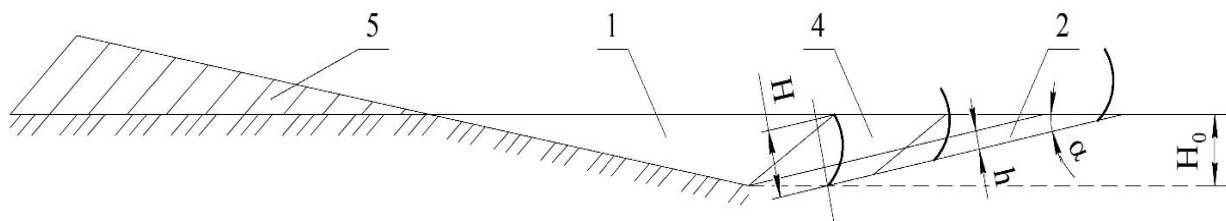


Рис. 5. Расчетная схема разработки грунта

Начальную разработку горных пород и грунта бульдозером параллельными траншеями производят с образованием траншеи на глубину, соизмеримую с высотой отвала в конце разрабатываемого участка 1. Последующими проходами горная порода и грунт срезаются по наклонным поверхностям 2 стружкой толщиной h , при этом работа под уклон возможна стружкой постоянного сечения, так как при работе под уклон появляется запас силы тяги бульдозера, а сопротивление перемещению призмы значительно меньше, чем при работе по горизонтали или на подъем (также как и перемещение самого бульдозера).

Образовавшуюся призму горной породы или грунта 4 перемещают по траншее в отвал 5, при этом оставленные между траншеями промежутки срезают боковой гранью отвала под углом β к оси траншеи и после формирования призмы волочения перемещают ее с поворотом по траншее в отвал (рис. 30). Таким образом, заявляемый способ разработки горных пород и грунта обеспечивает снижение энергоемкости разработки горных пород и грунта за счет снижения потерь в боковые валики и сил сопротивления набора призмы, а также повышения производительности из-за увеличения скорости движения базового трактора.

Формирование боковых валиков и определение их высоты поясняется расчетной схемой на рис. 6.

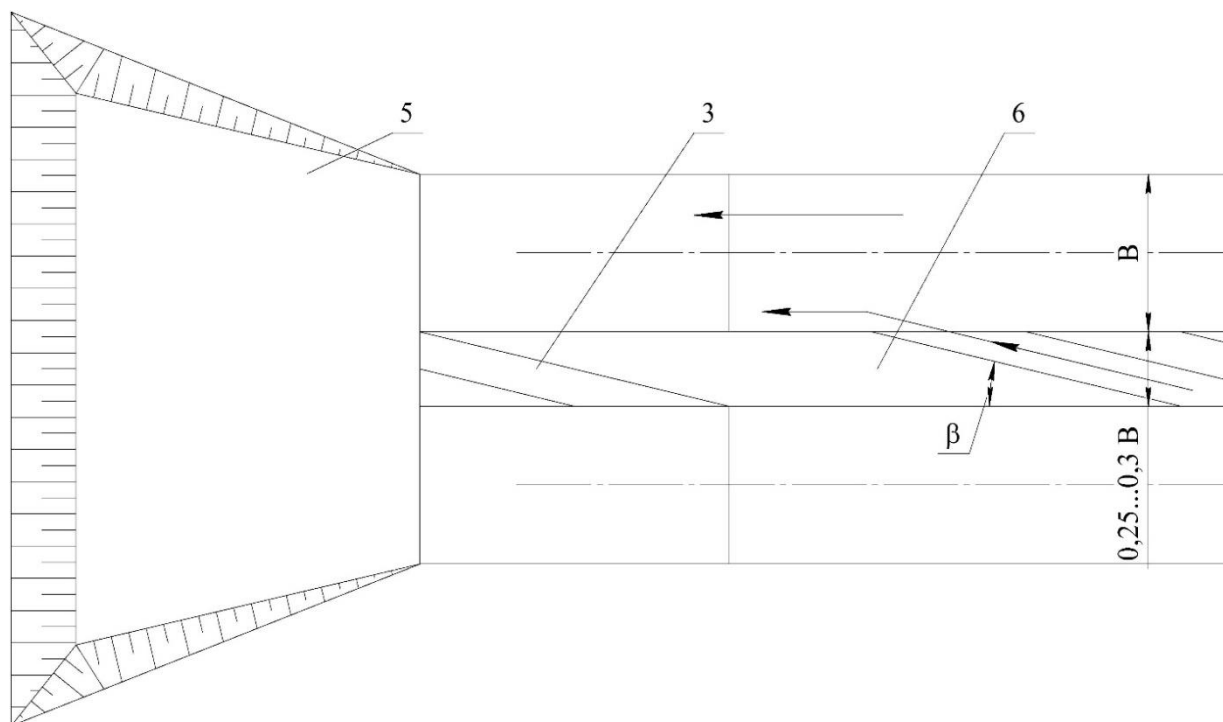


Рис. 6. Схема разработки промежутков траншейным способом

Координаты H_x на I – II участках составляет

$$H_x = x \sin \alpha ,$$

где $\alpha = \arcsin H_0 / l_0$;

H_0 - высота отвала;

l - путь набора призмы грунта, $l = 6 \dots 10$ м.

Объем призмы грунта на участке I:

$$V_I = \int_0^{l_1} B_x d_x \cdot \sin \alpha \cdot K_p = BK_p \frac{x^2}{2} \sin \alpha \Big|_0^{l_1} ,$$

где B - ширина отвала;

K_p - коэффициент разрыхления грунта.

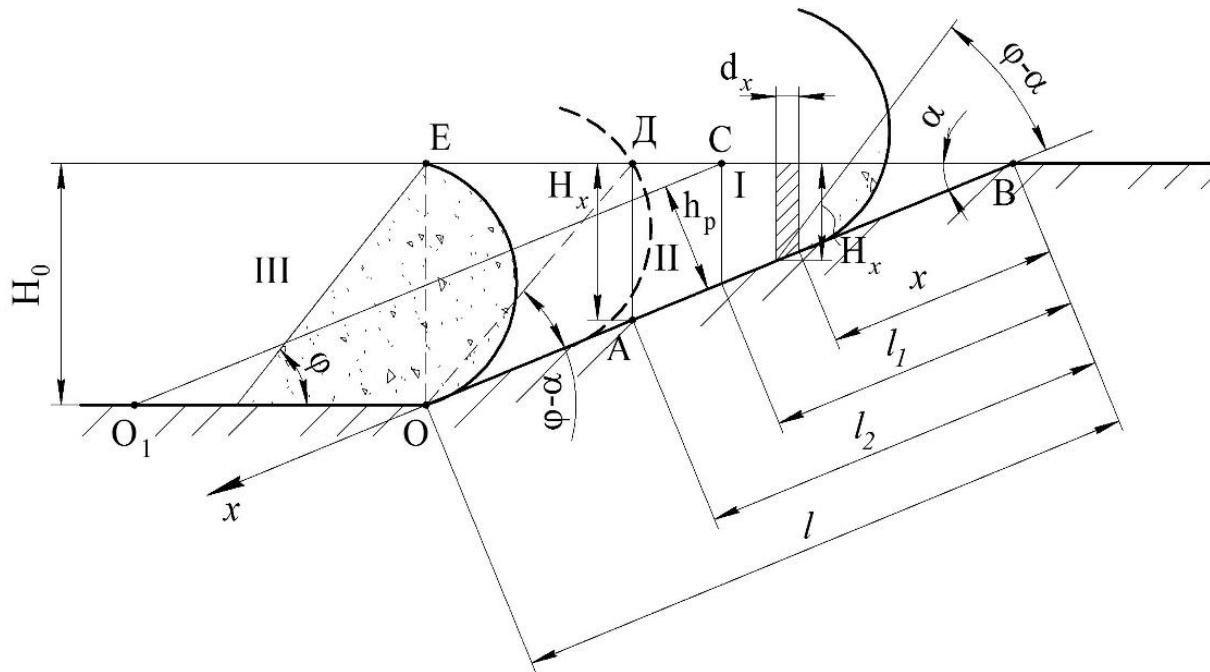


Рис. 7. Расчетная схема определения объема боковых валиков при разработке грунта траншейным способом

Высоту призмы найдем из условия

$$V_I = \frac{BH_{\text{ПР}}^2}{2\text{tg}(\varphi - \alpha)}$$

$$H_{\text{ПР}} = x \sqrt{\sin \alpha \cdot \text{tg}(\varphi - \alpha) K_p}.$$

Боковые валики образуются при $H_{\text{БВ}} = 0,8H_{\text{ПР}}$

$$H_{\text{БВ}} = 0,8H_{\text{ПР}} - H_x,$$

$$H_{\text{БВ}} = \left(0,8 \sqrt{\sin \alpha \cdot \text{tg}(\varphi - \alpha) K_p} - \sin \alpha \right) x,$$

где $H_{\text{БВ}}$ - высота боковых валиков;

$H_{\text{ПП}}$ - высота призмы грунта.

При $x = l_1$ высота боковых валиков составляет 0,1 м.

На участке II для x от $l_1 \dots l_2$ объем призмы составит при глубине резания h_p

$$V_{\text{ППИ}} = V_I + B \cdot h_p \cdot K_p (x - l_1) = \frac{BH_{\text{ПП}}^2}{2\text{tg}(\varphi - \alpha)}.$$

Высота призмы составит

$$H_{\text{ПП}}^2 = \frac{[V_I + B_{\text{ПП}} \cdot K_p (x - l_1)] 2\text{tg}(\varphi - \alpha)}{B}.$$

Высота боковых валиков

$$H_{\text{БВ}} = 0,8H_{\text{ПП}} - (x - l_1)\sin \alpha, \quad l_2 \leq x \leq l_1.$$

Значения l_2 , H_x найдем из расчетной схемы (рис. 32).

$$l_2 = l \left(1 - \frac{\text{tg} \varphi}{\text{tg} \alpha} \right), \quad H_x = l_2 \cdot \sin \alpha.$$

Расчеты проведены для бульдозера Д-9R наиболее распространенного на горных предприятиях [4].

$$V_{\text{II}} = 4,3 \cdot 0,3 \cdot 1,3(7,22 - 1,5) = 9,6 + 1,21 = 10,81 \text{ м}^3.$$

$$H_{\text{ПП}} = \sqrt{\frac{(V_I + V_{\text{II}}) 2\text{tg}(\varphi - \alpha)}{B}} = \sqrt{\frac{10,8 \cdot 2 \cdot 0,44}{4,3}} = 1,48 \text{ м}.$$

Высота боковых валиков

$$H_{\text{БВ}} = 0,8 \cdot 1,48 - (7,22 - 1,5) \cdot 0,193 = 0,09 \text{ м}.$$

На участке III максимальный объем призмы составляет $V_{\text{III}} = 13 \text{ м}^3$.

Из $V_{\text{III}} = \frac{BH_{\text{III}}^2}{2\text{tg}\varphi}$ высота призмы составит $H_{\text{III}} = \sqrt{\frac{V_{\text{III}} 2\text{tg}\varphi}{B}}$.

$$H_{\text{III}} = \sqrt{\frac{13 \cdot 2 \cdot 0,7}{4,3}} = 2,05 \text{ м.}$$

$$H_{\text{BB}} = 0,8 \cdot H_{\text{III}} - 1,93 = -0,28 \text{ м.}$$

Результаты расчетов высоты призмы грунта относительно первоначальной поверхности представлены на рис. 8.

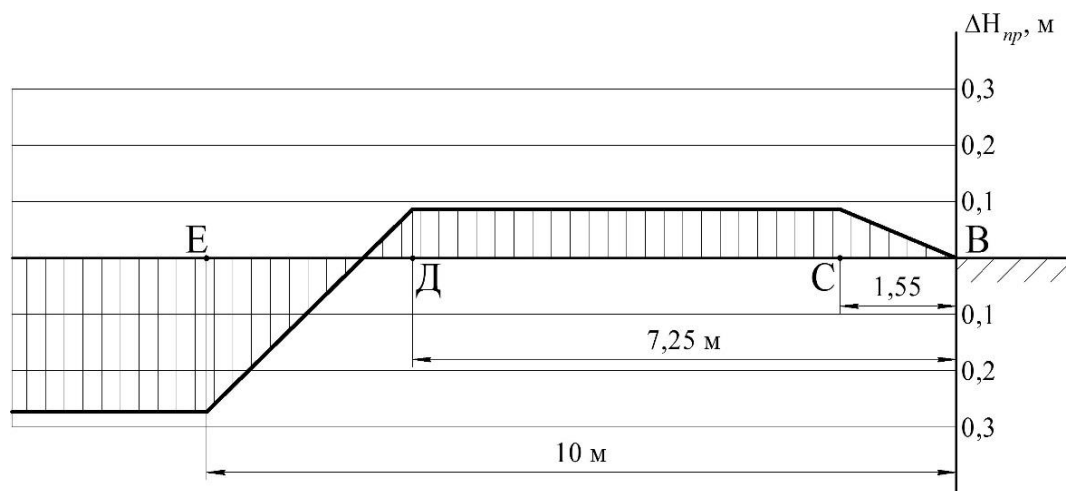


Рис. 8. Изменение высоты призмы грунта в траншее на участке наклонной разработки относительно первоначальной поверхности

С увеличением угла наклона отвала γ происходит перераспределение объемов V_1 и V_2 . Объем грунта перед отвалом V_1 увеличивается из-за увеличения длины основания призмы, а объем V_2 грунта, находящегося над

отвалом сокращается при общем увеличении объема V_{Σ} призмы грунта (рис. 9).

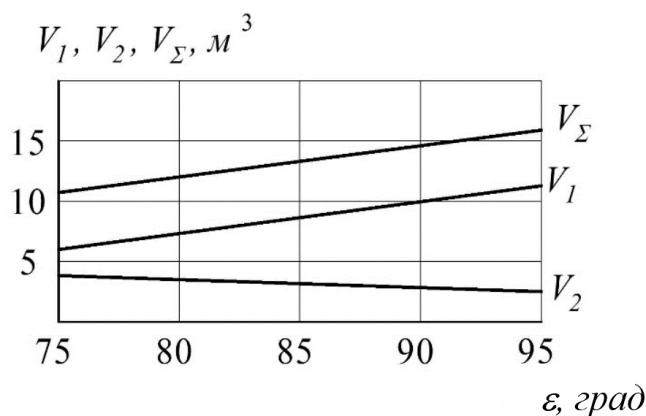


Рис. 9. Влияние угла наклона отвала на объем параметров призмы грунта V_{Σ} , V_1 , V_2 .

Сила трения составит

$$2F_{mp} = \frac{\rho g}{3} \cdot \frac{H_c^3}{\operatorname{tg} \varphi} \cdot \mu.$$

Суммарная сила сопротивления перемещению призмы грунта

$$W_{\Sigma}^{np} = W_x + W_{mp} + 2F_{mp}.$$

Сопротивление перемещению бульдозера

$$W_{\Sigma}^B = W_{\Sigma}^{np} + G_{mp} \cdot f,$$

где G_{mp} - сила тяжести трактора с навесным оборудованием бульдозера и рыхлителя, $G_{mp} = 484$ кН.

Результаты расчетов силовых характеристик приведены в таблице 2 и на рис. 10.

С увеличением угла наклона отвала увеличивается объем перемещаемой призмы грунта и общее сопротивление движению трактора. Учитывая тяговые

характеристики трактора можно сделать вывод о незначительном снижении скорости движения трактора по сравнению с положением отвала с $\varepsilon = 75^\circ$, так как коробка передач обеспечивает реализацию тяговых сопротивлений до 190 кН на крутопадающем участке тяговой характеристики со скоростью 3,5...3,6 км/час.

Таблица 2

**Влияние угла наклона отвала на силы сопротивления перемещению
призмы грунта и гусеничного трактора**

ε , град	75	80	85	90	95
W_x , кН	59,9	72,1	84,3	97,1	103,6
$2F_{mp}$, Н	14,4	18,9	24,0	29,8	30,7
W_f^{np} , Н	6,05	5,36	4,5	3,4	3,4
W_Σ^{np} , кН	80,35	96,36	112,8	130	137,7
$S_{y\partial}$, кН/м ³	6,98	7,63	8,27	8,92	8,94
W_Σ^B , кН	128,75	144,76	161,2	178,4	186,1

Изменения тяговых сопротивлений представлены на рис. 36.

Оценить энергоемкость процесса перемещения призмы грунта бульдозером с управляемым отвалом представляется возможным с введением показателя удельных сопротивлений

$$S_{y\partial} = \frac{W_\Sigma^{np}}{V_{np}}.$$

Из графика $S_{y\partial}(\gamma)$ следует, что с увеличением угла наклона отвала ε энергоемкость возрастает с 6,98 кН/м³ до 8,94 кН/м³, или на 28%, тогда как призма грунта возросла на 34% для углов ε 75° до 95°.

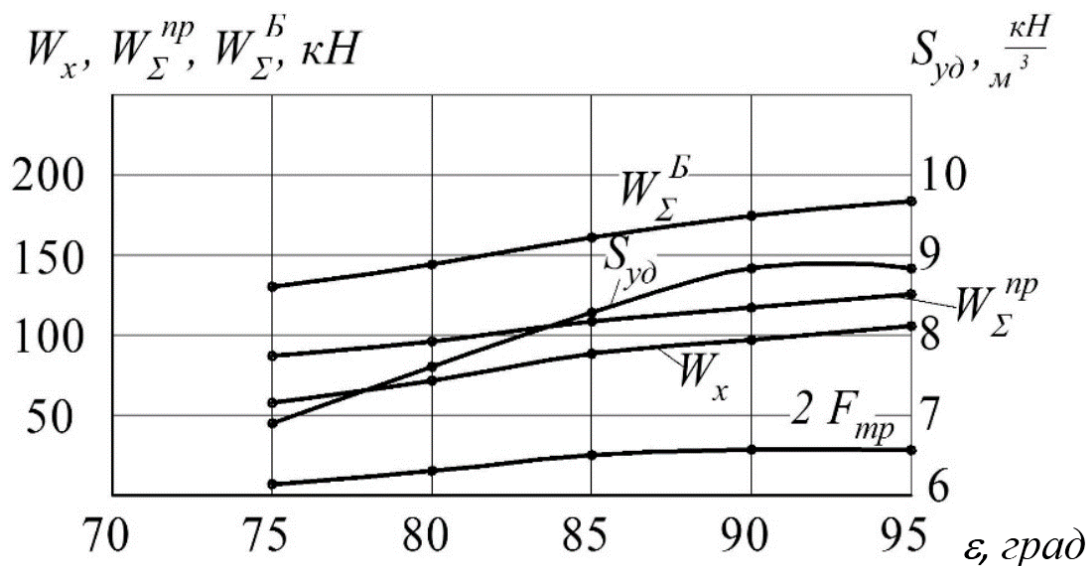


Рис. 10. Влияние угла наклона отвала ϵ на силы сопротивления

Список литературы

1. Сорокин П.И. Комплексная механизация возведения земляного полотна автомобильных дорог / П. И., изд-во «Транспорт», 1967. - 160 с.
2. Дейнеко Ю.В. Разработка и перемещение грунта скреперами и бульдозерами / Ю.В. Дейнеко. М.: Госиздат, 1952. - 190 с.
3. Добронравов С.С., Сергеев В.П. Строительные машины / С.С. Добронравов, В.П. Сергеев; М.: Высшая школа, 1970. – 288 с.
4. Канторер С.Е. Строительные машины и экономика их применения (детали, конструкции и экономика применения машин) / С.Е. Канторер. Учеб. Для вузов. М.: «Высшая школа», 1973 – 528 с.
5. Подэрни Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых работ / Р.Ю. Подэрни. М.: Изд-во «Недра», 1971. – 456 с.
6. Сулин Г.А. Техника и технология разработки россыпей открытым способом. / Г.А. Сулин. М.: Недра, 1974. – 232 с.

7. Техничко-эксплуатационные характеристики машин фирмы Caterpillar. Справочник. Издание SATOR Caterpillar inc., Пеория, Иллинойс, США, 2000, 1030 с.

8. Воскресенский Г.Г. Способ разработки горных пород и грунтов бульдозером параллельными траншеями. Патент №2722189 от 28.05.2020.

Глава 7.

**MODERN MEANS AND METHODS FOR MONITORING
THE CONDITION OF TRACK SECTIONS**

Tokhirov Ezozbek Tursunalievich

Aliev Ravshan Maratovich

Aliev Marat Muhamedovich

Abstract: The monograph discusses methods for monitoring the state of track sections. Particular attention is paid to seamless track chains. Promising track circuits for areas with low insulation resistance are given. The theory and analysis of jointless track circuits with potential and current track receivers are considered. Mathematical models of jointless track circuits in the main modes of their operation have been developed.

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

**СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ
СОСТОЯНИЯ ПУТЕВЫХ УЧАСТКОВ**

Тохиров Эъзозбек Турсуналиевич

Ph.D., доцент

Алиев Равшан Маратович

Ds.c., профессор

Алиев Марат Мухамедович

к.т.н., доцент

Ташкентский государственный
транспортный университет

Аннотация: В монографии рассматриваются методы контроля состояния путевых участков. Особое внимание уделено бесстыковым рельсовым цепям. Приведены перспективные рельсовые цепи для зон с низким сопротивлением изоляции. Рассмотрены теория и анализ бесстыковых рельсовых цепей с потенциальным и токовым путевыми приемниками. Разработаны математические модели бесстыковых рельсовых цепей в основных режимах их работы.

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

1. Analysis of existing devices and control methods way sections

Currently, the following systems of interval control of train traffic (IRDP) are operated on the railway of the Republic of Uzbekistan table No. 1: electric wand (EZhS) - with a length of 242 km, semi-automatic blocking (PAB) - with a length of 1570 km, semi-automatic blocking with an electronic axle counting system (PAB-ESSO) - with a length of 116 km, pulse-wire automatic blocking (IP AB) - with a length of 1159 km and a numerical coded automatic blocking (ChK AB) - with a length of 912 km.

Table 1

No. p/p	Type of devices	Qty. equipped plots	Qty. signal points	Long km.	% wear
1	EZhS	15	14	242	53
2	THE PUB	96	102	1570	68
3	PAB-ESSO	10	32	116	4
4	IP AB	86	1052	1159	92
5	ChK AB	98	842	912	78
	TOTAL	305	2042	3999	74

With electric wand and semi-automatic blocking methods for monitoring the state of track sections without continuous track circuits are used, which are based on monitoring the arrival or passage of a train in full force.

These methods can be automatic or semi-automatic. Semi-automatic methods use pedals or short track chains and require human intervention. In automatic methods without human intervention, axle counters, wagon counters, wagon inductors, systems with short track circuits throughout the haul are used.

On sections equipped with pulse-wire automatic blocking (IP AB) and numerical coded automatic blocking (CHK AB), track sections are monitored using standard DC and AC track circuits, which are a track section condition monitoring sensor and perform the following functions:

1. Control of the vacancy of track sections;
2. Monitoring the serviceability of the rail line;
3. Ensuring the operation of ALSN devices;
4. Transfer of information between outdoor devices;
5. Passage of reverse traction current.

2. Methods for monitoring the condition of track sections without solid track circuits

The block diagram of methods for monitoring the state of track sections without continuous track circuits is shown in fig. 1.

The expediency of using one or another method depends on the traffic density of the site and local conditions (insulation resistance, reliability of power supply, etc.).

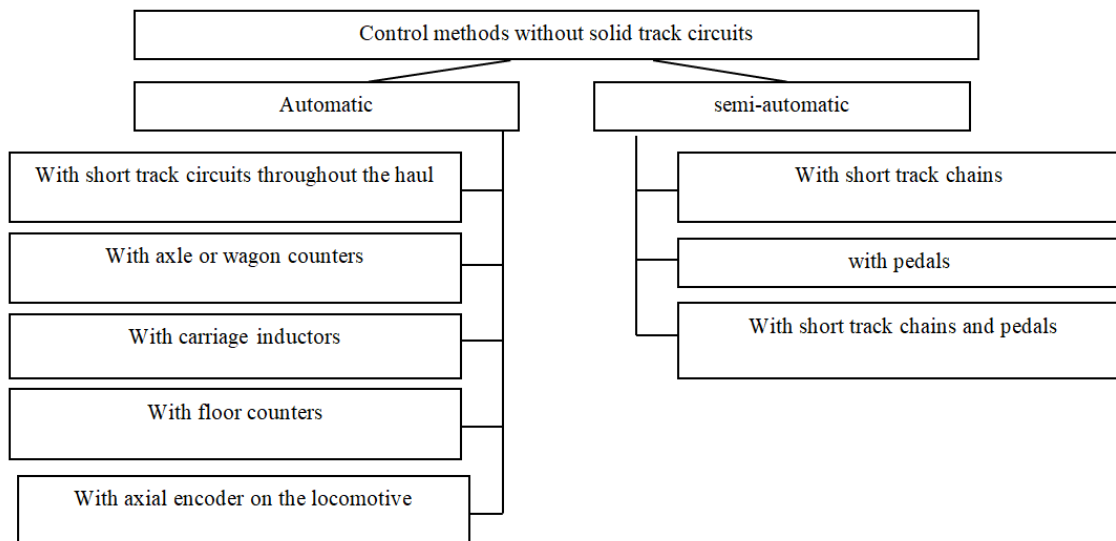


Figure. 1. Structural diagram of methods for monitoring track sections without continuous track circuits

On sections of the railway of the Republic of Uzbekistan equipped with semi-automatic blocking devices with a length of 1686 km. the method of monitoring track sections with short track circuits or with axle counters (ESSO) is mainly used.

Control of the state of the stage during the PAB using axle counters [23axle counters] It is based on the fact that axle counters are installed at the entrance traffic lights of the stations, fixing the number of axles that have left the departure station and the number of axles that have entered the receiving station. If the axes of the outgoing and incoming axes are equal, the haul is considered free.

The disadvantage of such a device is that this device is critical to changing weather conditions and requires constant adjustment, and the main significant disadvantage is that there is no control of damage to the rail threads on the haul, which can lead to emergencies and not fully ensure the safety of train traffic.

Control of the state of the stage with short track circuits based on the fact that the stage is equipped with jointless impulse track circuits, where the track circuit is made in the form of a number of broadcasting points installed along the track, connected to the rail line through pulse transformers.

The disadvantage of this device is that the transmission of pulses is due to the charge and discharge of capacitors, which must provide a certain cycle of pulses to the rail line. When the capacitance of the capacitors changes, the pulse supply cycle is disrupted and the control of the stage state is lost.

One of the ways to control the state of the stage without stage traffic lights is a device for monitoring the status of the stage, which consists in the fact that the stage is equipped with seamless track circuits with cyclic control, characterized in that the stage is divided into sections equipped with seamless track circuits, which are connected in turn to the rail line from the contacts travel relays of the previous track circuits. The vacancy of the run is fixed by the control relay of the run, which is included in the decoder circuit.

The control of the free state of the stage consists in the fact that a signal is sent to the track circuit located at the input traffic light of one of the stations via linear wires from the neighboring station. When this track circuit is free, the signal is transmitted to the adjacent track circuit, when the adjacent track circuit is free, the signal is transmitted further and so on until the last track circuit located at the entrance traffic light of the neighboring station. When all tested track circuits along the run are free, the travel relay of the last track circuit becomes energized and connects the run control relay through the decoder.

On fig. 1 shows the scheme for monitoring the state of the stage.

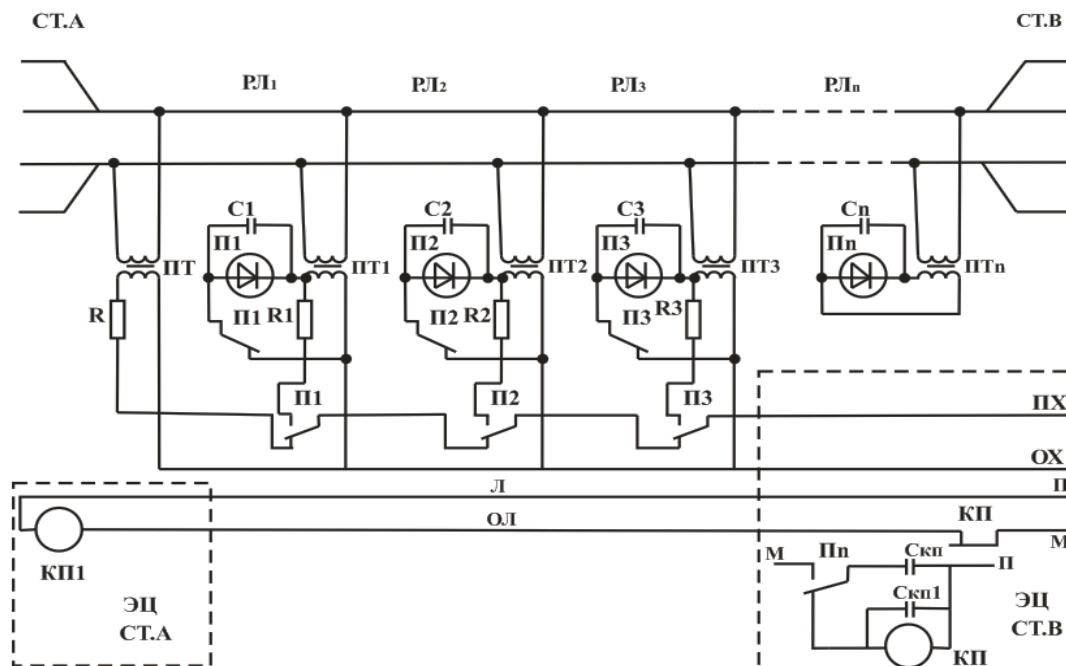


Figure 2. Scheme for monitoring the state of the stage

Depending on the length, the stage is divided into sections RL1 - RLn, equipped with jointless track circuits, consisting of track transformers PT-PTn, track relays P1 -Pn, relay for monitoring the state of the stage KP, which is connected to the circuit of the capacitor decoder and relay relay KP relay KP1. The principle of operation of the circuit is as follows: from station B, continuous power is supplied to the line through the wires PH, OX. At the initial moment, all travel relays are turned off and power is supplied to the rail line RL1 through the rear contacts of all travel relays. If the rail line RL1 is free, then relay P1 is activated and its contact firstly turns off the power to the rail line RL1, and secondly connects the power to the rail line RL2, and so all the travel relays of the haul are activated in turn. Since the relay cuts off its own power, then, in order to reliably attract the relay contact and hold it for a while until the next relay trips, capacitors are connected in parallel to the relay windings to create a delay to release the armature. After the delay delay to release, relay P3 releases its armature and the test cycle is

repeated. Thus, if the run is free, the Pn relay operates in a pulsed mode and, with its contact through a capacitor decoder, turns on a relay for monitoring the state of the CP run. Since the KP relay is installed at one of the stations, a repeater of the KP relay is switched on at the neighboring station to transfer control over the state of the run to the neighboring station. After the delay delay to release, relay P3 releases its armature and the test cycle is repeated. Thus, if the run is free, the Pn relay operates in a pulsed mode and, with its contact through a capacitor decoder, turns on a relay for monitoring the state of the CP run. Since the KP relay is installed at one of the stations, a repeater of the KP relay is switched on at the neighboring station to transfer control over the state of the run to the neighboring station. After the delay delay to release, relay P3 releases its armature and the test cycle is repeated. Thus, if the run is free, the Pn relay operates in a pulsed mode and, with its contact through a capacitor decoder, turns on a relay for monitoring the state of the CP run. Since the KP relay is installed at one of the stations, a repeater of the KP relay is switched on at the neighboring station to transfer control over the state of the run to the neighboring station.

3. Methods for monitoring the condition of track sections using track circuits

On sections equipped with automatic blocking, the control of track sections is carried out using standard track circuits, which are a sensor for monitoring the state of the track section and perform the following functions:

- Control of the vacancy of track sections;
- Monitoring the serviceability of the rail line;
- Ensuring the operation of ALSN devices;
- Transfer of information between outdoor devices;
- Passage of reverse traction current.

in which the main sensors of information are track circuits (RC) - direct, alternating current, code, phase-sensitive and tone.) can reach a length of 2.5 - 2.6 km.

3.1. Rail chains with insulating joints

Rail circuits with autonomous traction: on non-electrified sections of the railway, only the signal current flows through the rail threads, there is no traction current. In such sections, impulse and continuous track circuits operating on direct and alternating current are mainly used. In reality, sections with unreliable power supply are equipped with DC track circuits using batteries as a backup, and if there is a reliable power supply at stages and stations, they use track circuits operating at a signal frequency of 50 and 25 Hz.

Three automatic blocking systems with different schemes and track circuits are operated on the hauls: automatic blocking with linear circuits and direct current impulse track circuits; numerical coded auto-blocking with code track circuits with a frequency of 50 Hz; unified auto-blocking with continuous track circuits with a frequency of 25 Hz.

1. *DC pulse rail circuit.* Developed at the department "Automation and telemechanics in railway transport" of the Tashkent Institute of Railway Engineers, a direct current rail circuit for single track sections is shown in fig. 1.3. Power is supplied to the rail line by DC pulses through the contact of the continuously operating pendulum transmitter MT from the VAK rectifier of the VAK-14 type. A pulse polarized relay AND type IMSH-0.3, operating in a pulsed mode, serves as a track receiver. Its contacts cannot be included in the automatic blocking executive circuits, therefore the relay AND works at the input of the DIR pulse decoder, at the

output of which the travel relay P is switched on, which keeps the armature pulled only when the relay I is pulsed. The contacts of the P relay are included in the automatic blocking executive circuits.

In impulse DC rail circuits, the AND relay is always located at the output end of the rail circuit, and the pulse power supply is at its input end. DC pulses are sent along the course of the train. Such an arrangement of the equipment makes it possible to use the contacts of the travel relay P to turn on the ALS codes from the moment the train enters the track circuit, as well as to notify the station and move about the approach of the train. This eliminates the interfering effect of DC pulses on the receiving devices of the ALS. The protection of the travel relay from false excitation when a DC pulse relay from an adjacent track circuit enters the winding is achieved by using a relay that is selective to the current polarity and alternating the polarity of the current in the track threads of adjacent track circuits. Current pulses from the current source of the adjacent track circuit, if the insulating joints are damaged, passing through the winding of the relay AND, do not excite it, and therefore, the travel relay P cannot be excited from these impulses, falling into the rail line as a result of accidental communication with the industrial network or when coding an adjacent rail circuit and breaking the insulation at the joint, is provided by the decoder circuit. The coding of the track circuit with a numerical code is switched on from the moment the train enters by the transmitter relay T at a carrier frequency of 50 Hz. To eliminate no-load losses of the coding transformer KT, its primary winding, when the track circuit is free, is disconnected from the network and is connected to it by the rear contact of the travel relay P.

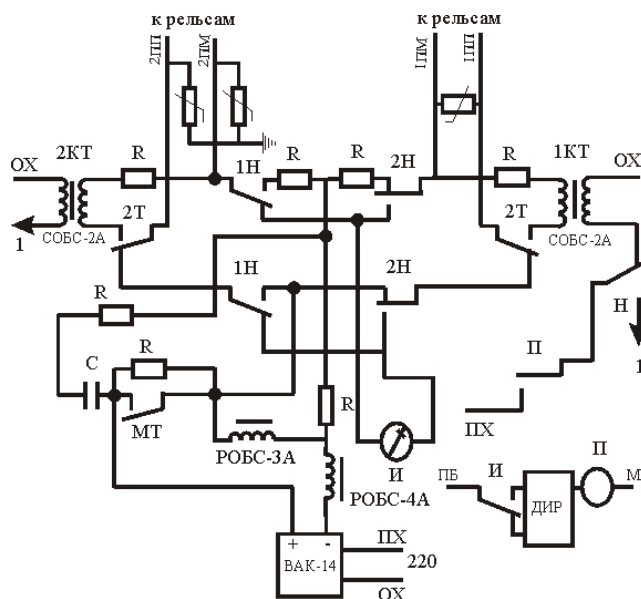


Figure. 3. Pulse rail circuit diagram

DC for single track auto-lock

The disadvantages of DC pulse rail circuits include the following:

1. If the design parameters of the elements of the track circuit do not match those established in practice, it leads to a significant deterioration in the performance of the track circuit;
2. DC rail circuits are critical to the appearance of stray DC in the rail line. When this current appears, the pulse travel relay closes the front or rear contact (depending on the direction of the stray current), which leads to a false control of the track circuit occupancy;
3. A serious disadvantage of direct current pulse rail circuits is the manifestation of an electrochemical effect in them, which is most intense in areas with reinforced concrete sleepers. If in areas with wooden sleepers the harmful effect of the electrochemical effect affects the unsatisfactory condition of the ballast, high humidity and positive ambient temperature, then in areas with

reinforced concrete sleepers its intensity increases sharply. The electrochemical effect is manifested in the fact that after the power supply is disconnected from the rail line, an electric charge is stored in it, under the influence of which a current continues to flow through the travel relay, the direction of which coincides with the direction of the current of the power supply of the track circuit. This current is a consequence of the action of electrochemical processes occurring in the upper structure of the track. The rail line, as it were, stores the energy accumulated during the impulse. In the interval when the impulse relay should release the armature,

Such track circuits are already morally obsolete and coded track circuits are coming to replace them.

Rail circuits with direct current electric traction: and on electrified railways, rail threads are simultaneously used to pass the reverse traction current from moving electric locomotives to the traction substation and the signal current of track circuits.

To protect track circuits from the effects of traction currents, which are 2-3 orders of magnitude higher than the signal current, the frequency of the signal current must differ from the frequency of the traction current and its harmonics. A direct traction current is obtained by rectifying an alternating current of industrial frequency using powerful rectifiers switched on in a six-phase circuit. In addition to the DC component, the rectified voltage curve contains AC harmonics, i.e. components with a frequency of 300 Hz and its multiple harmonics (600, 900, 1200 Hz, etc.). These harmonics have a disturbing effect on track circuits. To suppress these harmonics, traction substations use smoothing filters that reduce harmonic ripples in the traction current curve.

The track circuit must be protected from dangerous and disturbing effects of traction current. A dangerous influence is considered to be such an influence that can lead to false excitation of the track receiver when the track circuit is actually

occupied. The interfering influence is manifested in the fact that when the track circuit is free, the track receiver falsely records its employment.

On lines with direct current electric traction, rail circuits with insulating joints with a frequency of 50 and 25 Hz are used.

The reverse traction current is passed through one or both rail threads of each track. Depending on this, rail chains are divided into single-strand and double-strand. In two-strand track chains Fig.1.4. bypass of insulating joints by traction current is carried out with the help of choke-transformers. In this case, the total traction current I_t passes through two rail threads, dividing approximately into equal I_{t1} and I_{t2} . To pass the traction current from one track circuit to another, two chokes are installed at their border at the insulating joints - transformers DTR and DTP. Their main windings of large cross section are connected to the rail threads, and the midpoints of the main windings are interconnected. Traction currents I_{t1} , I_{t2} pass from the threads 1P along both halves of the main winding DTR and the connecting cable and fall to the midpoint of the main winding DTR

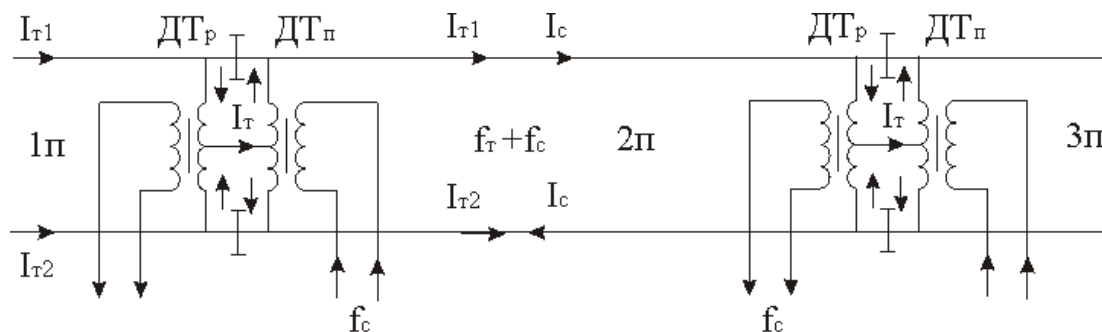


Figure. 4. Scheme of the flow of traction current bypassing the insulating joints in track circuits

2P. Here, the currents again branch out and flow along the rail threads 2P. Since the traction currents I_{t1} and I_{t2} pass through the two halves of the main windings of the inductor - transformers in opposite directions, the magnetic fluxes

formed by these currents are subtracted. Therefore, the core of the choke-transformer is magnetized by the traction current from the resulting differential flux. The equipment of the relay and supply ends are connected to the rail line through an additional winding of the choke-transformer. This reduces the influence of the direct component of the traction current on the operation of the track circuit equipment. Consider the main track circuits used for direct current electric traction.

1. *Rail circuit numeric code auto-lock.* The scheme (Fig. 1.5) allows you to encode the track circuit when the train moves in the wrong direction. In the circuit, when moving in the right direction, the slow-acting follower of the additional transmitter relay of the DCT is de-energized, and when moving in the wrong direction, the DCT operates in code mode, realizing complete separation of the relay and coding devices, excluding the influence of Ski Sid capacitors in the travel relay circuit. From the relay end, the track circuit is encoded by an additional transmitter relay DT.

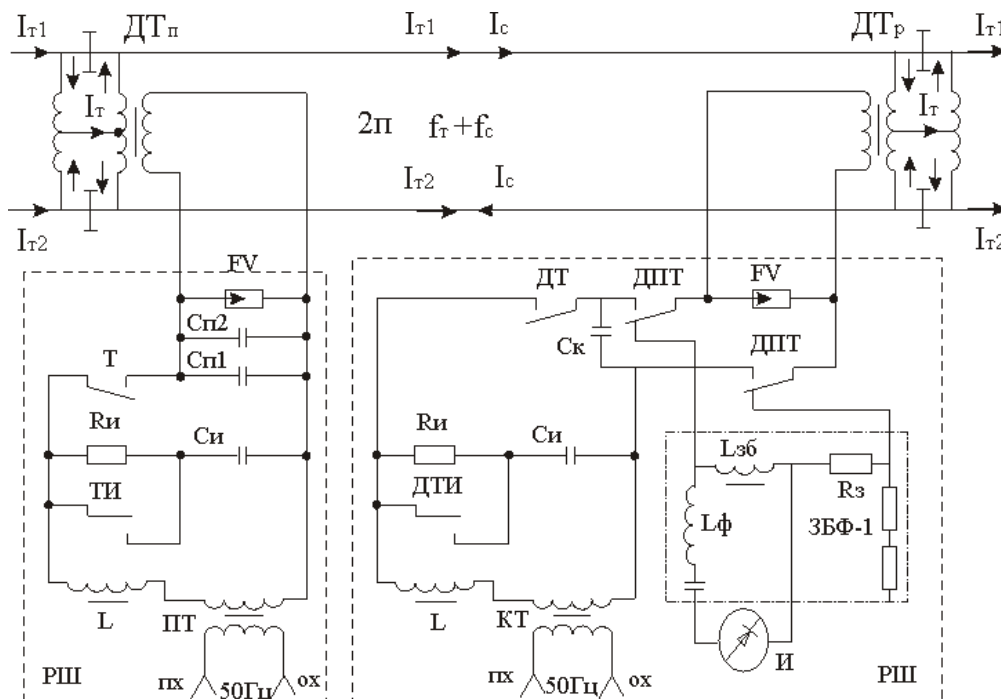


Figure. 5. Scheme of a code track circuit for a two-track section

Code rail circuits are powered from a high-voltage auto-blocking line by alternating current pulses of industrial frequency 50 Hz. Numeric code pulse sensors are electromechanical transmitters of types KPTSH-515 and KPTSH-715 alternating in adjacent track circuits, or contactless code transmitters; power circuits are switched by transmitter relays of the TSh-65V type using spark extinguishing circuits or contactless current switches BKT.

Track circuit receivers are travel relays of the IMVSh-110 type or reed relays of the IVG type. The supply and coding equipment is located at the output end of the track circuit, and the receiving equipment is located at the input end. This arrangement of the equipment is explained by the fact that the code pulses in the rail line are received by the track and locomotive receivers. Coding must be carried out towards the moving train so that the code pulses can be perceived by the locomotive coils. Dangerous situations during the closing of insulating joints are eliminated by a circuit-time method at the level of auto-blocking circuits. To pass the reverse traction current around the insulating joints at the boundaries of the track circuits, choke-transformers are installed.

The disadvantages of the code rail circuit include the following:

1. If the design parameters of the elements of the track circuit do not match those established in practice, it leads to a significant deterioration in the performance of the track circuit;

2. Due to the lack of reliable information about the resistance of the connecting wires at the joints, it leads to a deterioration in the performance of track circuits in the control mode.

2. Station phase-sensitive track circuits with a frequency of 50 Hz.

A two-strand rail circuit with two choke-transformers and a phase-sensitive relay of the DSSh-13 type (Fig. 1.6) is used on receiving-departure tracks and turnout track sections. Phase selectivity in these track circuits is used to exclude false operation of the track receiver from the power source of an adjacent track circuit when insulating joints are closed, which is achieved by alternating

instantaneous polarities in adjacent track circuits. To do this, the primary windings of track PT and code CT transformers, as well as the windings of local elements of track relays P of all track circuits, must be connected to one phase of an alternating current source with a frequency of 50 Hz.

Secondary windings of track transformers PT of adjacent track circuits are connected opposite in phase so that the instantaneous voltage polarities in the track lines of adjacent track circuits are opposite. If it is impossible to connect the track transformers to one phase of the supply voltage, then it is allowed to turn on the track transformers in different phases of the three-phase circuit, but at the same time the track circuits must be joined by the supply ends. When using one power phase, there are no restrictions on the order of the relative position of the supply and relay ends of adjacent track circuits.

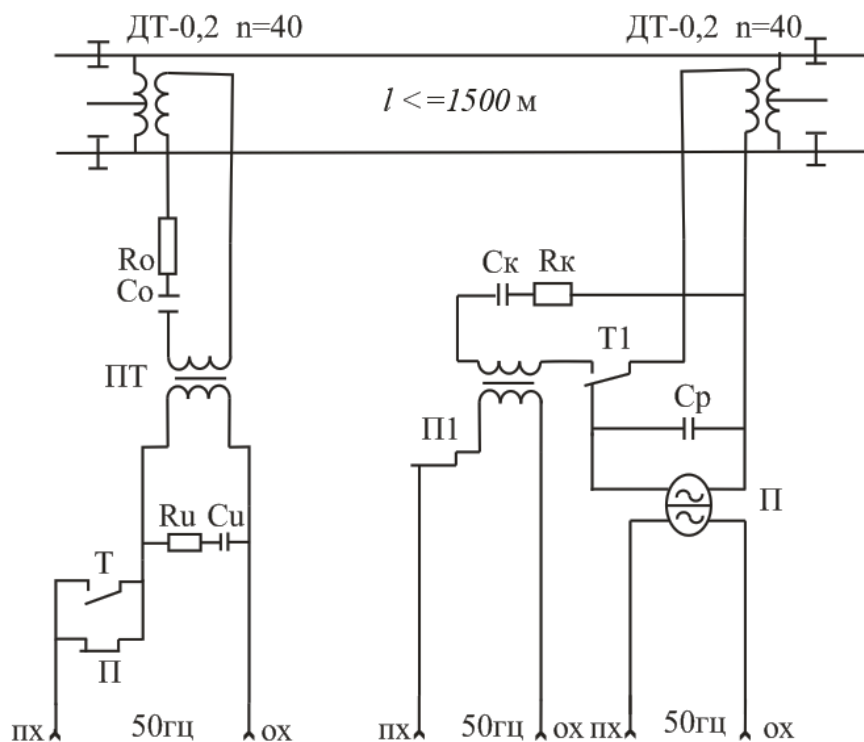


Figure. 6. Scheme of a station phase-sensitive track circuit with a frequency of 50 Hz

The disadvantages of phase-sensitive track circuits include the following:

1. If the design parameters of the elements of the track circuit do not match those established in practice, it leads to a significant deterioration in the performance of the track circuit;
2. Difficulties in setting up the track circuit in operational conditions.

Rail circuits in areas with AC electric traction: in areas with AC electric traction, it is necessary to use a signal current that is different in frequency from the traction current and its main harmonics to power the track circuits.

In the initial period of the introduction of AC electric traction (the fifties), there were no static frequency converters 50/25 Hz for autonomous power supply of track circuits. Therefore, the use of a frequency of 25 Hz turned out to be practically impossible, since the transmission of energy at a frequency of 25 Hz along a high-voltage auto-blocking line would require large expenses for the replacement of linear, path and signal transformers. Therefore, the signal frequency was used in the track circuits 75 Hz. The current of this frequency was generated by machine frequency converters at traction substations. At the same time, serious difficulties arose in providing backup power to signal points from two independent lines. After the development of static frequency converters of the PCh-50/25 type, an intensive transfer of track circuits to a signal current frequency of 25 Hz began, which is almost completed. In the presence of these converters, the main power supply of the signal points of auto-blocking is carried out by the industrial frequency current from the high-voltage line, and the backup power supply is from the longitudinal power supply line. In track circuits with a frequency of 25 Hz, compared to track circuits with a frequency of 75 Hz, the power consumption decreases, since the attenuation of the rail line increases with increasing frequency;

1. *Code track circuits.* The scheme of the code rail circuit with a frequency of 25 Hz with the imposition of ALS code signals from the supply and relay ends at a carrier frequency of 25 Hz (Fig. 1.7) is used on double-track sections of railways,

taking into account the possibility of trains moving along the wrong track according to ALS signals. The rail circuit is powered by a high-voltage AC line with a frequency of 50 Hz, which makes it possible to back up the power supply of the auto-lock from the power supply line. The signal current with a frequency of 25 Hz is obtained from a static frequency converter FC50/25-100, at the output of which voltages from 5 to 175 V can be obtained every 5 V, which is used to regulate the track circuit.

Conclusions

1. According to the results of the analysis, it was found that nOn the roads of the Republic of Uzbekistan, rail circuits with insulating joints are mainly used, which are the most unreliable unit of railway automation devices. The main causes of disruption in the operation of railway automation devices are track circuits, which account for 15 to 20% of all damage. On the railway of Uzbekistan, violations of the normal operation of track circuits occur due to poor-quality or unskilled work on the maintenance of floor devices, in particular, welded butt connectors, track and throttle jumpers, damage and theft of track circuit elements.

2. It has been established that in order to reduce train delays, it is advisable to reduce the number of outdoor devices, incl. relay cabinets, choke and butt connectors, insulating joints. Switching to tonal track circuits cannot eliminate the indicated problem, since these track circuits are short.

3. It was revealed that on the railways of Uzbekistan, the CIS countries and far abroad, in particular in Russia, Turkmenistan, Belarus and some others, there is a problem associated with reduced insulation resistance. In most cases, there is a decrease in resistance relative to the norm by 2–3 times, but areas are known where the resistance is 40–55 times lower than the norm.

References

1. Тохиров Э.Т., Р.М. Алиев. Анализ и способ контроля состояния путевых участков на линиях с высокоскоростным движением поездов//Тошкент темир йўл мухандислари институти. 21-22 декабр 2019
2. Тохиров Э.Т. Темир йўл транспортида поездларнинг тезлигига қараб, автомобил ва темир йўл кесишмаси яқинлашиш участкасининг узунлигини ҳисоблаш ишларини такомиллаштириш// Тошкент темир йўл мухандислари институти. 21-22 декабр 2019.
3. Tokhirov E. Safety and communication at guarded railway level crossing // “Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар” мавзусидаги республика 14-қўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференция материаллари тўплами. – Тошкент: Тадқиқот, №7. Март, 2020. 179-бет.

Глава 8.

**METHODS OF MONITORING THE CONDITION
OF TRACK SECTIONS**

Tokhirov Ezozbek Tursunalievich

Aliev Ravshan Maratovich

Aliev Marat Muhamedovich

Abstract: The monograph is intended for scientific, as well as engineering and technical workers associated with the operation, design and construction of systems and devices of railway automation and telemechanics, and can also be used by university students and students of railway transport colleges.

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

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ПУТЕВЫХ УЧАСТКОВ

Тохиров Эъзозбек Турсуналиевич

Ph.D., доцент

Алиев Равшан Маратович

Ds.c., профессор

Алиев Марат Мухамедович

к.т.н., доцент

Ташкентский государственный
транспортный университет

Аннотация: Монография предназначена для научных, а также инженерно-технических работников, связанных с эксплуатацией, проектированием и строительством систем и устройств железнодорожной

автоматики и телемеханики, а также может быть использована студентами вузов и учащимися колледжей железнодорожного транспорта.

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

1. Stationary phase-sensitive rail circuits with a frequency of 25 Hz.

At stations with AC electric traction, continuous track circuits of alternating current with a frequency of 25 Hz are designed and built with phase-sensitive travel relays of the DSSh-13 type.

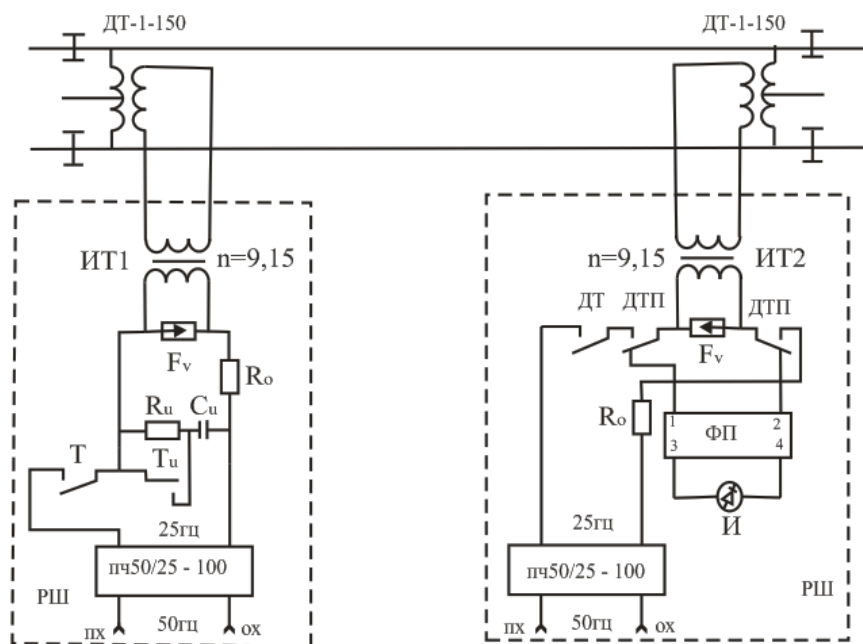
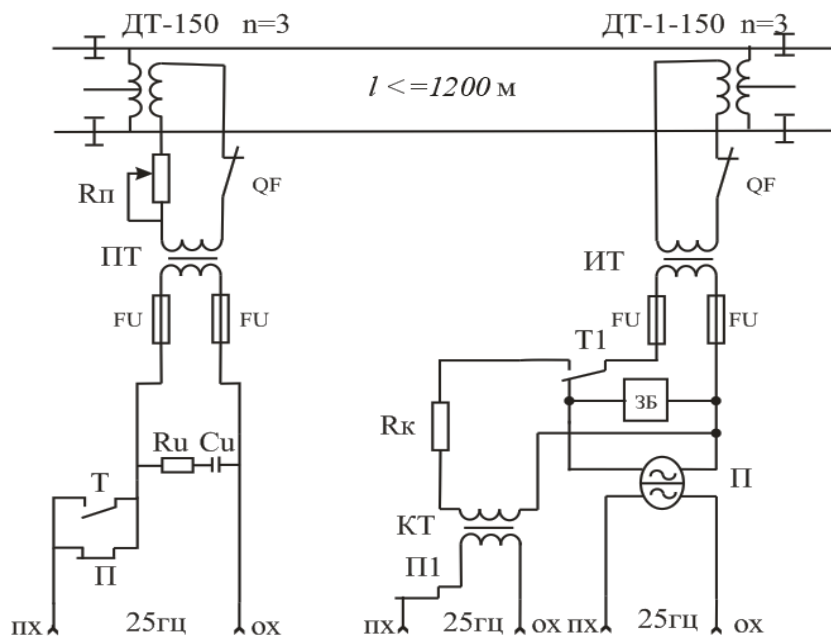


Figure 1. 25 Hz Code Track Circuit Diagram

The main scheme of station track circuits is a two-strand track circuit with two choke-transformers and two-sided overlay of ALS code signals (Fig. 2). At the supply and relay ends, DT-1-150 type choke-transformers and PRT-A type transformers are installed. The IT transformer at the relay end matches the

resistance of the equipment and the rail line, and the track the PT transformer at the supply end feeds the track circuit. The rail circuit is regulated by selecting the voltage on the secondary winding of the PT transformer. The resistor R_p together with the connecting wires perform the function of a limiter. Their total resistance should be equal to 2.2 Ohm, which ensures the shunt sensitivity of the track circuit. At the relay end, parallel to the track element of the P relay type DSSh-13, a protective block ZB of the ZB-DSSH type is connected, which is a series circuit tuned to a traction current frequency of 50 Hz, i.e., in fact, this block acts as a blocking filter for the track receiver P from interference traction current with a frequency of 50 Hz.



**Figure. 2. Scheme of a two-strand track circuit
with two choke-transformers**

The disadvantages of track circuits with a frequency of 25 Hz include the following:

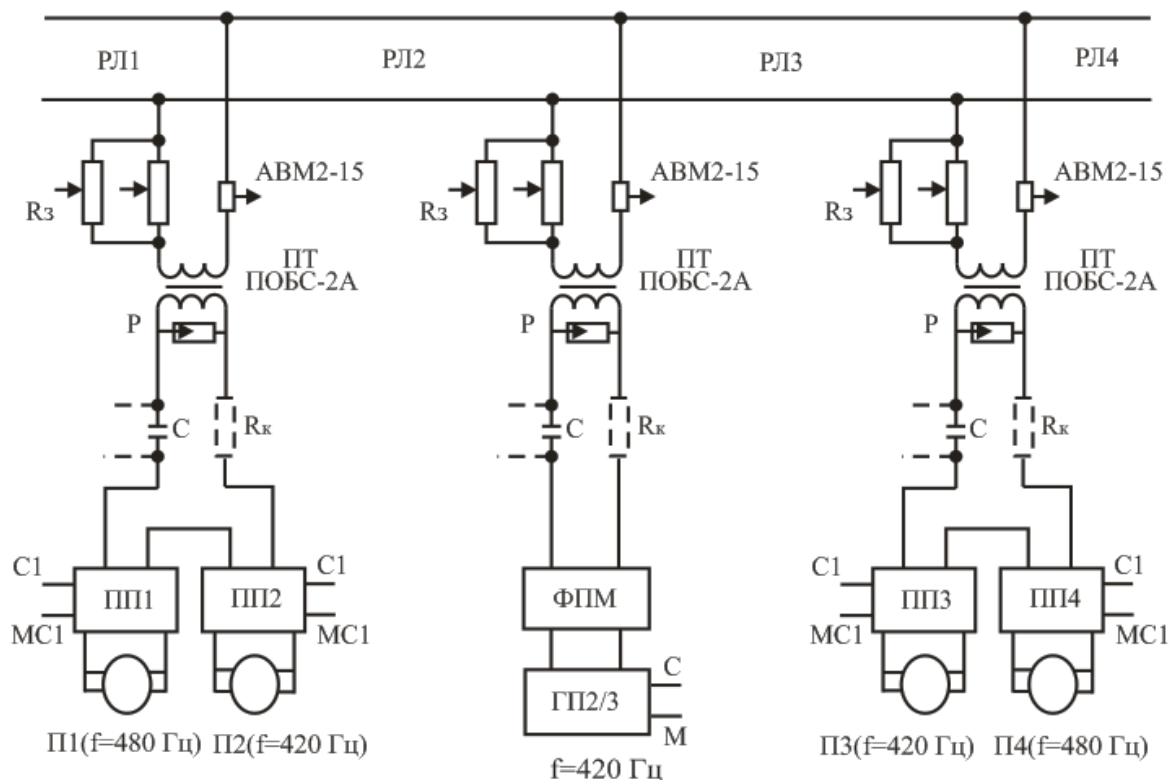
1. The presence of insulating joints;
2. Use of expensive inductor transformers;
3. All of the above listed track chains are inertial and it is not advisable to use them on high-speed sections.

2. Rail chains without insulating joints

One of the promising directions in the field of improving the devices for interval control of train traffic is the creation of an automatic blocking system with a centralized placement of equipment (CAB). The placement of track equipment at stations, the exclusion of high-voltage power plants dispersed along the line from the complex of devices makes it possible to increase the reliability of the control system, reducing the time for finding and eliminating faults. With the centralized placement of the equipment, the working conditions of the maintenance personnel are improved, the time of their stay in the zone of increased danger is reduced, and the time for technological maintenance of the equipment is reduced. If there are power sources at intermediate stations, then in some sections it is possible to abandon the high-voltage auto-lock line, as no power supply is required on the hauls. The centralized placement of the equipment makes it possible to most simply establish functional links between the interval control system on the hauls and other technical means used to organize the movement of trains. The system of interval control of train traffic with a centralized arrangement of equipment is widely used in the USA, Japan, England, Czechoslovakia, Germany and other countries.

One of the varieties of track circuits without insulating joints is tonal track circuits, which are already being introduced in railway transport and the subway. Tonal track circuits do not have joints and are separated due to the use of different frequencies in adjacent track circuits. The following frequencies are used: 420, 480, 580, 720, 780. Such chains are shorter than butt chains, but they make it possible to exclude the most unreliable element in operation - an insulating joint.

Figure 1.9 shows the equivalent circuit of a tonal track circuit powered from its middle with a stationary connection of devices. The diagram shows: rail lines RL1, RL2, RL3, RL4, track generator GP 2/3, track receivers PP1, PP2, PP3, PP4, track transformers PT (POBS-2A) filter FPM, limiter Rz, equivalent cable resistance Rk. From the track generator GP 2/3, a signal current with a frequency $f = 420 \text{ Hz}$ is supplied to the rail lines RL2 and RL3, at the receiving ends of which receivers with filters tuned to this frequency are connected. From the output of the filter and amplifier, the signal goes to the travel relays P2 and P3, which are threshold elements and determine the state of the rail lines RL2 and RL3.



**Figure 3. Scheme of a tonal rail circuit
powered from its middle**

Such rail circuits have found application in automatic blocking systems with centralized placement of equipment (CAB) – a block diagram, which is shown in fig. 1.10.

Track circuit equipment is installed at stations limiting thereon. The rail circuits are powered by generators with carrier signal frequencies $f_8 = 420$ Hz and $f_9 = 480$ Hz.

The carrier frequencies of each generator are modulated with low frequencies FM, respectively, 8 and 12 Hz. As a result of the modulation, four frequency signals f_{81} and f_{82} with a carrier frequency of 420 Hz and f_{91} and f_{92} with a carrier frequency of 480 Hz are formed. The amplitude modulated signals f_{82} and f_{91} are used in the track circuits of one track, and f_{81} and f_{92} are used in the track circuits of the other track.

In the circuit (Fig. 4.) for powering track circuits without isolating. There are G1 and G2 generators at the main joints, tuned to the frequencies f_{81} and f_{92} , respectively. These generators alternate along the entire length of the haul. Each generator feeds two adjacent rail circuits located on either side of its connection point to the rail line. Between the generators, two selective receivers P1 and P2 are connected to the rail line, configured to receive signals f_{81} and f_{92} , respectively. From the supply and relay ends of the track circuit, the code signals of the numerical and frequency ALS are fed into the track line. Track transformers match the resistance of the equipment and the rail line. Inductor transformers type DT-0.6-500 serve as protection elements (EP) for AC and DC electric traction.

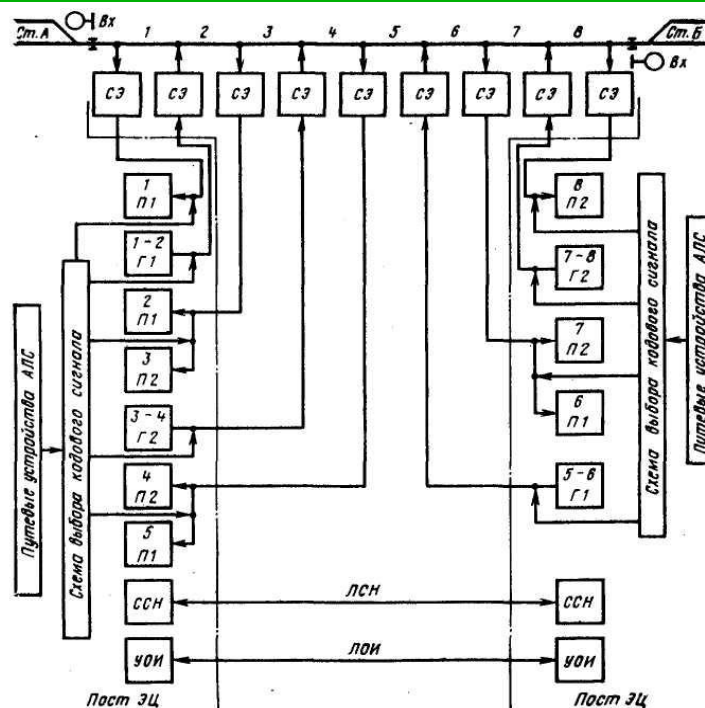


Figure 4. Structural diagram of a centralized automatic blocking system (CAB) without insulating joints for a single-track section

However, the relatively short length of such track circuits significantly reduces the possibility of their wide application. Under conditions of reduced insulation resistance, the maximum length of such track circuits is so small that their implementation in transport is associated with significant costs.

In addition, bandpass filters are installed in these track circuits, which are difficult to implement, which in turn leads to unstable operation of the tone track circuit and high economic costs. The element base, from which the tonal rail circuit is made, in comparison with the microprocessor element base, has a low time between failures. Auto-locking systems with tonal track circuits require a cable due to the impossibility of using the track circuit as a communication channel.

The disadvantages of such circuits include:

1. The short length of such chains, which increases the cost of building systems for interval control of train traffic;

2. The presence of additional shunting zones that adversely affect the operation of track circuits;
3. Dependent on changes in ballast resistivity.

1.4. Promising methods for monitoring the state of track circuits

The currently most common code track circuits can work stably with an insulation resistance not lower than the standard value ($r_i = 1 \text{ Ohm} \cdot \text{km}$).

Tone track chains have higher reliability. However, the relatively short length significantly reduces the possibility of their wide application. Under conditions of reduced insulation resistance, the maximum length of such track circuits is so small that their implementation becomes economically unfeasible.

At present, such an improvement of track circuits is relevant, which would ensure reliable operation of track circuits with reduced insulation resistance and a long length of the rail line. This will reduce the cost of construction and operation of systems for the interval control of train traffic IRDP and improve the safety of train traffic.

Various ways of solving the mentioned problems are known, but so far there is no simple and universal solution that could be widely implemented on the railway network. One of the stages of improving the regulation of train traffic is the modernization of devices for monitoring the condition of track sections. There are various methods for monitoring the condition of track sections, which can be divided into monitoring methods using track circuits and without continuous track circuits.

On fig. 5 presents a list of methods for monitoring the condition of track sections.

On the railway network, all-welded rail lashes have become widespread, taking into account which systems for regulating the movement of trains have been developed.

Among the most important elements that have a significant impact on the scheme of track circuits, the design and parameters of their elements, methods of design, calculation and operation is the type of track receiver.

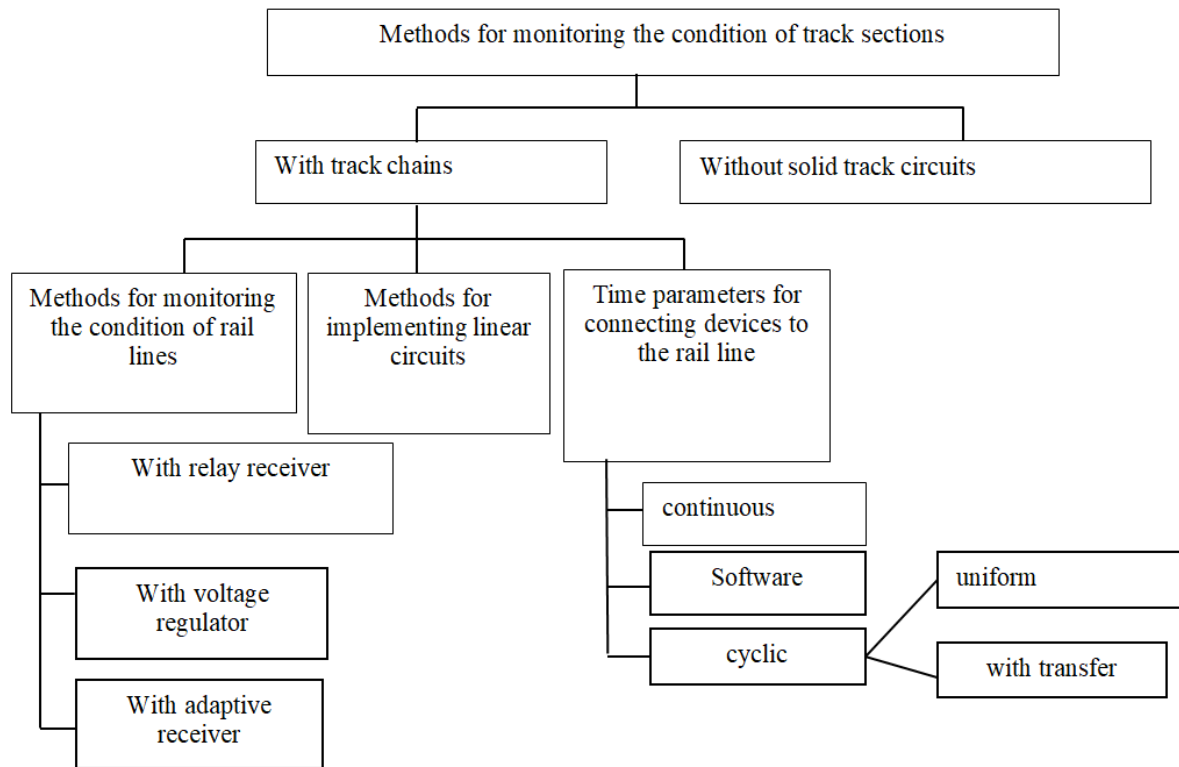


Figure. 5. Methods for monitoring the condition of track sections

The operated track circuits mainly contain a relay action track receiver.

Almost all track circuits in service use a fixed threshold receiver. Such a receiver can be a relay of the NMVSH type, IVG, ANSH, DSSh or trigger. A computer can be used as a track receiver, where various algorithms for monitoring the state of a rail line can be implemented with control of the signal level, difference or sum of two signals received from different generators, signals generated by cyclic switching of two input resistances at the ends, the ratio of the mentioned signals or the ratio of the difference to the sum of these signals, etc.

Of the methods for monitoring the state of rail lines, which increase the reliability of the operation of rail circuits, both at standard and at reduced ballast resistance, one can single out the following:

- automatic regulation of the power supply voltage;
- automatic adjustment of the sensitivity of the track receiver;
- tracking the nature of the change in the current controlled parameter (TCP) (I_k or I_k) when the shunt is moved;
- control of the equality of the TCP before the imposition of a shunt to the parameter of the same name after its release;
- compliance control of two TCHs at the receiving end of the radar with two different serially connected resistors at the end, or two serially connected generators with different frequencies of the signal current;
- control of the equality of two TCHs at the ends of the RL with power from its middle;
- combined control of ТКР;
- control of the compliance of the TCP with the average value of the TCP of free RL.

Automatic power supply voltage adjustment can be carried out with control of the current voltage on the track receiver U_{pp} or the current current of the power source I_p .

The power supply voltage can be adjusted both stepwise and smoothly. The number of control steps depends on the magnitude of the fluctuation of the insulation resistance r_i and the length of the rail line. With a significant reduction in insulation resistance and a large length of the RL, the number of steps reaches 4 - 5 and requires switching high currents, which complicates the switching device and reduces its reliability.

Another way to stabilize the voltage on the track receiver U_{pp} is to smoothly adjust the voltage of the power source U_{ip} . It lies in the fact that a non-linear

resistor is used as a current limiter of the supply end, in which, with increasing current I_p , the resistance decreases, while the voltage at the input of the track receiver stabilizes. The disadvantage of this method of regulation is the effect on the current I_p of both reducing the insulation resistance and applying a shunt at the supply end of the DC. Therefore, this adjustment of the power supply voltage reduces the shunt sensitivity of the track circuit.

Automatic adjustment of the sensitivity of the track receiver it is also carried out with the control of current I_p or voltage U_{pp} . This method has the same disadvantages as the RC with automatic voltage regulation.

Tracking the nature of the change in the TST when the shunt is moved is performed to compare this change with the reference dependence. The disadvantage of this method is that its hardware implementation is rather cumbersome.

Control of the equality of the TCH before applying the shunt to the rail line to the parameter of the same name after its release lies in the fact that the voltage at the input of the receiver after removing the shunt takes the same value as it was before it was applied. Such track circuits are called relative track circuits (ORC).

Compliance control of two TCHs at the receiving end of the radar with two input impedances at the ends or two frequencies of the signal current implies a fixed ratio of these parameters in the free and good condition of the RL at any insulation resistance. The modulus or argument U_{pp} can be used as a TCP. The disadvantage of this method is that a number of values of the current controlled parameter of a free and serviceable RC with one insulation resistance corresponds to the value of the TCH of a busy or faulty RL with a different insulation resistance.

Control of the equality of the TCH at the ends of the rail line with power from its middle lies in the fact that with the same length of the track sections and the same input impedances at the ends in the absence of a shunt, both TCHs are the same. The disadvantage of this method is that with a symmetrical arrangement of

one or more shunts relative to the place of connection of the power source, both TCH are the same as with a free rail line.

Combined TCH control RC powered from its middle consists in the fact that after removing the shunt, both current controlled parameters must match at the ends and correspond to the TCH of one of the ends, which was fixed before the shunt was applied. This method provides high reliability of monitoring the state of the track section. Rail circuits with combined control have a more complex structure than other types of RC.

The control of compliance of the TCH with the average value involves comparing the current controlled parameter of each rail line with the average value of the TCH of free radar lines. The circuit implementation of this method is rather cumbersome.

It is possible to determine the most effective ways to improve the RC by comparing prototypes at the operating site. Such a solution to the problem is rather time-consuming and does not meet the requirements of train traffic safety.

To study the possibility of using new ways of the state of track sections in operational conditions, by the method of expert assessments, the following methods of monitoring the state of the radar were selected:

- compliance control of two TCHs at the receiving end of the radar with two input resistances at the ends or two frequencies of the signal current;
- control of the equality of the TCH before the shunt is applied to the rail line to the parameter of the same name after its release (ORC).

It should be noted that the choice made means that at the moment (the level of development of science and technology) the noted methods of control are more effective, but this does not exclude the possibility of analyzing and using other methods for assessing the state of the radar.

One of the most promising methods for monitoring the state of the rail line is the method in which the voltage at the input of the receiver is fixed before the train

enters the rail line - the reference voltage (U_0). This voltage is used to determine the occupation threshold voltage U_{pz} and the release threshold voltage U_{po} . After the train enters the radar station, the voltage at the input of the receiver U_{pr} becomes lower than the occupation threshold voltage U_{pz} , the occupation of the track section is recorded. With the departure of the train, the voltage at the input of the receiver U_{pr} increases and becomes higher than the release threshold voltage U_{po} , the release of the track section is fixed. Rail circuits using the method of fixing the reference voltage are called relative track circuits (ORCs). Currently, several varieties of ORC are being developed and researched. The improvement of track circuits is based on the fact that the change in insulation resistance is taken into account when the train moves along the entire controlled section. In cases where it is not possible to reliably monitor the change in insulation resistance, a limitation is introduced on the operating time of the device for interval regulation of train traffic.

It is quite difficult to track the change in insulation resistance when the track section is busy. There are several ways to control the value of insulation resistance. Firstly, the insulation resistance value is predicted taking into account the maximum possible rate of change of this resistance, secondly, the insulation resistance value is determined taking into account the temperature and amount of precipitation, thirdly, the resistance value is calculated taking into account the change in the resistance of adjacent track sections or all free sections of the controlled zone, i.e. The operation of a track circuit depends on many factors that cannot be taken into account when designing such circuits.

The reliability of the operation of the ORC significantly depends on the stability of the insulation resistance of the RL. With the same ballast resistance, these track circuits can be several kilometers long even with a ballast resistance of $0.15 \text{ Ohm} \cdot \text{km}$ or less. The length of any track circuit primarily depends on the magnitude of the insulation resistance fluctuation, as well as on the magnitude of the voltage fluctuation of the power source, the value of the return coefficient of the

track receiver, etc. If the insulation resistance changes over a wide range (from 0.1 to 200 Ohm * km) in a short period of time (from 5 to 30 minutes), the effect of using the principle of operation of relative track circuits is significantly reduced. This reduces the reliability of monitoring the state of the rail line and the length of the rail line. There are several ways to reduce the negative impact of insulation resistance fluctuations on the operation of the ORC. The first way is that the threshold voltage values are determined taking into account the state (insulation resistance) of one or more adjacent rail lines. We call such track circuits relative conjugated track circuits of the OSRC. The second way is that the preliminary shunting zone and the effect of the approaching and receding shunt on the voltage of the track receiver are reduced. In this case, the duration of time when the values of the threshold voltages remain unchanged is significantly reduced. We call such track circuits relative track circuits with a shortened zone of preliminary shunting of the ORTS. that the values of the threshold voltages are determined taking into account the state (insulation resistance) of one or more adjacent rail lines. We call such track circuits relative conjugated track circuits of the OSRC. The second way is that the preliminary shunting zone and the effect of the approaching and receding shunt on the voltage of the track receiver are reduced. In this case, the duration of time when the values of the threshold voltages remain unchanged is significantly reduced. We call such track circuits relative track circuits with a shortened zone of preliminary shunting of the ORTS. that the zone of

preliminary shunting is reduced and the effect of the approaching and receding shunt on the voltage of the track receiver. In this case, the duration of time when the values of the threshold voltages remain unchanged is significantly reduced. We call such track circuits relative track circuits with a shortened zone of preliminary shunting of the ORTS. that the zone of preliminary shunting is reduced and the effect of the approaching and receding shunt on the voltage of the track receiver. In this case, the duration of time when the values of the threshold voltages remain unchanged is significantly reduced. We call such track circuits relative track circuits with a shortened zone of preliminary shunting of the ORTS.

Conclusions

1. Comparative analysis of track circuits according to the Signaling and Communications Center of the SJSC “Uzbekiston temir yo’llari” to date, the wear and tear of automation and telemechanics systems on the road is 74%, i.e. the issue of updating automation systems, including track circuits, is acute.

2. It has been established that the rail circuits used on the railway have significant drawbacks that reduce the safety of train traffic and increase the operating costs of their maintenance.

3. From the analysis of typical track circuits, it can be seen that they are built using threshold receivers and designed with standard insulation resistance $r_b = 1 \text{ Ohm} \cdot \text{km}$. When the ballast gets wet, such track circuits can cause dangerous failures.

4. When studying seamless track circuits, it is necessary to take into account the fact that the primary and secondary parameters in adjacent rail lines can differ significantly from each other, and there may be moving units on adjacent rail lines. In this connection, it is necessary to develop mathematical models and formalize the basic equations of a seamless rail circuit with an adaptive receiver.

5. From the analysis of the above tasks, it becomes relevant to improve the devices for monitoring the condition of track sections that would ensure stable and trouble-free operation of these devices, thereby increasing the safety of train traffic and the reliability of the operation of IRDP systems, as well as reducing construction and operation costs. The implementation of promising methods is impossible on the basis of relay technology, the control and regulation of train traffic must be carried out on the basis of microprocessor technology.

References

1. Алиев Р.М., Алиев М.М., Тохиров Э.Т. Темир йўл кесишмаларидаги сигнализация тизимининг назорат датчикларини такомиллаштириш. – Т. «Complex Print», ISBN 978-9943-6852-9-1, 2021. Монография.-118 б.
2. Aliev R., Tokhirov E., Aliev M. The mathematical model of the sensor for monitoring the state of the track section with current receivers// International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). ISSN: 2277-3878, Volume-8, Issue-5, January 2020. DOI: <https://doi:10.35940/ijrte.E5936.018520> (Scopus; IF=0.158).
3. М.М. Алиев, Р.М. Алиев, Э.Т. Тохиров, Т.Р. Нурмухамедов. Четырехполюсные рельсовые коэффициенты бесколлекторной гусеничной цепи при наличии одного из концов гусеничной цепи изолирующего соединения// Ташкентский Государственный Технический Университет (1-чорагида). Химическая технология. контроль и управление. 2019, №4-5 (88-89) <https://uzjournals.edu.uz/ijctcm/vol2019/iss4/6> (05.00.00; №12).
4. Р.М. Алиев, Э.Т. Тохиров. Определение оптимальных длин бесстыковых рельсовых цепей на переездах и перегонах// Тошкент ахборот технологиялари университети (1-чорагида). Научно-технический и информационно-аналитический журнал ТУИТ 2019, №4 (52), (05.00.00; №31).

5. Aliev R., Tokhirov E., Aliev M. Parameters of coefficients of the rail four-pole of the jointless rail circuit according to locomotive receiver// Tashkent State Technical University (1-choragida). Volume 2019 Issue 2. <https://uzjournals.edu.uz/btstu/vol2019/iss2/6>, (05.00.00; №12).

6. Aliev R., Tokhirov E., Aliev M., Tashmetov K. Research the Length of the Braking Distance for Speed and High Speed Trains on Railway Sections// International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. Volume 9, No.5, September - October 2020, DOI: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/126952020> (Scopus; IF=9.84).

7. Aliev R., Tokhirov E., Aliev M. Methodology for Determining the Optimal Values of Resistance at the Ends of the Jointless Track Circuit with Considering Twofold Shunting// International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, Volume 8. No. 9, September 2020. DOI: <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/25892020> (Scopus; IF=6.99).

8. Tokhirov E. Security Improvement Techniques at Railway Crossings of Uzbekistan// Интеллектуальный технологии на транспорте №1, 2020, ISSN 2413-2527. Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра 1. <http://itt-pgups.ru/issue/viewIssue/194/86> (05.00.00; №110).

9. Aliev R., Tokhirov E., Aliev M. Model Microprocessor Device of Four-Wire Scheme of the Direction Change. German International Journal of Modern Science. №11 2021.vol. 1. 30-32. DOI: 10.24412/2701-8369-2021-11-1-30-32 (40 ResearchGate).

Глава 9.

**MODE CHOICE MODEL OF MOVEMENT
IN DIFFERENT MODES**

Tokhirov Ezozbek Tursunalievich

Aliev Ravshan Maratovich

Aliev Marat Muhamedovich

Abstract: This study is devoted to the choice of the mode of movement model on the example of the city of Tashkent. The study of the model of time, costs, the influence of interfering factors was carried out on the example of transport, namely the movement of the subway, bus and bicycle within the city. One of the best modes of transport for the movement of passengers within the city has been identified, which, with optimal costs, allows you to reach your destination on time.

Key words: mode choice model, travel time, transport.

**ВЫБОР МОДЕЛИ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ
В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ**

Тохиров Эъзозбек Турсуналиевич

Ph.D., доцент

Алиев Равшан Маратович

Ds.c., профессор

Алиев Марат Мухамедович

к.т.н., доцент

Ташкентский государственный
транспортный университет

Аннотация: Это исследование посвящено выбору режима модели передвижения на примере города Ташкент. Исследование модели времени, расходов, влияния помехообразующих факторов проводилось на примере транспорта, а именно передвижение метро, автобуса и велосипеда в черте города. Выявлен один из лучших видов транспорта для передвижения пассажиров в черте города, который с оптимальными затратами позволяет вовремя доехать до места назначения.

Ключевые слова: модель выбора вида транспорта, время в пути, транспорт.

Introduction

Mode choice is the process where the means of traveling is determined. The means of travel is referred to the travel mode, which may be by private automobile, public transportation, walking, bicycling, or other means. How desirable a travel mode is usually is expressed by utilities. In most travel models, mode choice is applied to travel that has already been estimated, meaning that mode choice is applied to a trip or tour, or group of trips or tours, where the origin and destination are already known.

First case:

Typically, mode choice is formulated as a discrete choice model with alternatives corresponding to the specific tour or trip modes. The following types of mode alternatives may be found in these models:

- Train
- Bus
- Bike

In some models, auto modes may be further stratified by having separate sets of alternatives for potential priced road users and non-priced road users.

Transit;

Transit with walk access at the home end;

Transit with walk access at the home end.

In some models, transit modes may be further stratified by having separate sets of alternatives for by type of transit, such as commuter rail, heavy rail, light rail, express bus, local bus, etc. In some models, school bus may be an alternative for tours or trips with a school purpose.

Non-motorized; Walk; Bicycle.

In our case distance and time is the significance:

1. Distance;

2. Time;

Another hand we have some different variables:

1. Mode of availability; 2. Fare; 3. Access time; 4. In-vehicle time; 5. Egress time; 6. Total time.

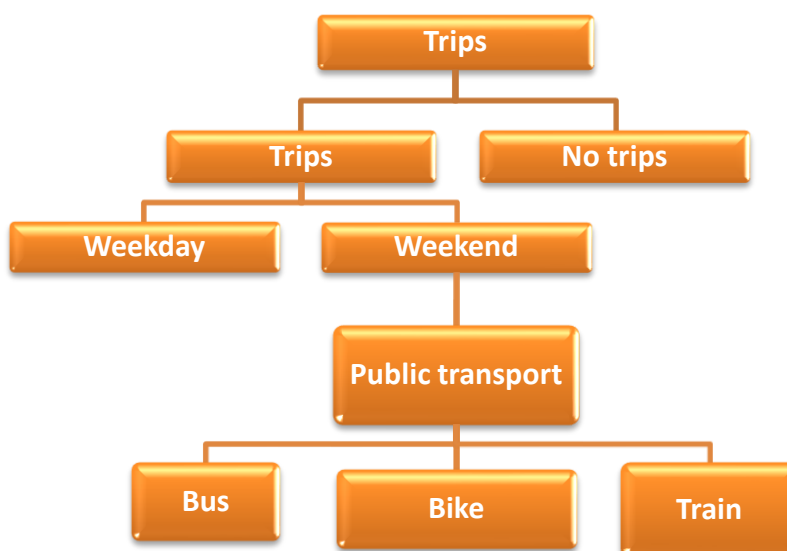


Figure 1. Choice hierarchical structure model

Firstly, we can convert from *xls to *csv format by Microsoft excel for using in R program. Then we can read the data when specifying a file location even if the file is on our hard drive in R code as follows:

```
data <- CYDa.csv  
names(data)  
summary(data)  
str(data)
```

The decision-making is one-way trip movement from origin to destination. There many alternative choices and theirs attributes. In our case of study, Decision Rule is Utility Maximization. In general, choice models based on maximum likelihood estimation technique were used for the models. These models capture the influence of attributes and characteristics on the decision makers' preferences Variables characteristics and trips in question considered for mode choice model estimation are as follows:

- Age
- Gender
- Purpose of trip
- Trip days
- Trip type

We can estimate the mode choice models separately for the variables data. These models capture the influence of attributes and characteristics on the decision makers' preferences. The attributes of the alternatives considered for mode choice model estimation are as follows:

- Travel distance
- Travel time
- Transport availability modes
- Fare (for public transport modes)
- Access time (for public transport modes)
- Access distance (for public transport modes)
- Egress time (for public transport modes)
- Egress distance (for public transport modes)

We should define significant variables, and these variables represent the factors influencing mode choice. They may therefore represent model level of service, traveler characteristics, or characteristics of the journey or land use at the trip origin or destination. Then we should estimate the mode choice models by usage survey data.

In our case, the five utility functions developed for the simple model were based on the specification shown in figure 1 and contained the two main traveling modes namely non-motorized and motorized transports. The utility function developed for non-motorized transport represented the two types of non-motorized transport users: walk and bicycle like as one traveling mode. For the mode of motorized transport, these are train and public transport users. The form of utility functions developed for five traveling modes of the models and these are expressed as follows:

The estimation results are presented in Image:

First step

```
[1] "TripID"           "MonitorID"       "PurposeCode"     "PurposeJP"       "PurposeENG"      "DepartureTime"
[7] "ArrivalTime"      "DayOfWeek"       "WeekdayDummy"    "TripDurationSec" "ODDistanceM"     "Latitude"
[13] "Longitude0"       "DistrictCode0"   "DistrictName0"   "Zone4code0"      "Zone4name0"      "Zone5code0"
[19] "Zone5name0"       "Latitude0"       "Longitude0"      "DistrictCode0"   "DistrictName0"   "Zone4code0"
[25] "Zone4name0"       "Zone5code0"     "Zone5name0"     "Age"            "Gender"          "Male"
[31] "HomeLocation"     "MainModeCode"    "MainModeJP"      "MainModeENG"     "ChoiceTime"      "ModeAvailableCar"
[37] "DistanceCar"       "TimeCar"         "ModeAvailableTrain" "TimeTrain"       "FareTrain"        "DepartureStation"
[43] "ArrivalStation"   "NumberChanges"   "AccessDistanceTrain" "AccessTimeTrain" "EgressDistanceTrain" "EgressTimeTrain"
[49] "TotalTimeTrain"   "ModeAvailableBike" "DistanceBike"     "TimeBike"        "ModeAvailableWalk" "DistanceWalk"
[55] "TimeWalk"         "ModeAvailableBus" "DistanceBus"      "TimeBus"         "FareBus"          "AccessDistanceBus"
[61] "AccessTimeBus"    "EgressDistanceBus" "EgressTimeBus"   "TotalTimeBus"
```

> summary(data)

	FareBus	AccessDistanceBus	AccessTimeBus	EgressDistanceBus	EgressTimeBus	TotalTimeBus
Min.	: 0.0	Min. : 0.0	Min. :0.000	Min. : 0.0	Min. :0.000	Min. : 0.000
1st Qu.:	0.0	1st Qu.: 0.0	1st Qu.:0.000	1st Qu.: 0.0	1st Qu.:0.000	1st Qu.: 0.000
Median :	210.0	Median :178.5	Median :2.700	Median :190.5	Median :2.900	Median : 8.400
Mean :	143.8	Mean :179.7	Mean :2.699	Mean :171.6	Mean :2.576	Mean : 9.063
3rd Qu.:	210.0	3rd Qu.:296.0	3rd Qu.:4.400	3rd Qu.:276.0	3rd Qu.:4.100	3rd Qu.:14.400
Max. :	210.0	Max. :564.0	Max. :8.500	Max. :586.0	Max. :8.800	Max. :30.600

Fig. 1.

Second Step

```
> #<<<second step>>>
> ##### Defining Log-likelihood function#####
> LL <- function(Availibity,AccTime,Time,EggTime,Distance,Fare,
+               LogsumUR)
+ {
+   # utility function
+   vuc <- 0 + Availibity*data$ModeAvailableTrain + Time*data$TimeTrain + Fare*data$FareTrain+
+   +AccTime*data$AccessTimeTrain+EggTime*data$EgressDistanceTrain
+   vuf <- + Availibity*data$ModeAvailableBus + Time*data$TimeBus + Distance*data$DistanceBus +Fare*data$FareBus+
+   +AccTime*data$AccessTimeBus+EggTime*data$EgressDistanceBus
+   vsb <- + Availibity*data$ModeAvailableBike + Time*data$TimeBike + Distance*data$DistanceBike
+   vurban<-0
+   # Log-sum variable of urban
+   LS <- log(exp(vuc/LogsumUR)+exp(vuf/LogsumUR))
+   # Denominator
+   Sum <- exp(vuc/LogsumUR) + exp(vuf/LogsumUR)
+   Sum2 <- exp(vsb)+exp(vurban+LogsumUR*LS)
+   # Probabilites
+   PucUR <- exp(vuc/LogsumUR)/Sum
+   PufUR <- exp(vuf/LogsumUR)/Sum
+   PUR <- exp(vurban+LogsumUR*LS)/Sum2
+   Psb <- exp(vsb)/Sum2
+   Puc <- PucUR*PUR
+   Puf <- PufUR*PUR
+   # Dummies for choice
+   Duc <- ifelse(data$MainModeCode== 200,1,0)
+   Duf <- ifelse(data$MainModeCode == 240,1,0)
+   Dsb <- ifelse(data$MainModeCode == 410,1,0)
+   # Log-likelihood fucntion
+   L <- -sum(Duc*log(Puc) + Duf*log(Puf) + Dsb*log(Psb))
+   return(L)
+ }
```

Fig. 2.

Third step

```
> #<<<third step>>>
> ##### Model Estimation #####
> initial_value <- list(Availability=0,AccTime=0,Time=0,EggTime=0,Distance=0,Fare=0, LogsumUR=1)
> library(bbmle)
> (NL <- mle2(LL,start=initial_value,method="BFGS",
+ control=list(trace=10000,maxit=10000),skip.hessian=FALSE))
initial value 269.160011
iter 10 value 237.551132
final value 233.516625
converged

Call:
mle2(minuslogl = LL, start = initial_value, method = "BFGS",
      skip.hessian = FALSE, control = list(trace = 10000, maxit = 10000))

Coefficients:
  Availability      AccTime      Time      EggTime      Distance      Fare      LogsumUR
  0.0104643426 -0.0224692113  0.0402060176 -0.0011716386 -0.0001967145 -0.0019600122  0.9987148609

Log-likelihood: -233.52
> summary(NL)
Maximum likelihood estimation

Call:
mle2(minuslogl = LL, start = initial_value, method = "BFGS",
      skip.hessian = FALSE, control = list(trace = 10000, maxit = 10000))

Coefficients:
      Estimate Std. Error z value Pr(>z)
Availability  0.01046434  0.20467600  0.0511  0.959225
AccTime      -0.02246921  0.02120434 -1.0597  0.289303
Time          0.04020602  0.02384651  1.6860  0.091789 .
EggTime      -0.00117164  0.00038682 -3.0289  0.002454 **
Distance     -0.00019671  0.00015474 -1.2713  0.203633
Fare         -0.00196001  0.00167542 -1.1699  0.242057
LogsumUR      0.99871486  0.14082686  7.0918  1.324e-12 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

-2 log L: 467.0333
>
> #<<<fifth step>>>
> ##### Confirming estimation results #####
> ## initial log-likelihood
> LL0 <- NROW(data)*log(1/4)
> ## converged log-likelihood
> LL1 <- logLik(NL)
> ## McFadden's Rho square
> rho <- 1-(LL1/LL0)
> rho.adj <- 1-((LL1-15)/LL0)
> ## Display all estimation results
> Goodness_of_fit <- cbind(LL0,LL1,rho,rho.adj)
> print(Goodness_of_fit)
      LL0      LL1      rho      rho.adj
[1,] -596.1066 -233.5166  0.6082636  0.5831003
>
```

Fig. 3.

In our case study, there are four significant attributes for our mode. generally negative values for travel distance and fare of the transport means that an increase available transport mode and travel time or distance and cost will reduce the utility, thus the chosen probability of an alternative. If all other attributes are equal, public transport are the most preferable choices for the respondents. Access time and egress time is not a well-defined attribute for transport mode choice compared with total time, and its coefficient is insignificant. The access or egress distance is also insignificant. Significant socio-economic variables are: the age of the respondents, trip purpose, trip days, and trip length. It means fare attribute will increase

respondent's decisions will be change significantly. It also may effect transport mode choice.

Second case:

Objective

To know which factors affecting someone mode choice, in this case are bus, train, and train usage.

Hypothesis

Parking fee, time, gender, car license, and income are significantly affecting car usage.

Delay time, cost, and time are significantly affecting bus usage.

Cost, time, and gender are significantly affecting train usage.

Data and Descriptive Analysis

```
> names(data)
[1] "ID" "choice" "costCar" "costBus" "costTrain" "timeCar" "timeBus" "timeTrain"
[9] "ParkingFeeCar" "ParkingFeeBus" "ParkingFeeTrain" "DelayTimeCar" "DelayTimeBus" "DelayTimeTrain" "Gender" "CarLicense"
[17] "Income"
> summary(data)
```

ID	choice	costCar	costBus	costTrain	timeCar	timeBus	timeTrain	ParkingFeeCar	ParkingFeeBus
ID001	1 bus : 46	Min. : 0	Min. : 700.0	Min. : 600.0	Min. : 6.00	Min. : 10.00	Min. : 18.0	Min. : 400.0	Min. : 0
ID002	1 car : 158	1st Qu.: 0	1st Qu.: 810.0	1st Qu.: 700.0	1st Qu.: 13.00	1st Qu.: 21.00	1st Qu.: 29.0	1st Qu.: 500.0	1st Qu.: 0
ID003	1 train: 96	Median : 0	Median : 910.0	Median : 800.0	Median : 18.00	Median : 32.00	Median : 38.0	Median : 590.0	Median : 0
ID004	1	Mean : 0	Mean : 902.7	Mean : 802.8	Mean : 18.56	Mean : 31.14	Mean : 38.8	Mean : 594.8	Mean : 0
ID005	1	3rd Qu.: 0	3rd Qu.: 992.5	3rd Qu.: 910.0	3rd Qu.: 25.00	3rd Qu.: 41.00	3rd Qu.: 49.0	3rd Qu.: 700.0	3rd Qu.: 0
ID006	1	Max. : 0	Max. : 1100.0	Max. : 1000.0	Max. : 30.00	Max. : 50.00	Max. : 59.0	Max. : 800.0	Max. : 0
(Other): 294									

ParkingFeeTrain	DelayTimeCar	DelayTimeBus	DelayTimeTrain	Gender	CarLicense	Income
Min. : 0	Min. : 0	Min. : 5.000	Min. : 0	Min. : 0.0	Min. : 0.0000	Min. : 150050
1st Qu.: 0	1st Qu.: 0	1st Qu.: 6.000	1st Qu.: 0	1st Qu.: 0.0	1st Qu.: 1.0000	1st Qu.: 190265
Median : 0	Median : 0	Median : 8.000	Median : 0	Median : 0.5	Median : 1.0000	Median : 225430
Mean : 0	Mean : 0	Mean : 7.597	Mean : 0	Mean : 0.5	Mean : 0.7667	Mean : 225691
3rd Qu.: 0	3rd Qu.: 0	3rd Qu.: 9.000	3rd Qu.: 0	3rd Qu.: 1.0	3rd Qu.: 1.0000	3rd Qu.: 261158
Max. : 0	Max. : 0	Max. : 10.000	Max. : 0	Max. : 1.0	Max. : 1.0000	Max. : 299940

Income
Min. : 0.0
1st Qu.: 0.0
Median : 0.5
Mean : 0.5
3rd Qu.: 1.0
Max. : 1.0

Fig. 4.

```
#<<<Second step>>>
##### Defining Log-likelihood function #####
LL <- function (pf,dtbus,cost,time,gender,carlicense,inc1,inc2,inc3,c2,c3)
```

Fig. 5.

From the data summary above, as it can be seen, we made dummy variables on Gender and Car License. On gender, we change female into 0 and male into 1. On car license, we change 1 into car license holder and 0 to them who did not have

car license. For income, we also separated into 3 parts, made it one for each usage, and change it into dummy variables. As we can see above, we divided income into 2 category, above and below the average. For those who have income below the average, we change into 0 and upper average into 1. We eliminate cost variable on car, because the value of car cost is zero. The same treatment for parking fee in bus and train as well. We also including Delay Time variable on bus only, due to no time delaying for car and train.

Utility Function

```
# Utility function
v1 <- data$ParkingFeeCar*pf + data$timeCar*time + data$Gender*gender + data$CarLicense*carlicense + data$Income*inc1
v2 <- data$DelayTimeBus*dtbus + data$costBus*cost + data$timeBus*time + C2 + data$Income*inc2
v3 <- data$costTrain*cost + data$timeTrain*time + data$Gender*gender + C3 + data$Income*inc3
```

Fig. 6.

$$U_{i,j} = V_{i,j} + \varepsilon_{i,j}$$

$$V_{i,car} = \beta_2 \times pf_{i,car} + \beta_3 \times T_{i,car} + \beta_4 \times G_i + \beta_5 \times CL_i + \beta_6 \times Inc1_{i,car}$$

$$V_{i,bus} = \beta_1 \times dt_{i,bus} + \beta_3 \times T_{i,bus} + \beta_7 \times C_{i,bus} + \beta_6 \times Inc2_{i,bus} + C_2$$

$$V_{i,train} = \beta_3 \times T_{i,train} + \beta_5 \times G_i + \beta_7 \times C_{i,train} + \beta_6 \times Inc3_{i,train} + C_3$$

β_1 =delay time

β_2 =parking fee

β_3 =time

β_4 =gender

β_5 =car license

β_6 =income

β_7 =cost

Model Estimation and Result

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(z)	
pf	-0.00482717	0.00120325	-4.0118	6.026e-05	***
dtbus	-0.33563621	0.11818527	-2.8399	0.0045125	**
cost	-0.00317188	0.00081139	-3.9092	9.260e-05	***
time	-0.14615476	0.01416957	-10.3147	< 2.2e-16	***
gender	-0.20417437	0.39060223	-0.5227	0.6011713	
carlicense	0.71240967	0.33979005	2.0966	0.0360275	*
inc1	0.76444409	0.20822622	3.6712	0.0002414	***
inc2	-0.37348278	0.26327868	-1.4186	0.1560205	
inc3	-0.39096935	0.23389414	-1.6716	0.0946101	.
C2	3.30432981	0.37263646	8.8674	< 2.2e-16	***
C3	2.76759804	0.53312528	5.1913	2.089e-07	***

 signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

-2 log L: 372.1646
 >
 > #<<<Fourth step>>>
 > LL0 <- NROW(data)*log(1/3) ## Initial log-likelihood
 > LL1 <- logLik(MNL) ## Converged log-likelihood
 > ## McFadden's Rho square
 > Rho <- 1-(LL1/LL0)
 > Rho.adj <- 1-((LL1-length(coef(MNL)))/LL0)
 > GoF <- cbind(LL0,LL1, Rho, Rho.adj) ## Goodness of fit
 > print(GoF)

	LL0	LL1	Rho	Rho.adj
[1,]	-329.5837	-186.0823	0.435402	0.4020266

Fig. 7.

From the result above, we can see that some variables are highly significant to someone mode choice. Such as parking fee (for car only), cost (for bus and train), time, and income (for car only). Somehow, car license is affecting car usage also, but the significance level is low. Also delay time for bus, it has 2 stars which means it affected bus usage but not too significant compared to the other variables.

Negative and positive sign in estimate column shows this factors affecting mode choice in which side. Negative means it will affect in opposite way. Such as parking fee, because the value in estimate column is negative (-00482717) means that the higher parking fee cost, the lower number of car passenger will be, in the other words, they will not choose car anymore due to increasing price of parking fee. The same condition will implied in cost (for bus and train usage) and time as well. The higher the cost, the lower passenger of bus and train will be. The longer

the delay time the bus and the longer time travel, the lower the number of passengers. For income, it is significantly affecting car usage only. So, high income people will tend to use car instead of bus and train.

LL(0) represents log likelihood with zero coefficient, and LL(1) represents log likelihood with estimated coefficient. LL0 is smaller than LL1 means the data and the process are good since it says that the parameters are more likely given the observation/data. The higher log likelihood 1 means the outcome is more reliable or for example less reliable. In addition, the result also shows that the initial value is improving, because Rho is larger than Rho adjusted.

Conclusion

- Parking fee, time, and income are the only factors that significantly affecting car usage.
- Delay time, cost, and time are significantly affecting bus usage.
- Cost and time are the only factors that significantly affecting train usage.

Previous Comments and Suggestions:

- Improve the model, especially in income variable.
- Consider more about the factors that should be included in utility function and eliminate unimportant variables.
- Income graphic is strange.

Third case:

1. Objective

To identify the factors affecting mode choice

2. Hypothesis

Only time and cost are affecting mode choice.

3. Descriptive Analysis

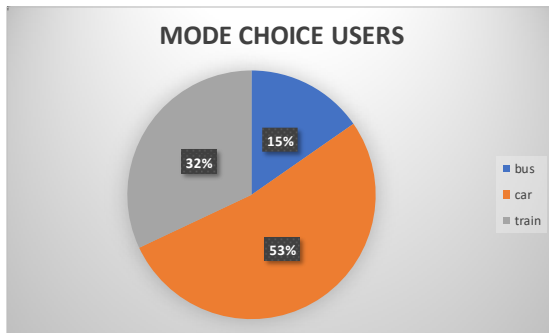
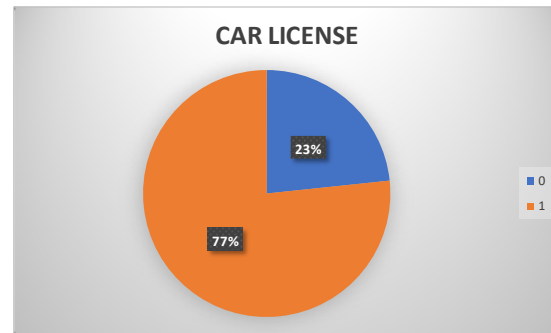
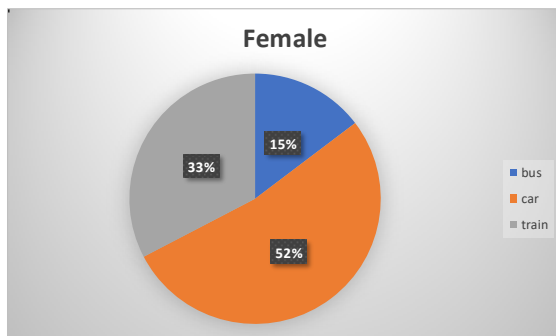


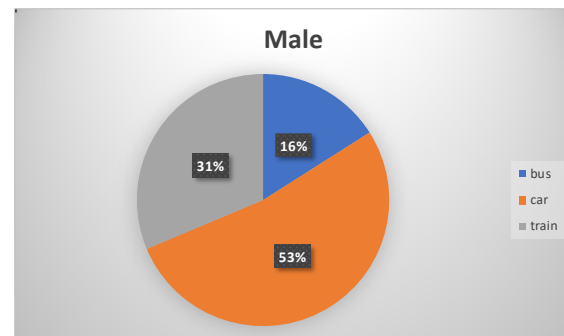
Fig.1 The rate of mode choice users



**Fig.2 The rate of possession
car license**



**Fig.3 The rate of mode choice
female users**



**Fig.4 The rate of mode choice
male users**

Before thinking about logit model, the relation of different data became clear by pivot table of Excel. From Fig.3 and Fig.4, I knew that the rate of mode choice is the almost same regardless of gender.

We compare fare, riding time, income and delay every transportation. Fig.5 to Fig.8 show fare (cost) and riding time (time) each person. Therefore, horizontal axis of Fig.5 to Fig.8 show individual. From Fig.7, income is the almost same regardless of transportation.

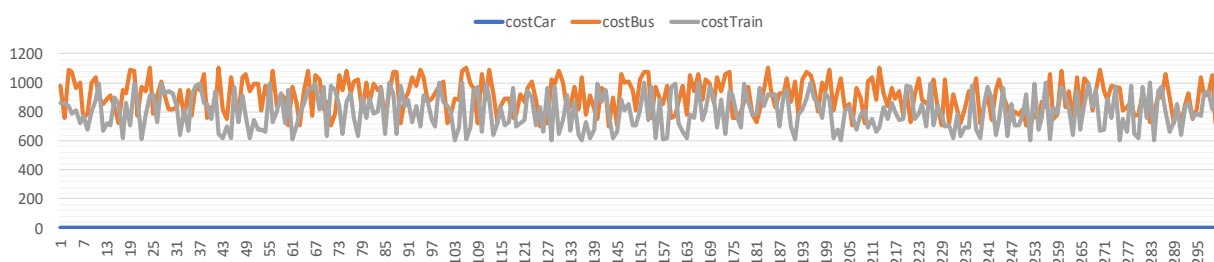


Fig. 5. Cost (fare) every transportation

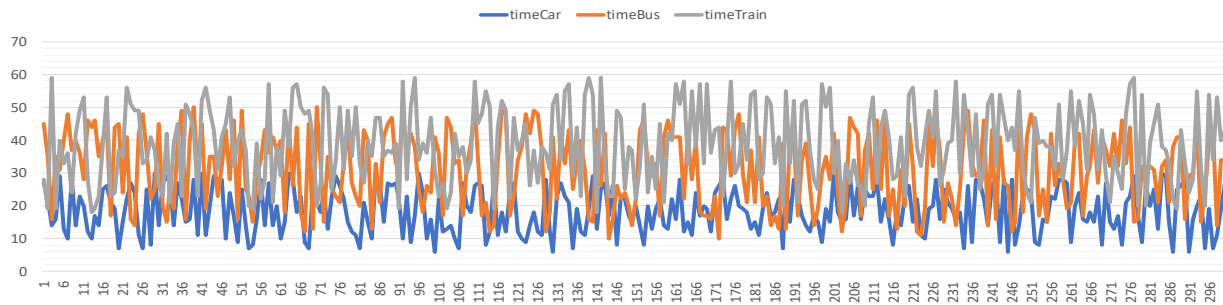


Fig.6 Time (riding time) every transportation

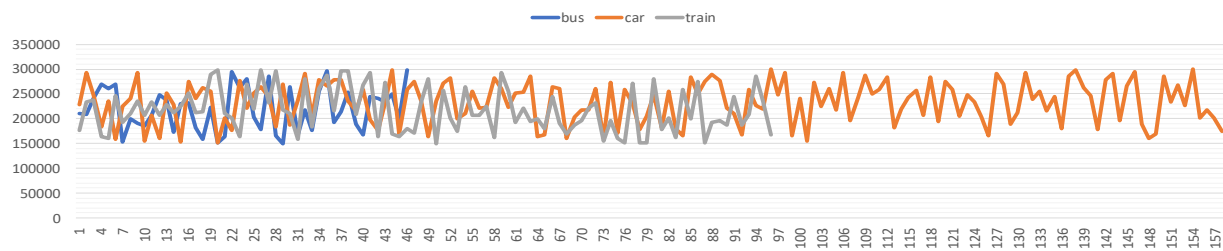


Fig.7 Income every transportation

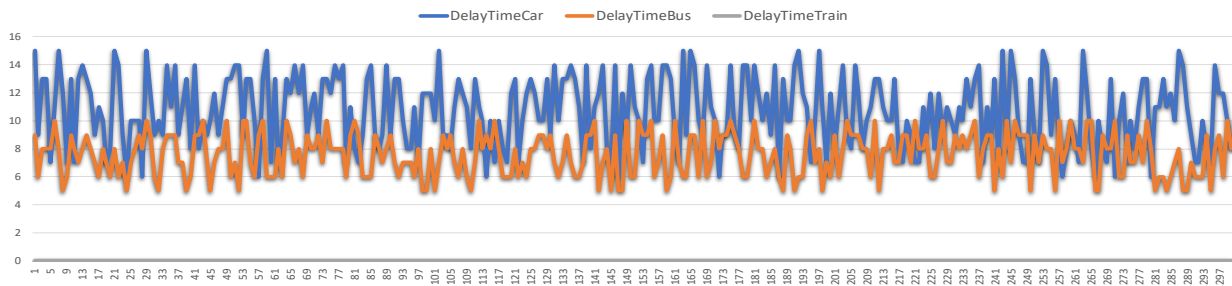


Fig.8 Delay time every transportation

Utility Function

$$U_{i,j} = V_{i,j} + \varepsilon_{i,j}$$

$$V_{i,car} = \beta_1 \times dt_{i,car} + \beta_2 \times pf_{i,car} + \beta_3 \times T_{i,car} + \beta_4 \times I_i + \beta_5 \times G_i + \beta_6 \times CL_i$$

$$V_{i,bus} = \beta_1 \times dt_{i,bus} + \beta_3 \times T_{i,bus} + \beta_4 \times I_i + \beta_7 \times C_{i,bus} + C_2$$

$$V_{i,train} = \beta_3 \times T_{i,train} + \beta_4 \times I_i + \beta_5 \times G_i + \beta_7 \times C_{i,train} + C_3$$

β_1 =delay time, β_2 =parking fee, β_3 =time, β_4 =income, β_5 =gender, β_6 =car license, β_7 =cost

Model Estimation

```
#<<Second step>>
#### Defining Log-likelihood function ####
LL <- function (pf,dt,cost,time,income,gender,carlicense,c2,c3)
# Utility function
V1 <- data$DelayTimeCar*dt + data$ParkingFeeCar*pf + data$timeCar*time + data$Income*income + data$Gender*gender + data$CarLicense*carlicense
V2 <- data$DelayTimeBus*dt + data$costBus*cost + data$timeBus*time + data$Income*income+ c2
V3 <- data$costTrain*cost + data$timeTrain*time + data$Income*income+ data$Gender*gender + c3

# Denominator
Sum <- exp(V1) + exp(V2) + exp(V3)

# Probabilities
P1 <- exp(V1)/Sum
P2 <- exp(V2)/Sum
P3 <- exp(V3)/Sum

# Dummies (or indicator) for choice
D1 <- ifelse(data$choice == "car",1,0)
D2 <- ifelse(data$choice == "bus",1,0)
D3 <- ifelse(data$choice == "train",1,0)

# Log-likelihood function
L <- -sum(D1*log(P1) + D2*log(P2) + D3*log(P3))
return(L)
} #End function

#<<Third step>>
#### Model Estimation ####
initvalue <- list(pf=0,dt=0,cost=0,time=0,income=0,gender=0,carlicense=0,c2=0,c3=0)
#install.packages: NoTICE: Packages is needed to install for the first time using the packages
# install.packages("bblme")
library(bblme)
MNL <- mle2(LL, start = initvalue, method = "BFGS", control = list(trace = 10000, maxit = 10000))
summary(MNL)
```

Fig. 8.

Result and Conclusion

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(z)	
pf	-6.2057e-03	1.1756e-03	-5.2788	1.300e-07	***
dt	-4.1159e-01	6.1535e-02	-6.6886	2.253e-11	***
cost	-3.9589e-03	9.0913e-04	-4.3546	1.333e-05	***
time	-1.6381e-01	1.6328e-02	-10.0322	< 2.2e-16	***
income	3.4069e-10	4.8631e-09	0.0701	0.94415	
gender	-1.5837e-01	4.0298e-01	-0.3930	0.69433	
carlicense	8.2123e-01	3.6756e-01	2.2343	0.02546	*
c2	-1.1334e+00	2.6934e-01	-4.2082	2.574e-05	***
c3	-2.0251e+00	2.6127e-01	-7.7511	9.107e-15	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

-2 log L: 342.7424

	LL0	LL1	Rho	Rho.adj
[1,]	-329.5837	-171.3712	0.4800373	0.4527301

Fig. 9.

Parking fee, Delay time, Cost, and Time are significantly affecting mode choice. Therefore, our hypothesis is wrong. Car license also affecting mode choice, but not too significant compared to parking fee, delay time, cost, and time.

The Problem of Our Analysis

A result of descriptive analysis, we became clear that there is a different in time and delay time of each transportation. However, we set the same parameter time and delay time in each transportation.

Also, we use the own value as income. However, we should have set dummy valuables as income. Then, we set three dummy valuables.

Improvement Our Analysis

We changed utility function as the below.

$$V_{i,car} = \beta_1 \times dt_{i,car} + \beta_2 \times pf_{i,car} + \beta_3 \times T_{i,car} + \beta_4 \times I_i + \beta_5 \times G_i + \beta_6 \times CL_i$$

$$V_{i,bus} = \beta_1 \times dt_{i,bus} + \beta_3 \times T_{i,bus} + \beta_4 \times I_i + \beta_7 \times C_{i,bus} + C_2$$

$$V_{i,train} = \beta_3 \times T_{i,train} + \beta_4 \times I_i + \beta_5 \times G_i + \beta_7 \times C_{i,train} + C_3$$

$$V_{i,car} = \beta_{1,car} \times dt_{i,car} + \beta_2 \times pf_{i,car} + \beta_{3,car} \times T_{i,car} + \beta_4 \times I_i + \beta_5 \times G_i + \beta_6 \times CL_i$$

$$V_{i,bus} = \beta_{1,bus} \times dt_{i,bus} + \beta_{3,car} \times T_{i,bus} + \beta_4 \times I_i + \beta_7 \times C_{i,bus} + C_2$$

$$V_{i,train} = \beta_{3,train} \times T_{i,train} + \beta_4 \times I_i + \beta_5 \times G_i + \beta_7 \times C_{i,train} + C_3$$

Result of improvement and Conclusion

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(z)
pf	-6.3654e-03	1.2427e-03	-5.1220	3.023e-07 ***
dtcar	-4.3132e-01	6.2313e-02	-6.9217	4.461e-12 ***
dtbus	-3.4020e-01	1.2948e-01	-2.6275	0.0086025 **
cost	-3.9157e-03	1.0617e-03	-3.6881	0.0002259 ***
timecar	-1.7800e-01	2.5038e-02	-7.1090	1.169e-12 ***
timebus	-1.5597e-01	2.3857e-02	-6.5376	6.253e-11 ***
timetrain	-1.6289e-01	1.9864e-02	-8.2000	2.403e-16 ***
income	0.0000e+00	5.6968e-08	0.0000	1.0000000
gender	1.2672e-01	4.0063e-01	0.3163	0.7517701
carlicense	-8.4271e-01	3.6374e-01	-2.3168	0.0205173 *
C2	-3.9859e+00	5.6146e-01	-7.0992	1.255e-12 ***
C3	-4.3398e+00	7.4643e-01	-5.8141	6.096e-09 ***

We improved parameter. However, Parking fee, Delay time, Cost, and Time are significantly affecting mode choice. This result is the same as before improvement. We knew that car delay time effects on mode choice than bus delay time. This result is the same as descriptive analysis (Fig.8). While, time estimate is not different each transportation. However, from Fig.6, time is different each transportation.

References

1. http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:f9Hoc1a1v4J:tfresource.org/Category:Mode_choice+&cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=ru;
2. https://theses.lib.vt.edu/theses/available/etd-12122002-222445/unrestricted/Thesis_Qingying_Lu.pdf
3. <https://utc.uic.edu/wp-content/uploads/Mode-Choice-Modelling-Using-Personalized-Travel-Time-and-Cost-Data.pdf>

Глава 10.

**SOLUTION TO SECURITY ON RAIL TRANSPORTATION
WITH THE HELP OF A DATABASE**

Tokhirov Ezozbek Tursunalievich

Aliev Ravshan Maratovich

Aliev Marat Muhamedovich

Abstract: In this article, on the basis of new computer technologies, information was created on the status, structure, types, placement on the map of stations located at regional railway junctions (MTU) of the Uzbek railway and their facilities. The created database (MB) and software are based on the latest technologies, it is created in the C# programming language (Microsoft Visual Studio 2008) and the database management system (DBMS) Oracle Database 10g Express Edition. Each regional railway junction is included in the order on the basis of separate orders. In the MB, you can add or delete newly built facilities, stations and their subdivisions, and compile reports. The program is equipped with a search engine that allows you to find the information you need. The data is based on the latest updates for 2009-2010.

Key words: Database Management Systems, C#, railway.

**РЕШЕНИЕ ПО БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ
ПЕРЕВОЗКАХ С ПОМОЩЬЮ БАЗЫ ДАННЫХ**

Тохилов Эъзозбек Турсуналиевич

Ph.D., доцент

Алиев Равшан Маратович

Ds.c., профессор

Алиев Марат Мухамедович

к.т.н., доцент

Ташкентский государственный
транспортный университет

Аннотация: В данной статье на основе новых компьютерных технологий созданы сведения о статусе, структуре, типах и размещении на карте станций, которые расположены на региональных железнодорожных узлах (МТУ) Узбекской железной дороги, а также объектов принадлежащих АО «УТЙ». Созданная база данных (МБ) и программное обеспечение основаны на новейших технологиях, программа написана на языке программирования C# (Microsoft Visual Studio 2015) и системе управления базами данных (МВВТ) Oracle Database 10g Express Edition. Каждый региональный железнодорожный узел включается в приказ на основании отдельных приказов. В МБ можно вносить или удалять вновь строящиеся объекты, станции и их подразделения, составлять отчеты. Программа оснащена поисковой системой, которая позволяет найти нужную информацию. Данные основаны на последних обновлениях за 2019-2020 годы.

Ключевые слова: системы управления базами данных, C#, железная дорога.

Introduction

The Republic of Uzbekistan is geographically located in the center of Central Asia and is the crossroads of all land and air communications in the region, the most important transport hub of Eurasia.

One of the key sectors of the economy of our state is rail transport, which plays an important role in ensuring socio-economic stability, industrial development and the defense capability of the state.

Railway transport is a huge industrial and technical complex, which is a zone of increased danger. At the same time, it is the most reliable and safest type of transportation of passengers and goods due to the decades-old system of ensuring the safety of rail transportation. Currently, the share of railway transport of the Republic of Uzbekistan accounts for about 70% of the total freight turnover of all types of transport and about 60% of passenger traffic.

The State Inspectorate of the Republic of Uzbekistan for Supervision of the Safety of Railway Transportation is a government body specially authorized in the field of state control, performing the functions of the railway administration in developing, implementing and coordinating measures in the field of ensuring traffic safety in railway transport.

The task of the inspection is to create an effective and clear system for monitoring the safety of railway transportation, based on state supervision, since the stable operation of all departments of public railway transport and departmental railway sidings of ministries and departments of the Republic of Uzbekistan depends on the unconditional provision of train traffic safety and shunting work, meeting the ever-growing demand for passenger and freight transportation

For the reporting period 2010 certain work was done by the Uzgoszheldornadzor apparatus and its regional branches in the field. In order to implement State supervision and control over ensuring the safety of transportation in the railway transport of the Republic of Uzbekistan, 1182 preventive work was carried out (in 2009 - 737 preventive work), in which 6622 employees of enterprises related to the transportation process took part (in 2009 - 3488 employees).

According to the results of 1018 preventive works (in 2009 - 675 preventive works) with the participation of 6141 employees (in 2009 - 3352 employees) for the

1st quarter of 2010 due to various malfunctions and deviations from the track maintenance standards, shortcomings in the repair and technical maintenance of rolling stock, power supply, signaling and communication devices on the tracks SJSRC «Uzbekiston temir yullari» identified 7803 comments (in 2009 - 5795 comments), including threatening the safety of train traffic - 1059 comments (in 2009 - 708 comments). In the 1st quarter of 2010, the speed was limited on 10 stages (in 2009 - on 4 stages), 9 tracks (in 2009 - 6 tracks), 5 turnouts (in 2009 - 7 turnouts), closed to traffic 1 haul (in 2009 - 3 hauls),

On the railway sidings of industrial enterprises of ministries and departments in the 1st quarter of 2010, during the implementation of 164 preventive works (in 2009 - 62 preventive works) with the participation of 481 employees (in 2009 - 136 employees), 1458 comments were identified (in 2009 - 397 279 remarks (in 2009 - 42 remarks), In the 1st quarter of 2010, 63 tracks were temporarily closed to traffic (in 2009 - 17 tracks), - 15 turnouts), 27 locomotives (in 2009 - 3 locomotives), 58 wagons (in 2009 - 3 wagons), others - 64 remarks (in 2009 - 4 remarks)

For the 1st quarter of 2010 the number of violations of traffic safety in railway transport increased by 2 cases and amounted to 16 cases in 2010 against 14 cases in 2009, including 12 cases on the tracks of UTY in 2010 against 7 cases in 2009.

The number of traffic safety violations at the railway sidings of industrial enterprises of ministries and departments decreased compared to the same period last year and amounted to 4 cases in the 1st quarter of 2010 against 7 cases in 2009.

For the 1st quarter of 2010 22 wagons and 2 locomotives were damaged, in the same period of 2009 17 wagons and 1 locomotive were damaged.

The main reasons for the incidents on the railway tracks of UTY and on the tracks of industrial enterprises of ministries and departments are:

- poor professional knowledge of employees of the locomotive, track facilities, wagon facilities and railway workshops of industrial enterprises;

- violations of rolling stock repair technology, maintenance of railway tracks with violations of the requirements of technical standards;

- lack of proper control over the work of performers by the heads of enterprises.

For the 1st quarter of 2010, the State Inspectorate of the Republic of Uzbekistan for Supervision of the Safety of Railway Transportation developed 2 regulatory documents to ensure the safety of transportation in the field of railway transport (for the same period in 2009 - 4 regulatory documents).

The Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan is considering a draft amendment to the Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan “On measures to improve the activities of the State Inspectorate of the Republic of Uzbekistan for the supervision of the safety of railway transportation” No. 101 dated 02.03.2004.

Regarding compliance with the requirements of the rules for the safe operation of lifting structures, steam boilers and vessels for the 1st quarter of 2010, the following was carried out:

- 9 seminar-meetings (in 2009 - 16 seminar-meetings) on the safe operation of lifting structures, steam boilers and vessels at 9 enterprises (in 2009 at 16 enterprises) with the participation of 271 people (in 2009 - 110 people);

- at 47 enterprises and organizations (in 2009 - 43 enterprises and organizations) a technical inspection of 317 objects was carried out (in 2009 - 403 objects), including hoisting cranes - 170 (in 2009 - 273), overhead cranes - 27 (none in 2009), escalators - 9 (in 2009 - 9), elevators - 11 (in 2009 - 4), steam and hot water boilers - 31 (in 2009 - 56), pressure vessels - 69 units (in 2009 - 73 units);

- technical examinations of 21 objects (in 2009 - 59 objects).

Employees of the department took part in the certification of permanent commissions of enterprises and organizations to verify the current Rules and Instructions, as a result of which 266 people from among the engineering and

technical workers were certified (in 2009 - 469 people), of which 53 people did not pass the certification (in 2009 year - 109 people).

During the 1st quarter of 2010, the commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan on licensing activities in the field of railway transport did not receive applications for issuing licenses for the transportation of goods and passengers (in 2009 - 4 applications were received). During the 1st quarter of 2010, 2 applications were received for reissuing licenses in connection with the renaming of enterprises (in 2009, no applications were received).

According to the decision of the protocol of the Commission of the Cabinet of Ministers on licensing activities in the field of railway transport, at the request of licensees, 2 licenses were reissued in the first quarter of 2010 (in 2009, 6 licenses were issued). At the request of the licensee, in February 2009, 1 license was issued to the Lead Recovery Train No. 1.

Preventive work was carried out with the employees of PMS-17 st. Bukhara, LDM Bukhara to prevent and prevent violations of railway safety requirements, and 12 comments were identified.

Based on the results of acceptance into permanent operation of railway transport technologies, a conclusion was issued by Akbar degrez LLC for the manufacture of spare parts and parts for locomotives of the TE10, TE10M, ChME3 series.

For 3 months of 2010, 9 applications were received (in 2009 - 4) for the approval of technical specifications, 7 technical specifications were agreed (in 2009 - 3), 1 technical condition was returned for revision (in 2009 - 1), 1 technical condition is being under consideration.

15 applications were received for approval of 26 standard technological processes (in 2009 - 17 technological processes) for the production of works in the field of railway transport: from UEL GAZHK «UTY» a standard technical process for maintaining diesel locomotives of the TE10M series in the amount of TR-1r, a

standard technical process for maintaining TO-3 and maintenance of TR-1 diesel locomotives of the TE10M series, technical process for the overhaul of KR-1, KR-3 diesel locomotives of the ChME3 series, from AMZ - the technical process for the repair of wheel sets of the type RU1Sh-957G, RU1-957 without axleboxes for freight cars, from JSC «Yulreftrans» - technical process for surfacing of wheel pair flanges, PE «Ekubjon» technical processes for the current repair of diesel locomotives of the TGM23, TGM3, TGM4 series, from JSC «Uzbekkumir» technical processes for overhaul, medium, lifting repairs of railway tracks, contact network, rolling stock and freight cars. Of the presented technical processes, 23 technical processes were agreed (in 2009 - 9), 3 technical processes were returned for revision (in 2009 - 8).

According to the schedule of the Republican Council for Coordinating the Activities of Regulatory Bodies for the 1st quarter of 2010, 6 inspections were planned (26 inspections were planned in 2009), 6 inspections of the activities of economic entities operating in railway transport were carried out (in 2009 26 inspections according to the plan, 19 unscheduled inspections), of which violations of established norms and requirements were revealed at 6 enterprises (in 2009 - at 25 enterprises).

In the 1st quarter of 2010 checks were carried out on the access roads of the following enterprises of ministries and departments: Kukon Tola Bazassi LLC AZh Takhiatash TPP, Ozik-ovkat Mollari OJSC ROTB, Syrdarya TPP O.A.Zh., Talimarzhan TPP UE, «Nilufar-AT» firmasi.

A total of 81 comments were identified, incl. 31 remarks threatening the safety of train traffic, of which 12 tracks, 17 turnouts, 1 exit are closed for traffic, 1 locomotive is put out of operation.

In the 1st quarter of 2009 6 inspections were carried out at the UTY enterprises: at the Uztemiyulcontainer enterprise, Jizzakh track distance No. 5,

Central Design Bureau of the Uzbekistan Temir Yollari SJSC, Boshtransloyiha OAJ, Kungrad signaling and communication distance, Temiryulenilgitamin

In total, 88 remarks threatening security were identified at the enterprises of the Uzbekistan Temir Yollari SJSC: 29 tracks, 38 turnouts were closed for traffic, 2 locomotives, 1 freight car, 3 railcars, 3 cranes were put out of operation, 12 other remarks.

20 inspections were carried out at the enterprises of ministries and departments: “Temir yoʻl qurilishmehanizatsiya”, “Mirvali khususy firmasi”, MCHJ “Guliston baraka UNI” KUSH.K, “Dashtabod temir yul plochastsi” MCHJ, “Honka omad don” M.Ch .J., «18-QICH.K.» Bayer group OOO, O'zenergota'minlash, Algados ICTC, Yo'l quruv va tamir tresti OAJ, Gaz to'ldirish stansiyasi MCH OAJ, Memor HK, Kattakurgon firmasi MCHJ, Zharkugan qurilish cons. MChZh, Shirin omad servis, 8-son temir-beton, Sib-Akbar OOO, Zhiyd temir concrete max. z-di MChZh, «XIX ulgurzhi savdo korkhona», LLC «Trans dib».

In total, 88 remarks threatening safety were identified on the access roads of ministries and departments: 6 diesel locomotives were put aside from operation, 33 turnouts, 31 tracks, 1 congress were closed to traffic, and 17 other remarks.

According to the letter No. 06-452 dated January 14, 2009 of the Republican Council for Coordinating the Activities of Regulatory Bodies in the period of January-February 2009, 19 unscheduled inspections were carried out at the enterprises of the Ministries and departments: savdo, Takhiatash don mahsulot OJSC, Karabayli Gurish f-l, Mostootryad - 14, ChTPF Yumiir, Takhiatash Neft Bazasi Unitary Enterprise, Chimbay TIKhPFK, LLC Korbalt Rutoil LLC, Nukus Gaz Tuldrish Bazasi LLC , Qishloq Khuzhalik Kime TJSC, Kuprik Qurilish House of Culture, Dzhumurtau Quarry OJSC, Ellikkala Neftebaza Unitary Enterprise, Urgench Transgaz UPTK and SDP, Navoi TPP OJSC, Navoiyulgurzhisavdo LLC, Khatyrchi branch of JSC « Navoiykishlokhujalikkime», GM “O'ZBEKISTON”, JSC “Navoiy pakhta tozalash”

In total, during unscheduled inspections, 51 prohibition measures were issued, incl. 19 tracks, 17 turnouts were closed, 2 locomotives, 11 freight wagons were put out of operation, and others - 2 comments.

For the 1st quarter of 2010 at the railway crossings of UTY, 11 rolling stock collisions with vehicles were allowed, in which 1 person died. During the same period in 2009, 11 raids were made, in which 7 people died.

For the 1st quarter of 2010, in accordance with the Decree of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan No. 62 dated February 21, 2002, a proposal was received for 1 conclusion for the transit transportation of dangerous goods through the Republic of Uzbekistan, for which a ban was given due to the lack of relevant documents (in 2009, 3 applications for the issuance of conclusions on the transit transportation through the Republic of Uzbekistan of dangerous goods, of which 2 conclusions were resolved positively). For the 1st quarter of 2010 in accordance with the Decree of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan No. 213 dated 06.05.04. 4 conclusions were given for the import of dangerous goods into the Republic of Uzbekistan, all were resolved positively (in 2009 - 1 conclusion was given).

In pursuance of the Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. UP-3665 “On measures to further reduce and improve the system of inspections of business entities”, inspectors of the inspection “Uzgoszheldornadzor” held 17 seminars-meetings in 118 microfirms (in 2009 - in 63 microfirms 28 seminars-meetings) and preventive work with employees of small enterprises and microfirms, in which 144 people took part (in 2009 - 123 people), 12 articles were published in newspapers, 3 television programs were organized, 1 speech on local radio (in 2009 - 3 articles were published in newspapers, provided for small businesses and micro-firms 35 guidelines).

In order to ensure efficient, reliable and safe operation of the new railway line Tashguzar-Boysun-Kumkurgan for the 1st quarter of 2010, the inspectors of the

inspection «Uzgoszheldornadzor» carried out 30 preventive work involving 140 people (in 2009 - 15 preventive work with the participation of 57 people) aimed at ensuring the safety of train traffic. In pursuance of the protocol decision of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan dated March 24, 2008 No. 05-33-16 on the new railway line «Tashguzar - Boysun - Kumkurgan» for the 1st quarter of 2010, 2 times the employees of the central office of the inspection carried out supervision over ensuring the safety of railway transportation, the technical condition of the subgrade, the superstructure of the track and artificial structures was checked.

Creation of an information system to improve security

Most of the problems listed above are generated by the fact that the normalized model is considered immutable. However, in practice it turns out to be necessary to change the elements of the model in order to obtain a convenient database schema. Changing the roles of attributes and values leads to a restructuring of the original data model and, as a result, to a restructuring of all database components. In addition, practice shows that not every fragment of the subject area can be described by a single relation.

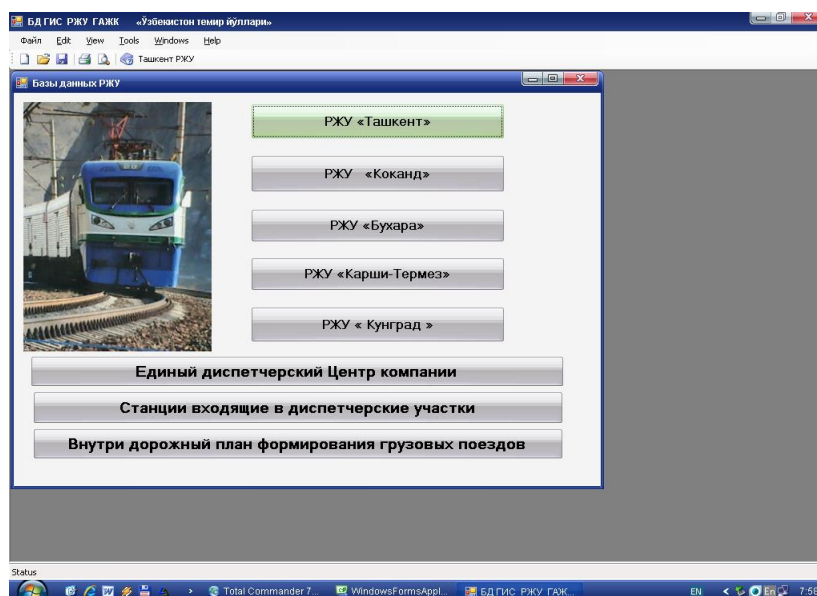


Figure 1. Main window

Therefore, modern DBMS, which use languages in their circuit SQL, increasingly include in their sentences the constructions inherent in conventional programming languages.

The creation of data banks determines a fundamentally new approach to the organization of an integrated database and involves the use of a special database management system (DBMS).

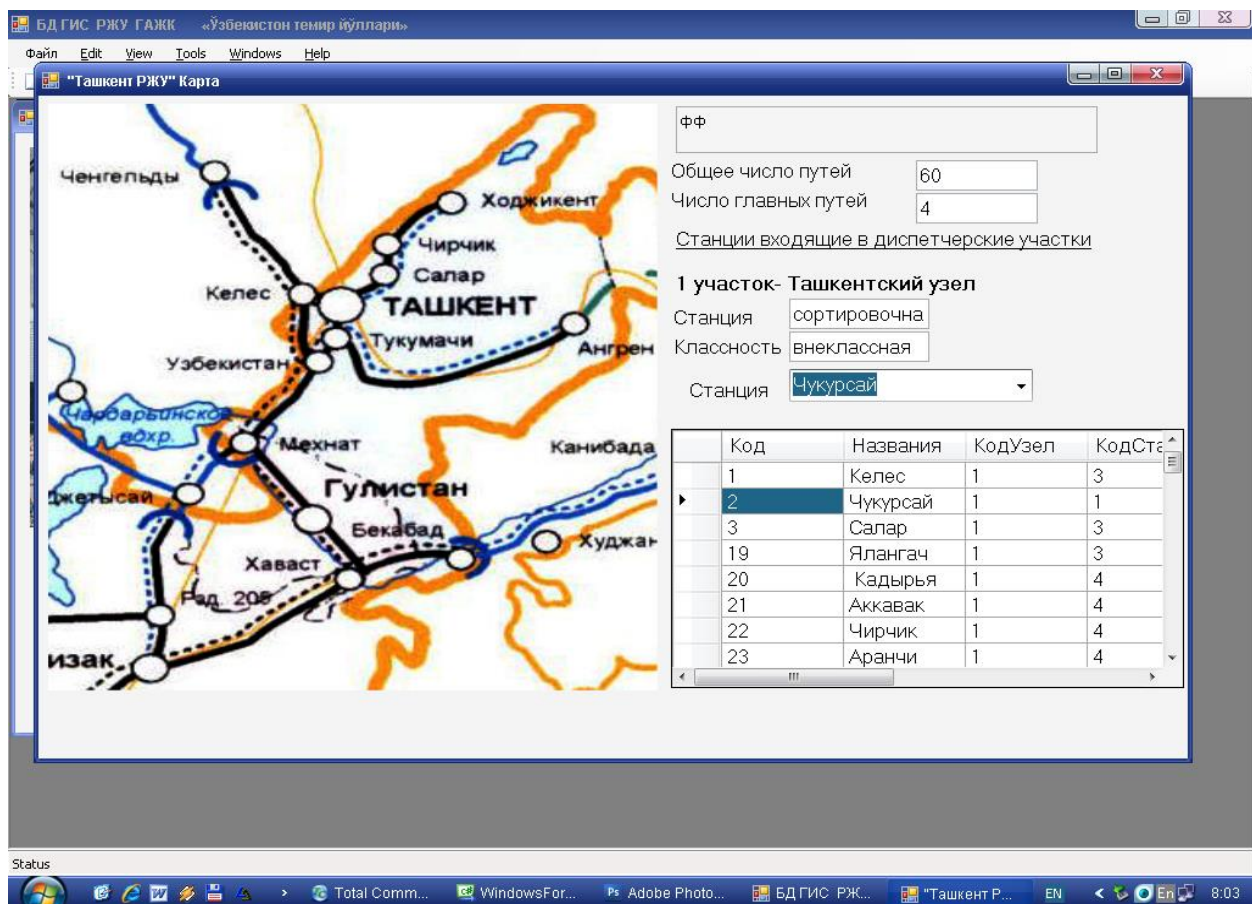


Figure 2. RJU «Tashkent»

In practice, firms developing relational DBMSs do not provide tools to automate the process of designing an information model higher than in 3NF, thereby leaving it difficult for the developer to

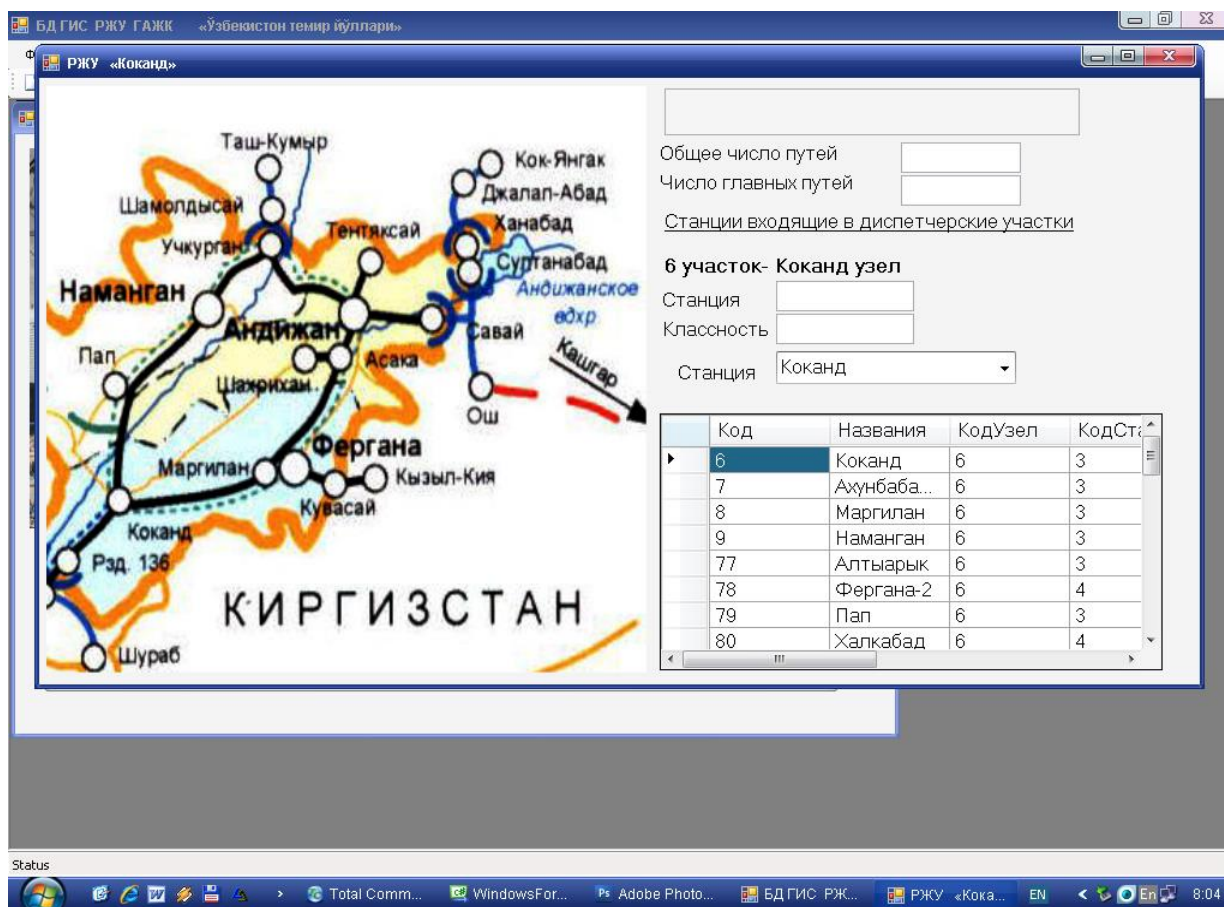


Figure 3. RJU «Kokand»

Of course, the conclusion is not the place for a detailed discussion of the problems under consideration and ways to solve them in the DBMS, however, it can be pointed out that the technique used in this system for uniquely identifying objects of the modeled subject area with its own key (anchor) practically minimizes, if not completely eliminates, necessary modifications of the data model for such changes.

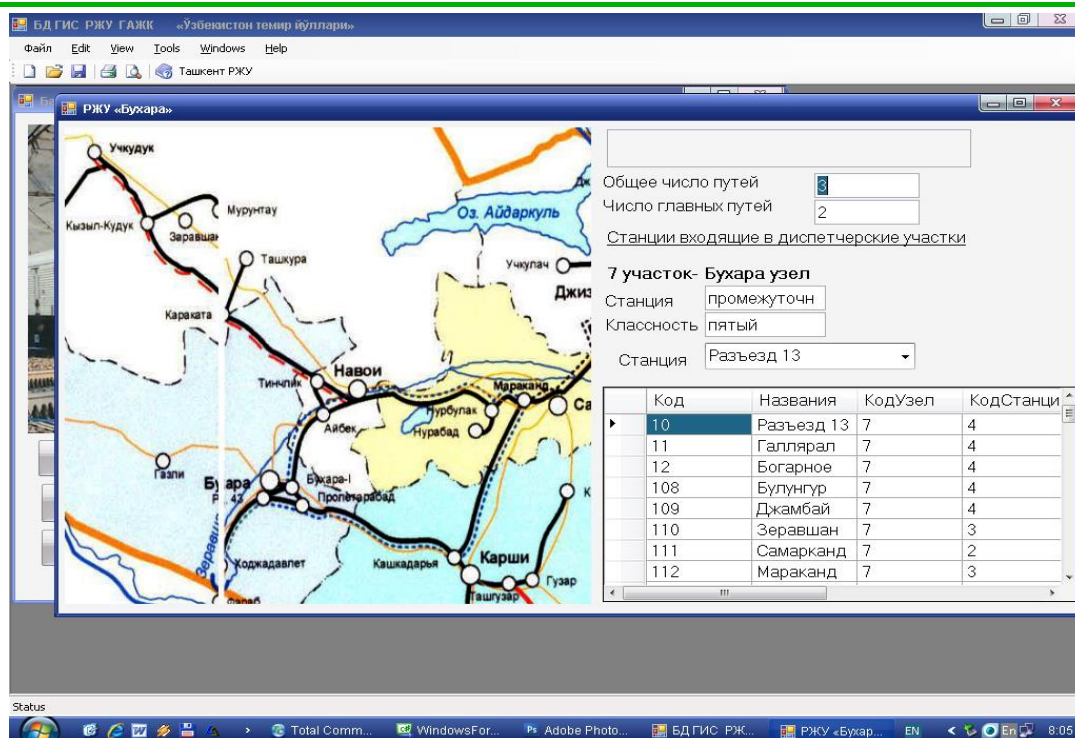


Figure 4. RJU «Bukhara»

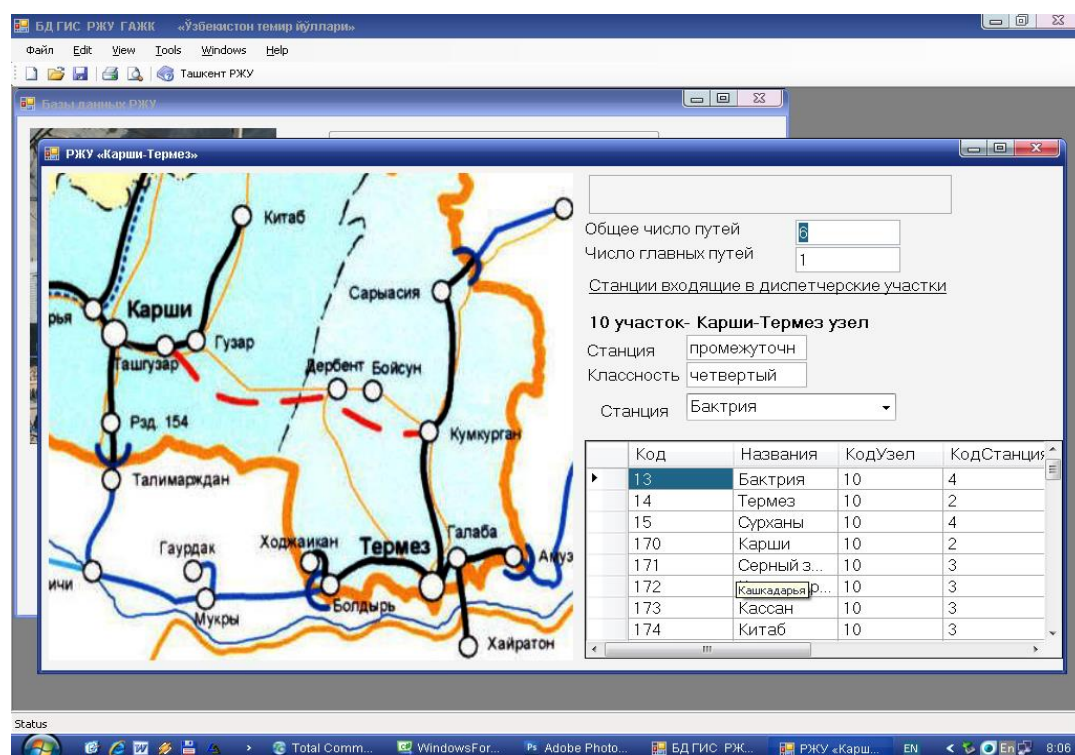


Figure 5. RJU «Karshi-Termiz»

The ORD system has special tools (rules) for controlling database modification: adding, deleting and editing instances of objects (tuples of relations), which can be used in their connections (relationships) with other objects and block erroneous user actions that can lead to loss (the impossibility of restoring) objects or the possibility of building false links.

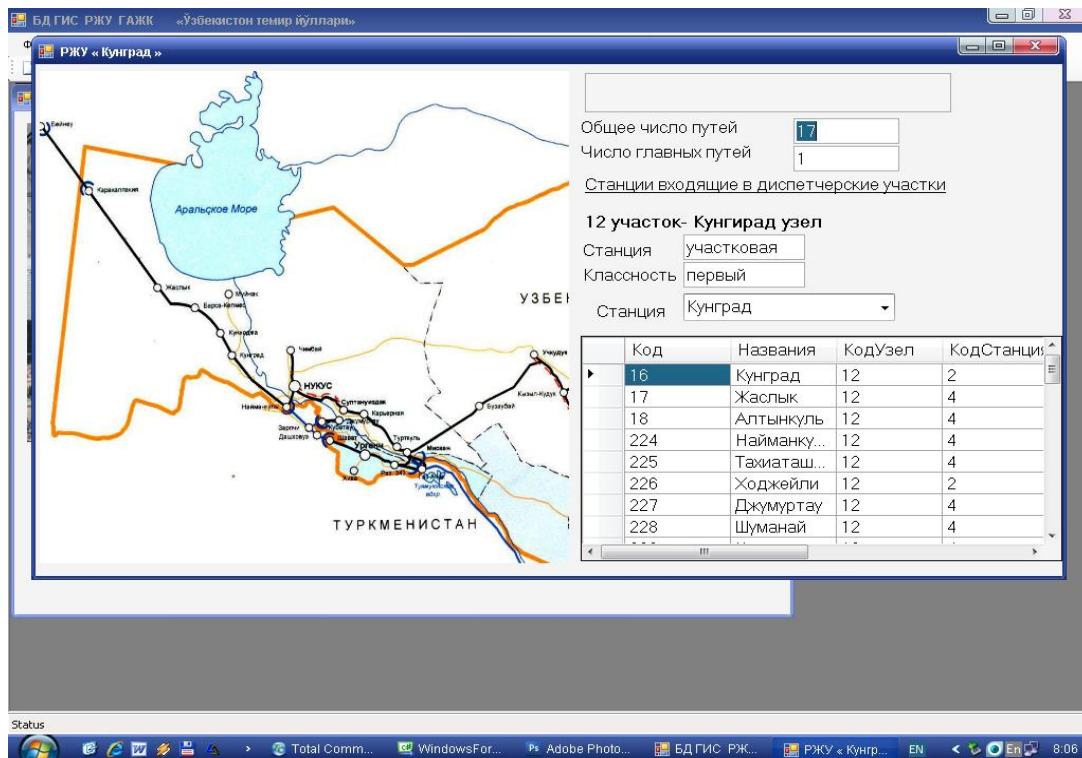


Figure 6. RZHU «Kungrad»

As for the formation of the responses to queries themselves, in which you have to bind various relationships, which can lead to connection traps, then to block them in DBMS there is a mechanism for constructing queries that takes into account the structure of object relationships defined in the database. This mechanism turns out to be similar to the QBE query language and blocks the receipt of formally correct answers that do not correspond to reality. Although the possibility of constructing a query with a connection of structures by arbitrary attributes is

preserved, imposing on the user the responsibility for the semantic correctness of the responses received.

Единый диспетчерский Центр компании

Диспетчерских круг

Ташкентский узел

Узбекистан - Хаваст

Ташкент- центральный

Хаваст- Джизак-Мараканд

Хаваст-Бекабад-Коканд-Наманган-Андижан- участок Хаваст-Бекабад

Коканд-Ахунбаева-Андижан- участок Коканд-Ахунбаева

Бухара-Мараканд-Ходжадавлет

Тинчлик-Учкудук-Мискен

Карши-Мараканд

Термез-Сариасия-Амузанг-участок Термез-Сариасия

Нукус-Мискен

Кунград -Каракалпакия

Ташгузар-Кумкурган

Ташкентский узел оборудован устройствами автоблокировки

Станций 10

Сортировочных 1

Грузовых 6

Пассажирских 2

Промежуточных 1

Участковых

Пропускная способность участка

Грузовых 16 пар

Пассажирских 23 пары

Эксплуатационная длина путей 63.3 км

Электрифицированных 63.3 км

Автоблокировки 63.3 км

Полуавтоблокировки

Диспетчерская централизация

Электрожелезнодорожная система

Чукурсай

Сортировочная горка немеханизированная средней мощности перерабатывающая способность от 1800-2100 вагонов в сред. сутки.

Figure 7. Unified Dispatch Center of the company

Станции входящие в диспетчерские участки

Названия Станции Узлы

Выбор

Названия станция

Ахунбаево

Узел

Станция

Классность

Информация

Закреть

Все

Код	Названия	КодУзел	КодСтанция	КодКлассность	Общее_число_1	Число_главных	Информация
1	Келес	1	3	3	8	2	ф
2	Чукурсай	1	1	6	60	4	фф
3	Саяр	1	3	3	21	2	ффф
6	Коканд	6	3	6	63	4	
7	Ахунбаево	6	3	1	26	3	
8	Маргилан	6	3	2	20	1	
9	Наманган	6	3	3	11	1	
10	Разъезд 13	7	4	5	3	2	
11	Галлярал	7	4	4	5	3	
12	Богарное	7	4	4	7	2	

Figure 8. Stations included in control areas

Станции входящие в диспетчерские участки

Названия Станции Узлы

Код	Названия	Участок	Станции	Сортировочная	Участковая	Грузовая	Промежуточная	Пасс
1	Ташкентский...	1	10	1	0	6	1	2
2	Узбекистан...	2	15	0	1	3	11	0
3	Ташкент-Цен...	3	26	0	0	9	17	0
4	Хаваст-Джи...	4	16	1	2	2	11	
5	Хаваст-Бека...	5	22	1		7	14	
6	Коканд-Ахн...	6	16			6	10	
7	Бухара-Мара...	7	29	1		5	23	

Узел: Узбекистан-Хаваст

Сортировочная: 0

Участковая: 1

Грузовая: 3

Промежуточная: 11

Пассажирская: 0

Пропускная способность участка

Пропускная способность участка:
грузовых - 18 пар, пассажирских - 23 пары Эксплуатационная длина
путей - 282,7 км
Электрифицированные - 282,7 км Автоблокировки - 266,7 км
Полуавтоблокировки - 16 км

Figure 9. Nodes

Внутри дорожный план формирования грузовых поездов

Формирования: Чукурсай Расформирования: Далигузар

Род поезда: Сборный

Формирует: На участок Келес - Далигузар с подборкой вагонов ЕСР 7201,7223.

Код	Формирования	Расформирования	Формирует	Род поезда
5	Чукурсай	Ахангаран	Ахангаран и далее, включая порожние цементовозы ЕСР 7226-7230.	Вывозной
6	Чукурсай	Далигузар	На участок Келес - Далигузар с подборкой вагонов ЕСР 7201,7223.	Сборный
7	Чукурсай	Назарбек	Назарбек под выгрузку. ЕСР 7222. (при наличии вагонопотока).	Передаточный
11	Чукурсай	Ташкент-товарный	Ташкент-товарный под выгрузку ЕСР 7224.	
12	Чукурсай	Хаваст	Хаваст и далее до Коканда искл. Диззак и далее до Бухары-1 искл., Кашкадары искл. Приаральское...	
13	Чукурсай	Хаваст	На участок Янгильдискл. - Хаваст искл. с подборкой вагонов по станциям. Вагоны Памтаарал, Джет...	
14	Чукурсай	Коканд	Коканд и далее, Андижан и далее, включая порожние цистерны. ЕСР 7180-7196.7400-7444.	
15	Чукурсай	Бухара-1	Бухара-1 и далее до Караул-Базара вкл. на Туркменскую, Азербайджанскую, Грузинскую жл. ЕСР 54...	
16	Чукурсай	Карши	Карши и далее, включая вагоны на Гаджикскую жд. и Афганистан. ЕСР 7288-7294.716-7331.7335-7344...	

Figure 10. Inside the road plan for the formation of freight trains

Conclusion

Uzbekistan Railways plays an important role in achieving this goal, such as searching or sending information to any address, such as status, structure, types, distribution on the map of stations and their facilities located in regional railway junctions (MTU).

Increases productivity by efficiently performing tasks such as receiving, processing, sending and storing the necessary data using this DB in projects, checks and other attributes that need to be done.

The work performed makes it possible to find information about the stations and related objects located in the «Uzbekiston temir yo'llari» state, types of distribution on the map, quickly find information about them and sends the necessary objects. To accomplish the task, the dissertation is essential.

In the work performed with the help of a database (DB), it is possible to find the necessary information, process, send and save it. This will give a positive effect and save time.

References

1. Tokhirov E. Security Improvement Techniques at Railway Crossings of Uzbekistan// Интеллектуальный технологии на транспорте №1, 2020, ISSN 2413-2527. Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра 1. <http://itt-pgups.ru/issue/viewIssue/194/86> (05.00.00; №110).
2. Aliev R., Tokhirov E., Aliev M. Model Microprocessor Device of Four-Wire Scheme of the Direction Change. German International Journal of Modern Science. №11 2021.vol. 1. 30-32. DOI: 10.24412/2701-8369-2021-11-1-30-32 (40 ResearchGate).

3. Aliev R., Tokhirov E. Analysis and scientific methodological recommendations for reducing the delay on railway crossings. Interactive science. – 2021. – № 5 (60). DOI 10.21661/r-554252 (40 ResearchGate).

4. Tokhirov E. Safety and communication at guarded railway level crossing // “Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар” мавзусидаги республика 14-қўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференция материаллари тўплами. – Тошкент: Тадқиқот, №7. Март, 2020. 179-бет.

5. Tokhirov E. Literature review for improvement at railway level crossing// инновационное развитие науки и образования: сборник статей XI Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2020. – 33-37 с.

6. Tokhirov E., R. Aliev, To improve safety at level crossing in Uzbekistan// European scientific conference: сборник статей XX Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2020. – 64-66 с.

7. Tokhirov E., R. Aliev, Improving the braking distance of the train before level crossing// Scientific Collection «InterConf», (31): with the Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference «Science and Practice: Implementation to Modern Society» Manchester, Great Britain: Peal Press Ltd., 2020. № 1 (31) | October, 2020.

РАЗДЕЛ II.

**ДИССЕМИНАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОПЫТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Глава 11.

**РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ
ПРОДУКТОВ ИЗ МЯСА ЯКА**

Тамабаева Бибикуль Сулеевна

к.т.н., профессор

Абакирова Элиза Майрамбековна

старший преподаватель

Кыргызский государственный технический

университет им. И. Раззакова

Аннотация: Мясо яка является уникальным сырьем для производства новых продуктов. Обитая на высокогорье в условиях чистой окружающей среды, яки дают экологически чистое сырье. В связи с чем, изделия из этого сырья представляют особый интерес. В работе даны рецептуры и технологии новых продуктов из мяса яка.

Ключевые слова: як, мясо, поголовье, мясопродукты, технология, качество, готовая продукция.

**DEVELOPMENT OF RECIPE AND TECHNOLOGY
OF YAK MEAT PRODUCTS**

**Tamabaeva Bibikul Suleevna
Abakirova Eliza Mairambekovna**

Abstract: Yak meat is a unique raw material for the production of new products. Living in the highlands in a clean environment, yaks provide environmentally friendly raw materials. In this connection, products from this raw materials are of particular interest. The paper gives recipes and technologies for new products from yak meat.

Key words: Yak, meat, livestock, meat products, technology, quality, finished products.

Яководство, специфическая отрасль высокогорного скотоводства, в последние годы развивается в Кыргызской Республике быстрыми темпами. Это связано с успешным позиционированием мяса яка на товарном рынке предпринимательскими структурами как эксклюзивного и высококачественного экологического продукта [1].

В мясной отрасли страны сырьем для выработки мясопродуктов используется мясо традиционных животных таких как, говядина, баранина, свинина и конина. Учитывая, что потребление мяса в Кыргызстане значительно отстает от физиологической нормы потребления, проблема поиска дополнительных местных источников сырья актуальна. Таким сырьевым источником может стать экологически чистое мясо яка. Поскольку,

использование мяса яка для изготовления мясных продуктов за последнее десятилетие интенсивно растет, благодаря его исключительным полезным свойствам и оно превращается в высокоценный продукт не только для населения, проживающего в местах обитания этих животных, как это было раньше. В связи с этим в данный момент большое внимание стали уделять разведению и наращиванию поголовья яков, о чем свидетельствуют данные Национального статистического комитета КР, представленные в табл. 1 [2].

Выявлено, что самое большое количество яков 79,2 тыс. голов было в 1979 году и самое малое количество 16,8 тыс. голов было в 2000 году, в настоящее время насчитывается 57,2 тыс. голов, что говорит об устойчивой тенденции наращивания и увеличения поголовья яков в республике [3].

Таблица 1

**Данные Национального статистического комитета КР по учету
поголовья яков за период 2020-2021 гг.**

Регионы	Хозяйства всех категорий		в том числе			
	период		Фермер- ские хо- зяйства	Личные подсоб- ные	Коллек- тивные хозяйства	Государствен- ные хозяйства
	2020	2021				
Кыргызская Республика	53907	57204	36746	17591	2308	559
Области:						
Баткенская	1426	1302	668	516	-	118
Жалал-абадская	412	403	273	29	101	-
Иссык-кульская	16076	16085	4871	9083	2131	-
Нарынская	26085	27792	25457	2226	-	109
Ошская	6968	8389	2700	5613	76	-
Таласская	751	1121	980	66	-	75
Чуйская	1943	1855	1797	58	-	-
Другие	246	257	-	-	-	257

из них яки-коровы

Регионы	Хозяйства всех категорий		в том числе			
	период		Фермер- ские хозяй- ства	Личные подсоб- ные	Коллек- тивные хозяйства	Государ- ственные хо- зяйства
	2020	2021				
Кыргызская Республика	30629	33547	22499	9982	891	175
Области:						
Баткенская	785	726	351	343	-	32
Жалал-абадская	227	245	174	13	58	-
Иссык-кульская	7915	8116	2509	4802	805	-
Нарынская	15995	17192	16117	1037	-	38
Ошская	4212	5341	1586	3727	28	-
Таласская	343	561	493	35	-	33
Чуйская	1047	1294	1269	25	-	-
Другие	105	72	-	-	-	72

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что наибольшая доля яков в общем их поголовье пришлась на хозяйства Нарынской (48,6 процента), Иссык-Кульской (28,1 процента) и Ошской (14,7 процента) областей, в остальных регионах их доля незначительна (от 0,7 до 3,3 процента).

Наилучшие условия для разведения яков имеются в таких районах как Атбашинский, Алайский и Тонский. Обширные территории высокогорных пастбищ, пригодных для содержания яков, имеются во многих районах Кыргызской Республики. Изучения наличия высокогорных пастбищ, их состояние травостоя, а также урожайность позволяют в будущем увеличить поголовье яков до 130-140 тыс. голов [3].

Популяция основной массы кыргызских яков разводилась в «чистоте» - это черный тип животных. Бурый тип яков, по мнению исследователей, образовался в результате скрещивания этого вида животных с крупным рогатым скотом в далекой древности [4].

Разводят яков на пастбищах, расположенных на высоте свыше 3000 м над уровнем моря, поскольку в условиях низкогорья с жарким климатом яки чувствуют себя не комфортно и их разведение в этих условиях не эффективно. Яки являются исключительно пастбищными животными, и поэтому себестоимость их разведения очень низка. В республике имеется более 1 миллиона гектаров высокогорных труднодоступных пастбищных угодий, использование которых для выпаса других видов скота не эффективно, и они могут использоваться исключительно для разведения яков [5].

Яководство можно отнести к безотходной отрасли. Яков очень выгодно разводить в нынешних условиях так как рентабельность данного вида животноводства достигает 80% и более. С точки зрения экономической эффективности с этими животными не может сравниться никакой другой вид крупного рогатого или мелкого скота [6,7].

Теоретические и практические основы, комплексные вопросы производства и переработки мяса яка заложены в трудах отечественных и зарубежных ученых: Мадагаева Ф.А., Брянской И.В., Колесниковой И.А., Баженовой Б.А., Вторушиной, Аюшеевой, Жунушева А.Т., Алымбекова К.А., Денисова В.Ф., Черткова В.А., Абдыкеримова А.А., Сарбагишева Б.С., Тамабаевой Б.С., Кошоевой Т.Р. Cheng.P., Q. Ji, C. Bhu, Y. Dawa, D. и др.

Учеными были изучены биологические особенности яков, химический состав, технологические показатели мяса в местах разведения данных животных в высокогорных районах нашей страны и за рубежом, [3,4,7,8,1,9,10,11].

Установлено, что химический состав мяса в значительной степени определяет его пищевую ценность и потребительские свойства. Пищевая ценность мяса зависит от количественного соотношения влаги, белка, жира, содержания незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов и минеральных веществ.

Результаты работ авторов [3,12] показывают, что на химический состав мяса яков влияют возраст, пол, упитанность животных и природно-климатические условия [13]. В мясе, полученном от животных в возрасте 1,5-2,5 лет, содержится наиболее оптимальное количество влаги, сухих веществ, белков и липидов; оно имеет лучшие органолептические показатели и технологические свойства, чем мясо яков старше 3,5 лет. В нижеследующей таблице показан химический состав различных видов мяса [4, 14].

Таблица 2

Химический состав мяса яка, говядины и конины

Показатели	Мясо яка	Говядина I	Конина I
Содержание воды, %	71,42	64,5	69,6
Содержание белка, %	20,21	18,6	19,5
Содержание жира, %	4,10	16,0	9,90
Содержание золы, %	1,14	0,90	1,00
Энергетическая ценность ккал/100г	134	218	167

Из табл. 2 видно, что, в мясе яков содержание белков больше, чем в других видах мяса и это свидетельствует о высокой пищевой ценности.

Мясо яков является ценным деликатесным, экономически выгодным, экологически чистым, эксклюзивным региональным продуктом питания [1,5,12]. Оно не уступает другим видам мясного сырья по содержанию белка, минералов, отличается низкой калорийностью, что делает мясо яка привлекательным и ценным сырьем для диетического, лечебно-профилактического и функционального питания, соответствующее современным тенденциям сбалансированного питания и запросам потребителей.

Мясо яков характеризуется сбалансированным аминокислотным составом [4, 14, 15, 16, 17], содержит в достаточном количестве полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) (табл. 3).

Мясо яка характеризуется оптимальным соотношением трёх важнейших аминокислот – триптофана, метионина и лизина. Такое соотношение влияет на усвояемость белков мяса, и мясо яка в высокой степени отвечает требованиям науки о мясе (1:1-2:5-7) [18].

Как продукт высокой биологической ценности мясо яка, характеризует её жирнокислотный состав [4, 14, 19]. Так, соотношение ненасыщенных жирных кислот ω -6 к ω -3 составляет (7,3:4,2).

Таблица 3

Аминокислотный и жирнокислотный состав ячины

Аминокислотный состав г/100г белка		Жирнокислотный состав, %	
Незаменимые аминокислоты		Насыщенные жирные кислоты	
Валин	5,51	Миристиновая	3,26
Изолейцин	4,06	Пентадеценовая	0,50
Лейцин	7,47	Изопальмитиновая	0,50
Лизин	7,92	Пальмитиновая	25,76
Метионин+цистин	3,75	Маргариновая	1,49
Треонин	4,15	Стеариновая	13,48
Триптофан	1,08	Мононенасыщенные кислоты	
Фенилаланин+тирозин	6,26	Миристолеиновая	1,42
Заменимые аминокислоты		Пальмитолеиновая	5,47
Аланин	5,74	Гептадеценовая	0,80
Аргинин	5,07	Олеиновая	38,14
Аспарагиновая кислота	10,03	Нонадеценовая	0,35
Гистидин	3,48	Полиненасыщенные кислоты	
Глицин	4,85	Линолевая	6,10
Глутаминовая кислота	17,48	Линоленовая	6,00
Пролин	5,88	Арахидоновая	4,20
Серин	4,30		

*литературные данные [4,14,20]

Анализируя жирнокислотный состав мяса яков необходимо отметить, что достаточно высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот, по

сравнению с другими экотипами и видами мяса [14, 4, 20] свидетельствует о высокой его пищевой ценности.

Мясо яка содержит мало холестерина, так как жир яка распределен под кожей [21,19].

Исследовано что у яков внутренний и подкожный жир имеет различную температуру плавления [22]. Температура плавления подкожного жира ($45,1^{\circ}\text{C}$) меньше, чем внутреннего ($52,8^{\circ}\text{C}$), что подчиняется общей закономерности. Однако следует отметить большую разницу ($7,7^{\circ}\text{C}$) между температурами плавления подкожного и внутреннего жира яков. Коэффициенты рефракции подкожного и внутреннего жира яка составляют 1,4674 и 1,4686, соответственно. Различие йодного числа в подкожном (42,2) и внутреннем (29,4) жире указывает на неодинаковое содержание ненасыщенных жирных кислот в данных пробах. Кислотное число свежевытопленного жира (подкожного и внутреннего) не превышает 0,47 мг КОН, что позволяет отнести жир яка к высшему сорту.

Изучение структурных показателей мяса яков выявило, что консистенция мяса имеет жестковатую структуру. Образцы мяса получили баллы в пределах 7,3–7,6, однако, общая балловая оценка мяса яка была неплохой. Автор выдвигает предположение о том, что суровые климатические и природные условия, а также обитание в высокогорных местах, может вызвать формирование дополнительной соединительной ткани в виде хрящей и сухожилий для нормального функционирования организма, что в свою очередь, может вызвать жесткую консистенцию мяса яка [23].

Особый интерес представляет содержание минеральных веществ. В табл. 3 приведены минеральный состав мяса яка и говядины [4, 14].

Таблица 4

Сравнительная характеристика минерального состава мяса

Показатель	Мясо яка	Говядина
Макроэлементы, мг/100г		
Натрий	67,9	73,6
Калий	279,1	355,43
Кальций	10,3	10,21
Магний	19,9	22,2
Фосфор	142,6	188,3
Сера	214,2	230,2
Микроэлементы, мкг/100г		
Железо	4920,0	2800,0
Йод	-	7,2
Алюминий	874,4	-
Кобальт	5,1	7,5
Марганец	36	35,6
Медь	192,2	182,6
Молибден	5,6	11,6
Никель	15,7	8,6
Олово	17,5	75,7
Фтор	32,4	63,4
Хром	34,5	8,2
Цинк	4188,2	3240,4
Селен	0,4	-

Повышенное содержание железа в мясе яка по сравнению с другими видами мясного сырья относится к одним из главных его преимуществ. Мясо является основным поставщиком гемового железа, которое из мясных продуктов усваивается на 30 %, тогда как из растений всего на 10 %. Нехватка железа в организме человека вызывает анемию, способствующую нарушению ферментативных реакций в организме, снижению иммунитета, слабостью, ухудшением состояния кожи, волос, ногтей и т.д.

По данным Министерства здравоохранения среди населения Кыргызской Республики имеет место высокая распространенность железодефицитной анемии (37,8 % беременных, 34,2 % небеременных

женщин, 42,6 % детей [24]. В связи с чем, использование мяса яка в качестве сырья является актуальным.

Питание населения страны относится к числу важнейших факторов, определяющих здоровье нации, ее потенциал и перспективы развития. Недостаток или биологическая неполноценность продуктов приводит к тяжелым экономическим и социальным последствиям.

В Кыргызской Республике существенно ухудшилась структура питания, в результате чего образовался дефицит некоторых веществ, в частности, железа, йода, фтора, селена, витаминов и др.

Одним из аспектов этой проблемы является широкое распространение йододефицитных состояний среди детского и взрослого населения страны, связанное с недостаточным поступлением йода с пищей и водой, которое требует разработки научно-обоснованных подходов к ликвидации дефицита этого важнейшего микроэлемента. Но, несмотря на большую практическую работу, проблема йододефицита все еще не решена. Необходимы новые пути решения этой проблемы, одним из которых является создание продуктов, обогащенных йодом за счет новых нетрадиционных добавок природного происхождения.

Продовольственное обеспечение страны имеет первостепенное социальное и политическое значение и является важнейшей задачей любого государства. Гарантия доступности продуктов питания для каждого жителя необходимом количестве для активной и здоровой жизни – важнейший фактор социальной стабильности, необходимое условие реализации стратегии национального приоритета – повышение качества жизни граждан путем гарантирования высоких стандартов жизнеобеспечения. Мясная промышленность входит в число социально значимых отраслей агропромышленного комплекса. Необходимость развития этой отрасли

объясняется ростом потребительского спроса на мясо и мясные продукты сравнительно высокими показателями в зависимости от импорта.

Большое влияние на здоровье населения оказывает окружающая среда. Анализ окружающей среды как в целом мире, так и в Кыргызстане показывает, что основные тенденции экологической дестабилизации продолжаются и нарастают. Это обусловлено тем, что практически все экосистемы планеты затронуты деятельностью человека.

Одним из путей решения этих проблем является решение одного из фрагментов этой глобальной проблемы: защита человека от нестабильной биосферы через повседневный пищевой фактор.

Важнейшим элементом общей стратегии является разработка таких продуктов питания, которые при употреблении в данной конкретной ситуации могли бы защитить человека от многоплановых современных опасностей окружающей среды. Такое обеспечение осуществляется только в том случае, когда оно адекватно условиям жизни, при урезании или перенасыщении обязателен «сбой» системы. Практически «урежаются» или «перенасыщаются» химические условия процессов питания. И если изменились «химические условия существования людей», то решение проблемы можно искать в изменении химического состава пищи.

Никогда ранее химические условия существования людей не были неизменными, но никогда ранее они так стремительно не менялись как сейчас. В наш рацион энергично вторгаются рафинированные продукты, многочисленные вкусовые добавки, консерванты, стабилизаторы, красители, разрыхлители и другие факторы явно синтетического происхождения. Среди ученых нет единого однозначного мнения на счет того, сможет ли к этому приспособиться человек. Но предполагается, что замена натуральных продуктов питания полунатуральными и тем более синтетическими не проходит бесследно для здоровья.

Нельзя умолчать и о таком факте, что ассортимент продуктов питания Кыргызстана сильно изменился в последние годы за счет импорта продовольственных товаров, и к новым продуктам питания необходимо не только приспособиться, но и порой защититься от них через химические компоненты привычной пищи, тем более, что пищевые продукты имеют способность аккумулировать из окружающей среды все экологически вредные вещества и концентрировать их в больших количествах.

Критические ситуации, создавшиеся в продовольственной, сельскохозяйственной, экологической и социально-экономической сферах во многих странах мира, требуют применения новых подходов к пище.

Эти подходы должны базироваться на научно обоснованных биологических принципах, прогрессивных и экологически безопасных технологиях, способствующих максимальному оздоровлению человека, трофических систем, биологических сообществ и окружающей среды. Поэтому проблема производства таких продуктов, которые могли бы максимально удовлетворять потребности человека во всех необходимых пищевых веществах, становится актуальной.

В настоящее время готовые продукты из мяса яка составляют ничтожно малую часть в ассортименте выпускаемых промышленным способом мясных продуктов, что связано с недостаточно разработанной технологией их производства. Поэтому создание рациональной технологии производства мясных продуктов из нетрадиционного сырья – мяса яка, улучшение их качества позволит значительно повысить объем производства мясопродуктов, разнообразить ассортимент. Увеличить их экономическую эффективность.

Учитывая выше изложенное, нами разработаны различные виды продуктов из мяса яка: колбасы, мясной хлеб, деликатесные изделия мясной паштет.

Технология изготовления мясных изделий

Производство колбасных изделий

Колбасные изделия готовятся из мясного фарша с солью и специями в оболочке или без и подвергнутые технологической обработке до готовности к употреблению.

В настоящее время известно очень большое количество различных видов колбасных изделий. Это вареные колбасы, мясные хлеба, варено-копченые, сырокопченые колбасы.

Основным сырьем является мясо. Качество мяса, его пищевая ценность связаны со свойствами и количественными соотношениями тканей мяса, что, в свою очередь, зависит от таких факторов, как вид, порода, пол, возраст, упитанность, условия откорма и от анатомического происхождения. В качестве сырья используют говядину, свинину, баранину. Для выработки колбасных изделий отдельных наименований применяют оленину, верблюжатину, конину, мясо яка и диких коз. Удельный вес колбасных изделий из мяса яка незначителен.

В связи с чем нами разработаны некоторые виды изделий из этого вида сырья.

Так разработана рецептура и технология колбасных изделий с добавлением сывороточного белка и свекловичного пектина.

Выбор в работе в качестве исследования вареных колбас с заменой говяжьего мяса мясом яка, добавление в рецептуру сывороточного белка и пектина является не случайным.

Сывороточный белок и свекловичный пектин были введены в рецептуры колбас для их обогащения по химическому составу, а также для повышения их функционально-технологических свойств.

Сывороточный белок является продуктом переработки молочной сыворотки, которая зачастую на производстве не используется. Однако он

является дополнительным источником белка, незаменимых аминокислот, поэтому сывороточным белком, извлеченным из молочной сыворотки, можно частично заменить мясное сырье при производстве колбасных изделий, тем более, что этот белок намного дешевле мяса.

Пектин – природный полимер, представляющий собой цепь остатков галактуроновой кислоты, соединенных между собой α - 1-4 гликозидными связями. В зависимости от степени метаксилерования пектины делят на высокометаксилерованные и низкометаксилерованные. В нашем случае использовался низкометаксилерованный свекловичный пектин, который содержит большое количество свободных карбоксильных групп, посредством которых происходит образование структуры трехмерной сетки, удерживающей в себе некоторое количество влаги. Пектин был введен в рецептуру колбасы в виде 4%-ого раствора, взамен определенного количества воды.

Таблица 5

Рецептуры контрольного и опытных образцов вареных колбас

Наименование сырья	Масса сырья, г					
	Варианты рецептур					
	1 (контроль)		2		3	
	брутто	нетто	брутто	нетто	брутто	нетто
Говядина (лопаточная часть)	125	90	-	-	-	-
Мясо яка (лопаточная часть)	-	-	118,18	85,5	118,18	85,5
Жир сырец говяжий	12	120	12	120	12	120
Соль поваренная	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Нитрит натрия	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
Сахар песок	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Перец черный	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Кориандр молотый	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Чеснок свежий	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
Молочный белок (влажность 66,8%)	-	-	4,1	4,1	4,1	4,1

Продолжение Таблицы 5

Свекловичный пектин	-	-	-	-	0,8	0.8
Вода	20	20	20	20	20	20
Масса полуфабриката	-	127		127		127
Выход	108		108		110	

Полученные органолептические и физико-химические показатели образцов свидетельствуют о том, что наилучшие показатели имел 3-й опытный образец. Включение в рецептуру мяса яка, свекловичного пектина и молочного белка привело к повышению водосвязывающей способности, соответственно это отразилось на консистенции готового продукта. Кроме того, были разработаны рецептуры и технологии приготовления сырокопченых колбас (табл. 6).

Таблица 6

Наименование сырья, пряностей и вспомогательных материалов	Нормы расхода компонентов	
	вариант 1	вариант 2
Сырье несоленое, кг на 100 кг:		
Мясо яка 1 категории упитанности	75	75
Шпик	25	-
Жир бараний курдючный	-	25
Пряности и материалы, г на 100 кг:		
Соль поваренная пищевая	3500	3500
Нитрит натрия	10	10
Сахар песок	200	200
Перец черный или белый молотый	150	150
Орех мускатный или кардамон	25	25

Технологическая схема производства сырокопченой колбасы следующая:

Технологическая схема производства сырокопченой колбасы следующая:

Приемка сырья (туши или полутуши) → обвалка и жиловка → посол и созревание (5 суток, температура 1- 4 °С) → измельчение на волчке → составление фарша → наполнение оболочек, вязка → осадка (3 суток, температура 1 – 2 °С) → копчение (18-22 °С, время 24 час) → сушка (11 – 12 °С, продолжительность 25-30 суток).

Органолептические показатели готовой колбасы приведены в табл. 7.

Таблица 7

**Органолептические показатели
готовой сырокопченой колбасы**

Варианты рецептур	Органолептические показатели		
	вид на разрезе	консистенция	вкус и запах
Готовая колбаса со шпигом	Шпик равномерно распределен по всей поверхности, цвет темно-красный	Упругая	Вкус специфический, приятный, солоноватый, аромат копченности
Готовая колбаса с бараньим курдючным жиром	Жир равномерно распределен по всей поверхности, цвет темно-красный	Упругая	Вкус специфический, солоноватый, приятный аромат

Опытные партии сырокопченой колбасы «Ала-Тоо» имели хороший внешний вид, упругую консистенцию, характерную для сырокопченых колбас, приятный специфический солоноватый вкус и аромат копченностей.

Оценка органолептических показателей готовых сырокопченых колбас по 5- балльной шкале приведены в табл. 8.

Таблица 8

№	Показатели	Баллы	
		Вариант 1 (со шпиком)	Вариант 2 (со курдючным жиром)
1	Внешний вид	4,90	4,80
2	Цвет	4,72	4,70
3	Запах, аромат	5,00	4,95
4	Консистенция	4,85	4,60
5	Вкус	4,60	4,55
6	Сочность	4,83	4,80
7	Общая оценка	4,81	4,71

Химический состав и выход готового продукта показаны в табл. 9.

Таблица 9

Показатели	Количество
Влага, %	25,5
Белок, %	31,2
Липиды, %	40,5
Зола, %	2,0
Выход, % к массе сырого фарша	60,5

Органолептические характеристики готовой колбасы свидетельствуют о целесообразности использования мяса яка не только при производстве вареных колбас, но и при производстве сырокопченых колбас.

На основании полученных результатов установлены функционально-технологические свойства мяса яка. Обоснованы рецептуры приготовления колбасных изделий. Разработаны и утверждены нормативно-технические документы на сырокопченую колбасу «Ала-Тоо» [25].

Кроме перечисленных колбас разработаны рецептуры и технологии мясного хлеба.

Рецептура мясного хлеба, %

Свинина жилованная полужирная - 19,5

жилованное мясо яка	-	49,5
шпик боковой	-	12,4
крахмал картофельный или мука пшеничная	-	1,7
кровь пищевая	-	1,7
соль поваренная пищевая	-	2,1
нитрит натрия	-	0,005
сахар – песок	-	0,1
перец черный молотый	-	0,1
перец душистый молотый	-	0,1
чеснок свежий или консервированный	-	0,1
глюконат кальция	-	0,16
бета-каротин с аскорбиновой кислотой	-	0,01
молочная сыворотка	-	2,225

Использование в предлагаемом составе жилованного мяса яка и крови пищевой способствует увеличению в продукте макроэлемента- железа, который играет важную роль в обменных процессах, происходящих в организме человека. Мясо яка и кровь пищевая содержат в своем составе большое количество легкоусвояемых железосодержащих белков по сравнению с говядиной и свининой, что позволяет профилактике такого заболевания как железодефицитная анемия. Глюконат кальция повышает защитные функции организма. Обладает антистрессовым, антиаллергическим действием и способствует нормализации артериального давления.

Добавление бета-каротина с аскорбиновой кислотой позволяет увеличить антиоксидантные свойства готового продукта.

Введение в состав мясного хлеба молочной сыворотки позволяет повысить пищевую ценность за счет незаменимых аминокислот, содержащихся в сывороточном белке.

Мясной хлеб готовят следующим образом. Сначала жилят мясное сырье, после этого жилованную свинину (19,5%) и жилованное мясо яка (49,5%) измельчают на волчке и направляют на посол и созревание. Затем производят вторичное измельчение. Фарш мясного хлеба готовят на мешалках. Предварительно измельченное мясное сырье закладывают в мешалку. Последовательно добавляют в нее молочную сыворотку, крахмал картофельный или муку пшеничную, соль поваренную, нитрит натрия, сахар-песок, перец черный молотый, перец душистый молотый, чеснок, глюконат кальция и бета-каротин с аскорбиновой кислотой. Смесь тщательно перемешивают, за 1-2 минуты до окончания перемешивания добавляют измельченный шпик боковой. Формование производят путем заполнения форм фаршем и направляют на запекание. Формы предварительно смазывают топленым жиром. Органолептические показатели показаны в табл. 10.

Таблица 10

Органолептические показатели готовой продукции

Показатели продукта	По прототипу	По предложенному составу
Внешний вид	сухая поверхность, без наплывов бульона. жира	сухая поверхность, без наплывов бульона, жира
Консистенция	упругая	упругая, нежная
Запах	специфический с ароматом пряностей	специфический с ароматом пряностей
Вкус	в меру соленый, приятный	в меру соленый, приятный

Органолептические показатели свидетельствуют о том, что готовый продукт с предлагаемым составом имеет более нежную консистенцию, приятный вкус по сравнению с известным составом.

Физико-химические показатели показаны в табл. 11.

Таблица 11

Показатели	Прототип	По предложенному составу
Влажность, %	58,3	57,0
Содержание соли, %	1,2	1,2
Содержание нитрита натрия, %	0,005	0,005

Из данной таблицы видно, что физико-химические показатели прототипа и предлагаемого состава мясного хлеба соответствуют стандартным показателям.

Мясной хлеб с предлагаемым составом имеет высокую пищевую ценность за счет введения таких компонентов, как кровь пищевая и молочная сыворотка, содержащие полноценные белки, а введение жилованного мяса яка, глюконата кальция, бета-каротина с аскорбиновой кислотой придают продукту профилактическую направленность [26].

Технология деликатесных изделий

Учитывая, что ассортимент изделий из мяса яка незначителен, то разработка технологии деликатесного изделия представляет практический интерес.

Технологическая схема производства многих деликатесных изделий представлена на рис.1.

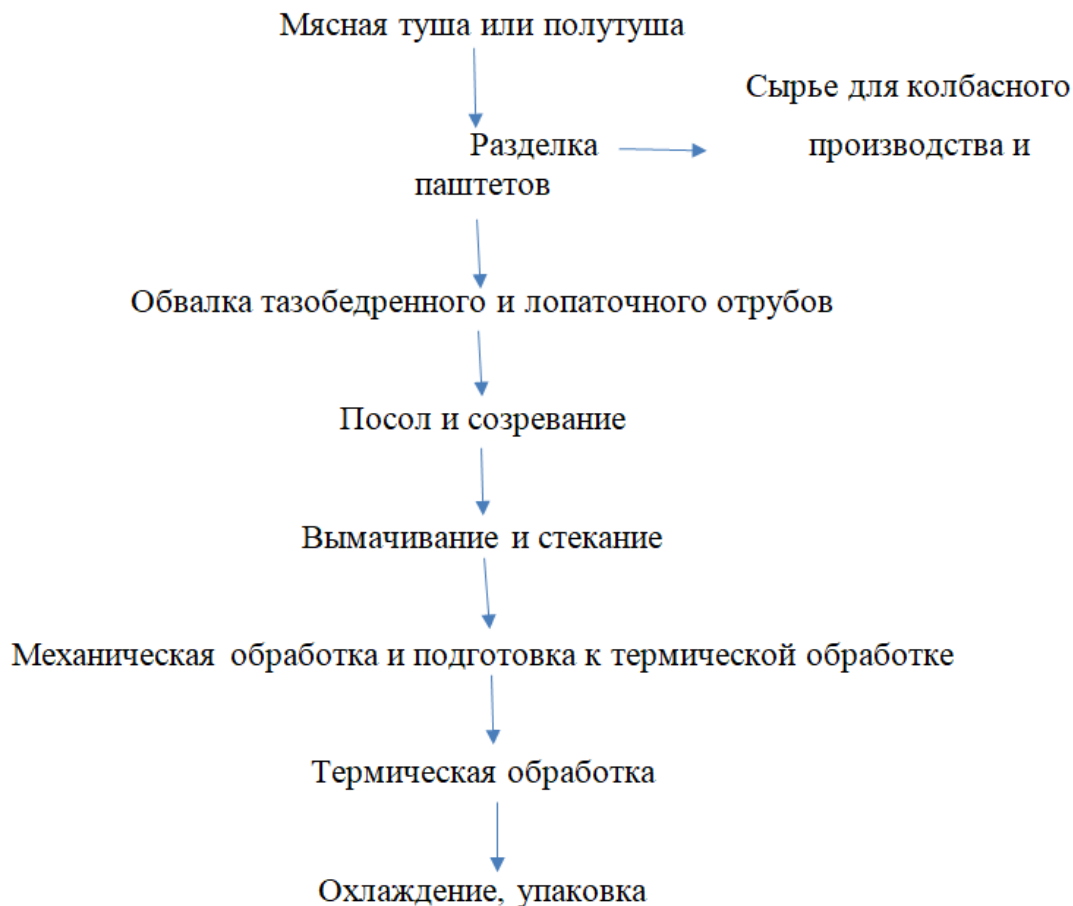


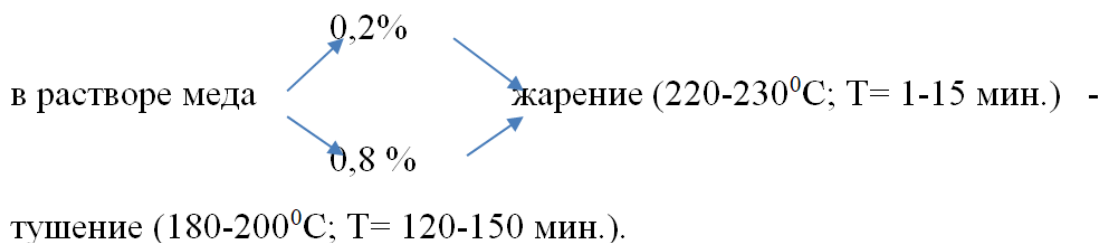
Рис. 1. Технологическая схема производства деликатесных изделий

Важным технологическим процессом при производстве деликатесных изделий является посол, при котором в мясо вводятся хлорид натрия и другие ингредиенты, придающие готовому продукту необходимые технологические характеристики и определенные свойства (консистенция, сочность, вкус, аромат).

Мясо яка по консистенции несколько жесткое, что обусловлено подвижностью животного и большим содержанием соединительной ткани. Поэтому для смягчения ткани используют различные маринады с добавлением меда, облепихи, киви, перги. В частности, был использован медовый раствор. Выбор маринада был обусловлен особенностью

химического состава меда, а также его экологически чистым происхождением [27].

Была разработана рецептура и технология нового изделия, технологическая схема которой следующая: сырье (мясо яка) - маринование



Как видно из представленной схемы были изготовлены 2 образца продукта.

- образец 1 – продукт, выдержанный в растворе с 0,2 % -ном медовом растворе;

- образец 2 – продукт, выдержанный в растворе с 0,8% -ном медовом растворе. Была проведена дегустация данного блюда по девятибалльной системе. Результаты дегустации даны в табл. 12.

Таблица 12

№ образца	Внешний вид	Запах	Вкус	Консистенция
Образец №1	Тушеное мясо с прослойками жира и реберной костью	Запах насыщенный, свойственный жаренному мясу	Вкус сочного тушеного мяса	Нежная
Образец № 2	Тушеное мясо с прослойками жира и реберной костью	Запах насыщенный, свойственный жаренному мясу	Вкус тушеного мяса	Нежная, слегка суховатая

Из таблицы видно, что маринование в 0,2 % растворе меда позволило получить готовый продукт с улучшенной консистенцией. Были проведены физико-химические исследования. Данные приведены в табл. 13.

Таблица 13

Наименование образца	Концентрация раствора, %	Влажность	pH	Содержание жира
Сырье		74,2	6,0	1,9
		72,6	6,0	1,8
Маринованное мясо	0,2	67,6	6,5	2,3
	0,8	65,3	6,7	2,4
Готовый продукт	0,2	45,2	6,3	7,5
	0,8	48,1	6,6	7,2

Анализ органолептических оценок и физико-химических показателей готовой продукции свидетельствует о том, что образец с 0,8 % -ным содержанием меда имел наилучшие показатели.

Технология запеченного деликатесного изделия

Учитывая особенности качественных характеристик мяса яка, нами разработана технология запеченного деликатесного изделия. Особенностью разработанного продукта является то, что при разработке его технологии нами были использованы такие ингредиенты как барбарис, облепиха, шиповник, которые представляют интерес как с точки зрения своего химического состава, так и влияния на качество готового продукта. Поэтому деликатесное изделие изготавливали по традиционной технологии, т.е. мясо подвергали посолу и созреванию, а также с применением выше перечисленных растительных ингредиентов.

Перед использованием добавок, их подготавливали соответствующим образом. После созревания изделия были подвергнуты запеканию при температуре 200-220 градусов.

Органолептические показатели готовых продуктов представлены в табл. 14.

Таблица 14

№ образца	Внешний вид	Цвет	Запах	Вкус	Консистенция
Образец №1 (по традиционной технологии)	Прямоугольной формы, поверхность слегка не ровная	Темно-коричневый	Запах свойственный запеченному мясу	Вкус запеченного мяса	Мягкая, слегка суховатая
Образец №2 (с шиповником)	Прямоугольной формы, поверхность слегка не ровная	Темно-коричневый	Запах свойственный запеченному мясу	Вкус запеченного мяса	Мягкая, сочная
Образец №3 (с барбарисом)	Прямоугольной формы, поверхность слегка не ровная	Темно-коричневый	Запах свойственный запеченному мясу	Вкус запеченного мяса слегка кисловатым привкусом	Мягкая, сочная
Образец №4 (с облепихой)	Прямоугольной формы, поверхность слегка не ровная	Темно-коричневый	Запах свойственный запеченному мясу	Приятный вкус запеченного мяса	Мягкая, сочная

Из таблицы видно, что наилучшие показатели были получены у образцов, изготовленных с использованием облепихи.

Особый интерес представлял минеральный состав полученных продуктов, который был определен методом атомно-адсорбционной спектрофотометрии на дифракционном спектрографе ДФС-8-1.

Учитывая, что наилучшие показатели были получены у образцов № 4. Нами был исследован минеральный состав продуктов, изготовленных как традиционным способом, так и с использованием облепихи. Полученные данные приведены в табл. 15.

Таблица 15

Наименование минеральных веществ	Содержание мг/ 100 г готового продукта	
	Способы маринования	
	традиционный	с использованием облепихи
Mg	54,0	18,0
Fe	8,0	11,0
Ca	6,0	3,0
Na	148,0	124,0
K	165,0	139,0
Ni	0,05	0,07
Cu	0,2	0,2
Pb	0,05	-
Ag	0,007	0,004
Zn	3,6	1,7
P	180,0	70,0
Li	13,0	-

В связи с тем, что мясо и мясопродукты представляют особый интерес с точки зрения содержания железа, который находится в гемовой форме, то данные, представленные в таблице 15, свидетельствуют о том, что содержание его больше в продукте, изготовленном с использованием облепихи, по сравнению с традиционным способом.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что мясо яка является ценным сырьем для выработки деликатесных изделий. На способ изготовления получен патент [28].

Технология варено-копченого деликатесного изделия.

При разработке технологии варено-копченого деликатесного изделия были использованы фрукты киви. Такой выбор был обусловлен тем, что они в

своем составе содержат большое количество минеральных веществ, органических кислот, витаминов, а также фермент актимидин, улучшающий перевариваемость пищи. Известно, что киви используют при производстве некоторых мясных продуктов, в частности, стейков.

Подготовленные образцы мяса после шприцевания и массажики перед термической обработкой натирали мелкоизмельченной мякотью киви в количестве 1-4 % к массе сырья и выдерживали в течение 10-15 минут и подвергали тепловой обработке.

Результаты физико-химических показателей соленого мяса в зависимости от количества киви представлены в табл. 16.

Таблица 16

Показатели	Исходное сырье	Мясо после посола				
		Без киви	с использованием киви, %			
			1	2	3	4
Водосвязывающая способность, %	67,00	68,20	68,05	66,84	65,72	61,9
pH	6,12	5,64	5,58	5,41	5,37	5,30

Как видно из данных, приведенных в табл. 16, обработка мяса яка мякотью киви в количестве до 1 % практически не влияет на водоудерживающую способность белков. При дальнейшем увеличении массы киви, используемой для обработки мясного сырья, наблюдается понижение pH в образцах мяса видимо из-за присутствия большого количества органических кислот в плодах киви, снижение водосвязывающей способности белков и ухудшение консистенции. По всей вероятности, фермент актимидин, содержащийся в киви, вызывает изменения, приводящие к снижению водосвязывающей способности.

Нами изучено влияние хлорида натрия, механического массажики и тепловой обработки на пластичность исследуемых образцов. На основании

результатов исследований установлено, что посол и массажирование повышают пластичность мяса яка. Между тем следует, что использование мякоти киви позволяет в большей степени повысить нежность соленого сырья по сравнению с традиционным посолом (табл. 17).

Таблица 17

Вид обработки	Пластичность образцов, см /г	
	с хлоридом натрия	с хлоридом натрия + 1% мякоти киви
Охлажденное мясо	1,30	1,30
После посола	1,67	1,86
Посол + МО	2,10	2,40
Готовый продукт	3,40	3,6

Данные, представленные в табл. 17, свидетельствуют о повышении пластичности в процессе технологической обработки. Применение массажирующего улучшает консистенцию готового продукта.

В табл. 18 показаны изменения показателей в процессе обработки.

Таблица 18

Показатели	Вид обработки			
	исходное мясо	после посола	после посола +МО	готовый продукт
Пластичность, см / г	1,30	1,67	2,10	3,40
Водосвязывающая способность, %	67,00	68,20	69,00	53,90
pH	6,00	5,60	5,80	6,20

Полученные данные свидетельствуют о возможности использования киви при производстве данного продукта. На способ изготовления деликатесного изделия из мяса яка получен патент [29].

Технология изготовления запеченного мяса

Учитывая, что мясо яка жесткое, маринование проводили с использованием плодов облепихи. Использование облепихи позволяет не

только повысить качество готовых изделий, но и придать продукту антиоксидантные свойства за счет витаминов, ненасыщенных жирных кислот, микроэлементов.

Жилованное мясо, нарезанное на пласты, подвергают посолу и созреванию различными методами и, завернув в фольгу, подвергают запеканию до готовности.

Введение шиповника и барбариса, обусловлено тем, что они богаты витаминами (особенно витамином «С»), дубильными веществами, органическими кислотами. Препараты плодов этих поливитаминных концентратов обладают противовоспалительными свойствами. Введение такой добавки, как облепиха, обусловлено тем, что она содержит целый «букет» витаминов, микроэлементов и органических кислот, чрезвычайно важных для профилактики и лечения многих заболеваний.

Перед использованием добавок, их подготавливали соответствующим образом. Добавки очищали и замачивали в соленой воде.

Варианты рецептов запеченного мяса приведены в табл. 19.

Таблица 19

№	Наименование	Масса компонентов, г			
		Варианты			
		1	2	3	4
1	Мясо яка	150	150	150	150
2	Вода	150	150	150	150
3	Шиповник	-	8	-	-
4	Барбарис	-	-	8	-
5	Облепиха	-	-	-	8
6	Соль	8	8	8	8

Органолептические показатели различных рецептов запеченного мяса приведены в табл. 20.

Таблица 20

№	Внешний вид	Цвет	Запах	Вкус	Консистенция
1	Прямоугольной формы, поверхность слегка неровная	Темно-коричневый	Запах, свойственный запеченному мясу	Вкус запеченного мяса	Мягкая, слегка суховатая
2	Прямоугольной формы, поверхность слегка неровная	Темно-коричневый	Запах, свойственный запеченному мясу	Вкус запеченного мяса	Мягкая, сочная
3	Прямоугольной формы, поверхность слегка неровная	Темно-коричневый	Запах, свойственный запеченному мясу	Вкус запеченного мяса со слегка кисловатым привкусом	Мягкая, сочная
4	Прямоугольной формы, поверхность слегка неровная	Темно-коричневый	Запах, свойственный запеченному мясу	Приятный вкус запеченного мяса	Мягкая, сочная

Из таблицы видно, что готовое изделие (4 образец) более сочное, нежное. Использование облепихи не только повышает качество готовой продукции, но и придает продукту антиоксидантные свойства.

Анализ полученных экспериментальных данных в зависимости от способа посола и созревания, свидетельствуют о том, что наилучшие качества изделий были в примере 4. При дегустации готовой продукции оно имело нежную, сочную консистенцию, приятный аромат и вкус.

Кроме того, разработана технология нового запеченного деликатесного продукта с использованием перги.

Перга – исключительно необычайно полезный продукт пчеловодства. Цветочная пыльца под воздействием ферментов слюны пчел, особых дрожжевых грибов – полезных бактерий, при практически полном отсутствии кислорода постепенно превращается в пергу.

Перга – природный антибиотик. В составе перги присутствуют биологически ценные соединения: витамины (А, В₁, В₂, В₆, Р, Е, D, К), аминокислоты, ферменты, минеральные элементы (макро- и микроэлементы представлены железом, медью кремнием, магнием, калием, кальцием, фосфором, селеном, цинком, йодом, бором, хромом, марганцем и т.д.), органические кислоты, гормоны. Помимо того, перга – это сбалансированный продукт, который практически полностью усваивается организмом. Учитывая все характеристики перги было исследовано влияние перги на качество готовой продукции.

Мясо яка, промаринованное в растворе с пергой в течение 8 часов, запекалось в жарочном шкафу в течение 25 минут при температуре 180⁰С.

Контрольный образец был выдержан в солевом растворе, в то время как для нового продукта были приготовлены маринады с добавлением различного количества перги (2, 3, 4 %).

Данные органолептических показателей деликатесного запеченного продукта представлены в табл. 21.

Таблица 21

Органолептические показатели деликатесного запеченного продукта

Наименование показателей	Контрольный образец	Образцы в маринаде с содержанием перги, %		
		Образец 1	Образец 2	Образец 3
		2	3	4
Внешний вид	Свойственный запеченному мясу	Поверхность покрыта легкой корочкой темно-коричневого цвета		
Цвет	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый
Запах	Приятный	Очень слабо выраженный запах перги	слабо выраженный запах перги	Ярко выраженный насыщенный запах перги
Консистенция	Немного жестковатая	Немного жестковатая	Мягкая	Мягкая
Вкус	Соленый	Слабо выраженный привкус перги	Выраженный приятный привкус перги	Насыщенный приятный вкус перги

Органолептические показатели свидетельствуют о том, что продукт, промаринованный в перге, становится несколько нежнее, чем контрольный. Эти особенности ярко выразились в образце под номером 3, который был промаринован в 4 % -ном растворе перги. Маринование в перге значительно смягчило его консистенцию и повлияло на вкус и запах.

Результаты физико-химических показателей полуфабриката и готового продукта представлены в табл.22,23.

Таблица 22

Содержание влаги в зависимости от концентрации перги в маринаде

Вид изделия	Содержание влаги, %			
	Контрольный образец	Образцы в маринаде с содержанием перги, %		
		Образец 1	Образец 2	Образец 3
Сырой полуфабрикат	67,27	66,23	67,64	68,25
Готовый продукт	54,93	52,58	54,64	54,92

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в процессе тепловой обработки содержание влаги в готовом продукте уменьшается. Однако обработка сырья в маринаде с использованием маринада с 4 % пергой привело к некоторому его увеличению, что связано по всей вероятности, с увеличением водосвязывающей способности.

Результаты содержания жира представлены в табл. 23.

Таблица 23

Вид изделия	Содержание жира, %			
	Контрольный образец	Образцы в маринаде с содержанием перги, %		
		Образец 1	Образец 2	Образец 3
Сырой полуфабрикат	4,5	5,1	5,4	5,8
Готовый продукт	11,2	13,1	12,5	11,9

Содержание жира в готовом продукте увеличилось, что связано с тем, что в процессе тепловой обработки произошло уменьшение влаги. При этом большое влияние на содержание жира оказало содержание перги. Чем больше содержание перги, тем меньше жира в готовом продукте

Результаты содержания белка представлены в табл. 24.

Таблица 24

Вид изделия	Содержание белка, %			
	Контрольный образец	Образцы в маринаде с содержанием перги, %		
		Образец 1	Образец 2	Образец 3
Сырой полуфабрикат	25,6	24,87	24,27	24,21
Готовый продукт	27,91	26,64	26,97	27,48

На содержание белка оказало влияние изменение влаги и жира после тепловой обработки.

В результате проведенных исследований было установлено, что маринование в перге влияет на консистенцию и вкус продукта. Наилучшие показатели были получены при использовании 4 %-ного раствора перги. Продукт получился с нежной консистенцией и приятным вкусом. Все это свидетельствует о возможности использования перги при производстве деликатесных изделий из мяса яка.

Кроме того, нами исследовалось влияние кумыса на качество готового продукта.

Большой интерес представляет возможность использования в технологии соленых мясных изделий такого национального кисломолочного продукта как кумыс. Кумыс интересен своим химическим составом. Он содержит незаменимые аминокислоты, витамины, микроэлементы, ферменты. Использование этого кисломолочного продукта в технологии мясопродуктов с целью смягчения консистенции, ускорения процесса посола. Улучшения качественных характеристик готовых изделий еще не изучено. В связи с чем,

нами разработан способ изготовления запеченного продукта, предусматривающий предварительную выдержку мяса в кумысе, и получить готовый продукт с нежной консистенцией [30].

Технология изготовления мясного рулета

Технология изготовления мясного рулета заключается в том, что мясо заворачивали и вкладывали внутрь кусочек языка по длине мяса. Закрепив шпажками, подвергали запеканию ИК-лучами до готовности. Состав компонентов мясного рулета представлен в табл. 25.

Таблица 25

№	Наименование ингредиентов	Варианты					
		№1		№2		№3	
		брутто	нетто	брутто	нетто	брутто	нетто
1	Мясо яка	125	90	125	90	125	90
2	Язык говяжий	94	80	94	80		
3	Масло растительное	25	25	20	20		
4	Соль	2	2	2	2	2	2
5	Орегано	-	-	1	1	-	-
6	Тимьян	-	-	1	1		
7	Лавровый лист	1	1	1	1		
8	Черный перец	1	1	1	1	1	1
9	Чеснок	2	1	5	4	3	2
10	Корица	-	-	-	-	2	2
11	Хурма	-	-	-	-	22	20
12	Апельсин	-	-	-	-	25	23
	Итого	250	200	250	200	250	200

В исходном варианте № 1 мясо яка подвергали традиционному методу посола. В варианте № 2 в состав маринада дополнительно включили орегано и тимьян. Выбор этих компонентов обусловлен тем, что они обладают бактерицидным действием и приятным ароматом. В варианте № 3 добавлены корица, хурма, апельсин. Выбор этих ингредиентов обусловлен большим содержанием в них витамина С, микроэлементов и антиоксидантов.

Далее были проведены органолептические исследования готовых изделий. Исследованы такие показатели, как внешний вид, цвет, консистенция, запах, вкус.

Органолептический анализ мясных рулетов, изготовленных по 3 вариантам рецептур, свидетельствует о том, что наилучшее качество готового продукта был в варианте № 3. Продукт обладал великолепными вкусовыми характеристиками – нежной консистенцией, приятным ароматом и имел специфический вкус.

Проведя физико-химические исследования готовых продуктов, получили следующие результаты (табл. 26.)

Таблица 26

№	Показатели	Исход. мясо яка	После посола			После тепловой обработки		
			№1	№2	№3	№1	№2	№3
1	pH	7,2	7,2	7,3	7,2	7,2	7,4	7,5
2	Содержание влаги	67,6	69,5	62,9	70,0	48,5	45,4	50,2
3	Содержание жира	5,6	9,6	4,0	6,0	7,3	4,5	5,1
4	Водосвязывающая способность	83,3	87,4	90,3	80,9	90,0	89,3	91,4

Из табл. 26 видно, что в процессе технологической обработки произошли изменения всех показателей: pH, содержания влаги, водосвязывающей способности.

Выход готового продукта в варианте № 3 составил 82 %, что больше, чем в вариантах 1 и 2. По всей вероятности, это связано с тем, что у варианта № 3 водосвязывающая способность больше.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что мясо яка является хорошим сырьем для производства мясных продуктов, в частности для выработки мясного рулета по предложенной технологии. На способ изготовления рулета имеется патент [31].

Технология изготовления мясного паштета

Для исследования были взяты различные варианты рецептур мясного паштета. Данные представлены в табл. 27.

Таблица 27

Наименование компонентов	Масса компонентов, %				
	Варианты				
	1	2	3	4	5
Говядина отварная	64	-	-	-	-
Мясо яка отварное	-	64	64	64	64
Жир топленый говяжий	14	14	-	-	-
Оливковое масло	-	-	14	7	4,5
Сливочное масло	-	-	-	7	0,5
Лук обжаренный	3	3	3	3	3
Соль	1	1	1	1	1
Перец черный молотый	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Перец душистый	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Бульон	17,8	17,8	17,55	17,55	17,55
Глюконат кальция	-	-	0,2	0,2	-,2
Калий йодистый	-	-	0,05	0,05	0,05
Итого					
	100	100	100	100	100

Первый вариант паштета приготовлен из отварного мяса говядины и является традиционной рецептурой паштета. В остальных вариантах мясо говядины полностью заменено мясом яка. В вариантах 3,4,5 говяжий топленый жир заменен оливковым и сливочным маслом. В рецептуру также включена комплексная добавка, представляющая собой смесь из глюконата кальция и йодистого калия в количестве, соответственно, 0,2 и 0,05 % от массы сырья.

Добавление комплексной добавки обеспечивает профилактическую направленность готовому продукту. Это связано с тем, что в продукте должны находиться необходимые микронутриенты в органической форме, в которой они приемлемы организмом человека. Глюконат кальция и йодистый калий

введены в продукт в виде раствора для их равномерного распределения в продукте.

Далее были проведены органолептические исследования. Исследовали такие показатели, как внешний вид, цвет, консистенция, запах, вкус продукта. На дегустацию были представлены 5 образцов паштета.

Проведенные органолептические исследования по шкале ИСО свидетельствуют о том, что наибольшее предпочтение было отдано образцу № 5. Это указывает на то, что замена говяжьего мяса на мясо яка улучшило качественные характеристики готовой продукции.

В связи с тем, что срок хранения мясного паштета достаточно небольшой (6-8 ч), то решили увеличить срок его хранения. С этой целью в рецептуру мясного паштета добавили комплексную добавку, состоящую из смеси таких соков, как яблочный, виноградный, черничный, морковный и клюквенный, а также чеснок. Использование указанных соков обусловлено тем, что они содержат достаточно большое количество витамина С, бета-каротина, а чеснок содержит селен (табл. 28). Эти вещества являются естественными антиокислителями, которые позволяют увеличить сроки хранения мясного паштета.

Таблица 28

Компоненты смеси	Соки					Чес-нок
	Клюквен-ный	Яблоч-ный	Виноград-ный	Чернич-ный	Морков-ный	
Витамин С, мг	13,0	2,0	3,5	60,0	3,0	-
Бета-каротин, мг	0,1	-	0,12	1,0	2,1	-
Кальций, мг	19,0	7,0	45,0	16,0	19,0	-
Йод, мкг	1,0	2,0	-	-	-	-
Железо, мг	1,0	1,4	2,0	7,0	-	-
Селен, мг	-	-	-	-	-	+

Варианты нового состава мясного паштета приведены в табл. 29.

Таблица 29

Наименование компонентов	Содержание, %						
	варианты						
	1	2	3	4	5	6	7
Говядина отварная	64,0	-	-	-	-	-	-
Мясо яка отварное	-	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0
Жир топленый говяжий	14,0	14,0	-	-	-	-	-
Лук обжаренный	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Соль	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Перец черный молотый	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Бульон	17,8	17,8	17,8	17,6	17,5	17,4	17,3
Оливковое, сливочное масла	-	-	14,0	13,0	12,0	11,0	10,0
Комплексная добавка	-	-	-	1,0	2,0	3,0	4,0
Чеснок	-	-	-	0,2	0,3	0,4	0,5
Всего	100	100	100	100	100	100	100

Органолептический анализ мясных паштетов, изготовленных по 7 вариантам рецептур, свидетельствует о том, что наилучшее качество продукт имел в варианте 4. Он обладал великолепными вкусовыми характеристиками, мажущейся консистенцией, приятным ароматом и имел специфический цвет.

Физико-химические показатели проведенных исследований готового продукта (контрольный и экспериментальный образцы) представлены в табл. 30.

Таблица 30

Физико-химические показатели	Вариант 2 (контрольный образец)	Вариант 4
Содержание влаги, %	51,70	58,30
Содержание золы, %	2,03	2,39
pH	6,30	6,45
Водосвязывающая способность, %	67,80	77,30

Особый интерес представлял минеральный состав исследуемого продукта. С помощью спектрального анализа были получены данные, представленные в табл. 31.

Таблица 31

Наименование элементов	Наименование образцов	
	Контрольный образец	Вариант 4
	Содержание минеральных элементов, мкг	
Mn	-	4,700
Ni	0,048	0,358
Cr	0,072	0,071
Mo	-	0,004
Cu	0,029	0,035
Pb	0,097	0,028
Ag	-	0,002
Ga	-	0,007
Si	17	26
Al	1	1
Mg	72	100
Fe	1,4	1,7
Ca	206,6	208,0
Na	12,5	34,7

Из таблицы видно, что образцы богаты Ca, Mg, Fe и являются продуктами профилактической направленности. На состав данного паштета получен патент [32].

Продукт, обогащенный йодом

Кыргызская Республика, в том числе, места обитания яков, относятся к региону с низким содержанием йода в почве и воде. Растительная пища является основным источником йода для организма человека.

Для придания функциональной направленности продукту с добавлением йодосодержащего растительного сырья нами разработана рецептура и технология изготовления мясного рулета из мяса яка с лапчаткой белой.

Лапчатка белая – многолетнее травянистое растение из семейства розоцветных. Корневая система включает в себя углеводы (крахмал), иридоиды, фенолкарбоновые кислоты, флавоноиды, дубильные вещества до 17 %. Надземная часть (трава) содержит эти вещества до 6%. Что касается минерального состава, то необходимо отметить, содержание йода и анионы йодистой кислоты [33]. Содержание йода составило $0,66 + 0,004\%$, что объясняет широкое использование лапчатки для лечения и профилактики заболеваний, связанных с недостатком йода [34]. Рецепт и технология приготовления мясного рулета с лапчаткой представлена ниже.

Таблица 32

Рецептура мясного рулета

№ п/п	Наименование продуктов	Образцы, г					
		№ 1		№ 2		№ 3	
		Брутто	Нетто	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто
1.	Мясо яка	99	62	99	62	99	62
2.	Белый хлеб	10	9,5	10	9,5	10	9,5
3.	Лук репчатый	32	13	32	13	32	13
4.	Яйцо	10	8,7	10	8,7	10	8,7
5.	Лапчатка белая	-	-	0,9	0,9	1,4	1,4
7.	Груша	59	35	59	35	59	35
8.	Сыр	20	18	20	18	20	18
9.	Оливковое масло	1	1	1	1	1	1
10.	Перец черный молотый	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
11.	Соль	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
12.	Зелень	2	1,9	2	1,9	2	1,9
	Итого	210	150	210	150	210	150

Технология приготовления мясного рулета традиционная, отличие в том, что его готовят на пару с сочной начинкой и йодосодержащей добавкой, заворачивают в фольгу, тем самым сохраняют в процессе приготовления полезные вещества. Первый образец традиционный без добавления лапчатки белой, во второй и третий образцы добавляли различное ее количество.

Органолептические и физико-химические исследования мясных рулетов, изготовленных по трем вариантам рецептов, свидетельствуют о том, что наилучшее качество готового продукта было в варианте № 2, который обладал великолепными вкусовыми характеристиками. Главной целью исследования было наличие йода в готовом продукте.

Для определения наличия йода был применен метод «Количественное определение йода титриметрическим методом».

Таблица 33

Содержание йода в готовом блюде с добавкой

№	Готовое блюдо (с лапчаткой белой), мг		
1	контрольный	1%	1.5%
2	0,0019	0,0028	0,0029

Полученные данные свидетельствуют о наличии йода в готовом блюде, что будет представлять несомненный интерес, как профилактический продукт.

Заключение

Кыргызская Республика – это горная страна, большая часть площади которой находится на высоте свыше 3000 метров над уровнем моря. Высокогорье оказывает существенное влияние на организм животных, на протекание большинства физиологических и биохимических процессов, что сказывается в конечном счете на качественных характеристиках мяса, в частности, мяса яка.

Анализ отечественной и зарубежной информации показывают, что изучением химического состава, пищевой ценности, технологических свойств мяса яка занимались исследователи почти во всех регионах, где обитают эти животные.

Проведенные нами исследования состава и свойств мяса яка позволили установить влияние высокогорья на его качественные характеристики. Так, данные свидетельствуют о том, что мясо яка содержит больше белков, чем говядина, свинина, баранина. Большое содержание белков, сбалансированный аминокислотный состав свидетельствует о его высокой пищевой ценности. Кроме того, это мясо характеризуется высоким содержанием железа (гемового железа), которое хорошо усваивается организмом человека. В связи с чем, мясо яка может быть ценным сырьем для выработки мясопродуктов профилактической направленности

В настоящее время изделия из мяса яка занимают ничтожно малую часть в ассортименте выпускаемых мясных продуктов в Кыргызской республике, хотя поголовье яков в последние годы сильно возросло. Учитывая все эти факторы, нами разработаны рецептуры и технологии новых видов мясопродуктов (колбасы, паштеты, деликатесные изделия). Новизна состава и технологии разработанных продуктов подтверждены патентами.

Список литературы

1. Алымбеков, К.А. Исследование потребительских свойств и разработка системы менеджмента качества мяса яков: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.18.15 / – М., 2009. – 48 с.
2. Национальный статистический комитет КР. Итоги учета скота и домашней птицы в КР на период с 2010 – 2017гг. – Бишкек.
3. Абдыкеримов А.А., Самыкбаев А.К., Бекжанова Э.А., Искембаева А.Э., Буйлашев У.Т., Яководство Кыргызстана // Вестник КНАУ им. К.И. Скрябина, Бишкек, 2016, - №1(37) С. 66-70.
4. Кошоева Т.Р., Разработка технологии продуктов из мяса яка: Автореф. Дис... канд.техн.наук: 05.18.04 – Б., 2008.

5. Наумов В.П. Возможности развития яководства в Кыргызстане// Животноводство. 2018. Доклад
6. Кыдырмаев А.К., Дуйшекеев О.Д., Сарбагишев Б.С., Чертков В.А., Состояние и перспективы развития горного скотоводства в Кыргызской Республике // Наука и новые технологии. 2000. - №6, 2 ч. С. 120-122.
7. Кыдырмаев А.К., Чертков В.А., Резервы яководства и пути повышения его эффективности // Сбор.науч.трудов молодых ученых и специалистов, посвященных 60-летию со дня рождения д.с-х.н. проф. Е.Е. Дьяконова – Бишкек, 2002, - №12 С. 78-81.
8. Денисов В.Ф. Разведение яков ф-1956г.
9. Бадмаев, С.Г. Экология яка и их гибридов / С. Г. Бадмаев. – Улан-Удэ, 2007. – 236 с.
10. Дубровин, А. И. Теория и практика акклиматизации и адаптации яков в Северо-Кавказском регионе: автореф. дис. докт. с-х. наук: 06.02.04 / – Нальчик, 2006. – 41 с.
11. Кметь, А.М. Мясная продуктивность, качество мяса разных экотипов и разработка рациональных путей его промышленной переработки: дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / – Новосибирск, 1987. – 20 с.
12. Абдыкеримов А.А. - «Яки – это выгодно» Ж-л Сельская жизнь Киргизии № 2, 1973г.
13. Абдыкеримов А.А. Теория и практика разведения яков в Кыргызстане. Книга Бишкек 2001г.
14. Баженова Б.А. Научное обоснование и разработка инновационных технологий продуктов из мяса яков и лошадей бурятского экотипа: Автореф. Дис... канд.техн.наук: 05.18.04 – У., 2014. – 13с.
15. Черткиев, Ш.Ч. Образование аминокислотного состава мяса яков с возрастом, в зависимости от условий выращивания, пола и сроков

высокогорного нагула / Ш. Ч. Черткиев // Интернаука. – 2017. – Т. 19, № 15. – С. 19–28.

16. Мкртчян, Ш. А. Аминокислотный состав мяса яков разных экотипов / Ш. А. Мкртчян, М. С. Уманский, А. М. Кметь. – М. : Россельхозакадемия, 1993. – № 4. – С. 57–62.

17. Узакбаев Т.М., Касмалиев М.К., Аминокислотный состав и энергетическая ценность мяса яков Кыргызстана// Известия ОГАУ, 2017.

18. Алымбеков К.А., Криштафович В.И. Биологическая ценность мяса яка // Мясная индустрия. 2002. № 10. С. 36-38.

19. Аюшеева Г.Н. Разработка технологии полуфабрикатов из мяса яков, обогащенных селеном. Автореф. Дис.. канд.техн.наук: 05.18.04.- У., 2015.

20. Л. Даваасурэн., Разработка и управление качеством мясного продукта обогащенного йодом, Автореф. Дис... канд.техн.наук: 05.18.04 – У., 2018.

21. Баженова Б.А., Забалуева Ю.Ю., Данилов М.Б., Вторушина И.А., Бадмаева Т.М., Мясо яков, как перспективное сырье для производства мясопродуктов// Техника и технология пищевых производств, 2018.

22. Биттирова М.А., Ветеринарно-санитарная оценка продуктов убоя яков при основных биогельминтозах авреф. дисс.к.б.н., - Москва, 2002.

23. Алымбеков К.А. Физико-химические и структурно-механические свойства мяса яков киргизского экотипа// Все о мясе, 2009, №2, С. 53.

24. mz@med.kg сайт Министерства здравоохранения КР.

25. Кошоева Т.Р. Разработка технологий продуктов из мяса яка Дис... канд. техн. наук. Б., 2008.

26. Патент № 870 КР. Состав для приготовления мясного хлеба. Тамабаева Б.С., Кошоева Т.Р., Баситова Г.А.,- 2006.

27. Тамабаева Б.С., Аширбекова Г.Б., Жолдошбекова Г. Использование мяса яка для выработки новых продуктов. Мат-лы симпозиума по туризму. - 2017, С- 128.

28. Патент № 1818 КР. Способ изготовления запеченного мяса. Тамабаева Б.С., Аширбекова Г.Б. Гапонов Г.,- 2016.

29. Патент № 2045 КР. Способ изготовления деликатесного изделия из мяса яка. Тамабаева Б.С., Аширбекова Г.Б., Кравчук А.В.,- 2018.

30. Патент № 2116 КР. Способ изготовления запеченного продукта из мяса яка. Тамабаева Б.С., Абакирова Э.М., Мурадуллаева М.Б.,- 2018.

31. Патент № 1666 КР. Способ приготовления мясного рулета. Тамабаева Б.С., Аширбекова Г.Б.,- 2014.

32. Патент № 1445 КР. Состав для приготовления мясного паштета. Тамабаева Б.С., Аширбекова Г.Б., Перфильева Д.А.,- 2012.

33. Семенова Е.Ф., Преснякова Е.В. Химический состав лапчатки белой и применение ее с лечебной целью. //Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения., № 5.- 2001.

34. Шернева Ф.К. Фармакогностическое изучение лапчатки белой интродуцированный на Северном Кавказе. Автореф. дис... канд. фарм. Наук.- 14.04.02 – П., 2015.

© Б.С. Тамабаева, Э.М. Абакирова, 2022

УДК 63(470.25)

Глава 12.

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ТРИДЦАТЬ ЛЕТ**

Филиппова Елена Владимировна

к.с.х.н., доцент

ФГБОУ ВО «Великолукская государственная
сельскохозяйственная академия»

Аннотация: проведенный анализ развития сельского хозяйства Псковской области позволил выявить основные изменения, произошедшие за последние тридцать лет. После значительного упадка в 1990 годы и длительного периода восстановления в сельском хозяйстве области наметились определенные положительные тенденции.

Ключевые слова: сельское хозяйство, сельхозтоваропроизводители, производство, структура, тенденции.

**FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE
IN THE PSKOV REGION OVER THE PAST THIRTY YEARS**

Filippova Elena Vladimirovna

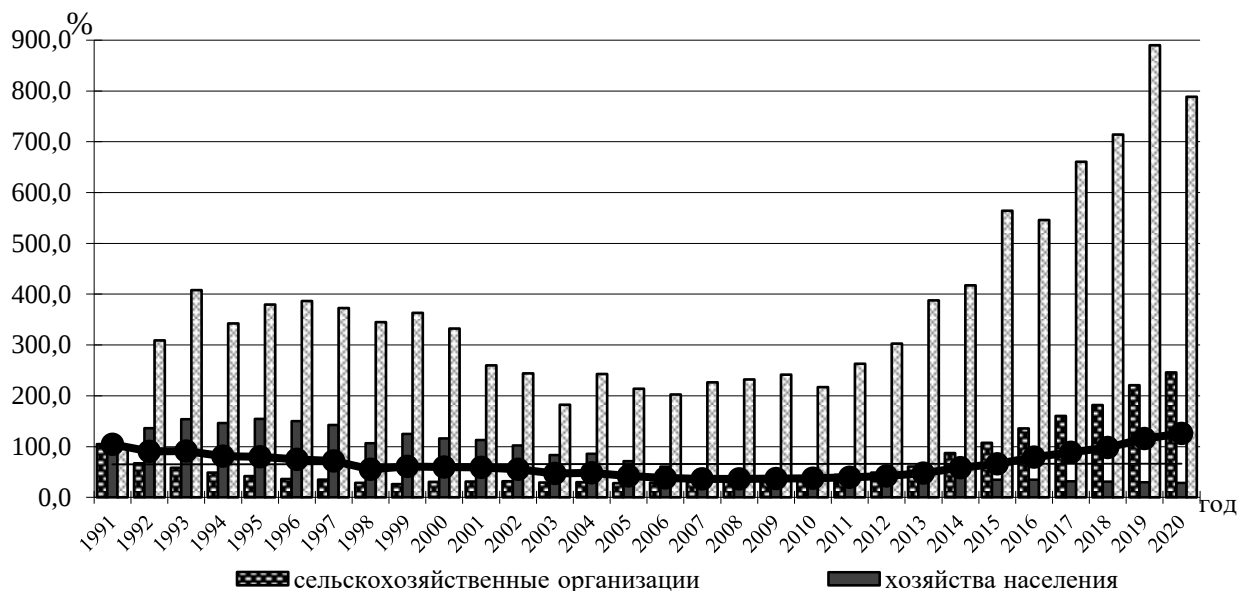
Abstract: the analysis of the development of agriculture in the Pskov region has revealed the main changes that have occurred over the past thirty years. After a

significant decline in the 1990s and a long period of recovery, certain positive trends have emerged in the agriculture of the region.

Key words: agriculture, agricultural producers, production, structure, trends.

Сельское хозяйство Псковской области, являясь стратегически важной составляющей региональной экономики, за годы рыночных преобразований претерпело значительные изменения. Так как с начала реформирования экономики и в том числе сельского хозяйства прошло значительное время, по истечении которого, уже можно подводить определенные итоги и оценивать результаты.

В Псковской области с 1990 по 2008 год отмечалось существенное падение объемов производства сельскохозяйственной продукции (рис. 1). Темп сокращения производства за этот период составил 63,7%.



**Рис. 1. Индексы производства продукции сельского хозяйства
(в сопоставимых ценах, к уровню 1990 года) ***

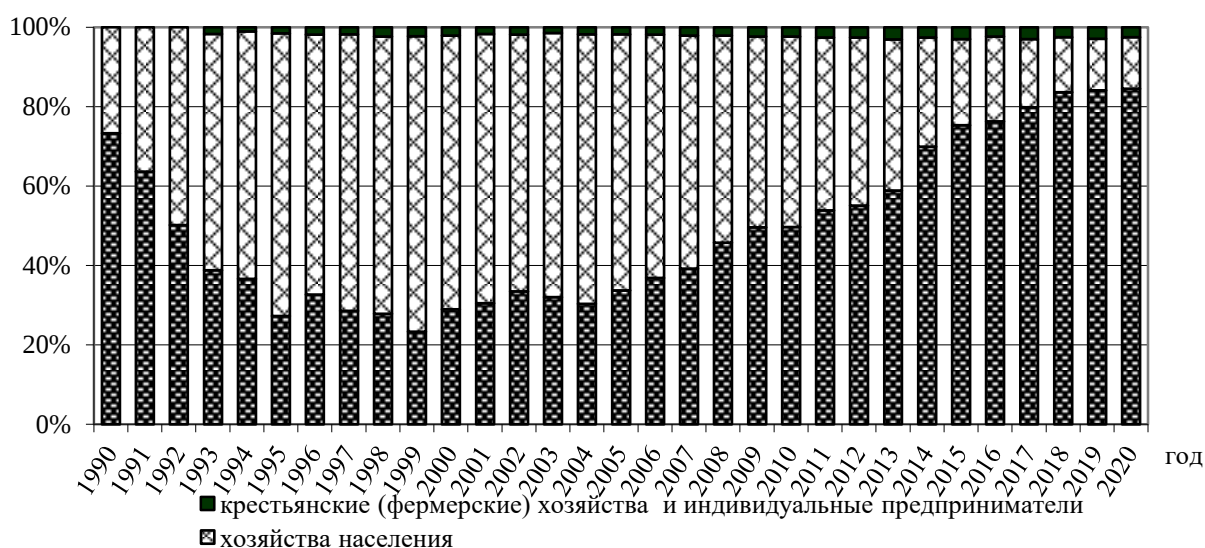
*** крестьянские (фермерские) хозяйства к уровню 1991 года**

Начиная с 2008 года меры государственной поддержки в рамках реализации государственной программы развития сельского хозяйства способствовали постепенному росту производства. Однако только в последние два года из тридцатилетнего периода удалось превысить показатели уровня 1990 года по объему производства сельскохозяйственной продукции. Максимальное значение индекса физического объема отмечено в 2020 году и составило 126,1% от уровня 1990 года. При этом сельскохозяйственные организации обеспечили рост производства в 2,5 раза, при снижении в хозяйствах населения на 71,4%.

В 90-е годы в ходе проведенных реформ в сельском хозяйстве произошли структурные преобразования. Возникла новая категория сельскохозяйственных производителей – крестьянские (фермерские) хозяйства. В 2020 году по отношению к уровню 1991 года объем производимой ими продукции вырос в 7,9 раза. В становлении этой категории происходили существенные изменения.

Наметившийся рост объемов производства в начале периода, перешел к 2003 году в значительное падение с последующей стабилизацией, а уже с 2012 года наблюдается резкий подъем в наращивании объемов производства. Это свидетельствует о некотором развитии и определенной эффективности государственной поддержки этой категории хозяйств.

В анализируемом периоде происходили значительные изменения в структуре производства продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств (рис. 2).



**Рис. 2. Структура продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств
(в фактически действовавших ценах; в % к итогу)**

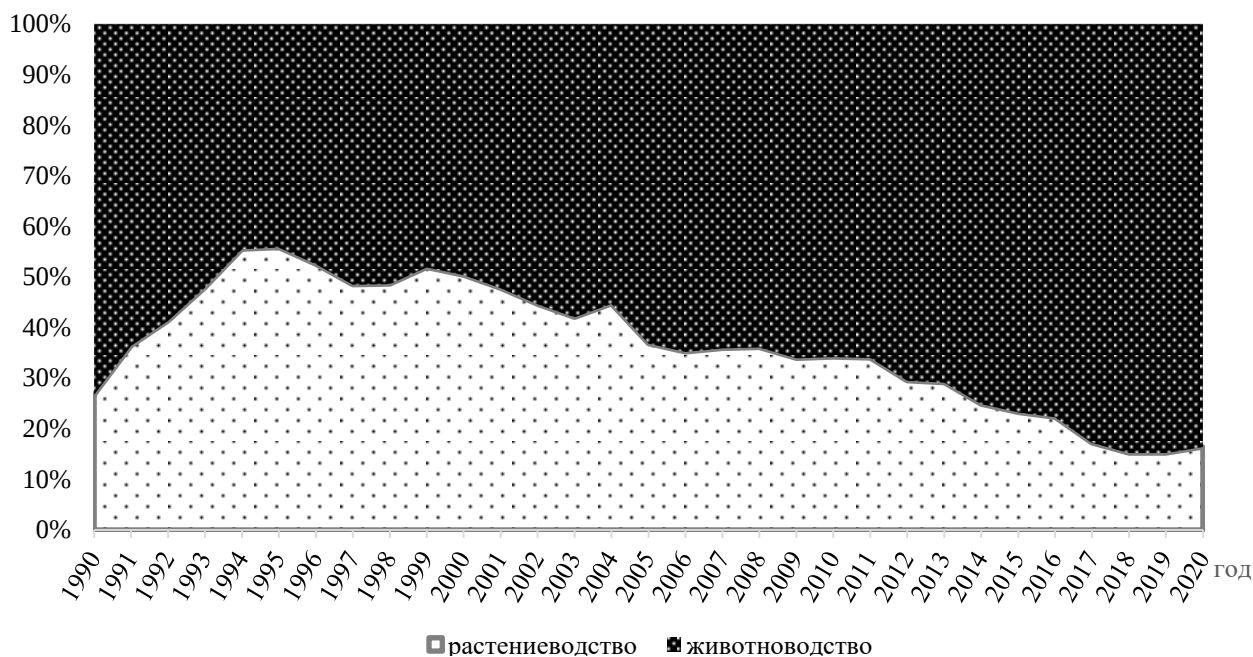
В 1990 году основными производителями продукции являлись сельскохозяйственные организации – удельный вес их в выпуске продукции составлял 73,3%. Затем их доля существенно снизилась, достигнув минимума в 1999 году – 23,3%, при этом производство 74,4% от общего объема обеспечивали хозяйства населения. Такой существенный сдвиг в структуре вызван общественно-экономическими преобразованиями в стране, выразившийся в уменьшении числа сельскохозяйственных организаций и значительном падении объемов производства коллективных хозяйств.

На протяжении шестнадцати лет с 1993 по 2008 годы, более половины объемов производимой сельскохозяйственной продукции приходилось на хозяйства населения. Так как в силу ухудшения экономических условий, население страны по возможности, было вынуждено обеспечивать себя продукцией собственного производства.

Однако с 2011 года в производстве сельскохозяйственной продукции наблюдается постепенное восстановление структуры и увеличение вклада сельскохозяйственных организаций, доля которых в 2020 году составила

84,5%, что выше уровня 1990 года на 11,2 процентных пункта. При этом вклад крестьянских (фермерских) хозяйств остается незначительным, около 2-3%.

В 1990 году основным видом экономической деятельности являлось животноводство, на долю которого приходилось 73,3% (рис. 3).



**Рис. 3. Структура продукции сельского хозяйства
в хозяйствах всех категорий**

В период с 1994 по 2000 годы наибольший удельный вес в структуре производства занимала отрасль растениеводства. Однако в последующем периоде пропорции изменились, опять в сторону животноводства, занимая в последние годы более 80% объема производимой продукции. Наибольшее усиление животноводческой специализации характерно для сельскохозяйственных организаций, так если в 1990 году удельный вес животноводства составлял 72,7%, то в 2020 году он достиг 90,4%. Наиболее значительные изменения в структуре произошли в хозяйствах населения, если в 1990 году соотношение было в пользу животноводства – 75,0%, то позднее

они стали производить больше продукции растениеводства. В крестьянских (фермерских) хозяйствах, наоборот наблюдается все большее углубление растениеводческой специализации.

Одним из факторов отраслевых преобразований в развитии сельского хозяйства является сокращение посевных площадей (рис. 4).

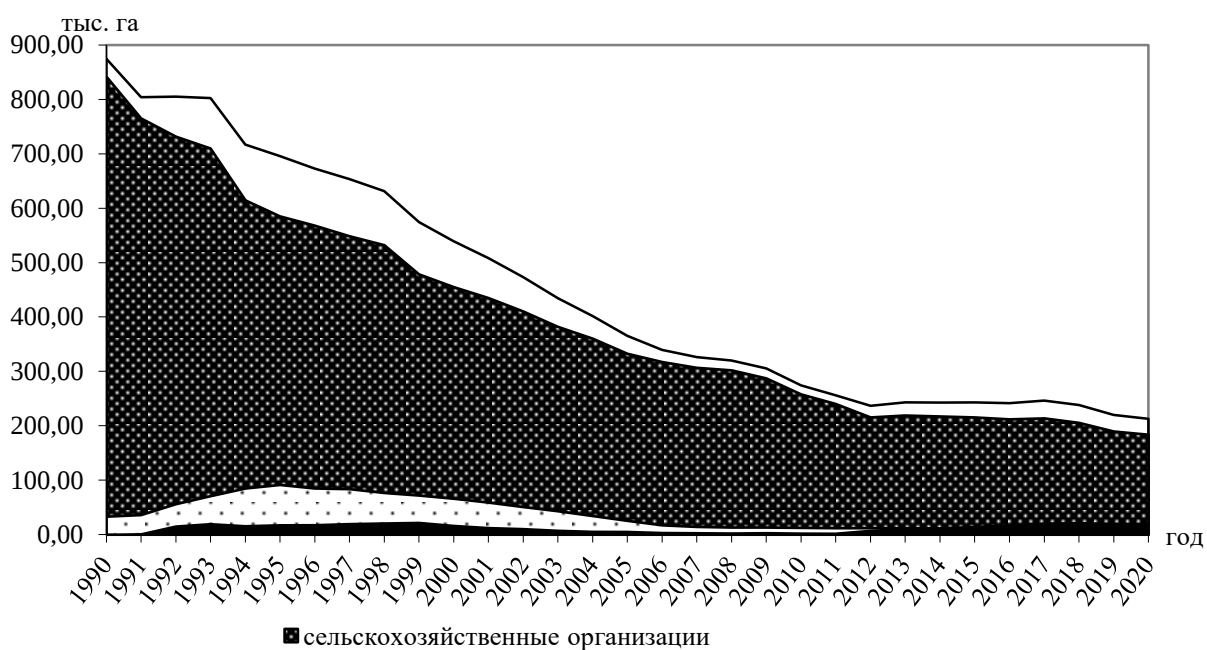


Рис. 4. Посевная площадь сельскохозяйственных культур

В 2020 году в хозяйствах всех категорий посевная площадь составила 212,8 тыс. гектар, что ниже уровня 1990 года на 661,9 тыс. гектар или на 75,7%. Наибольшее сокращение посевных площадей отмечено в сельскохозяйственных организациях – на 657,8 тыс. гектар или на 78,2%, а в хозяйствах населения – на 24,9 тыс. гектар или на 74,8%. При этом в период с 1990 по 1995 годы наблюдалось расширение посевных площадей хозяйств населения до 91,4 тыс. гектар, т.е. на 56,1 тыс. гектар или в 2,7 раза. А в последующем периоде отмечается значительное их сокращение. Посевные

площади крестьянских (фермерских) хозяйств незначительны и наибольших значений около 20 тыс. гектаров достигали в периоды с 1992 по 2002 и с 2015 по 2020 годы.

В анализируемом периоде отмечается сокращение посевных площадей по большинству видов сельскохозяйственных культур, за исключением посевов многолетних трав (табл. 1).

Таблица 1

**Посевные площади в хозяйствах всех категорий
по видам культур, тыс. гектар**

Показатель	Год													2020 г. в % к 1990 г.
	1990	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Вся посевная площадь	874,7	539,2	274,3	256,0	236,7	243,1	242,7	243,0	241,6	246,3	238,2	220,0	212,8	24,3
Зерновые и зернобобовые	280,7	94,2	17,7	21,0	24,7	27,2	39,0	43,3	45,7	44,7	28,2	38,8	42,8	15,2
из них:														
озимые зерновые культуры	114,9	45,1	6,6	6,6	10,1	10,5	19,0	24,3	23,6	18,7	6,8	20,1	18,5	16,1
яровые зерновые и зернобобовые культуры	165,8	49,0	11,1	14,4	14,6	16,8	20,0	19,0	22,2	25,9	21,4	18,7	24,3	14,7
Картофель	37,0	31,4	9,8	10,1	10,1	8,9	8,5	8,5	8,6	8,4	8,2	7,9	7,4	20,0
Овощи открытого грунта	2,2	6,3	2,3	2,5	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,8	2,0	2,1	95,5
Технические культуры	39,8	11,1	0,6	0,6	0,7	0,5	0,9	0,9	2,1	5,7	9,0	8,2	9,0	22,6
Кормовые культуры	514,9	396,3	244,0	221,8	199,3	204,5	192,5	188,5	183,4	185,9	191,0	163,1	151,6	29,4
из них:														
однолетние травы	391,7	15,4	11,8	8,4	9,8	9,1	8,3	6,5	7,9	6,4	7,0	4,4	3,6	0,9
многолетние травы посева прошлых лет	44,9	364,4	221,0	201,7	179,9	187,8	174,7	172,9	164,1	166,7	164,1	143,2	140,8	313,6

При общем сокращении посевных площадей изменилась и структура по видам возделываемых культур. Традиционно наибольшая доля в структуре приходится на кормовые культуры, что связано с животноводческой специализацией области. При этом за период с 1990 по 2020 годы удельный вес кормовых культур увеличился с 58,9 до 71,2%.

Отмечена трансформация от преобладания однолетних трав в сторону многолетних, обладающих более низкой себестоимостью и долголетним использованием. В структуре посевов за анализируемый период уменьшился удельный вес зерновых и зернобобовых культур на 12,0 процентных пункта. При этом значительно увеличилась доля возделываемой пшеницы, при уменьшении посевов ржи, овса и ячменя.

Урожайность сельскохозяйственных культур является основным фактором, который определяет объем производимой продукции растениеводства и отражает уровень интенсификации сельскохозяйственного производства.

В анализируемом периоде усредненные данные по пятилеткам свидетельствуют о наличии тенденции роста урожайности зерновых и зернобобовых культур в 2,5 раза, льноволокна – в 5,3 раза, картофеля – на 47,0%, характеризующие определенный прогресс агротехники, за счет внедрения ресурсосберегающих технологий и применения высокоурожайных сортов и гибридов нового поколения (табл. 2).

Таблица 2

**Урожайность сельскохозяйственных культур
в хозяйствах категорий, центнеров с гектара**

Культура	В среднем за период						2016-2020 гг. в % к 1991-1995 гг.
	1991- 1995 гг.	1996- 2000 гг.	2001- 2005 гг.	2006- 2010 гг.	2011- 2015 гг.	2016- 2020 гг.	
Зерновые и зернобобовые культуры	11,2	8,3	9,6	13,3	23,6	28,2	252,1
Льноволокно	2,3	2,6	3,0	5,3	5,1	12,3	в 5,3 р.
Картофель	104,0	94,2	84,2	98,9	125,0	152,8	147,0
Овощи открытого грунта	185,0	165,5	146,1	153,0	177,9	170,9	92,4

Несмотря на повышения урожайности, из-за значительного сокращения посевных площадей валовой сбор зерна в хозяйствах всех категорий в 2020 году по отношению к уровню 1990 года снизился на 154,5 тыс. тонн или на 50,5% (табл. 3).

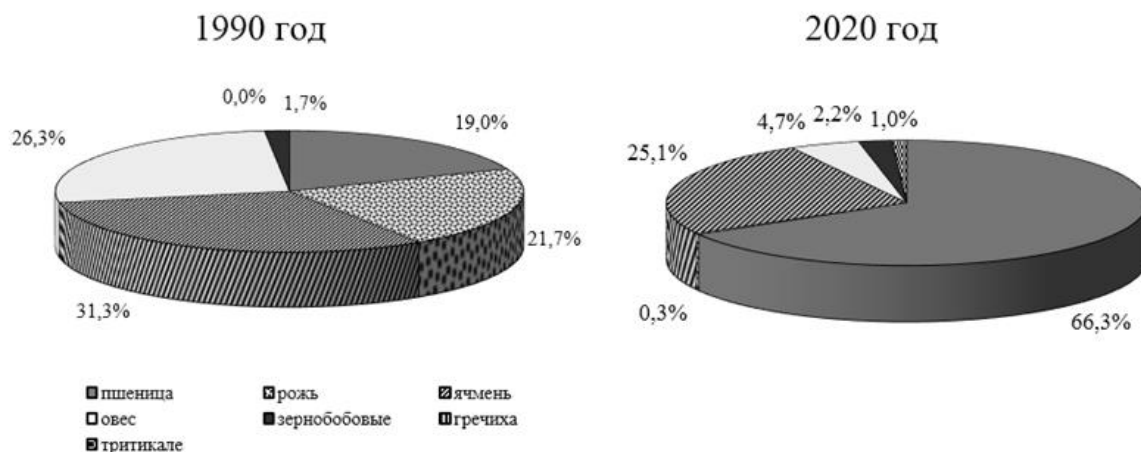
Таблица 3

**Валовой сбор продуктов растениеводства
в хозяйствах всех категорий, тыс. тонн**

Показатель	Год													2020 г. в % к 1990 г.
	1990	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Зерно (в весе после доработки)	306,0	78,3	22,6	37,7	53,9	58,3	112,5	117,4	117,2	81,7	47,2	140,6	151,5	49,5
Льноволокно	3,4	3,6	0,02	0,01	0,05	0,01	-	-	-	-	-	0,03	0,16	4,7
Картофель	288,2	285,1	111,0	134,5	139,1	127,8	109,3	116,4	117,8	116,5	122,4	136,7	115,1	39,9
Овощи	39,0	104,7	36,7	43,7	37,4	37,9	35,9	36,3	33,9	29,9	31,6	33,9	35,1	90,0

Наибольший удельный вес в структуре производства зерновых культур в хозяйствах всех категорий в 2020 году занимает пшеница – 66,3%, тогда как в 1990 году это был ячмень – 31,3% и овёс – 26,3% (рис. 5). Производство таких видов зерновых культур как рожь и овёс существенно сократилось.

Основными производителями зерновых и зернобобовых культур являются сельскохозяйственные организации, производя в последние годы более 90% от общего объёма продукции.



**Рис. 5. Структура производства зерновых культур по видам
(в % от производства зерновых культур)**

В 2020 году по отношению к уровню 1990 года в хозяйствах всех категорий картофеля произвели меньше на 173,1 тыс. тонн или на 60,1%, а овощей – на 3,9 тыс. тонн или на 10,0%. Производство картофеля и овощей сосредоточено преимущественно в хозяйствах населения, которыми в 2020 году выращено 60,4% общего сбора картофеля и 54,2% овощей. За анализируемый период вклад сельскохозяйственных организаций в производство картофеля уменьшился на 25,6, а овощей – на 23,3 процентных пункта, при расширении производства этих культур в крестьянских (фермерских) хозяйствах.

За годы проводимых экономических реформ льноводство области оказалось в глубоком кризисе. Объемы производства льноволокна уменьшились на 3,24 тыс. тонн или на 95,3% из-за значительного сокращения посевных

площадей, при этом в период с 2014 по 2018 годы эта культура не возделывалась. В последние годы предпринимались попытки восстановления льноводства в рамках региональной долгосрочной целевой программы по развитию льняного комплекса до 2020 годы, однако разрушенная инфраструктура и убыточность возделывания культуры потребуют пристального внимания и в дальнейшем.

Следует отметить, что половина сельскохозяйственных товаропроизводителей производят продукцию ещё по экстенсивным технологиям, используют низкокачественные семена, удельный вес удобренной минеральными удобрениями площади во всей посевной площади составляет не более 40%. Так, в 2020 году по сравнению с 1990 годом количество вносимых минеральных удобрений снизилось с 133,8 тыс. до 8,6 тыс. тонн, органических – с 4539 до 489 тыс. тонн в год. Внесение минеральных удобрений не покрывает 40 % выноса питательных веществ из почвы и не достигают научно обоснованных норм. В 2020 году было произвестковано 5223 гектар с нормой внесения 4,5 т/га, что соответственно на 97477 гектар и 0,5 т/га ниже в сравнении с 1990 годом. Не проводятся в должных объемах защитные мероприятия против сорняков, болезней и вредителей.

В то же время примерно 20% хозяйств в полеводстве применяют эффективные, отличающиеся элементами ресурсосбережения традиционные технологии, а 15-20% – более эффективные технологии интенсивного ресурсосберегающего типа [1].

В анализируемом периоде в животноводстве области отмечается сокращение поголовья крупного рогатого скота, овец и коз (табл. 4).

Таблица 4

**Динамика поголовья основных видов скота и птицы
в хозяйствах всех категорий на конец года, тыс. голов**

Вид скота	Год													2020 г. в % к 1990 г.
	1990	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Крупный рогатый скот	555,1	198,4	107,9	103,0	97,1	92,3	83,1	79,3	76,4	74,8	71,6	67,5	65,7	11,8
в том числе: коровы	230,9	120,3	55,3	52,6	48,8	43,9	40,4	37,9	37,5	36,5	35,4	33,5	33,0	14,3
Свиньи	326,1	84,3	86,3	92,5	205,2	355,3	467,3	652,8	838,7	1021,8	1153,6	1289,5	1443,9	в 4,4 р.
Овцы и козы	184,5	79,2	40,5	37,9	35,2	34,6	35,2	37,4	39,7	37,1	33,8	31,6	32,4	17,6
Лошади	18,1	12,7	4,3	3,7	3,3	2,8	2,4	2,2	1,8	1,6	1,3	1,3	1,3	7,2

На конец 2020 года по отношению с соответствующей датой 1990 года значительно уменьшилось поголовье крупного рогатого скота на 489,4 тыс. голов или на 88,2%, в том числе коров на 197,9 тыс. голов или на 85,7%. Поголовье овец и коз сократилось на 152,1 тыс. голов или на 82,4% и лошадей на 16,8 тыс. голов или на 92,8%. При этом отмечается значительное увеличение поголовья свиней на 1117,8 тыс. голов или в 4,4 раза. В 2020 году по численности поголовья Псковская область занимает четвертое место вслед за Белгородской, Курской и Воронежской областью. Составляя 5,6% численности поголовья свиней в Российской Федерации, что на 4,7 процентных пункта выше уровня 1990 года.

В сельскохозяйственных организациях сосредоточена основная часть поголовья свиней и крупного рогатого скота. В 2020 году в структуре поголовья удельный вес свиней достиг 99,9%, что выше уровня 1990 года на 18,8 процентных пункта. Доля поголовья крупного рогатого скота составила в 2020 году 78,4%, однако это меньше уровня 1990 года на 7,5 процентных пункта.

В последние годы в области улучшились показатели продуктивности коров и свиней (рис. 6).

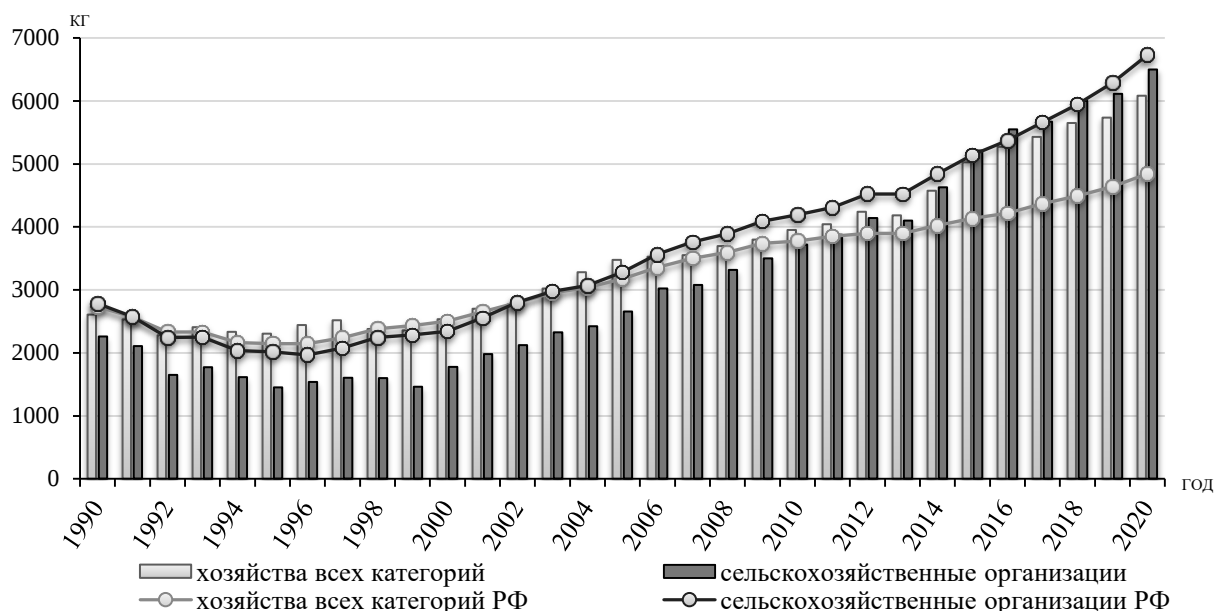
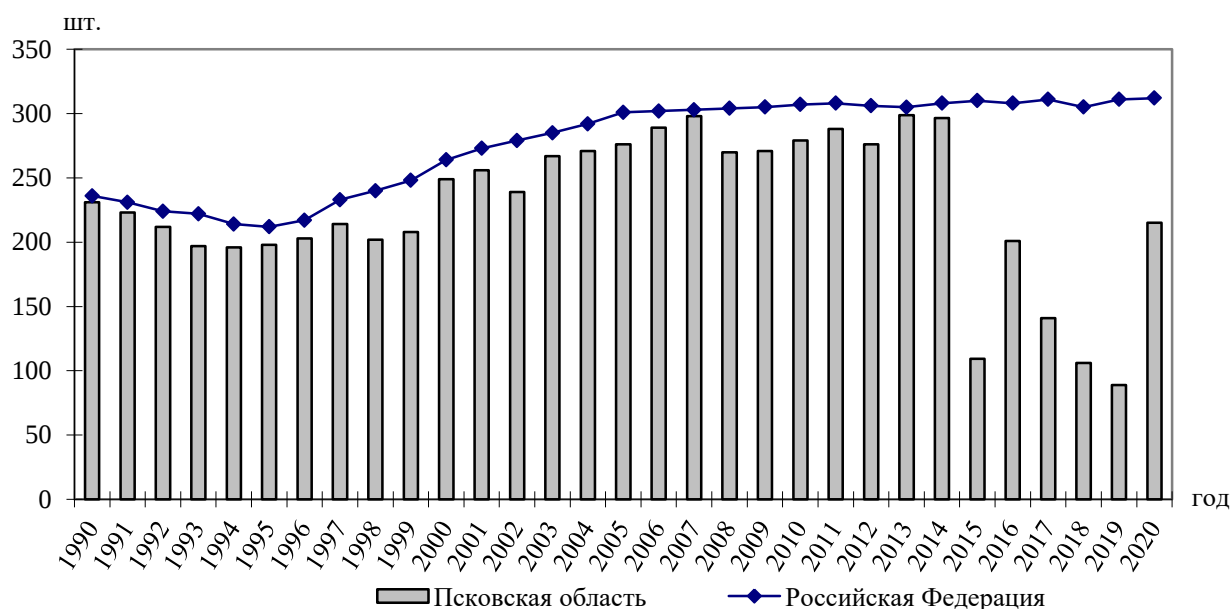


Рис. 6. Тенденции надоя молока в расчете на одну корову

В хозяйствах всех категорий надой молока на 1 корову в 2020 году составил 6082 килограмм, а в сельскохозяйственных организациях – 6501 килограмм, что выше уровня 1990 года на 133,4% и 187,8% соответственно. Следует отметить, что только с 2014 года продуктивность коров в сельскохозяйственных организациях складывается выше, чем в хозяйствах всех категорий. При этом в последние годы показатель надоя молока в расчете на одну корову по Псковской области складывается выше, чем в сельскохозяйственных организациях по Российской Федерации. Более чем на 50% увеличился среднесуточный привес свиней на выращивании и откорме, составив в 2020 году 646 граммов, при средней живой массе одной головы свиней 122 килограмма.

В динамике яйценоскости кур-несушек отмечаются значительные колебания по годам (рис. 7). Некоторое снижение продуктивности в середине 90-х годов перешло в тенденцию роста. Однако финансовые проблемы птицефабрик области отразились в резком падении продуктивности начиная с 2015 года. В 2020 году яйценоскость кур-несушек составила 215 штук, что ниже на 6,9% уровня 1990 года и на 31,1% ниже общероссийского показателя 2020 года.



**Рис. 7. Среднегодовая яйценоскость кур-несушек в
сельскохозяйственных организациях**

Производство скота и птицы в убойном весе за анализируемый период увеличилось на 180,9 тыс. тонн или в 3,1 раза. В большей степени это связано с наращиванием объемов производства свинины – в 6,7 и птицы – в 2,0 раза. Псковская область на протяжении последних четырех лет занимает второе место в России по производству мяса свиней на душу населения.

В структуре производства скота и птицы в убойном весе существенно возрастала доля свинины, достигнув в 2020 году 91,0%. При этом удельный

вес производства мяса крупного рогатого скота уменьшился на 42,7 процентных пункта, за счёт значительного сокращения поголовья.

Более 99% от общего объема производства скота и птицы на убой в 2020 году приходится на сельскохозяйственные организации. По сравнению с 1990 годом их доля возросла на 16,7 процентных пункта. После значительного снижения в 2000-е годы, доля сельскохозяйственных организаций в производстве скота и птицы ежегодно увеличивалась, доля хозяйств населения – сокращалась.

В рассматриваемом периоде существенно уменьшилось производство молока на 411,8 тыс. тонн или на 67,1%. Это также связано с сокращением поголовья, даже не смотря на значительный рост продуктивности коров. В структуре производства молока, начиная с 2006 года, наибольший удельный вес занимают сельхозорганизации. В 2020 году их доля составляла 80,8%, что выше уровня 1990 года на 45,0 процентных пункта. Удельный вес молока, произведенного в хозяйствах населения снизился, с 62,0 % в 1990 году до 12,4 % в 2020 году.

В 2020 году в хозяйствах всех категорий произвели 86,1 млн штук яиц, что ниже уровня 1990 года на 186,1 млн штук или 89,7%. В последние годы более половины от общего объема производства яиц приходится на хозяйства населения. При этом доля сельскохозяйственных организаций уменьшилась в анализируемом периоде на 37,6 процентных пункта, составив в 2020 году 42,2%, от производства яиц хозяйствами всех категорий.

Более 90% шерсти и мёда производится хозяйствами населения. В 2020 году по отношению к уровню 1990 года шерсти произвели меньше на 227 тонн или на 89,7%, а мёда больше на 57 тонн или на 98,3%.

Таблица 5

**Производство продукции животноводства
в хозяйствах всех категорий**

Вид продукции	Год														2020 г. в % к 1990 г.
	1990	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Скот и птица на убой (в убойном весе), тыс. т	87,9	25,2	32,4	34,2	36,5	46,4	72,2	99,6	134,6	168,3	197,2	236,1	268,8	в 3,1 р.	
в т.ч. крупный рогатый скот	38,9	10,8	7,0	6,1	6,2	6,0	5,8	5,3	4,8	5,0	5,1	5,2	5,2	13,4	
свиньи	36,6	10,7	11,6	12,8	17,8	36,6	62,1	76,4	111,7	144,7	173,6	212,5	244,4	в 6,7 р.	
овцы и козы	2,4	1,1	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	16,7	
птица	9,3	2,5	13,0	14,6	11,8	3,2	3,8	17,2	17,4	18,0	17,9	17,9	18,7	201,1	
Молоко, тыс. т	614,1	320,9	226,5	219,2	219,1	195,2	193,1	196,5	199,2	199,3	198,9	196,8	202,3	32,9	
Яйца, млн шт.	272,2	172,8	94,7	107,2	80,5	67,0	61,6	58,1	66,6	84,5	82,0	87,1	86,1	31,6	
Шерсть (в физическом весе), т	253	64	49	46	43	37	33	35	34	29	27	26	26	10,3	
Мед, т	58	497	217	209	188	208	185	190	156	94	115	98	115	198,3	

За анализируемый период в три раза сократилось число сельскохозяйственных организаций и существенно увеличился удельный вес убыточных организаций. При этом улучшились показатели финансовых результатов деятельности сельскохозяйственных организаций, так прибыль возросла на 5407 млн рублей, а уровень рентабельности увеличился на 8,4 процентных пункта. Значительно возросла прибыль животноводства на 5427 млн рублей, а уровень рентабельности – на 21,4 процентных пункта. Однако прибыль растениеводства уменьшилась на 20 млн рублей, а уровень рентабельности снизился на 1,7 процентных пункта. Основной доход сельскохозяйственных организаций начиная с 2014 года обеспечивается животноводством.

Таблица 6

**Финансовые результаты деятельности
сельскохозяйственных организаций**

Показатель	Год												2020 г. (+,-) от 1990 г.
	1990	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Число сельскохозяйственных организаций	377	264	263	258	232	209	201	187	175	160	137	121	- 256
Удельный вес убыточных организаций в общем числе сельскохозяйственных организаций, %	1,0	62,5	63,5	61,6	54,7	52,2	54,7	38,0	48,0	53,8	46,0	45,5	44,5
Прибыль (убыток), млн руб.	159	159	261	88	-363	1784	2894	3788	4837	3369	6144	5566	5407
в том числе:	8	-0,4	-6	-53	77	416	57	95	215	7	8	-12	-20
растениеводства	151	159	267	141	-420	1368	2837	3693	4622	3362	6136	5578	5427
животноводства	8,3	1,3	4,3	-4,2	-5,5	19,7	17,8	28,2	31,5	13,7	22,3	16,7	8,4
Рентабельность (убыточность), %	4,4	-4,4	-8,1	-11,8	14,2	68,4	-0,1	-6,9	-0,7	-4,8	-1,5	2,7	-1,7
в том числе:	8,4	1,9	5,7	2,4	-10,6	26,4	32,1	29,2	33,9	41,7	32,7	29,8	21,4
растениеводства													
животноводства													

Таким образом, за тридцатилетний период сельское хозяйство Псковской области претерпело значительную трансформацию. Отмечен структурный сдвиг в производстве сельскохозяйственной продукции от крупных к малым и затем опять к крупным формам хозяйствования. После значительного падения, удалось нарастить и в последние два года превысить уровень 1990 года по объёму производства сельскохозяйственной продукции. Выявлены тенденции роста урожайности основных сельскохозяйственных культур и продуктивности коров и свиней. Отмечается положительная динамика роста объемов производства продукции, только за счет животноводческой отрасли и моноспециализации в свиноводстве. В растениеводстве наблюдается значительное сокращение посевных площадей и производства основных видов сельскохозяйственных культур, а

также усиление ее кормовой направленности. Улучшились финансовые результаты деятельности сельскохозяйственных организаций, однако остается достаточно высокий уровень убыточных организаций.

Список литературы

1. Об утверждении стратегии устойчивого развития сельских территорий Псковской области до 2030 года : Распоряжение Администрации Псковской области от 31.10.2017 г. №674-р. – Текст : электронный // СПС КонсультантПлюс. – Режим доступа : локальный; по договору . – Обновление еженедельно.
2. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Псковской области : [сайт]. – URL: <http://pskovstat.gks.ru/> (дата обращения 15.06.2022). – Режим доступа : свободный. – текст электронный.
3. Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 15.06.22). – Режим доступа : свободный. – текст электронный.

© Е.В. Филиппова, 2022

РАЗДЕЛ III.
ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЕ СЕГОДНЯ

Глава 13.
**ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ
НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ**

Зорина Ирина Геннадьевна

д.м.н., профессор, заведующий

кафедрой гигиены и эпидемиологии

ФГБОУ ВО «Южно-уральский медицинский
государственный университет» Минздрава России

Шмакова Кристина Александровна

врач по общей гигиене

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии
в Челябинской области»

Аннотация: В настоящее время проблема сохранения и укрепления здоровья детей и подростков является чрезвычайно важной задачей государственной политики, что связано с высоким уровнем заболеваемости, ростом нервно-психической патологии, наличием функциональных отклонений и ухудшение качественных показателей, как физического, так и нервно-психического здоровья. Для предотвращения влияния негативных факторов на нервно-психическое здоровье школьников, необходимо проведение своевременной диагностики морфо-функционального состояния головного мозга.

Целью данного исследования явилось изучение структуры общей и первичной заболеваемости детей и подростков в динамике шести лет (с 2015-2020 гг.), особенностей морфо-функциональных изменений головного мозга у школьников.

В результате проведенного исследования выявлено, что общая заболеваемость детей и подростков г. Челябинска в динамике 6 лет (2015-2020 гг.) существенно снизилась на 24,0% и за последний год на 9,6%.

Отмечается увеличение показателя общей заболеваемости детей и подростков за исследуемый период по следующим классам болезней: психические расстройства и расстройства поведения (на 28,1%), болезни системы кровообращения (на 26,3%) и COVID-19 (на 99%).

Первичная заболеваемость, по данным обращаемости детского населения в динамике 6-ти лет, имеет тенденцию к снижению. Первичная заболеваемость среди детей (0-17 лет) г. Челябинска в 2020 году в сравнении с 2019 годом снизилась на 12% и составила 1931,40 случая на 1000 человек соответствующего возраста.

В результате проведенного исследования методом ЭЭГ выявлено: в группе учащихся 11-14 лет у 78% обследованных и в группе подростков 15-17 лет 71% респондентов выявлены психоневрологические нарушения соответственно, у других нарушений не выявлено

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости инновационных подходов в медицине и образовании, моделирование ситуаций, направленных на повышение уровня индивидуального нервно-психического здоровья (психоэмоционального состояния) современных школьников.

Ключевые слова: электроэнцефалография, физиологическая зрелость головного мозга, школьники, нервно-психические расстройства, общая заболеваемость.

**PRACTICAL EXPERIENCE IN THE USE
OF ELECTROENCEPHALOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS
OF NEUROPSYCHIATRIC DISORDERS**

Zorina Irina Gennadievna

Shmakova Kristina Alexandrovna

Abstract: Currently, the problem of preserving and strengthening the health of children and adolescents is an extremely important task of state policy, which is associated with a high level of morbidity, an increase in neuropsychiatric pathology, the presence of functional abnormalities and deterioration of qualitative indicators, both physical and neuropsychiatric health. To prevent the influence of negative factors on the neuropsychiatric health of schoolchildren, it is necessary to conduct timely diagnostics of the morpho-functional state of the brain.

The purpose of this study was to study the structure of the general and primary morbidity of children and adolescents in the dynamics of six years (from 2015-2020), the features of morpho-functional changes of the brain in schoolchildren.

As a result of the study, it was revealed that the overall morbidity of children and adolescents in Chelyabinsk in the dynamics of 6 years (2015-2020) significantly decreased by 24.0% and over the past year by 9.6%.

There is an increase in the overall morbidity of children and adolescents over the study period for the following classes of diseases: mental disorders and behavioral disorders (by 28.1%), circulatory system diseases (by 26.3%) and COVID-19 (by 99%).

Primary morbidity, according to the data of the appeal of the child population in the dynamics of 6 years, tends to decrease. Primary morbidity among children

(0-17 years old) of Chelyabinsk in 2020, compared with 2019, decreased by 12% and amounted to 1931.40 cases per 1000 people of the corresponding age.

As a result of the conducted EEG study, it was revealed: in the group of students aged 11-14, 78% of the surveyed and in the group of adolescents aged 15-17, 71% of respondents revealed neuropsychiatric disorders, respectively, no other disorders were detected.

The results obtained indicate the need for innovative approaches in medicine and education, modeling of situations aimed at improving the level of individual neuropsychiatric health (psycho-emotional state) of modern schoolchildren.

Key words: electroencephalography, physiological maturity of the brain, schoolchildren, neuropsychiatric disorders, general morbidity.

Введение. Комплексное воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды – экологических, социально-экономических, внутри-школьных, психологических и других оказывают неблагоприятное воздействие на состояние здоровья детей и подростков. Спектр факторов выявляются в общеобразовательных организациях и усиливают свое влияние от первого к одиннадцатому году обучения, вызывая нарушения нервно-психической сферы школьника [1,2].

Здоровье ребенка, рост и развитие определяются средой, в которой реализуются все процессы жизнедеятельности, а для детей и подростков от 7 до 18 лет такой средой является внутришкольная, пребывание в которой составляет более 70 % времени суток [3,4].

По данным исследований [5,6] из миллиона относительно здоровых первоклассников через 10 месяцев обучения у каждого четвертого (250 тысяч школьников) выявляются отклонения в функциональном состоянии нервной и сердечно-сосудистой систем.

Многочисленные исследования гигиенистов [7,8] выявили, что в России лишь 10% выпускников школ могут считаться здоровыми. За период обучения в общеобразовательных организациях среди учащихся в 5 раз увеличивается число нарушений органов зрения и осанки, в 4 раза – нервно-психических нарушений, в 3 раза увеличение патологии органов пищеварения. У 50% школьников отмечаются отклонения в развитии опорно-двигательного аппарата, в сердечно-сосудистых и дыхательных системах и 70% учащихся страдают от гипокинезии [9,10].

Постоянная интенсификация учебного процесса, применение новых технологий увеличивают суммарную нагрузку на органы и системы школьника, неуклонно, приводя к ухудшению его здоровья, дисгармоничному развитию и снижению умственной работоспособности [11,12, 13].

В настоящее время вопросы нервно-психического здоровья детей и подростков решаются в аспекте индивидуальных и групповых психолого-педагогических подходов, сферой приложения которых являются проблемы воспитания и обучения, направленные на реализацию личностного роста и социальной адаптации школьника. Таким образом, особенности морфофункционального развития и состояние нервно-психического здоровья учащегося, его адаптационные возможности остаются вне контроля специалистов (неврологов, психиатров, педиатров).

Актуальность данного исследования заключается в углубленном изучении особенностей морфо-функциональных изменений головного мозга у школьников, которые могут быть причиной формирования нервно-психических расстройств.

Одним из видов диагностики заболеваний нервно-психической системы является электроэнцефалография (ЭЭГ), которая позволяет оценить физиологическую зрелость головного мозга и возрастные особенности его деятельности, а также выявить причины и степень задержки развития

различных когнитивных функций (памяти, внимания и других), а также диагностировать разные заболевания и расстройства, переутомление и перенапряжение головного мозга [14].

ЭЭГ представляет собой отражение сложного колебательного электрического процесса, который является результатом временной и пространственной суммации элементарных процессов, протекающих в нейронах головного мозга. ЭЭГ сигнал является интеграцией нейрональной активности в различных пространственных (А) и временных (В) шкалах.

Уровень возбуждения нейрона определяется суммой возбуждающих и тормозных воздействий, приходящих к нему по синапсам. Если сумма возбуждающих воздействий больше суммы тормозных, нейрон генерирует импульс, распространяющийся по аксону.

Поэтому назрела необходимость в изучении функционального состояния структур головного мозга путем регистрации электрических потенциалов методом ЭЭГ.

Цель работы: изучение структуры общей и первичной заболеваемости детей и подростков в динамике шести лет, а также особенностей морфо-функциональных изменений головного мозга у школьников.

Материалы и методы исследования. Объектом изучения явилось детское население г. Челябинска (средняя численность до 18 лет – 747436 человек, их доля в общей численности населения области – 21,6%).

Анализ общей заболеваемости детей и подростков осуществлялся в динамике 6 лет (2015-2020 гг.) с применением материалов государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в г. Челябинске» (2015-2020 гг.).

В работе использованы аналитический, статистический, математический и инструментальный методы исследования

Источником информации послужили: годовые отчеты и сборники Министерства здравоохранения и Управления здравоохранения Администрации г. Челябинска «Показатели Деятельности медицинских организаций и здоровья населения г. Челябинска» (2015-2020 гг.), «Медицинская карта ребенка» (форма № 026/у-2000).

При исследовании использован программно-аппаратный комплекс «Энцефалан (4.3)», которым изучалась мощность основных частотных диапазонов суммарной биоэлектрической активности мозга (ЭЭГ) в состоянии покоя с закрытыми глазами, степень изменения мощности ритмов мозга школьников при выполнении простейшей функциональной нагрузки «открытие-закрытие глаз» и изменение мощности соответствующих гармонических составляющих ЭЭГ на фоне стимуляции ритмическими световыми раздражителями.

Биоэлектрическая активность мозга, регистрировалась методом ЭЭГ у 282 школьников (с 11-14 лет- 163 респондента, с 15-17 лет-119 респондентов), который представляет колебания разности потенциалов между двумя точками на поверхности головы обследуемого. На каждый канал регистрирующего прибора подаются напряжения, отведенные двумя электродами: одно на положительный, другое на отрицательный вход канала усиления. Электроэнцефалографы представляют собой многоканальные устройства, позволяющие регистрировать электрическую активность (ЭА) от соответствующего числа пар электродов, установленных на голове обследуемого.

Частота альфа-ритма находится в диапазоне от 8 до 14 Гц, амплитуда 30-70 мкВ, которая с возрастом может снижаться. Наиболее высокую амплитуду имеет альфа-ритм, зафиксированный в спокойном состоянии человека, который находится в тёмном помещении с закрытыми глазами.

Бета-ритм имеет частоту от 13 до 30 Гц, амплитуду 5-30 мкВ и возникает при активном состоянии пациента, наиболее сильно выражен в лобных областях, но при различных видах интенсивной деятельности резко усиливается и распространяется на другие области мозга. Бета-ритм может возрастать при предъявлении нового неожиданного стимула, в ситуации внимания, при умственном напряжении, эмоциональном возбуждении. Амплитуда в 4–5 раз меньше, чем у альфа-волн.

Диапазон гамма-ритма варьирует от 30 до 120-180 Гц и имеет низкую амплитуду (2-10мкВ). Если амплитуда гамма-ритма превышает 15мкВ, то это свидетельствует о наличии нарушения деятельности головного мозга, в результате которого снижаются когнитивные способности пациента. Гамма-ритм наблюдается при решении задач, требующих максимального сосредоточенного внимания и этот ритм собранности и концентрации на проблеме или задаче, ритм активного собранного решения и работы.

Дельта-ритм - от 0,5 до 4 колебаний в сек., амплитуда -50-500 мкВ, который возникает при глубоком естественном или наркотическом сне, а также при коме. Дельта-ритм наблюдается и при регистрации электрических сигналов от участков коры, граничащих с областью травматического очага или опухоли. Низкоамплитудные (20–30 мкВ) колебания этого диапазона могут регистрироваться в состоянии покоя при некоторых формах стресса и длительной умственной работе.

Тета-ритм (θ-ритм)- частота 4-8 Гц, высокий электрический потенциал 100-150 микровольт, высокая амплитуда волн от 10 до 30 мкВ. Наиболее ярко тета-ритм выражен у детей дошкольного возраста, частотный диапазон способствует глубокой релаксации головного мозга, хорошей памяти, более

глубокому и быстрому усвоению информации, пробуждению индивидуального творчества и талантов.

Показания к проведению ЭЭГ обследования детей и подростков могут являться: отставание ребенка в речевом развитии: нарушение произношения из-за функционального сбоя ЦНС (дизартрия), расстройство, утрата речевой деятельности вследствие органического поражения определенных зон головного мозга, отвечающих за речь (афазия), заикание, внезапные, неконтролируемые приступы судорог, неконтролируемое опорожнение мочевого пузыря (энурез), чрезмерная подвижность и возбудимость (гиперактивность), бессознательное передвижение ребенка во время сна (лунатизм), сотрясения, ушибы и другие травмы головы, систематические головные боли, головокружения и обмороки, неопределенной природы происхождения, непроизвольные спазмы мышц в ускоренном темпе (нервный тик), неспособность сосредоточиться (рассеянность внимания), снижение умственной активности, расстройство памяти, психоэмоциональные нарушения (беспричинная смена настроения, склонность к агрессии, психозу).

Результаты и их обсуждение.

В результате исследования выявлено снижение показателя общей заболеваемости среди детского населения г.Челябинска в динамике 6-ти лет (2015-2020 г.г.). Общая заболеваемость среди детей и подростков (0-17 лет) г. Челябинска в 2020 г. в сравнении с 2019 г. снизилась на 9% и составила 2485,42 случаев на 1000 человек соответствующего возраста (рис. 1).



Рис. 1. Динамика общей заболеваемости детского населения 0-17 лет в период 2015-2020 гг. (на 1000 человек соответствующего возраста)

В структуре общей заболеваемости детей (0-17 лет) первые 5 ранговых мест в 2020 году занимают: болезни органов дыхания (52,9%), болезни органов пищеварения (6,1%), травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (6%), болезни кожи и подкожной клетчатки (4,9%), болезни глаз (4,1%).

В 2020 году среди детей (0-17 лет) в сравнении с 2019 годом отмечается прирост общей заболеваемости по следующим нозологиям: психические расстройства и расстройства поведения (на 28%), болезни системы кровообращения (на 26%) и новая коронавирусная инфекция (на 99%). По всем остальным классам заболеваний в 2020 году отмечается снижение общей заболеваемости.

Первичная заболеваемость, по данным обращаемости детского населения в динамике 6-ти лет, имеет тенденцию к снижению. Первичная заболеваемость среди детей (0-17 лет) г. Челябинска в 2020 году в сравнении

с 2019 годом снизилась на 12% и составила 1931,40 случая на 1000 человек соответствующего возраста (рис. 2).



Рис. 2. Динамика первичной заболеваемости детского населения 0-17 лет в период 2015-2020 г.г. (на 1000 человек соответствующего возраста)

В структуре первичной заболеваемости среди детей (0-17 лет) первые 5 ранговых мест в 2020 году занимают: болезни органов дыхания (63,5%), травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (7,1%), болезни кожи и подкожной клетчатки (4,2%), некоторые инфекционные и паразитарные болезни (3,8%), болезни органов пищеварения (3,6%). В сравнении с 2019 годом отмечается прирост первичной заболеваемости в 2020 году по классам: болезни системы кровообращения (на 63%) и COVID-19 (на 99%) и психические и поведенческие расстройства (на 12%). По всем остальным классам заболеваний в 2020 году отмечается снижение первичной заболеваемости.

При оценке психоэмоциональных и поведенческих состояний у учащихся, установлены нарушения в нервно-психическом здоровье, что

сопровождается высокими показателями тревожности, агрессивности, невротизации.

В результате проведенного исследования у 33,6% респондентов отмечается высокий уровень личностной тревожности, у 19,8 %- низкий уровень, также высокий и повышенный уровни агрессии отмечены у 78,6% респондентов, у 65% обследованных школьников выявлена вербальная агрессия, которая проявляется в выражении негативных чувств как через форму (крик), так и через содержание словесных ответов (проклятия, угрозы).

У 44,6% обследованных школьников выявлен высокий уровень нейротизма, который характеризуется эмоциональной неустойчивостью, тревогой, низким уровнем самоуважения и может проявляться вегетативными расстройствами.

Известно, что ЭЭГ ребенка имеет более низкую среднюю частоту в сравнении с взрослыми и увеличивающуюся с возрастом, характеризуются замедлением и многообразием типов волн, широким диапазоном частот, разнообразием физиологических вариантов.

При изучении ЭЭГ школьников (7-14 лет) в затылочных и теменных областях более отчетливо доминирует альфа-ритм с частотой 8-10 кол/с, редко чередующийся с медленноволновой активностью. Индекс выраженности и амплитуда (до 120 мкВ) основной активности преобладает в затылочной области, медленная активность невысокой амплитуды (по сравнению с ЭЭГ возрастного периода 5-6 лет) интенсивнее выражена в центральных областях.

На ЭЭГ 10-11-летних школьников синхронные дельта-волны не встречаются, основной ритм нарастает по частоте. В затылочно-теменной области полностью доминирует альфа-ритм. Реже регистрируется медленная активность тета-диапазона частотой 5-7 кол/с. В 11-12 лет на ЭЭГ в затылочной области доминирует альфа-ритм со средней частотой 9 кол/с; в центральной области регистрируется полиритмичная активность с

преобладанием ритма частотой 7-12 кол/с и значительно выражена бета-активность.

ЭЭГ учащихся 12-13 лет характеризуется альфа-ритмом со средней частотой 10 кол/с и амплитудой 90 мкВ, доминирующим в затылочных и центральных областях. В 13-14 лет альфа-ритм устанавливается на индивидуальной частоте, сохраняющейся в зрелом возрасте. От альфа-ритма взрослого человека этот ритм отличается относительно более высокой амплитудой и менее выраженными модуляциями.

При невротических состояниях отсутствуют специфические изменения ЭЭГ, но в то же время полученные данные могут указывать на состояния напряжения, тревоги, беспокойства, страха, которые сопутствуют каждому или почти каждому неврозу, таким образом возможно дифференцировать неврозы от неврозоподобных расстройств органического генеза. У респондентов с неврозоподобными расстройствами наблюдались следующие изменения ЭЭГ: неустойчивые изменения в динамике, и нормализация ЭЭГ при повторных исследованиях, регулярная дельта- и тета-активность не выражена, основные нарушения биоэлектрической активности наблюдаются в диапазоне альфа-ритма, сохраняется правильность его зонального распределения амплитудные значения и веретенообразность, но снижается его индекс, альфа- ритм выражен вспышками, длительностью до нескольких секунд.

У респондентов с астеническими и реактивными состояниями альфа-ритм замещается низкоамплитудной плоской ЭЭГ.

Высокоамплитудный альфа-ритм у больных с неврозоподобными расстройствами по типу неврастения или истерии является неблагоприятным

симптомом и коррелирует с состоянием заторможенности; улучшение состояния сопровождается быстрой нормализацией ЭЭГ.

Ориентировочная реакция в виде депрессии альфа-ритма у респондентов отмечалась четкая, участки десинхронизации резко увеличены по сравнению с нормой, угасание ориентировочной реакции резко замедлено.

В результате проведенного исследования методом ЭЭГ выявлено: в группе учащихся 11-14 лет у 78% обследованных и в группе подростков 15-17 лет 71% респондентов выявлены психоневрологические нарушения соответственно, у других нарушений не выявлено (рис. 3).

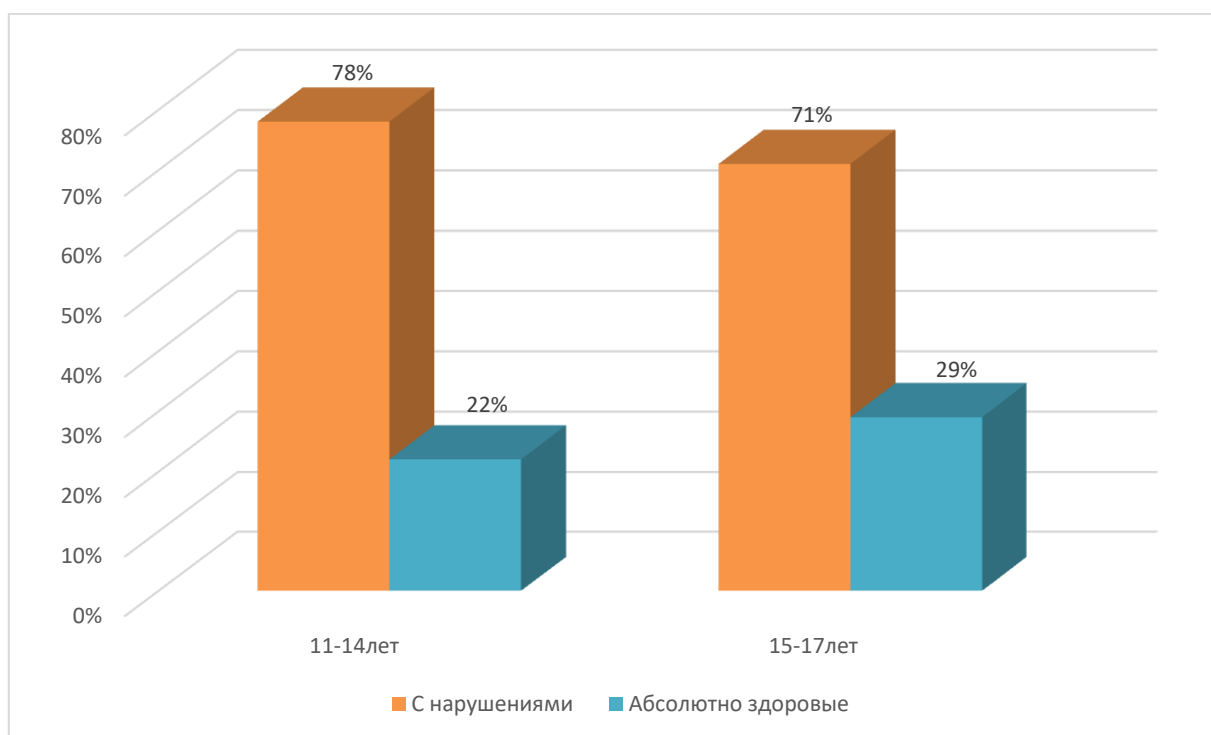
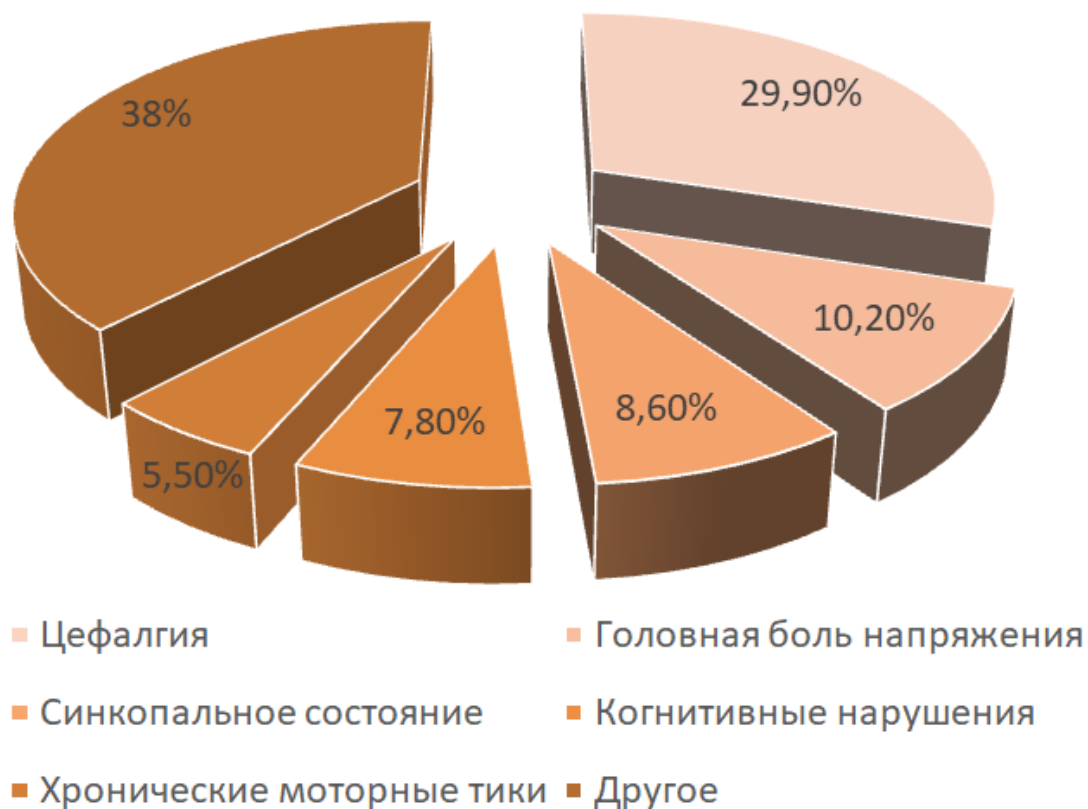


Рис. 3. Количество учащихся с психоневрологическими нарушениями с учетом возраста (%)

Первые пять ранговых мест у учащихся 11-14 лет занимают: у 29,9%- цефалгия, 10,2%- головная боль напряжения, 8,6% - синкопальное состояние, 7,8%- когнитивные нарушения, 5,5%- хронические моторные тики (рис. 4).



**Рис. 4. Структура психоневрологических нарушений
в группе детей 11-14 лет (%)**

Первые пять ранговых мест у подростков 15-17 лет занимают следующие психоневрологические нарушения: 29,4% - цефалгия, 10,5% - вегетососудистая дистония, 9,4% - головная боль напряжения, 5,8% - обморок и коллапс, 4,7% - синкопальное состояние (рис. 5).



**Рис. 5. Структура психоневрологических нарушений
у подростков 15-17 лет (%)**

При изучении психоневрологических нарушений с учетом пола выявлено, что у 79% мальчиков первые пять ранговых мест занимают: у 22,7%-цефалгия, у 9% - головная боль напряжения, у 9%- когнитивные нарушения, у 6,4%- хронические моторные тики, у 5,5% респондентов - логоневроз (рис. 6).

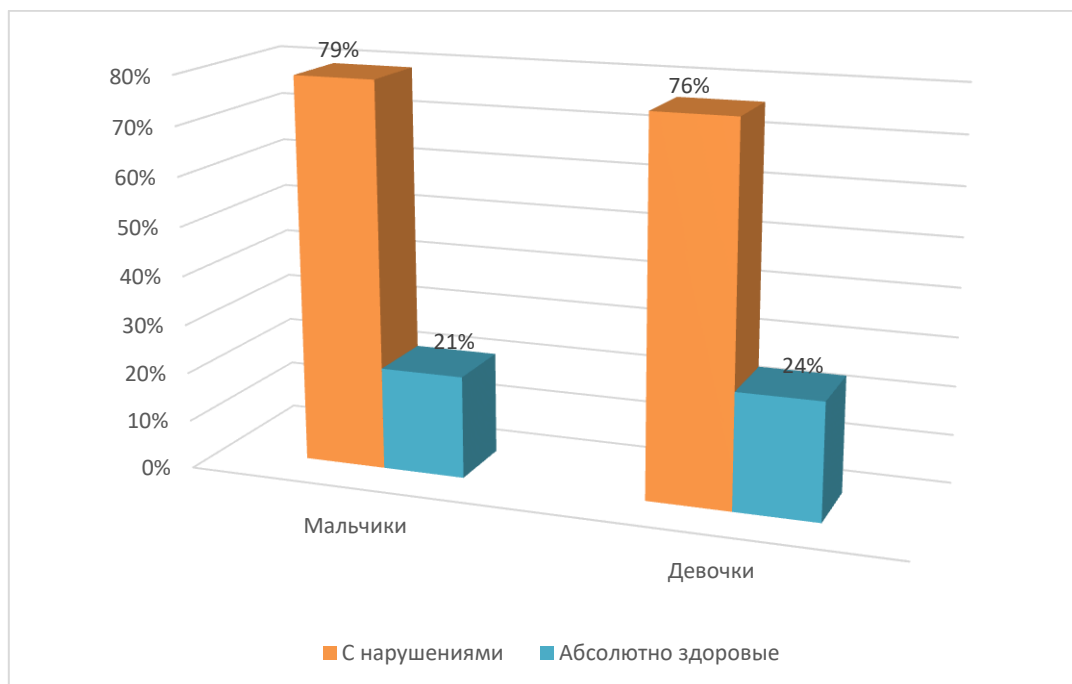


Рис. 6. Количество учащихся с психоневрологическими нарушениями с учетом пола (%)

В то время как в у 76% девочек, структура выявленных нарушений другая: у 35,7%- цефалгия, у 11% - головная боль напряжения, у 11% - синкопальное состояние, у 5,5%- вегетососудистая дистония, у 4,6 % респондентов - обморок и коллапс.

При анализе ЭЭГ выявлено, что во всех записях пациентов с первичными головными болями доминировали диффузные изменения биоэлектрической активности мозга легкой или умеренной степени выраженности. Ни в одной из них не было обнаружено типичных форм эпилептиформной активности и локальных расстройств электрогенеза.

Для таких респондентов с первичными головными болями характерно: дезорганизация альфа-ритма, ослабление выраженности бета-ритма по всем проекциям коры, наличие медленноволновой активности, повышение

представленности заостренных потенциалов альфа- или бета-частотных диапазонов, появление или нарастание уже отмеченной в фоновой записи билатерально-синхронной медленноволновой активности.

Головная боль относится к часто встречающимся жалобам в детском и подростковом возрасте, между тем, обращаемость по этому поводу пациентов и их родителей за помощью в медицинские учреждения парадоксально остается на довольно низком уровне.

Согласно данным исследования [15,16], частота встречаемости головной боли и головной боли напряжения в сумме от 30% до 50% у школьников. Пик встречаемости головных болей приходится на «переходный возраст». Появление жалоб на них свидетельствует не о том, что ребенок растет, а о том, что в процессе возрастной перестройки организма его функционально адаптационные системы не справляются с возросшей учебной нагрузкой, возможно не всегда оправданной, в том числе из-за завышенных требований к ребенку со стороны родителей и педагогов.

Причинами выявленных состояний, вероятно, могут послужить провоцирующие факторы: эмоциональное напряжение, связанное с обучением, чрезмерная загруженность дополнительными занятиями, неудобное рабочее место, напряжение зрения, семейные конфликты, чрезмерное родительское попечение, недостаточность физической активности или чрезмерная физическая нагрузка. Головная боль напряжения может возникать, как правило, после длительного стрессового состояния. Патогенетической особенностью является незрелость механизмов психологической защиты ребенка, что обуславливает появление заболевания при незначительных, с точки зрения взрослых, стрессах. Головные боли напряжения чаще возникают у детей стеснительных, неудовлетворенных собой, плохо адаптирующихся к новой обстановке. У них отмечают

вспышки упрямства, капризы, которые носят характер защитных реакций на фоне недовольства собой.

В большинстве случаев головные боли у детей и подростков имеют благоприятный прогноз, если поставлен точный диагноз, устранены провоцирующие факторы и правильно назначена терапия.

Таким образом, считаем необходимым организовать своевременную диагностику нервно-психических заболеваний, предложить профилактические рекомендации методов дифференцированной коррекции по повышению уровня нервно-психического здоровья у учащихся, а также применять инновационные подходы к скрининг-диагностике состояния нервно-психического здоровья и психоэмоционального статуса школьников, которые смогут быть основой мониторинга показателей здоровья и дальнейших перспективных разработок программ по коррекции и здоровьесбережению

Заключение

В результате проведенного исследования выявлено, что общая заболеваемость детей и подростков г. Челябинска динамике 6 лет (2015-2020 г.г.) существенно снизилась на 24,0% и за последний год на 9,6%.

Показатель общей заболеваемости у учащихся за исследуемый период имеет тенденцию к увеличению по следующим классам болезней: психические расстройства и расстройства поведения (на 28,1%), болезни системы кровообращения (на 26,3%) и COVID-19 (на 99%).

Первичная заболеваемость детского населения в динамике 6-ти лет по имеет тенденцию к снижению, за последний год снизилась на 12% и составила 1931,40 случая на 1000 человек соответствующего возраста.

Также у 78% респондентов в группе 11-14 лет отмечаются психоневрологические нарушения, в группе 15-18 лет - у 71%. У 1/3 респондентов отмечались - цефалгия, у 1/10 - головная боль

напряжения, синкопальное состояние и когнитивные нарушения. Данные нарушения выявлены у 79,0% мальчиков и у 76,0% девочек.

Необходимо проведение своевременной диагностики нервно-психических заболеваний у школьников, скрининг-диагностики и совместно с неврологами предложены профилактические рекомендации по дифференцированной коррекции улучшения их нервно-психического здоровья.

Список литературы

1. Макарова Л.П., Соловьев А.В., Сыромятникова Л.И. Актуальные проблемы формирования здоровья школьников//Молодой ученый. 2013. №12 (59). С. 494-496.

2. Зорина И.Г., Кокшаров А.В., Макарова В.В. Здоровье школьников. Монография. Челябинск: ФГБОУ ВО «ЮУГМУ» Минздрава РФ, 2020, 150 с.

3. Занкевич И.Г. Гигиеническая диагностика поведенческих факторов риска как основа сохранения здоровья подрастающего поколения / И.Г. Занкевич // Материалы V национального Конгресса по школьной и университетской медицине с международным участием. – Москва, 2016. – С.111-115.

4. Крига А.С. Внутришкольная среда и организация образовательного процесса как факторы риска здоровью школьников / А.С. Крига, М.Н.Бойко, В.В. Турбинский // Материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. – Москва, 2017. – С.488-491.

5. Кучма В. Р. Теория и практика гигиены детей и подростков на рубеже тысячелетий / В.Р. Кучма. – Москва: Изд-во Научного центра здоровья детей РАМН, 2001. – 376 с.

6. Куинджи Н.Н. Валеология: Пути формирования здоровья школьников / Н.Н. Куинджи. – Москва: Аспект Пресс, 2000. – 139 с.

7. Особенности заболеваемости школьников и учащихся профессиональных училищ при завершении образования / И.К. Рапопорт, Е.Г. Бирюкова // Гигиена и санитария. - 2007. - №1. - С. 67-70.
8. Дубровина М.В. Индивидуальные способности школьников / М.В. Дубровина. – Москва: Просвещение, 2005. – 365 с.
9. Сетко А.Г., Терехова Е.А., Тюрин А.В. Социально-психологическая адаптация детей и подростков как критерий риска воздействия факторов внутришкольной среды // Здоровье населения и среда обитания. 2018г. С. 39-42.
10. Салеев Э.Р. Лонгитюдное сравнительное исследование физического развития и физической подготовленности у студентов-первокурсников// Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12-3. – С. 529-533;
11. Лавинский Х.Х. Риски здоровью детей в «цифровой среде»: пути профилактики / Х.Х. Лавинский, Н.А. Грекова, И.В. Арбузов [и др.] // Материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. – Москва, 2017. – С.508-511.
12. Баранов А.А. Медицинские и социальные аспекты адаптации современных подростков к условиям воспитания, обучения и трудовой деятельности / А.А. Баранов, В.Р.Кучма, Л.М. Сухарева. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2007. – 352 с.
13. Государственные доклады «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в г. Челябинске» (2015-2020 гг.).
14. Артемова, Н.М. Клиническая электроэнцефалография: учебное пособие для врачей функциональной диагностики и неврологов / Сост. : Н.М. Артемова, Н.П. Павлова, Е.А. Максимцева и др. - Рязань : ООП УИТТиОП, 2020. - 93 с.

15. Гусева, Е.И. Неврология : национальное руководство / под ред. Е.И. Гусева, А.Н. Коновалова, В.И. Скворцовой. - 2-е изд. , перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - Т. 1. - 880 с.

16. Заваденко Н.Н. Головные боли у детей и подростков: клинические особенности и профилактика / Н.Н. Заваденко, Ю.Е. Нестеровский. — Текст : непосредственный // Вопросы современной педиатрии. — 2011. — № Том 10, № 2. — С. 162-169.

Глава 14.

**ВЛИЯНИЕ АДАПТИВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ
НА ПСИХОФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАНИМАЮЩИХСЯ
С ОГРАНИЧЕНИЯМИ ПО СОСТОЯНИЮ ЗДОРОВЬЯ**

Паначев Валерий Дмитриевич

д.социол.н., профессор

Морозов Дмитрий Павлович

тренер-преподаватель

ФГАОУ ВО «Пермский национальный

исследовательский политехнический университет»

Аннотация: В настоящее время, вследствие специальной операции России на Украине среди эвакуированных в различные регионы РФ, прибавилось работы врачам на местах, особенно с детьми с особенностями развития. В данной монографии представлен анализ реабилитации таких детей с помощью адаптивной физической культуры.

Ключевые слова: адаптивная физическая культура, дети с особенностями развития.

**THE INFLUENCE OF ADAPTIVE PHYSICAL CULTURE
ON THE PSYCHOPHYSICAL STATE OF THE STUDENTS
WITH HEALTH RESTRICTIONS**

Panachev Valery Dmitrievich

Morozov Dmitry Pavlovich

Abstract: At present in effect of the special military operation to Russia on Ukraine amongst evacuated in different regions RF was added work physician on places, particularly with with particularity of the development. In given monographs is presented analysis to rehabilitations such children by means of adaptive physical culture.

Key words: the adaptive physical culture, children with particularity of the development.

В настоящее время в состоянии пандемии и борьбы с коронавирусной инфекцией на второй план отошли проблемы адаптивной физической культуры для занимающихся с отклонениями в состоянии здоровья. С этим связана сложность разработки программ по формированию физических качеств у таких занимающихся, что являются сложной научной задачей. С точки зрения аксиологического подхода, здоровье выступает как универсальная человеческая ценность, соотносится с основными ценностными ориентациями личности, и занимает определенное положение в ценностной иерархии. Доминирование тех или иных ценностей, так же, как и их переоценка, кризис, рассматриваются в качестве факторов, определяющих здоровье индивида или негативно влияющие на него. Результаты опросов занимающихся с отклонениями в состоянии здоровья показывают, что подавляющее большинство респондентов в системе ценностей помещает здоровье на 1-2 ранговое место. Причем, родители особо выделяют здоровье своих детей среди остальных слагаемых благополучия. Однако более глубокий анализ обнаружил: для граждан собственное здоровье и здоровье своих детей ценно не само по себе, а как средство достижения жизненных целей, т.е. инструментально. Представляется, соответственно, что физическое и психическое здоровье современного человека важно не само по себе, а как средство для достижения успехов в учебе, приобретения более высокого

рейтинга. В ходе голосования по поправкам в Конституции РФ особое внимание уделялось безопасности здоровья граждан. С этой целью были приняты беспрецедентные исторические меры по охране здоровья и благополучия всех, кто приходил на избирательные участки. Эти меры мы сами прочувствовали на себе, когда приходили голосовать. В данной работе мы исследовали особенности влияния занятий адаптивной физической культурой на психофизическое состояние занимающихся с ограничениями по состоянию здоровья.

Цель исследования: изучить влияние занятий адаптивной физической культурой на физическую подготовленность и психоэмоциональное состояние занимающихся с ограниченными возможностями здоровья.

Задачи исследования:

- Провести анализ литературных источников по проблеме функциональных нарушений у занимающихся с ограниченными возможностями здоровья.
- Подобрать методы исследования для оценки и психоэмоционального состояния занимающихся с ограниченными возможностями здоровья.
- Разработать методику занятий адаптивной физической культурой для развития физических качеств, координационных способностей занимающихся с ограниченными возможностями здоровья.
- Оценить эффективность воздействия занятий адаптивной физической культурой на психоэмоциональное состояние и развитие физической подготовленности занимающихся с ограниченными возможностями здоровья.

Объект исследования – физическая подготовленность и психоэмоциональное состояние занимающихся с ограниченными возможностями здоровья.

Предмет исследования воздействие занятий адаптивной физической культурой на уровень развитие физических качеств, силы, координационных способностей, состояние личностной и реактивной тревожности у занимающихся с ограниченными возможностями здоровья.

Гипотеза – мы предполагаем, что разработанная методика занятий адаптивной физической культурой улучшит силовые качества, гибкость, повысит уровень координационных способностей, нормализует психоэмоциональное состояние занимающихся с ограниченными возможностями здоровья.

Новизна исследования - заключается в том, что научно обосновано положительное влияние занятий адаптивной физической культурой на физическое и психоэмоциональное состояние занимающихся с ограниченными возможностями здоровья.

Теоретическая значимость – изучена эффективность влияния занятий адаптивной физической культурой на развитие физических качеств, координационных способностей, гибкости, силы, нормализации психоэмоционального состояния и улучшит в целом состояние здоровья занимающихся с ограниченными возможностями здоровья.

Практическая значимость исследования заключается в том, что специально разработанная методика занятий адаптивной физической культурой для занимающихся с ограниченными возможностями здоровья улучшит состояние их здоровья.

По данным Минсоцразвития России в среднем 6 из 1000 новорожденных страдают какими-либо отклонениями в состоянии здоровья, особенно церебральным параличом. Если в Москве около 4 тысяч таких детей, то в г. Перми и Пермском крае, только по данным официальной статистики, этот показатель превысил 5 тысяч. При этом нужно учитывать, что данные цифры явились результатом самооценки (а не объективной независимой

оценки) респондентами своего здоровья. Однако самооценка достаточно субъективна, поскольку лишь отчасти отражает реальное состояние здоровья. В большей степени она зависит от социального самочувствия занимающихся, от конкретной жизненной ситуации, погоды и не всегда основывается на результатах медицинских обследований. В данном исследовании только 7% опрошенных опирались в своих ответах на результаты медицинских заключений, еще 34% ответивших – и на результаты медицинского обследования, и на самочувствие, в то время как большинство опрошенных (59%) дали оценку состояния собственного здоровья, опираясь не на врачебные заключения, а только на самочувствие в текущий момент, которое может быть весьма относительным (см.табл.1).

Высокая степень субъективизма при ответе на данный вопрос подтверждается ответами на другие вопросы нашего исследования. Так, 17% респондентов, страдающих заболеваниями сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата, субъективно оценили состояние своего здоровья как хорошее или очень хорошее, а 15% респондентов, не имеющих, по их мнению, таких заболеваний, напротив, оценили его как плохое или очень плохое. Несмотря на указанные недостатки результатов метода самооценки, распределение отрицательных и положительных оценок здоровья в сочетании с данными о его реальном состоянии, а также анализом влияния на здоровье поведенческих факторов, является важным показателем отношения занимающихся к здоровью и его профилактике.

В нашем исследовании, судя по комплексу ответов, большинство респондентов относятся к своему здоровью как к сравнительно легко «возобновляемому ресурсу», не заботятся о его состоянии, не приучены постоянно думать о нем, не противостоят вредным привычкам. С другой стороны, на улучшение здоровья и на формирование позитивных моделей поведения в различных группах респондентов в отношении своего здоровья

также влияет целый комплекс факторов. Среди них, в первую очередь, выделяется положительное влияние такого фактора, как снижение уровня тревожности, что в свою очередь было связано со снижением опасности стрессов и благоприятно воздействовало на соматическое здоровье детей. Как показали результаты различных опросов, проведенных нами в Пермском крае, для позитивного изменения здоровья особую значимость имеют такие факторы, как активная позиция в сфере образовательных услуг по ее качественному улучшению, наличие разнообразных источников доходов в семье, разнообразный, эмоционально положительный и полноценный досуг, помощь широкого круга родственников и близких, позитивные профилактические практики в быту и пр. При детском церебральном параличе страдают самые важные функции организма: движение, речь, психика. Характерной особенностью этого заболевания является отставание моторного развития ребенка, обусловленное, прежде всего, аномальным распределением мышечного тонуса и нарушением координации движений. При детском церебральном параличе (ДЦП) страдает функциональная система движения, нарушена связь с окружающей средой. Это отрицательно влияет на деятельность ребенка, его психическое и физическое развитие. К сожалению, цивилизационное развитие российского общества с каждым годом увеличивает статистику детей с отклонениями в своем развитии.

Перед учеными России стоит очень важная задача - реабилитация и социализация детей с церебральным параличом средствами адаптивной физической культуры. В решении этой задачи ведущее место занимает современная методика адаптивной физической культуры. А она, кроме обязательного физического воспитания, позволяет расширить рамки образовательного пространства за счет адаптивной физической реабилитации, адаптивной двигательной рекреации и адаптивного спорта. Актуальной проблемой является разработка эффективных методов и средств коррекции и

адаптации недостатков физического развития опорно-двигательного аппарата и мышечной работоспособности детей с ограниченными возможностями здоровья.

Результаты исследования и их обсуждение. Занятия с такими детьми проводились нами с помощью специалистов кафедры физической культуры. Участники эксперимента находились под наблюдением врачей: невропатолога, психиатра, врача ЛФК, педиатра, ортопеда. Тренировочные нагрузки в «экспериментальной» группе давались с учетом физической подготовленности, индивидуальных особенностей занимающихся и поддержания их интереса к занятиям. В начале эксперимента уровень физического развития детей, страдающих церебральным параличом, экспериментальной и контрольной групп был значительно ниже, чем у их сверстников из «основной» группы. Также надо отметить, что исходные данные детей с церебральным параличом свидетельствовали о неравномерности развития двигательных качеств. По ходу эксперимента за время занятий с такими детьми отдельные показатели во всех группах оставались прежними, а в некоторых случаях снижалась. В результате проведенного эксперимента выявлено также, что экспериментальный режим способствует повышению функциональных возможностей организма детей с церебральным параличом, улучшению их соматического здоровья.

По данным проведенного эксперимента дети с ограниченными жизненными возможностями ни разу не болели простудными заболеваниями и коронавирусом, у них не было обострения хронических заболеваний, улучшилось самочувствие и состояние здоровья. Они справлялись с тренировочными заданиями. Это, по-видимому, объясняется тем, что физическое развитие детей с церебральным параличом зависит от особенностей моторики - «стойкие нарушения отдельных компонентов движения». Преобладание прироста показателей в экспериментальной группе наблюдалось в конце

эксперимента, что свидетельствует о компенсаторных механизмах организма детей с церебральным параличом, которые проявились в результате тренировочных занятий. Помимо этого прямого эффекта занятия адаптивным спортом имеют большое социально-психологическое значение.

Предложенный и используемый в настоящем исследовании рационально организованный режим двигательной активности, как естественного стимула жизнедеятельности, позволил получить всестороннюю объективную информацию о психофизических возможностях детей со сложным сочетанием дефекта. Установлено, что у занимающихся с отклонениями в физическом развитии и тенденциях на устойчивые отклонения, имеются резервные возможности организма и способность к спортивной деятельности.

Контрольные испытания показали, что наиболее эффективным в развитии двигательных качеств детей с церебральным параличом является режим со спортивной направленностью.

Таким образом, можно сделать вывод, что занятия адаптивной физической культурой и спортом имеют огромную важность для поддержания и укрепления здоровья детей, а, следовательно, и для качественного развития общества.

Полученные данные позволяют осуществить прогнозирование оптимального потенциала физических возможностей занимающихся детей с церебральным параличом для их дальнейшей самореализации. У детей с ДЦП существуют адаптационно-компенсаторные системы организма, которые включают повышение показателей физического развития под воздействием регулярных занятий адаптивными видами спорта. С применением адаптивной физической культуры и спорта быстрее и эффективнее происходит социализация и адаптация личности детей.

Для реализации поставленной цели и решения задач дети разделены на две группы.

1-я группа (основная) – дети, занимающиеся по программе адаптивной физической культуры. Всего 20 человек (мальчиков – 9 человек, девочек – 11 человек). Средний возраст – 9 лет.

2-я группа (контрольная) - дети, занимающиеся по основной программе физической культуры в школе, на уроках которых не проводился специальный комплекс адаптивных упражнений. Всего 20 человек (мальчиков – 8 человека, девочек – 12 человека). Средний возраст – 9 лет.

Исследование проводилось в 4 этапа:

Первый: изучение научно-методической литературы по поставленной проблеме.

Второй: Проведен подбор современных методов исследования для оценки эффективности воздействия разработанной методики занятий на улучшение физического и психоэмоционального состояния детей младшего школьного возраста.

Третий: Разработана методика занятий адаптивной физической культурой, направленная на развитие гибкости, силы и координационных способностей детей младшего школьного возраста и выполнен эксперимент.

Четвертый: проведен анализ полученных в эксперименте результатов и дана оценка эффективности влияния адаптивных упражнений на физическое и психоэмоциональное состояние детей младшего школьного возраста.

В ходе исследования применялись следующие методы: исследование силовых качеств (кистевая динамометрия ведущей руки, тест на силу и выносливость мышц нижних конечностей; тест на силу плечевого пояса и спины); исследование гибкости позвоночника, тазобедренных и плечевых суставов; исследование координационных способностей к целостным двигательным действиям («три кувырка вперед») и к статическому равновесию (проба Ромберга 2,3); исследование психоэмоциональной (тест

Спилберга-Ханина). Полученные результаты были оценены с использованием статистических методов исследования (табл.1).

Таблица 1

Основания оценки состояния собственного здоровья респондентами

Вариант ответа	% ответивших
На основе медицинского обследования	7
На основе самочувствия	59
На основе медицинского обследования и самочувствия	34

Нами была составлена анкета для интервьюирования детей и их родителей, которая касалась сопутствующей патологии у исследуемых детей младшего школьного возраста.

Указать: ФИО, возраст, адрес, телефон (дом.), класс

1. Наблюдаетесь ли у врача-терапевта?

2. Бывают ли жалобы?

А) Часто

Б) Не очень часто

В) Иногда

Г) Нет

3. Бывают ли отклонения в состоянии здоровья?

А) Часто

Б) Не очень часто

В) Иногда

Г) Нет

4. Бывает ли неустойчивый стул (склонность к запорам, диарее)?

А) Часто

Б) Не очень часто

В) Иногда

Г) Нет

5. Нарушен или избирательный аппетит?

А) Часто

Б) Не очень часто

В) Иногда

Г) Нет

6. Частота заболеваний ОРВИ в год:

А) 1-2 раза

Б) 4-5 раз

В) более 6 раз

7. Беспокоят ребенка: головные боли, головокружения, потемнение в глазах при смене положения, обморочные состояния, непереносимость транспорта, трудность засыпания (нужное подчеркнуть).

Тест для определения способностей к статическому равновесию.

Проба Ромберга выявляет нарушение равновесия в положении стоя. Поддержание нормальной координации движений происходит за счет совместной деятельности нескольких отделов ЦНС. К ним относятся мозжечок, вестибулярный аппарат, проводники глубокомышечной чувствительности, кора лобной и височной областей. Центральным органом координации движений является мозжечок.

Проба Ромберга проводится в двух режимах при постепенном уменьшении площади опоры. Во всех случаях руки у обследуемого подняты вперед, пальцы разведены и глаза закрыты. Этот тест имеет практическое значение в акробатике, спортивной гимнастике, прыжках на батуте, фигурном катании и других видах спорта, где координация имеет важное значение.

Проба Ромберга-2. Необходимо, чтобы у испытуемого ноги были на линии, руки вытянуты вперед, разведены. Устойчивость в такой позе у

здоровых нетренированных лиц в 30-50 секунд, при этом отсутствует тремор рук и век. Показатели зависят от возраста (табл.2).

Таблица 2

**Среднее время устойчивости в позе Ромберга-2
у детей не занимающихся спортом (по А.Ф. Синякову)**

Возраст (лет)	8	9	10	11
Время устойчивости (сек)	21	24	28	30

Проба Ромберга-3: исследуемый стоит на одной ноге, пятка другой касается коленной чашечки опорной ноги, при этом глаза закрыты, руки вытянуты вперед. Твердая устойчивость позы более 15 сек при отсутствии тремора пальцев и век оценивается как «хорошо»; покачивание, небольшой тремор век и пальцев при удержании позы в течение 15 сек - «удовлетворительно»; выраженный тремор век и пальцев при удержании позы менее 15 сек - «неудовлетворительно». Покачивание, а тем более быстрая потеря равновесия, указывают на нарушение координации. В ходе нашего исследования была проделана необходимая работа для получения положительных результатов по исследуемой нами проблеме.

Анализируя материалы исследования, можно сказать, что адаптивные упражнения для школьников 8-10 лет в течение шести месяцев дали положительную динамику развития силовых качеств, увеличения гибкости и координационных способностей, улучшив физическую подготовленность и повысив спортивные результаты. В этом нас убеждает сравнение результатов начальной и итоговой диагностики. На первом этапе исследования были изучены литературные источники об особенностях адаптивной физической культуры, о влиянии физических упражнений на функциональное состояние всех систем организма. Был определен исходный уровень тревожности, развития гибкости, силовых качеств и координационных способностей у детей

в двух группах: контрольной и основной. Разработаны индивидуальные планы тренировок подходящие для данной возрастной группы и их физической подготовки. На втором этапе нашего исследования были проведены тестирования с участием двух исследуемых групп, возраст 8-10 лет. Для проведения исследования использовались разнообразные методы тестирования для точного определения состояния гибкости, силовых качеств и координационных способностей. На втором этапе исследования разработана методика адаптивных физических упражнений, которая была использована при занятиях с основной группой в количестве 20 человек. Занятия проводились в специально оборудованном помещении 3 раза в неделю на протяжении 3 месяцев. Перед началом эксперимента и после проведения эксперимента проведено исследование силовых качеств детей (кистевая динамометрия ведущей руки, тест на силу и выносливость мышц нижних конечностей, тест на силу плечевого пояса и спины), исследование гибкости позвоночника, тазобедренных и плечевых суставов, исследование координационных способностей к целостным двигательным действиям («три кувырка вперед») и к статическому равновесию (проба Ромберга-3,4), исследование психоэмоциональной сферы (тест Спилберга-Ханина). На третьем этапе мы провели повторное тестирование для обеих исследуемых групп, которое позволило сравнить полученные результаты до введения методики и после. Полученные результаты математически обработали и проанализировали, они были оформлены в таблицах и графиках, подведены итоги работы. В результатах итоговой диагностики сохраняется тенденция положительного влияния базовых акробатических упражнений на развитие силовых качеств, гибкости и совершенствование координационных способностей детей основной группы.

Выводы:

1. Анализ литературных источников показал, что дети с ДЦП, зачастую, необоснованно врачами, освобождаются от уроков физкультуры, участия в соревнованиях и другой двигательной деятельности. В то время как данная патология требует достаточно высокой физической нагрузки для развития координационных способностей. Наибольшую значимость приобретает проблема их ранней реабилитации, что позволит обеспечить благоприятный прогноз течения заболевания. Многие ученые занимаются вопросами изучения, диагностики и лечения детей с ДЦП. Вместе с тем не достаточно разработано методики их физической реабилитации с научно доказанной эффективностью.

2. Для наибольшей реабилитации детей с ДЦП необходима научно обоснованная методика занятий адаптивной физической культурой и средства адаптации и реабилитации, которые были не только полезными, но и необходимы для ребенка. Они должны носить характер заинтересованности и вовлеченности детей с отклонениями в состоянии здоровья для положительных эмоций и желанием заниматься в составе группы. В нашем эксперименте была разработана научно обоснованная методика адаптивной физической культуры для детей с отклонениями в состоянии здоровья. Группы детей 8-10 лет, которые занимались по нашей методике, где в основной группе дети занимались по адаптивной физической культуре три раза в неделю, и в экспериментальной группе дети занимались так же три раза в неделю, по экспериментальной методике.

3. Оценка занятий по адаптивной физической культуре показала, что при специально подобранной экспериментальной методике исследуемые показатели улучшились в разы: улучшения были как в физических качествах, так и в психоэмоциональном состоянии. Если до эксперимента мы замечали результаты ниже среднее, а то и ниже нормы, то после исследования, спустя 3 месяца, мы увидели высокую динамику роста, где показатели стали выше

нормы. Это наблюдалось в таких качествах: гибкость, сила, выносливость и координация.

Анализ литературных источников показал, что низкий уровень здоровья современных детей с отклонениями в состоянии здоровья является глобальной проблемой России. Обучение в школе ухудшает психическое и физическое самочувствие учащихся, все чаще встречаются жалобы на различного рода недомогания. При этом недостаточно разработаны методы профилактики заболеваемости, улучшения общего состояния здоровья детей.

Изучена методика проведения занятий по адаптивной физической культуре и показана эффективность ее влияния на здоровье детей младшего школьного возраста, особенно с ДЦП.

4. Оценка результатов занятий адаптивной физической культурой на детей показала высокую эффективность данной методики в результате улучшения показателей силы и выносливости мышц, гибкости позвоночника, тазобедренных и плечевых суставов, координационных способностей, уровня заболеваемости (анкетирование) и тревожности.

Список литературы

1. Зеленин Л.А. Методика индивидуального подхода к развитию физических качеств в инклюзивном образовании // Социальное благополучие человека в современной России: факторы риска и факторы защиты: материалы III краевой студ. науч.-практ. конф. Пермь. 2019. С.15-17.

2. Зеленин Л.А. Реабилитация дыхательной системы после пандемии и ранений грудной полости // 27-я Международная научно-практическая конференция. Инновации в профессиональном и профессионально-педагогическом образовании. 19-20 апреля 2022 г., Екатеринбург. С. 118-123.

3. Паначев В.Д. Актуальные вопросы медико-социальной реабилитации и социализации детей с ограниченными жизненными

возможностями // Актуальные вопросы медико-социальной реабилитации: материалы межрегион. науч.-практ. конф. с международным участием. Пермь. 2019. С. 138-141.

4. Паначев В.Д. Научно-теоретические и методологические нетрадиционные оздоровительные гимнастические дыхательные технологии, влияющие на состояние здоровья студентов // Пенитенциарная система и общество: опыт взаимодействия // Сборник материалов V Международный научно-практической конференции 4-6 апреля 2019. – Пермь. – 2019. – С. 401-404.

5. Паначев В.Д. Социализация личности с отклонениями в состоянии здоровья // Социальное благополучие человека в современной России: факторы риска и факторы защиты: материалы III краевой студ. науч.-практ. конф. Пермь. 2019. С.195-197.

6. Яковлев С.В. Физическая культура студентов с отклонениями в состоянии здоровья// Социальное благополучие человека в современной России: факторы риска и факторы защиты: материалы III краевой студ. науч.-практ. конф. Пермь. 2019. С.19-21.

УДК 101.1

Глава 15.
**НЕОКЛАССИЦИЗМ В СОВРЕМЕННОЙ
КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ**

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: Медицина представляет собой сложное предприятие, в котором большую роль играют в развитых странах такие движения, как доказательная медицина и клиническая эпидемиология. При этом следует понимать, что клиническая медицина остается основой медицинской профессии. Бурное развитие биоэтики в XX веке подтверждает эту точку зрения. Клиника является фундаментом медицины и объединяет различные нормативные требования. В статье делается вывод о том, что неоклассический подход в клинической медицине является перспективным путем дальнейшего развития медицинской науки и практики.

Ключевые слова: философия медицины, биоэтика, клиническая этика, моральные основы врачевания, этика помогающих профессий.

NEOCLASSICISM IN CONTEMPORARY CLINICAL MEDICINE

Ushakov Evgeniy Vladimirovich

Abstract: Contemporary medicine is a complex enterprise in which such movements as evidence-based medicine and clinical epidemiology play an important role in developed countries. At the same time, it should be understood that clinical medicine is the basis of the medical profession. The rapid development of bioethics in the twentieth century confirms this point of view. The clinic remains the foundation of medicine and it combines various regulatory requirements. The article concludes that the neoclassical approach in clinical medicine is a promising way of further development of the medical science and practice.

Key words: philosophy of medicine, bioethics, clinical ethics, moral foundations of healing, ethics of caring professions

Утверждения о неустранимой индивидуальности клинической практики и плюрализме лечебных практик могут показаться отходом от научно-ориентированного прогресса медицины (связанного, в частности, с движением доказательной медицины) и возвратом к более архаическому состоянию.

Но на самом деле эти утверждения, скорее, приближают нас к классической клинической традиции, которая всегда (начиная, по меньшей мере, со школы Гиппократов) понимала работу врача как сложную индивидуализирующую практику и исходила из уникальности каждого пациента. Несколько выдержек из клинической классики, взятые из *Введения в клинику внутренних болезней* выдающегося отечественного терапевта В.Х. Василенко, могут это проиллюстрировать.

«Считаю нужным повторить основную мысль С.П. Боткина (1862) о том, что имеется существенная разница между частной патологией, охватывающей отдельные болезни и их лечение, и клинической медициной, представляющей собой изучение развития этих болезней у конкретных лиц с индивидуальными особенностями каждого больного, тщательно исследованного» (В.Х. Василенко); «Кто усвоил метод и навык индивидуализировать, тот найдется и во всяком новом для него случае» (Г.А. Захарьин); «Клиницист-преподаватель ставит себе первой задачей передать учащимся тот метод, руководствуясь которым молодой практик был бы в состоянии впоследствии самостоятельно применить свои теоретические врачебные сведения к больным индивидуумам, которые ему встретятся на его практическом поприще» (С.П. Боткин) [1,9].

«Опытная врачебная наука терапия учит основательному лечению самой болезни, а врачебное искусство, практика или клиника учат лечить самого больного... Книжное лечение болезней легко, а деятельное лечение больных трудно. Иное - наука, иное - искусство; иное - знать, иное - уметь» (М.Я. Мудров) [1, 35].

Говоря о классической клинической медицине, мы не имеем в виду какой-то определенный исторический этап. Это, скорее, фундаментальная парадигма, которая проходит сквозь всю историю медицины; она формируется и обогащается такими яркими вкладами, как деятельность Гиппократов, Авиценны, Т. Сиденгама, С.П. Боткина, У. Ослера и другими. Их работа служит образцом того, что вообще следует понимать под клинической медициной, ее *ars medica*, и в этом смысле - в смысле совершенства выражения – клиническая медицина, безусловно, относится к понятию классики. Это близко тому пониманию классического, которое применяется в гуманитарной науке по отношению к культурно-историческим эпохам.

Как пишет польский историк К. Михаловски, каждое исторически выделенное творчество (безразлично, художественное или научное), имеет в своем развитии определенный классический этап: это тот момент, в отношении которого мы можем бесспорно утверждать, что тенденция, стремление, внутренне присущие этой культуре, находят именно здесь свою наиболее совершенную реализацию [2, 102-103].

Клиническая классика - это труды замечательных врачей, раскрывающие, как идет в реальности процесс клинического мышления, как развиваются и проявляются заболевания, как лечебные и диагностические решения и действия согласуются с индивидуально меняющимся состоянием пациента. Исключительно богата идеями классическая отечественная традиция: здесь стоит вспомнить такие славные имена, как С.П. Боткин, Г.А. Захарьин, В.П. Образцов, А.А. Остроумов, Н.И. Пирогов и многих других [3, 54-55].

В эпоху технологической медицины совершенствование клинической медицинской практики становится настоящей необходимостью. Между прочим, этого требуют уже сами задачи технологического развития и эффективного применения технологий. Ведь любое приходящее в клинику новшество должно быть адекватно воспринято лечащими врачами и применено ими в конкретных клинических процессах.

Именно клиника является центром непосредственного практического использования и практической оценки лечебно-диагностических технологий. Следует вспомнить, что многие эффективные технологии здравоохранения были разработаны в клинике. Ярким примером служит, так называемая, баллонная ангиопластика, одно из крупных достижений современной кардиохирургии, изобретенная не в лабораторных условиях, а индивидуальными усилиями швейцарского энтузиаста-практика Андреаса Грюнцига.

Как отмечают А. Гелийнс и Н. Розенберг, новые медицинские технологии обладают высокой степенью неопределенности еще долгое время после их первичного принятия; поэтому медицинские инновации требуют дальнейшего развития и усовершенствования в условиях тесного взаимодействия профессиональных разработчиков и практических пользователей [4]. Клиника улучшает технологии, расширяет их приложения или находит им совершенно новые применения - т.е. вносит свой важнейший вклад в так называемое со-производство технологии.

С другой стороны, исследования в медицинско-практических учреждениях сегодня стали существенно ограниченными по ряду причин. Число практических врачей, непосредственно занятых в исследовательской работе, заметно снижается. И это, как отмечают наблюдатели, уже стало создавать определенную угрозу для дальнейшего развития медицинской науки и практики [5].

Нацеленные на системное совершенствование медицинской практики методы доказательной медицины и техники управления качеством (пришедшие из индустриального менеджмента) концентрируются преимущественно на технологиях и производственных процессах, а клинике остро необходимо улучшение собственных, внутренних знаний и навыков. Работающие клинические навыки и умения (*clinic skills*) - аутентичная территория клиники.

Важнейшая роль принадлежит клиническому научению непосредственно в медицинских организациях. Обширные возможности имеются для неформального обучения прямо на рабочем месте. Медицинская организация вполне может стать местом постоянного обучения и развития. (Да и формальные программы обязательного последипломного образования могут быть использованы заинтересованными клиницистами гораздо эффективнее).

Формы организации клинического научения многообразны. К их числу относятся традиционные клинические лекции, разборы случаев, коллоквиумы в медицинских организациях, клинические конференции (внутри организации и межорганизационные), приемы клинического аудита и др.

В ходе клинического научения происходят артикуляция врачебного опыта, обсуждение профессиональных проблем и их решений, передача полезных навыков, обмен идеями, генерирование новых подходов, приобретение эффективных паттернов, рационализация текущей клинической активности.

С фундаментальной точки зрения, клинике как самостоятельному предприятию сегодня явно не хватает теоретико-эпистемологической инициативы. Это можно интерпретировать как следствие лидирующего в медицинской сфере позитивизма, который давно преодолен на теоретическом уровне - в философии науки, однако во многом продолжает доминировать в медицинском мышлении. Врачебное сообщество в основном сегодня твердо ориентировано на достижения естественных и инженерно-технических наук, и в итоге его представления о рациональности оказываются довольно зауженными.

Идущее сейчас внедрение доказательной медицины в клиническую практику — это стратегия, призванная систематически справляться с вариабельностью, индивидуальностью, а точнее - с точки зрения позитивистской ориентации - с недостаточной рациональностью клинических процессов. Клиника с ее локальными, индивидуальными паттернами, сильной зависимостью от личностных навыков и недостаточно формализуемого личного опыта и т.п. выглядит чем-то непрозрачным и сомнительным.

Однако сами приверженцы доказательной медицины должны были в своей центральной догме ввести наличие клинического опыта как один из ключевых факторов эффективных клинических решений, фактически

переложив на этот личностный потенциал врачей свои затруднения в достижении полной доказательной обеспеченности клинической деятельности.

Клиническое научение - это емкое понятие. В клинике лечащие врачи учатся действовать, вмешиваться и выжидать (т.е. также и *не* вмешиваться). Клиническое научение обогащает понимание того, как происходят клиническая курация, интерпретативная практика, диагностический поиск и т.п.

Клиническое мастерство – бесценный опыт, который создается из кропотливой, ежедневной, детальной, заботливой к пациенту профессиональной практики. Клиника учит, какие бывают более типичные и, напротив, необычные ситуации. Медицина есть царство индивидуального, и она бесконечно богаче существующих классификаций и типизаций. В личном опыте каждого врача найдутся *casus, lapsus, enigma*.

Клиническое искусство - это одновременно и умение общаться с пациентом, слушать и слышать его. От того, насколько полноценной и эффективной будет коммуникация «врач – пациент», во многом зависит весь ход лечения. Хорошая коммуникация - это постоянный личностный контакт с пациентом, ведомый внутренними потребностями клинического процесса.

Различные оценки экспертов сходятся в том, что большая доля правильных диагнозов ставится без применения лабораторно-инструментальных обследований, путем лишь первичного клинического обследования. Так, В.Х. Василенко утверждает, что один только качественный расспрос позволяет диагностировать заболевание почти в половине случаев [1,109]. Н.В. Эльштейн приводит в своей монографии различные суждения (от высказывания, что диагноз устанавливается по данным анамнеза приблизительно более чем в 50% случаев, до мнения, что после хорошо

собранного диагноза врач прав в 82 % случаев), а также замечательный новый афоризм: *quis bene interrogat, bene curat* [6, 136-137].

Большое значение придает традиционным клиническим методам британский клиницист Дж. Ле Фаню, который утверждает, что около 90% правильных диагнозов могут быть получены без специальных обследований, применением лишь внимательного расспроса и первичного физикального исследования [7, 222].

В условиях высоко технологизированной медицины сегодня ищут альтернативную ей, так называемую «пациент-центрированную» медицину [8]. Ее определяют как предоставление такой помощи, которая уважительна и чувствительна к предпочтениям, нуждам и ценностям индивидуального пациента и гарантирует, что клинические решения будут основаны на ценностях пациента [9, 40]. По нашему убеждению, проект пациент-центрированной медицины может быть жизнеспособен только при использовании классических клинических ориентиров.

Вспомним также, что этический фундамент медицинской профессии всегда присутствует и раскрывается в полноценно практикуемой клинической медицине. К примеру, разбор медицинских ошибок (особенно крупных, драматических) всегда предполагает интенсивную работу морального характера. Многие талантливые клиницисты открыто рассказывали о своих ошибках (Н.И. Пирогов, С.П. Боткин и другие).

Здесь видны такие врачебные качества-добродетели, как мужество, честность, ответственность, стремление предостеречь других врачей. Моральное поведение врача и профессиональная клиническая работа в некотором смысле вообще неразделимы: там, где изначально культивируется морально чуткое отношение к пациенту, там, как правило, осуществляется и полноценный клинический процесс. Наоборот, этически сниженное, небрежное отношение к больному создает почву для грубых клинических

ошибок, резко повышает риск неверной практики (malpractice), врачебных ошибок, неблагоприятных исходов лечения.

Таким образом, клиническая практика выступает в качестве фундаментального интегративного подхода.

Будущее клинической медицины (а вместе с ней - и всего медицинского предприятия) будет существенно зависеть от того, насколько она сможет осознать, отстоять и укрепить свою праксеологическую, эпистемологическую и моральную сущность. На фоне сложных вызовов, которым подвергается медицинская практика, клиническое сообщество остается основным хранителем самой сути медицинской деятельности.

Безусловным требованием является повышение и непрерывное поддержание морального содержания врачевания. Врачебная профессия, если она стремится сохранить и укрепить свою социальную легитимность, должна быть моральным авторитетом для общества. Врачи и медицинские сестры, помимо высокой профессиональной морали, должны обладать также и гражданским самосознанием и ответственностью. К медицинским работникам традиционно обращены повышенные этические требования, и это совершенно правильно.

Клиническая практика была и будет в значительной степени авторитет-базированной, это ее неизбежный характер, естественно вырастающей из специфики самого врачебного «технэ» как персонализированной, усложненной, морально насыщенной деятельности.

Вопрос состоит в том, на каких основаниях и в каких рамках это возможно в современную эпоху. Первым фактором, поддерживающим разумную, обоснованную авторитетность медицинского специалиста, является, безусловно, его опора на научные знания. В этом плане необходимо признать тот фундаментальный вклад, который сделала доказательная медицина. Если надежных свидетельств пока и не хватает для многих

практических ситуаций, то клиницист все равно регулятивно должен стремиться к максимальной опоре своей практики на научную базу.

Вторая составляющая авторитетного статуса медицинского специалиста (вторая по счету, но не по значению) – это моральный уровень выполняемой деятельности. На этой основе специалист приобретает личный авторитет и доверие у пациента (и, шире, у общества), но не ценой власти, основанной на асимметрии отношений врача и пациента, а в качестве ответного признания его собственной высокой моральной позиции, нацеленной всегда на выполнение профессионального долга и преследование блага больного.

Наконец, третий фактор, тесно связанный с сущностью самой клиники, – это наличие клинической общности как ценностно сплоченного сообщества. Установка на сотрудничество и общие цели, взаимопонимание профессионалов, коллективное научение и развитие подлинных клинических ценностей (моральных, эпистемических, праксеологических) являются компонентами этой общности. В такой продуктивной обстановке складываются предпосылки для подлинного клинического авторитета. И, наоборот, преодолевается такой негативный феномен, как клиническая авторитарность, которая всегда имеет гипертрофированно индивидуалистическую природу.

Заметим также, что интенсивное клиническое научение необходимо еще и по той причине, что научные обоснования практики (биомедицинские знания, эмпирические свидетельства эффективности) не покрывают собой всей специфики задач медицинской помощи.

Медицинская помощь есть предприятие, основанное на ценностях (о чем говорит, например, так называемый социотехнический подход к обеспечению медицинского качества). Но как можно реализовать эти ценности, если нормативные требования к медицине имеют разнородный и противоречивый характер?

Ответ на этот вопрос может состоять в следующем. Если нормативные основания медицины на фундаментальном уровне должны формироваться в широких и легитимных социально-диалогических процессах, то нормативные требования, более тесно связанные с клинической практикой и непосредственно действующие в ней, должны быть разработаны в самой же клинике.

Клиническая практика вмещает в себя разнородные нормативные требования (технические, административные, клинические, моральные и др.). Можно сказать, что она изначально полинормативна. Возможна ли вообще и каким образом их более тесная интеграция, столь актуальная для современного состояния медицины?

На наш взгляд, такой нормативный синтез вполне возможен, а его достижимость и эффективность зависят от следующих факторов: целостность клинической практики, направляющий ее контекст, ценностное понимание, установка на непрерывное улучшение. Все эти факторы являются внутренним ресурсом самого клинического сообщества.

1. Взаимодействие релевантных нормативных порядков - технических, гуманитарных, моральных и др. - достигается только в русле целостной медицинской практики. Понимание того, что такое хорошая практика, происходит в ходе научения на непосредственных примерах. Хорошая практика (она же синоним *ars medica*) вмещает в себя сразу все необходимые ценности и нормативы. Она непосредственно демонстрирует, *как* необходимо действовать - что не осуществляется путем теоретических рассуждений или изолированных тренингов, которые дают лишь фрагментарные модели одних способов действия, абстрагируясь от других составляющих.

Реальная медицинская работа есть связанное единство; в эту ткань вплетены различные конкретные практики и техники, которые оказываются необходимы в тех или иных рабочих ситуациях. Любая медицинская

деятельность представляет собой особый паттерн действий, отношений, связей между применяемыми практиками, а также комплекс реализованных в них ценностей.

К примеру, что такое хороший рентгенолог или УЗИ-диагност - это можно увидеть непосредственно в ходе целостной работы специалиста: на самом деле работа даже узкого технического медицинского профессионала представляет собой высоко персонифицированную деятельность, включающую интеракции с пациентом, взаимодействия с коллегами и моральную ответственность. Таким образом, действительный синтез нормативных требований осуществляется в связывающей ткани самой практики.

2. Важную роль играет направляющий контекст, или фрейминг текущей практики. Он должен представлять собой специальную поддерживающую среду, которая стимулирует внедрение в медицинскую деятельность надлежащих норм. К компонентам фрейминга относится, прежде всего, культура медицинской организации; взаимоотношения внутри профессионального коллектива играют в этом первостепенную роль.

3. Ценностное понимание – это ясное и эксплицитное осознание того, что медицинская практика есть не просто выполнение определенных технических стандартов, а реализация ценностей.

Медицинская организация в идеале должна быть коллективом личностей, а не безликим производственным процессом. В этой связи следует полагать, что работа клинических этических комитетов (которые разбирают возникающие моральные конфликты, ищут пути их прояснения и решения) играет или, во всяком случае, должна играть существенную функцию улучшения морали.

4. Интеграция нормативных требований не возникает сама собой, а должна направляться сознательно. Для этого необходима рефлексивная

установка на непрестанные улучшения. Достигнутый уровень медицинского качества легко может снизиться, а работающие ценности и нормы – редуцироваться; лишь постоянное совершенствование позволяет поддерживать надлежащий уровень клинического мастерства. Совершенствование клинической деятельности - это комплексное, системное улучшение клинической работы как целостного процесса.

Таким образом, клиника - это продолжающийся исторический процесс. С разукрупнением медицинских учреждений, утратой роли большого госпиталя, клиника *per se*, следует надеяться, не утратит свое самобытное существование. Она просто рассредоточится и перейдет к другим формам организации. Она останется как клиническое мышление, клиническое образование и клиническая общность как таковая. Клиника есть фундаментальная пропедевтика медицинских профессий.

Вполне назрела необходимость для артикуляции и формирования отдельного движения в медицинской среде - движения за совершенную клиническую медицину. Развитие доказательной медицины можно рассматривать с этой точки зрения как первый этап крупного обновления медицины.

Но достижения доказательной медицины должны быть адекватно встроены в комплексное преследование цели улучшения клиники как целостной праксеологической, эпистемологической и моральной сущности.

Мы полагаем, что стратегический ориентир будущего развития клинической медицины и всей медицины в целом можно было бы обозначить как *неоклассицизм*, или как движение от «медицины модерна» (либо «медицины постмодерна»?) к усовершенствованному, неоклассическому состоянию. Собственно говоря, это не представляет собой какого-то специального инновационного направления в медицине, а является лишь более ясным осознанием сущности самой медицинской деятельности.

Впрочем, было бы очень желательно, если бы сами неоклассические ориентиры стали более артикулированными в качестве ясной, рефлексивной платформы клинической медицины и института медицины вообще - но это само по себе является отдельной и обширной задачей. Такая парадигма могла бы быть осознанной медицинской философией, которой медицине в условиях современного кризиса ее ценностно-нормативных оснований крайне не хватает.

Медицина, конечно, нуждается в преодолении негативных следствий «модерна» - но не тотальным отбрасыванием его (в том числе с его неоспоримыми достижениями), а оптимальным использованием его концептуального и технического инструментария с опорой на классическую клиническую школу.

Эти ориентиры лучше понимать именно как нео-классику по той причине, что вернуться в медицинскую до-модернити, разумеется, невозможно. Медицина радикально преобразилась с приходом новой научно-технической эффективности. Классика является ценностным фундаментом медицины, однако медицинской науке и практике нужна такая классически-ориентированная парадигма, которая одновременно хорошо информирована, обучена, «инструктирована» технологической медициной и всеми сложными проблемами, вызванными ее бурным развитием, и установила обновленное видение благородных задач медицины.

Список литературы

1. Василенко В.Х. Введение в клинику внутренних болезней. – М.: Медицина, 1985.
2. Michałowski K. Jak Grecy tworzyli sztukę. - Warszawa, Wiedza Powszechna, 1970.

3. Щепин О.П., Царегородцев Г.И., Ерохин В.Г. Медицина и общество. - М.: Медицина, 1983.
4. Gelijns A., Rosenberg N. The dynamics of technological change in medicine, 1994, Health Affairs 13 (3): p. 28-46.
5. Shine K. I. Technology and health // Technology in Society. Volume 26, Issues 2-3, 2004, P. 137-148.
6. Эльштейн Н.В. Общемедицинские проблемы терапевтической практики. – Таллин: Валгус, 1983.
7. Le Fanu J. The Rise and Fall of Modern Medicine. London, Little Brown, 1999.
8. Gerteis M., Edgman-Levitan S., Daley J., Delbanco T.L. (eds.). Through the patient' eyes: understanding and promoting patient-centered care. San Francisco: Jossey-Bass, 1993.
9. Crossing the Quality Chasm: A New Health System for the 21st Century. Committee on Quality of Health Care in America. Institute of Medicine. Washington, DC: National Academy Press; 2001.

УДК 347.511

Глава 16.

**ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ЛЕГАЛИЗАЦИИ ЭВТАНАЗИИ**

Гейдарова Екатерина Николаевна

магистр права

Аннотация: В настоящее время в России особую актуальность приобрела проблема закрепления и последующей реализации «права на достойную смерть». Формально данная проблема обозначена нежеланием государства поощрять самоубийство, а также существующим законодательным запретом на «легальную смерть». В настоящее время граждане Российской Федерации не решили для себя, как им относиться к эвтаназии.

Ключевые слова: право на жизнь, право на смерть, эвтаназия, медицина, законодательство.

**WAYS TO IMPROVE THE LEGISLATION OF THE RUSSIAN
FEDERATION ON THE LEGALIZATION OF EUTHANASIA**

Geydarova Ekaterina Nikolaevna

Abstract: Currently, the problem of securing and subsequent realization of the "right to a dignified death" has become particularly relevant in Russia. Formally, this problem is indicated by the unwillingness of the state to encourage suicide, as well as the existing legislative ban on "legal death". Currently, the citizens of the Russian Federation have not decided for themselves how to treat euthanasia.

Key words: right to life, right to death, euthanasia, medicine, legislation.

ВЦИОМ в 2019 г. проводил масштабные исследования по данному вопросу [1], чтобы выяснить, как большинство российских граждан относятся к эвтаназии, допускают ли возможность закрепления за каждым человеком права на смерть, особенно, если речь идет о тяжелой или неизлечимой болезни. Опрос показал, что почти 37% россиян не знают смысла и значения эвтаназии, соответственно, объективно оценить ее роль и значимость в настоящее время не могут. В тоже время, осведомленные респонденты (81%) подчеркнули, что выступают категорически против легализации процедуры эвтаназии, в том числе пожилым категориям граждан, независимо от состояния их здоровья. При этом 51% опрошенных высказались, что смертельно больным пациентам необходимо позволить делать выбор между жизнью и смертью.

Ю.А. Чернышева указывает, что общественное обсуждение проблемы определения права на достойную смерть – это важный и неотъемлемый элемент в вопросах определения ценности смерти в современное время. В большинстве стран Европы, в США общественность активно привлекали к решению проблемы свободного выбора ухода из жизни [2]. На наш взгляд, в России также целесообразно проводить различные социологические исследования, опросы, заниматься просвещением населения по вопросам эвтаназии, что позволит в перспективе сформировать у россиян правильное представление об эвтаназии, позволит оценить объективную возможность признания или отказа от добровольной смерти.

Важно подчеркнуть, что свобода выбора ухода из жизни пока ещё не имеет соответствующего, адекватного юридического решения, которое было в полной мере отвечало современным вызовам и не противоречило традиционным этическим и моральным воззрениям. Несмотря на это, отдельные страны легализовали эвтаназию.

Н.М. Воеводин и Е.Н. Лисанюк, изучавшие проблематику эвтаназии, отмечают, что в большинстве зарубежных стран получило распространение мнение о том, что имея право на жизнь, человек должен иметь и право на достойную смерть. Данные права являются стороной одной медали [3]. В России, следует отметить, процесс легализации эвтаназии вызывает весьма бурные и неоднозначные дискуссии. В частности, ещё в конце 2019 г. Т. Москалькова отметила, что признание за каждым человеком права на добровольную и достойную смерть является крайне сложным для понимания и принятия российским обществом [4]. Как Уполномоченный по правам человека, Т. Москалькова справедливо подчеркнула, что при решении проблемы эвтаназии следует принимать во внимание не только зарубежный опыт и положительные практики, но и учитывать традиции российского общества, укоренившиеся нравственные принципы, которые касаются отношений к жизни человека.

В свою очередь, В. Скворцова (в настоящее время руководитель Федерального медико-биологического агентства) полагает, что проблему разрешения эвтаназии в России должны решать сами граждане на референдуме. Также В. Скворцова напомнила о существовании других средств, позволяющих избавиться от физических страданий (например, сильнодействующие анальгетики), применение которых упростилось в рамках работы над совершенствованием законодательства о паллиативной помощи [5]. В тоже время, высказываются и диаметрально противоположные мнения относительно легализации эвтаназии. Например, видный российский политик, депутат Государственной Думы и по совместительству врач-эпидемиолог Г. Онищенко выступает категорически против признания за каждым человеком права на добровольную смерть, апеллируя к тому, что врачи обязаны проявлять высочайшее уважение к жизни каждого человека, а не способствовать его смерти и обреченности положения.

Дадим четкое определение понятиям: «активная эвтаназия» и «пассивная эвтаназия». Пассивная эвтаназия – намеренный отказ пациента от медицинского вмешательства или комплекса медицинских вмешательств, по поддержанию жизни. Активная эвтаназия – введение лицу, в отношении которого осуществляется процедура эвтаназии медицинских препаратов либо совершение медицинских манипуляций, которые влекут за собой быструю и безболезненную смерть.

Современное российское законодательство не предусматривает наличия у человека законных полномочий по распоряжению своей жизнью, а тем более не закрепляет права на добровольный отказ от нее. Фактически совершение эвтаназии в России на сегодняшний день влечет наступление уголовной ответственности по ст. 105 УК РФ и квалифицируется как убийство.

Еще раз отметим, что ст. 45 Федерального закона от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», регламентирует запрет медицинским работникам на осуществление эвтаназии, то есть ускорение по просьбе пациента его смерти какими-либо действиями (бездействием) или средствами, в том числе прекращение искусственных мероприятий по поддержанию жизни пациента. Эта законодательная формулировка вызывает определенные сомнения, что касается круга субъектов запрета. Кажется, неправильным подход, когда прямой запрет осуществления эвтаназии касается только медицинских работников, а скажем, о фармацевтических работниках или других лицах ничего не сказано. Очевидно, что такой формальный запрет должен касаться всех без исключения субъектов.

К примеру, О.С. Капинус считает, что эвтаназия и юридическая ответственность за нее должны рассматриваться в контексте права на жизнь, которое относится к числу основных личных прав человека. Обосновывается

положение, что отсутствие законодательно закрепленного права на смерть обуславливает отсутствие права на эвтаназию. Человек не имеет права распоряжаться ни своей, ни тем более чужой жизнью с целью ее прекращения, так как подобные деяния, независимо от их мотивации, нарушают внутренний порядок, присущий общественным отношениям по охране жизни. В связи с этим автор придерживается мнения о том, что легализация эвтаназии в России была бы преждевременна [6]. Однако данное мнение было автором высказано в 2006 году и не учитывало того, что на сегодняшний день возрастает количество людей, страдающих неизлечимыми заболеваниями в Российской Федерации.

Следует обратить внимание на то, что инициатива активной добровольной эвтаназии должна исходить именно от пациента, а в России нет традиционно правдивого информирования больного о его болезни.

Интересна также и практика в Российской Федерации. Официальных обращений найти нам не удалось, но в общедоступных материалах содержится много интервью, в которых граждане изъявляют свое желание на применение к ним процедуры эвтаназии.

Да, действительно, эвтаназия в нашей стране не легализована, однако фактически имеют место быть случаи, которые бы косвенно говорили о ее применении в нашей стране. К примеру, речь идет об отключении от аппарата жизнеобеспечения.

На сегодняшний день важное значение приобретают в данном аспекте такие нормативно-правовые акты, как Постановление Правительства РФ от 20.09.2012 № 950 «Об утверждении Правил определения момента смерти человека, в том числе критериев и процедуры установления смерти человека, Правил прекращения реанимационных мероприятий и формы протокола установления смерти человека» и Приказ Министерства здравоохранения РФ от 25 декабря 2014 г. № 908н №О Порядке установления диагноза смерти

мозга человека», Бланк отказа Приложение № 3 к приказу Министерства здравоохранения РФ от 20 декабря 2012 г. № 1177н, Перечень определенных видов медицинских вмешательств, на которые граждане дают информированное добровольное согласие при выборе врача и медицинской организации для получения первичной медико-санитарной помощи.

Так, как уже ранее было указано, в России запрещена эвтаназия. Этот запрет достаточно серьезен, поэтому помощь в уходе из жизни пациента будет рассмотрена как убийство. Это означает, что нельзя по просьбе пациента ускорить его смерть любыми действиями и средствами. К этому так же относится и отключение пациента от аппаратов жизнеобеспечения.

Констатировать смерть мозга могут только врачи клиники. Но здесь есть важный момент: прекращение процедур и мероприятий, поддерживающих жизнь человека, в связи с диагнозом смерти мозга не будет являться эвтаназией, так как смерть мозга и является моментом смерти.

Также следует отметить, что данный вопрос стал достаточно актуальным в пандемию COVID-19. Многие граждане начали ставить вопрос ребром, а именно задаваться вопросом по поводу отказа от ИВЛ, возможности оформления заранее отказа от ИВЛ на случай заболевания COVID-19. На наш взгляд, отказ от ИВЛ свидетельствовал бы о применении эвтаназии, но заболевание COVID-19 никак не должно относиться к тем заболеваниям, при которых было бы возможным применить эвтаназию (даже если бы она была легализована). В частности, об этом говорит успешная практика по выздоровлению, а, следовательно, это не является неизлечимым заболеванием.

Следует отметить, что на сегодняшний день на законодательном уровне установлено положение, посвященное тому, что пациент имеет право на облегчение боли, связанной с заболеванием и (или) медицинским вмешательством, доступными методами и лекарственными препаратами.

Зачастую облегчение боли связано не с медицинским вмешательством, а именно с моментом смерти. Человек не должен страдать и смерть не должна приносить муки. В связи с этим следует отметить, что в данном случае было бы возможным принятие специальных препаратов, способствующих спокойной смерти человека, а не в невыносимых страданиях. В связи с этим ч. 5 ст. 19 Федерального закона от 21 ноября 2011 года № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в РФ» требует соответствующих дополнений.

Нельзя не отметить, что законопроекты, посвященные урегулированию процедуры эвтаназии уже несколько раз поднимались на уровне обсуждений в Государственной Думе. При этом Уполномоченный по правам человека в РФ Татьяна Москалькова заявила, что считает эвтаназию гуманной. Однако на сегодняшний день правового регулирования эвтаназии мы так и не имеем.

Если рассмотреть мнение граждан о возможности применения эвтаназии, то в преимущественном большинстве данный вопрос оценивается положительно, хотя и есть опасения того, что легализация эвтаназии сможет внести произвол, возможность ее применения в корыстных целях.

Рассмотрев проблематику вопроса, связанного с применением эвтаназии, представляется необходимым предложить и способы совершенствования действующего законодательства.

Так, необходимо отметить, что вопреки доводам противников эвтаназии в последние годы не только в зарубежной, но и в отечественной прессе справедливо отмечается, что законодательное разрешение эвтаназии не приведет к увеличению количества злоупотреблений. Напротив, современное правовое положение порождает сокрытие истинного намерения прекращения жизни. Мы считаем, что при наличии хорошо разработанных медиками и юристами положений, учитывающие многочисленные факторы, при устранении противоречий в законе и приведении законодательных норм в соответствие с правами человека, подобных правонарушений станет меньше.

Так, на необходимость легализации эвтаназии указывают следующие обстоятельства.

В медицине существует множество болезней, от которых нет лекарства. В России нет нормативного правового акта, содержащего перечень неизлечимых заболеваний и устанавливающего порядок их признания таковыми. В качестве примера рассмотрим такую болезнь, как рак. По данным ВОЗ, онкология является второй по значимости причиной смерти людей во всем мире. При таком количестве болезней, которые в конце жизни приводят к мучительной боли, вопрос об эвтаназии может рассматриваться только тогда, когда пациент близок к самоубийству.

Сегодня остро стоит вопрос о легализации эвтаназии в Российской Федерации. По статистике Минздрава по онкологическим заболеваниям, в России ими страдают около трех миллионов человек, а за последние 10 лет количество таких людей, по статистике, выросло на 18%. На конец отчетного 2018 года контингент пациентов составил 3762218 человек, то есть 2,6% населения страны [7]. И количество онкобольных растет. Онкологические заболевания причиняют пациентам не только сильную физиологическую боль, но и невыносимые душевные страдания как пациентам, так и их родственникам.

Но эти предпосылки, наряду с четко выраженной просьбой пациента, являются определяющими факторами, позволяющими поставить вопрос о допустимости медицинского вмешательства с целью положить конец жизни.

Полагаем, что при законодательном разрешении на эвтаназию должны быть разработаны и неукоснительно соблюдены особые условия, которые были разработаны и достаточно подробно протестированы в ряде стран, например в Нидерландах, в некоторых штатах Австралии и США, где эвтаназия разрешена законом [8]. Здесь уже сложились традиции и методы эвтаназии, разработаны законодательные акты, форма и порядок принятия

завещания; имеется богатый опыт досудебного и судебного разбирательства таких дел.

На наш взгляд, в связи с вышеизложенным, необходимо однозначно правовое решение вопросов эвтаназии с указанием недопустимости применения активной эвтаназии, а также перечня условий, позволяющих, в исключительных случаях, пассивную эвтаназию. Принятие такого решения и осуществление эвтаназии должно быть в строгом соответствии с порядком, который, с учетом опыта других стран, должен быть разработан юристами и медиками.

В связи с этим представляется, что в законодательство Российской Федерации могут быть внесены изменения в части легализации пассивной формы эвтаназии, когда, к примеру, больной долгое время, пребывающий в коме, независимо от того умер его мозг или нет, может быть отключен от аппарата искусственного дыхания с согласия родных или иных уполномоченных лиц. В настоящее время отключение от аппарата возможно, но при условии, что мозг пациента уже умер.

Однако для проведения данной процедуры должен быть соблюден ряд условий: обязательное письменное согласие родных, обязательное письменное заключение, как минимум 3-х врачей, об отсутствии перспектив выхода из данного состояния, данное заключение должно быть удостоверено главным врачом больницы, а также копия заключения должна быть направлена прокурору для дачи своего положительного либо отрицательного заключения. Также, полагаем необходимым создание специальных комиссий как на федеральном уровне, так и на уровне субъектов, которые будут проверять законность действий медицинского персонала.

В целом, если обратиться к опыту зарубежных стран по вопросу эвтаназии, то практически во всех из них существует отдельный закон, посвященный данной процедуре. В связи с этим для легализации в России

эвтаназии также необходимо обсудить и принять отдельный закон об эвтаназии, а в Федеральном законе от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» в таком случае следовало лишь обозначить общие положения, которые бы говорили о возможности применения такой процедуры. Приведенные выше соображения позволяют уточнить и дополнить перечень условий проведения эвтаназии и представить их в следующей редакции:

- решение об эвтаназии должно быть принято дееспособным гражданином;
- просьба гражданина об эвтаназии должна быть добровольной, сознательной и выражаться в неоднозначной форме;
- невозможность спасения жизни, установленная советом врачей, должна быть точно установлена с введением неопровержимых доказательств – специалистов с обязательным единогласием или, в исключительных случаях, должно быть точно установлено, что даже если смерть не наступит в обозримом периоде, развитие болезни, несомненно, приведет к необратимой деградации личности;
- необходимо установить, что невозможно облегчить тяжелые физические и психические страдания пациента известными средствами;
- обязательным условием эвтаназии является предварительное разрешение прокурора (или решение суда);
- закон об эвтаназии должен предусматривать возможность введения моратория на случаи выявления нарушений в практике применения закона;
- в целях соблюдения законности требуется обязательный прокурорский надзор и надзор медицинских комиссий за выполнением соответствующих медицинских мероприятий.

Данные изменения в большей степени должны найти свое правовое отражение в специальном федеральном законе, посвященной процедуре эвтаназии, которая должна быть строго регламентирована со всех аспектов.

Нельзя не обратить внимания и на изменения, которые должны быть внесены в действующее уголовное законодательство.

Вопросы, связанные с эвтаназией, на сегодняшний день являются достаточно дискуссионными среди ученых, медиков, специалистов и правоприменителей.

Проанализировав практику обращения граждан к эвтаназии, данные социологического опроса, судебную практику, мы пришли к выводу о необходимости внесения соответствующих изменений в законодательство Российской Федерации, которыми была бы легализована пассивная форма эвтаназии. К сожалению, данная необходимость вызвана современными реалиями, учащенными случаями заболеваний неизлечимыми болезнями, которые причиняют мучительные страдания.

Таким образом, вопрос о легализации эвтаназии в Российской Федерации является достаточно сложным. Фактически в отдельных случаях эвтаназия в нашей стране уже применяется, об этом свидетельствуют и практические примеры, однако квалификация таких деяний происходит по статьям уголовного законодательства. В связи с этим, на наш взгляд, следует привести действующее законодательство с учетом нынешних реалий.

Необходимо однозначное правовое решение вопроса об эвтаназии с указанием перечня условий, допускающих пассивную эвтаназию в исключительных случаях. При этом врачи должны помнить, что в соответствии с законодательством Российской Федерации склонение к эвтаназии и осуществление любой ее формы является преступлением.

Внесение соответствующих изменений и легализация пассивной формы эвтаназии ни в коем случае не умоляют необходимость разработки со стороны

медицинских специалистов способов излечения тяжелых заболеваний. Безусловно, что основной акцент должен быть сделан именно на излечении от болезни, а не на прекращении жизни в связи с мучениями.

Проведенное нами исследование вопросов, связанных с реализацией права на охрану здоровья в контексте проблемы права на эвтаназию в международном и национальном правовом поле, позволяет сделать следующие выводы:

1. Легального определения эвтаназии в действующем законодательстве Российской Федерации на сегодняшний день не имеется. Как правило, под эвтаназией понимается «легкая смерть».

В России не легализована эвтаназия, но исходя из эквивалентов, присуждаемых в качестве компенсации морального вреда, получается, что ценность жизни в Российской Федерации на сегодняшний день значительно ниже, чем в странах, где эвтаназия легализована. В связи с этим встает вопрос о демократичности нашего государства, а также о его проявлениях как социального государства. Представляется, что провозглашенное в Конституции РФ право на жизнь не имеет такой стоимости, которое устанавливается в зарубежных странах (если исходить из сумм компенсации, присуждаемых судами в случае деликтов). На наш взгляд, это неправильно. Российская Федерация должна стремиться к тем стоимостным эквивалентам, которые установлены в иных странах, поскольку то, что мы имеем на сегодняшний день – полная несправедливость и несоразмерность.

Кроме того, должен быть разрешен вопрос и о единообразном подходе при удовлетворении суммы компенсации морального вреда. На сегодняшний день в Российской Федерации суды присуждают абсолютно разные суммы при заявленных аналогичных исковых требованиях и при аналогичных ситуациях, в результате которых заявитель обратился в суд. Представляется, что такого не должно быть, поэтому разработанные Методические

рекомендации имеют большую ценность хотя бы для первичного ориентира при установлении суммы компенсации морального вреда при посягательствах на жизнь, здоровье и физическую неприкосновенность человека.

Также нами был сделан вывод о том, что данные социологического опроса позволяют говорить о том, что опрошенные признают право не только на жизнь, но и на смерть. При этом по вопросу эвтаназии граждане оценивают его введение положительным, поскольку у большинства опрошенных данная процедура ассоциируется с такими обстоятельствами жизни, когда человек мучительно или неизлечимо болен. В таком случае, по их мнению, он должен иметь право на смерть и, как следствие, на применение эвтаназии, чтобы не мучать себя и своих близких. Вместе с тем данное мнение не является экспертным и опрошенные не в силах на этапе опроса взвесить все «за» и «против», поскольку они не учитывают ряда факторов (негативных), к которым может привести легализация эвтаназии. Речь идет в первую очередь о злоупотреблениях при применении эвтаназии, об ошибках, о невзвешенных решениях как со стороны врачей, самих пациентов, а также третьих лиц.

2. На сегодняшний день мнение о легализации эвтаназии разнится. Существует достаточно много доводов как «за», так «против» легализации эвтаназии. Однако большинство мнений все же сводится к необходимости легализации данной процедуры в Российской Федерации. В первую очередь такое мнение обусловлено ростом тяжелых и неизлечимых заболеваний. Свой вклад в это внесла и коронавирусная инфекция. Нельзя не отметить, что пандемия оказала свое влияние на население и существует мнение о том, что граждане, которые переболели данной инфекцией, особенно в тяжелой форме, начали говорить о суициде. Объясняется это тем, что коронавирус влияет на нервную систему граждан, у них появляется депрессия и суицидальные мысли. На наш взгляд, в сложившейся обстановке не объективно оценивать пожелания граждан о легализации эвтаназии. Увеличение роста

заболеваемости разными тяжелыми болезнями должно подталкивать медицину на изобретение доступных для граждан способов излечения от таких болезней, но не идти по легкому пути путем легализации эвтаназии.

3. Анализ законодательства стран, легализовавших применение эвтаназии, показывает не особо широкое применение, если сравнивать с теми странами, в которых это запрещено. Однако, тем не менее ряд передовых стран считает, что человек должен обладать не только правом на жизнь, но и на смерть.

Стоит отметить, что анализ судебной практики и законодательства тех стран, которые легализовали эвтаназию, показывают, что, несмотря на то, что такое право (право на эвтаназию) в тех или иных странах есть, однако это не означает, что оно настолько доступно. Скорее это даже декларативное право. Во-первых, для применения эвтаназии необходимо соблюдения ряда достаточно строгих условий. Во-вторых, данное право может повлечь злоупотребление как со стороны больных граждан, так и со стороны работников медицинских учреждений и иных лиц, поэтому легализовав эвтаназию власти должны понимать последствия, к которым может привести такое право.

4. Мы можем говорить о том, что фактически эвтаназия в России применяется, но квалификация таких деяний происходит, как правило, по ст. 105 УК РФ. При этом особую «популярность» в Российской Федерации приобретают бытовые эвтаназии, которые совершаются вне медицинского учреждения. Однако в уголовном законодательстве Российской Федерации не имеется такого специального состава преступления, который бы подразумевал убийство лица при применении эвтаназии. В связи с этим квалификация преступных действий (бездействий) будет по общей статье, регламентирующей убийство – ст. 105 УК РФ. Однако данный мотив может служить как обстоятельство, смягчающее наказание.

На наш взгляд, стоит разграничиваться составы таких преступлений как убийство, которое уже регламентируется в действующем уголовном законодательстве (ст. 105 УК РФ) и эвтаназия. В связи с этим эвтаназию следует выделить в отдельный и специальный состав преступления.

Элементы данного состава преступления создавали бы условия для отграничения уголовно наказуемой эвтаназии от других составов преступлений, при которых причиняется смерть человеку. Создание такой уголовно-правовой нормы, предусматривающей уголовную ответственность за эвтаназию, несет в себе превентивное значение и не позволит избежать наказания определенному кругу лиц. Правовое закрепление такой нормы приведет к тому, что угроза уголовного наказания за эвтаназию будет являться одним из государственных элементов, позволяющих сохранить жизнь человеку.

Вместе с тем, поскольку мы пришли к выводу о возможности применения пассивной эвтаназии, то и ответственности должны подлежать лица, которые совершили активную эвтаназию. Диспозиция данной статьи должна быть содержательно указана законодателем. Также необходимым было бы и издание соответствующего разъяснительного постановления Пленума Верховного Суда РФ по данному вопросу.

5. На сегодняшний день эвтаназия активно легализуется во многих странах мира. В большей степени это связано с ростом заболеваемости граждан тяжелыми и неизлечимыми заболеваниями. Однако в Российской Федерации данный вопрос хоть и обсуждается, но пока дальше этого не заходит, поэтому пока не приходится говорить о принятии соответствующего законопроекта.

6. Вопрос о легализации эвтаназии в Российской Федерации является достаточно сложным. Фактически в отдельных случаях эвтаназия в нашей стране уже применяется, об этом свидетельствуют и практические примеры,

однако квалификация таких деяний происходит по статьям уголовного законодательства. В связи с этим, на наш взгляд, следует привести действующее законодательство в соответствие с учетом нынешних реалий.

Нельзя не отметить, что сам вопрос о возможности применения эвтаназии в нашей стране на сегодняшний день порождает страх среди общества. Люди боятся того, что эвтаназия может применяться медицинскими работниками в корыстных целях. Хотя и в нынешнее время уже достаточно много случаев, когда именно так и происходит, и без легализации эвтаназии, поэтому законодательство нуждается в упорядочении по данному вопросу.

Необходимо однозначное правовое решение вопроса об эвтаназии с указанием перечня условий, допускающих пассивную эвтаназию в исключительных случаях. Принятие такого решения должно начинаться с юридического сопровождения и разработки процедуры строгого контроля за каждым случаем эвтаназии. При этом врачи должны помнить, что в соответствии с законодательством Российской Федерации склонение к эвтаназии и осуществление любой ее формы является преступлением.

Внесение соответствующих изменений и легализация пассивной формы эвтаназии ни в коем случае не умоляют необходимость разработки со стороны медицинских специалистов способов излечения тяжелых заболеваний. Безусловно, что основной акцент должен быть сделан именно на излечении от болезни, а не на прекращении жизни в связи с мучениями.

Список литературы

1. Скворцову раскритиковали за эвтаназию [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://medrussia.org/32485-skvorcovu-raskritikovali/> (дата обращения: 16.02.2022).
2. Чернышева Ю.А. Эвтаназия и предотвращение злоупотреблений // Закон и право. 2019. № 3. С. 53.

3. Воеводин Н.М., Лисанюк Е.Н. Аргументация в начале эвтаназии // Вестник ТГУ. 2018. № 42. С. 26.
4. Москалькова назвала вопрос эвтаназии сложным для российского общества [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://iz.ru/938432/2019-10-31/moskalkova-nazvala-vopros-evtanazii-slozhnym-dlia-rossiiskogo-obshchestva> (дата обращения: 16.02.2022).
5. Скворцова адресовала вопрос о разрешении эвтаназии россиянам [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://iz.ru/936947/2019-10-28/skvortcova-adresovala-vopros-o-razreshenii-evtanazii-rossiianam> (дата обращения: 16.02.2022).
6. Капинус О.С. Эвтаназия как социально- правовое явление. – М.: Буквоед, 2006. С. 126.
7. Министерство здравоохранения Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://minzdrav.gov.ru/> (дата обращения: 16.05.2022).
8. Лушникова А.И. Право на эвтаназию: анализ судебной практики Великобритании и США // Сравнительное конституционное обозрение. 2017. № 2. С. 108.

© Е.Н. Гейдарова, 2022

РАЗДЕЛ IV.

**ЛИЧНОСТЬ, ОБЩЕСТВО И ГОСУДАРСТВО:
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**

Глава 17.

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРАВОВОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИИ**

Загоруйко Игорь Юрьевич

доктор экономических наук, к.ю.н., профессор,
профессор кафедры гуманитарных и социальных наук

Пермский военный институт войск
национальной гвардии Российской Федерации

Эстерлейн Жанна Викторовна

канд. юрид. наук,
доцент кафедры предпринимательства
и экономической безопасности

Пермский государственный национальный
исследовательский университет

Аннотация: В настоящее время российское общество и государство трансформируется, что неизбежно сказывается на трактовке свободы предпринимательской деятельности и ее пределов. Научная литература всё чаще стала понимать предпринимательскую деятельность в качестве объекта, нуждающегося в жестком государственном контроле и надзоре. Такой подход обуславливает необходимость осмыслить заново с теоретической точки зрения свободу предпринимательской деятельности, а также

реализацию данной категории в правоприменительной деятельности, которая с учетом изложенного в настоящее время вызывает существенные трудности.

Ввиду фундаментального характера конституционных норм, закрепляющих свободу предпринимательства, настоящее исследование не может быть произведено в отрыве от них.

Базовая отрасль российской правовой системы – конституционное право, в настоящее время регулирует, в том числе, предпринимательскую деятельность и возникающие в связи с ней разнообразные общественные отношения. При этом, исходя из российского опыта, возможно сказать о том, что отсутствие в конституционных актах норм, касающихся предпринимательской деятельности, в целом не свидетельствует о том, что она не может осуществляться. Так, например, ранее действовавшие в России Конституции ничего не говорили о том, как государство относится к предпринимательству, тем не менее, долгое время данный вид деятельности в советской стране был под полным запретом, и заниматься ею было запрещено под угрозой уголовного наказания.

Изменение отношения к предпринимательской деятельности последовало лишь после принятия Конституции 1993 г., которая помимо права заниматься такой деятельностью, указала на необходимость охранять и защищать права лиц, ею занимающихся.

Предпринимательство, как социально-экономическое явление прошло в России длительным и сложный путь – от становления, эволюции, временного затишья до возрождения в настоящее время. При этом оно рассматривается как стержневой элемент экономики, пронизывающий практически все отрасли хозяйства. Что касается терминологической сущности и содержания, вкладываемые в понятие «предпринимательство», они менялись и конкретизировались в процессе научного развития. В современной экономической литературе четкого определения сущности

предпринимательства не существует, как не существует и юридического однозначного конкретного и бесспорного его понимания.

С учетом проведенного анализа признаков предпринимательской деятельности, считаем целесообразным изменить формулировку данной деятельности, закрепленную в абзац 3 части 1 статьи 2 ГК РФ, изложив в следующей редакции: под предпринимательской деятельностью понимается деятельность, направленная на систематическое получение прибыли легальными способами.

Вопросы, связанные с предпринимательской деятельностью, уже давно являются предметом обсуждения в научной среде. Проводимые в данной сфере исследования показывают, насколько важным и необходимым является как государственный, так и негосударственный механизм, позволяющий эффективно защищать права таких субъектов как предприниматели. Не следует в этой связи отрицать существенных преимуществ такой защиты посредством именно государственного механизма, что обусловлено, в первую очередь, возможностью государственных органов применять меры административно-принудительного характера, поскольку им свойственны властные полномочия. Изложенное предопределяет актуальность темы настоящей главы исследования.

Ключевые слова: право, предпринимательство, участники предпринимательской деятельности, государство, гражданское право, предпринимательское право.

MODERN APPROACHES TO THE LEGAL DEFINITION OF ENTREPRENEURIAL ACTIVITY IN RUSSIA

**Zagoruiko Igor Yurievich
Esterlein Zhanna Viktorovna**

Abstract: Currently, Russian society and the state are being transformed, which inevitably affects the interpretation of freedom of entrepreneurial activity and its limits. Scientific literature has increasingly begun to understand entrepreneurial activity as an object in need of strict state control and supervision. This approach makes it necessary to rethink the freedom of entrepreneurial activity from a theoretical point of view, as well as the implementation of this category in law enforcement activities, which, taking into account the above, currently causes significant difficulties.

Due to the fundamental nature of the constitutional norms that enshrine the freedom of entrepreneurship, this study cannot be carried out in isolation from them.

The basic branch of the Russian legal system is constitutional law, which currently regulates, among other things, entrepreneurial activity and various social relations arising in connection with it. At the same time, based on the Russian experience, it is possible to say that the absence of norms in constitutional acts concerning entrepreneurial activity, in general, does not indicate that it cannot be carried out. For example, the Constitutions previously in force in Russia did not say anything about how the state treats entrepreneurship, nevertheless, for a long time this type of activity in the Soviet country was completely banned, and it was forbidden to engage in it under threat of criminal punishment.

A change in attitude to entrepreneurial activity followed only after the adoption of the Constitution of 1993, which, in addition to the right to engage in such activities, indicated the need to protect and protect the rights of persons engaged in it.

Entrepreneurship, as a socio-economic phenomenon, has passed a long and difficult path in Russia – from formation, evolution, temporary lull to revival at the present time. At the same time, it is considered as a core element of the economy, permeating almost all branches of the economy. As for the terminological essence

and content invested in the concept of "entrepreneurship", they changed and were concretized in the process of scientific development. In the modern economic literature, there is no clear definition of the essence of entrepreneurship, just as there is no legal unambiguous concrete and indisputable understanding of it.

Taking into account the analysis of the signs of entrepreneurial activity, we consider it appropriate to change the wording of this activity, fixed in paragraph 3 of part 1 of Article 2 of the Civil Code of the Russian Federation, stating in the following wording: entrepreneurial activity means activity aimed at systematic profit-making by legal means.

Issues related to entrepreneurship have long been the subject of discussion in the scientific community. The research conducted in this area shows how important and necessary is both a state and a non-state mechanism that allows to effectively protect the rights of such entities as entrepreneurs. In this regard, one should not deny the significant advantages of such protection through the state mechanism, which is primarily due to the ability of state bodies to apply administrative and coercive measures, since they are characterized by authority. The above determines the relevance of the topic of this chapter of the study.

Keywords: law, entrepreneurship, participants in entrepreneurial activity, state, civil law, business law.

В современном мире предпринимательство как экономическая деятельность, посредством которой происходит создание духовных и материальных благ имеет важную роль в экономическом развитии России.

Право осуществлять предпринимательскую деятельность является конституционным правом граждан, гарантии которого закреплены в ст. 34 Конституции РФ[1]. Само понятие, данной деятельности содержится в ст. 23 Гражданского кодекса РФ[2] (далее по тексту – ГК РФ), из которой следует, что это «самостоятельная, осуществляемая на свой риск деятельность,

направленная на систематическое получение прибыли от пользования имуществом, продажи товаров, выполнения работ или оказания услуг лицами, зарегистрированными в этом качестве в установленном законом порядке».

Перед тем как рассматривать понятия и содержания указанной деятельности в современной российской действительности, целесообразно, на наш взгляд, обратиться к эволюции теоретических взглядов на понятие предпринимательства.

Существуют различные варианты толкования терминов «предпринимательство» и «предприниматель». В обобщенном виде можно сказать, что предприниматель – это человек, который занимается какой-либо экономической деятельностью с целью получения прибыли[7]. Его наделяют такими качествами, как инициативность, настойчивость в достижении поставленной цели, готовность рисковать, самостоятельность и т.п.

В этой связи считаем целесообразным рассмотреть, как эволюционировали теоретические взгляды на рассматриваемое нами понятие.

Данный термин впервые ввел в оборот в 1755 году экономист из Франции Р. Кантильон, который рассматривал предпринимателей в качестве собственников капитала, деятельность которых была связана с риском и была направлена на то, чтобы извлекать из нее доход.

В дальнейшем рассматриваемая нами категория получила свое развитие в учении физиократов, возникшем в XVIII в. Термин «физиократия» буквально означает «власть природы», т.е. по мнению основателей данного учения и их последователей, богатство создается «силами природы», т.е. только в сельском хозяйстве. Промышленность и иные виды экономической деятельности физиократами относились к непроизводительным сферам деятельности.

Одним из основоположников физиократии является Франсуа Кенэ, который исходя из представления о производительных и непроизводительных

видах деятельности делил всех людей на три категории: производительный класс, бесплодный класс, класс собственников. К производительному классу Ф. Кенэ относит занятых в земледелии, класс собственников включает в себя землевладельцев, а к бесплодному классу относятся все иные граждане, выполняющие другие занятия и другие виды труда, помимо относящихся к земледелию[13].

Таким образом, Ф. Кенэ в своем представлении о производительном и бесплодном классах не выделял предпринимателей и наемных рабочих, когда как другой ученый-физиократ А.Р.Ж. Тюрго в работе «Размышления о создании и распределении богатств» уточнил данную классификацию. Земледельцев и ремесленников он называет работающими или занятыми классами, сходство между которыми заключается в том, что оба они не обладают доходом и получают только вознаграждение за свой труд. При этом весь промышленный наемный класс, по мнению А.Р.Ж. Тюрго, распадается на два разряда: предпринимателей-капиталистов и простых рабочих. Предприниматели-капиталисты, мануфактуристы являются «обладателями больших капиталов, которые они употребляют для получения прибыли», а простые ремесленники «не имеют ничего кроме своих рук, которые авансируют предпринимателям только свой ежедневный труд и прибыль которых сводится к получению заработной платы».

Таким образом, основным критерием определения предпринимателей в промышленности, согласно Тюрго, является наличие либо отсутствие капитала. В целом, согласно рассуждениям Тюрго, предприниматели представляют собой лиц, владеющих капиталом или «накопленными движимыми ценностями», который путем авансов вкладывается в промышленные или сельскохозяйственные предприятия, в торговлю. Доход предпринимателя представляет собой доход, равный проценту с капитала, и сверх того заработок, представляющий собой цену их труда, риска и даже

искусства. Тюрго выступает за свободу предпринимательства и подчеркивает важность предпринимательства для общества.

В отличие от классиков английской экономической школы (А. Смит), практически игнорировавших таких субъектов экономических отношений, как предприниматели, французский ученый Жан-Батист Сэй, вслед за традицией Р. Кантильона, в своих исследованиях отводил ключевую роль фигуре предпринимателя. В работе «Трактат по политической экономии» (1803 г.) в промышленности ученый выделяет три основные операции, необходимые для получения какого-либо продукта: изучение движения и законов природы, относящихся к этому продукту; применение этих знаний для того, чтобы получить предмет, имеющий ценность; наконец, использование ручного труда в соответствии с двумя предыдущими операциями. Соответственно, Ж.-Б. Сэй определяет три группы лиц, выполняющие эти операции: ученые изучают движение и законы природы; земледельцы, мануфактуристы или торговцы, пользуясь уже известными знаниями, создают полезные продукты, их автор называет одним словом – предприниматели; рабочие работают по указанию первых двух. Таким образом, предприниматель, по мнению Ж.Б. Сэя – это «лицо, которое берется за свой счет и на свой риск и в свою пользу произвести какой-нибудь продукт».

Ж.-Б. Сэй дает определение понятию «прибыль предпринимателей». При этом автор отмечает, что капитал предпринимателя может быть как собственный, так и заемный, в силу чего наличие собственного капитала не является необходимым условием для того, чтобы предприниматель мог завести собственное дело. Однако Ж.-Б. Сэй уделяет внимание личностным характеристикам предпринимателя, от которых зависят его предпринимательские способности. К их числу он относит состоятельность, ум, благоразумие, любовь к порядку, честность, которые в своей совокупности способствуют получению им капитала.

Таким образом, предприниматель не обязательно является владельцем капитала, но обязательно должен обладать определенными личными качествами, по мнению Ж.-Б. Сэя. В целом Ж.-Б. Сэй выделяет предпринимателей в различных сферах (промышленности, сельском хозяйстве, торговле). Он отмечает, что человек может быть предпринимателем и работником в одно и то же время. В работе «Начальные основания политической экономии, или Дружеские беседы о производстве, разделении и потреблении благ в обществе» автор отмечает «действия, которые составляют работу» предпринимателя, называя в качестве таковых приобретение знаний, подготовка нужных средств для того, чтобы создать произведение, надзор за производством, управление, а также вычисление издержек и их сравнением с предполагаемым доходом.

Таким образом, Ж.-Б. Сэй первый проанализировал функции предпринимателей в разных сферах, а также личные качества и способности предпринимателя, признал предпринимателя в качестве движущей силы экономики и общества. Отметим, что Ж.-Б. Сэй был не только известным ученым, но и сам был успешным предпринимателем. Практика управления крупной бумагопрядильной фабрикой оказала значительное влияние на его научные взгляды.

Один из наиболее известных российских ученых-экономистов первой половины XIX в. А.К. Шторх в работе «Курс политической экономии, или Изложение начал, обуславливающих народное благоденствие» (1815 г.) внес определенный вклад в развитие сущности предпринимательства, в частности дал определение прибыли предпринимателя. Так, по его мнению, «промысел работника дает заработок рабочего. Капиталы составляют источник ренты капитальной. Земельные имущества производят земельную ренту. Промысел подрядчика доставляет прибыль предпринимателя». Далее автором отмечается, что каждый из этих доходов может существовать отдельно, когда

рабочий зарабатывает жалованье, капиталист получает свою ренту, а предприниматель пользуется барышом. Доходы могут соединяться в одних руках: предприниматель бывает капиталистом, тогда он получает предпринимательский доход и ренту с капитала, а также предприниматель может быть и работником, тогда он извлекает доходы всех родов.

Нельзя не отметить и то, что К. Маркс в работе «Капитал» (впервые издана в 1867 г.) не оперирует термином «предприниматель», используя термин «капиталист». В то же время К. Маркс дает характеристику термина «предпринимательский доход», который получает промышленный или функционирующий капиталист, в отличие от денежного капиталиста, или капиталиста-кредитора, который получает прибыль в форме процента от капитала. Исходя из предложенного им определения, предпринимателем можно назвать не любого, а только функционирующего капиталиста, получающего предпринимательский доход. Таким образом, содержание предпринимательства, по К. Марксу, обусловлено капиталистической экономической системой и заключается в накоплении капитала посредством эксплуатации наемного труда.

Подводя некоторые итоги, следует сказать, что в период зарождения и формирования экономической теории как науки отдельными учеными был сформирован определенный задел относительно понимания сущности и роли предпринимательства. Выделим основные ключевые характеристики предпринимателя и его деятельности, сформулированные учеными:

- готовность взять на себя риски неопределенности внешней среды, неопределенность успеха предприятия;
- необходимость авансирования капитала для ведения деятельности;
- извлечение дохода (кроме авансированного капитала), равного прибыли от капитала (которая могла быть получена без всякого труда) и

платы за предпринимательский труд, риск, искусство ведения предпринимательской деятельности;

– наличие определенных знаний, связанных как с особенностями осуществляемой деятельности, так и запросами и потребностями рынка, определенных нравственных качеств.

По нашему мнению, рассмотренными авторами внесен существенный вклад в теорию предпринимательства. Выделенные характеристики актуальны и в современных условиях экономического роста. В то же время следует отметить, что единой и общепринятой теории предпринимательства не сформировано и в настоящее время.

В целом предпринимательство прошло в России длительным и сложный путь – от становления, эволюции, временного затишья до возрождения в настоящее время. При этом оно рассматривается как стержневой элемент экономики, пронизывающий практически все отрасли хозяйства.

Что касается терминологической сущности и содержания, вкладываемые в понятие «предпринимательство», они менялись и конкретизировались в процессе развития экономической науки.

В современной экономической литературе четкого определения сущности предпринимательства не существует, как не существует и юридического однозначного конкретного и бесспорного его понимания[6].

В целом, как уже отмечалось выше, понятие предпринимательской деятельности содержится в абзаце 3 части 1 статьи 2 ГК РФ, [2]. Для осуществления данной деятельности требуется государственная регистрация в установленном законом порядке.

Несмотря на законодательное закрепление понятия предпринимательской деятельности, указанное определение часто становится объектом рассмотрения и критики со стороны цивилистической науки. Чаще всего авторами выделяется пять или шесть признаков предпринимательской

деятельности. Подобная позиция в целом идёт в ключе нормативного определения предпринимательской деятельности.

Так, с точки зрения В.С. Белых, предпринимательская деятельность характеризуется такими признаками как: самостоятельный характер, систематизм, систематическое извлечение прибыли, предпринимательский риск, легитимность, которая, с его точки зрения, относится к формальным признакам, не характеризующим сущность предпринимательской деятельности.

В свою очередь, по мнению В.В. Грушина и А.Ю. Дмитриева, предпринимательская деятельность характеризуется самостоятельностью, рискованным, а также коммерческим характером, способом получения прибыли, а также необходимостью регистрации, которая ее легализует.

В отличие от выше указанных исследователей, И.В. Ершова выделяет перечень сущностных признаков, которые, по ее мнению, наиболее коррелируют с законодательно закрепленным понятием. К ним, в частности, относятся самостоятельность, риск, систематическое получение прибыли, способ получения прибыли, регистрация в установленном действующим законодательством порядке[10].

Аналогично, идя в колее легального определения, И.В. Тимошенко и А.В. Мелкумянц выделяют шесть следующих признаков: извлечение прибыли в качестве цели, риск, систематичность, необходимость государственной регистрации, ответственность[4].

В свою очередь, по мнению Н.В. Рубцовой и М.В. Голышева, сущностными чертами, позволяющими охарактеризовать предпринимательскую деятельность, являются самостоятельность, постоянство, профессионализм, инициативность, риск, извлекаемая прибыль, самостоятельная имущественная ответственность и ее осуществление от своего имени[9].

Особое внимание следует уделить анализу легального определения предпринимательской деятельности С.Г. Воронцова, который критикует каждый из признаков предпринимательской деятельности, вытекающий из легального ее определения, а именно рискованность, систематичность, самостоятельность, получение прибыли как цель, способ извлечения прибыли и необходимость государственной регистрации[10].

Обратим внимание на три легальных элемента и их критику: способ извлечения прибыли, прибыль, систематическая основа.

Как указано выше, ст.2 ГК РФ рассматривает в качестве одного из способов извлечения прибыли пользование имуществом. Произведём системный анализ данного положения. Так, ст. 128 ГК РФ указывает, что объектами гражданских прав выступают вещи, иное имущество, в том числе имущественные права. Далее следует процитировать п.2 ст.209 ГК РФ: «Собственник вправе по своему усмотрению совершать в отношении принадлежащего ему имущества любые действия, не противоречащие закону и иным правовым актам и не нарушающие права и охраняемые законом интересы других лиц, в том числе отчуждать свое имущество в собственность другим лицам, передавать им, оставаясь собственником, права владения, пользования и распоряжения имуществом, отдавать имущество в залог и обременять его другими способами, распоряжаться им иным образом». Также, в соответствии с ч. 4 ст. 209 ГК РФ собственник может передать принадлежащие ему имущество в доверительное управление третьим лицам.

Как видно, каждый из прямо указанных видов деятельности подразумевает реализацию активных действий, например по поиску арендатора, сдаче имущества в аренду, что является активной реализацией правомочия в рамках права собственности или заключённого договора.

Так же и иные указанные способы приобретения подразумевают активное пользование данными объектами гражданского права. Пользование

подразумевает извлечение полезных свойств из того или иного объекта гражданского права, но следует признать, что «полезным свойством» может являться не только прямое назначение, но и возможность извлечения прибыли. Таким образом, попытка разделения способов получения прибыли на реализационные и внереализационные противоречит цели корректного отражения свойств, предпринимательской деятельности.

Более корректным видится разделение на основе легальности. Легальные способы извлечения прибыли, не запрещённые законодательством, входят в рамки предпринимательской деятельности, нелегальные способы образуют состав преступления.

«Любым делом можно заниматься на систематической основе, профессионально или от случая к случаю. Никакого отношения к сути определяемого понятия этот признак не имеет. С его помощью можно решать вопросы налогового администрирования, устанавливать виды юридической ответственности, но к пониманию изучаемого понятия это мнимое видовое отличие нас совершенно не приближает. Если разбираться с сутью понятия, а не решать попутно какие-то еще дополнительные задачи, этот признак тоже надо выводить за рамки легального определения» [3].

Тем не менее, отечественная система права содержит такую дефиницию, как «профессиональный участник рынка». Одной из отличительных черт является именно системность извлечения прибыли в рамках конкретной деятельности, вследствие чего участник имеет представление об особенностях части гражданского оборота, что обуславливает более жёсткие требования в его отношении со стороны государства во время защиты собственных гражданских прав.

Обращаясь в своей критике к аналогии, автор пишет: «Нелепость подхода определения сущности через «систематизм» становится более наглядной, если употребить этот признак в дефинициях каких-либо хорошо

известных понятий. Любых (труд, спорт, секс, воровство... что угодно). Например: измена – это секс с непостоянным партнером, совершаемый на систематической основе. А если один раз в неделю, то это не измена.

Развивая общую аналогию, следует признать, что занимаясь спортом один раз, человек не становится спортсменом, даже если им был достигнут некий результат, точно так же, написав одно произведение, человек не становится писателем, хоть и приобретает авторские права. Проще говоря, речь идёт о статусе. Совершив одну сделку, человек может извлечь прибыль, но он не становится предпринимателем, если не осуществляет предпринимательскую деятельность постоянно.

Важность системности носит практический характер. В этой связи, с точки зрения Дерюгиной Т.В., «появление в законе положений, указывающих на различие предпринимательской и приносящей доход деятельности, требует обязательной разработки специфических квалифицирующих признаков. Без их выработки практически невозможно решить вопрос о том, какая деятельность, к примеру, автономной некоммерческой организации будет считаться предпринимательской, для чего ей следует создать хозяйственные общества, а какая будет отнесена к приносящей доход деятельности».

Разрешить коллизию понятийного аппарата, по мнению Т.В. Дерюгиной, можно, если разграничить предпринимательскую и иную деятельность, которая приносит доход, руководствуясь признаком систематического получения прибыли.

Таким образом, системность извлечения прибыли является необходимым сущностным критерием определения предпринимательской деятельности.

Относительно критики указания прибыли как специфической цели предпринимательской деятельности большая часть критики выходит за рамки юриспруденции, а единственным правовым аргументом становится анализ

положений зарубежных положений закона. В данном случае представляется, что нормативное отсутствие, замалчивание данного факта не изменяет сущности предпринимательской деятельности[5].

Системность, как было показано выше, имеет практическое значение для отграничения профессиональных участников рыночных отношений в самом широком значении, то есть лиц, занятых предпринимательской деятельностью постоянно, и лиц, эпизодически осуществляющих те или иные гражданско-правовые действия с целью получения дохода.

Подводя итоги рассмотренного в рамках данной главы, можно сформулировать следующие основные выводы.

Предпринимательство, как социально-экономическое явление и представляющее собой одну из форм экономической деятельности, прошло в России длительным и сложный путь – от становления, эволюции, временного затишья до возрождения в настоящее время. При этом оно рассматривается как стержневой элемент экономики, пронизывающий практически все отрасли хозяйства. Что касается терминологической сущности и содержания, вкладываемые в понятие «предпринимательство», они менялись и конкретизировались в процессе научного развития. В современной экономической литературе четкого определения сущности предпринимательства не существует, как не существует и юридического однозначного конкретного и бесспорного его понимания.

С учетом проведенного анализа признаков предпринимательской деятельности, считаем целесообразным изменить формулировку данной деятельности, закрепленную в абзац 3 части 1 статьи 2 ГК РФ, изложив в следующей редакции: под предпринимательской деятельностью понимается деятельность, направленная на систематическое получение прибыли легальными способами.

Список литературы

1. Конституция Российской Федерации. Принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г., с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 21.07.2014 № 11-ФКЗ, от 14.03.2020 № 1-ФКЗ // Собрание законодательства РФ. 2014. № 31.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая): Федеральный закон от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 31.07.2020) // Собрание законодательства РФ. 1994. № 32.
3. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть первая): Федеральный закон от 31.07.1998 № 146-ФЗ (ред. от 23.11.2020) // Собрание законодательства РФ. 1998. № 31.
4. Галдзицкая Ю.П. Формы защиты права на предпринимательскую деятельность // Академическая публицистика. 2020. №9.
5. Дерюгина Т.В. Предпринимательская или приносящая доход деятельность некоммерческих организаций: проблемы гражданско-правового регулирования// Юридический вестник Самарского университета. 2018. Т. 4. № 3.
6. Джинджолия Р.С. О некоторых вопросах понятия предпринимательской деятельности // Право как искусство добра и справедливости. Сборник научных трудов Всероссийской научной конференции. Курск, 2020. С. 236.
7. Душкова Н.А., Родионов А.И. Менталитет российского предпринимателя в прошлом и настоящем // Проблемы социальных и гуманитарных наук. 2020. № 2 (23). С. 44.
8. Предпринимательское право России: учебник/отв. ред. В.С. Белых. М.: Проспект, 2008.

9. Российское предпринимательское право: учебник/отв. ред. И.В. Ершова, Г. Д. Отнюкова. М.: Проспект, 2012. С. 19-24.

10. Рубцова Н.В. Определение предпринимательской деятельности в доктрине и современном Российском законодательстве/Н.В. Рубцова, М.В. Голышев // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2014. № 31. С. 97.

11. Тимошенко И.В. Хозяйственное право: конспект лекций / И.В. Тимошенко, А.В. Мелкумянц. Ростов н/Д.: Феникс, 2008. С. 8-11.

12. Шаймарданов Т.Р. К вопросу о понятии предпринимательская деятельность в рамках гражданского права//Modern Science. 2020. № 6-3.

13. Яцевич Н.В. К истокам определения понятия предпринимательства в XVIII-XIX вв // Россия - 2035: наука и практика в фокусе инновационного развития. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. 2020.

Глава 18.

**РОЛЬ СРЕДСТВ МАССОВОЙ КОММУНИКАЦИИ
В ФОРМИРОВАНИИ СОЦИОКУЛЬТУРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**

Атик Аниса Ахмедовна

кандидат философских наук, доцент,

доцент кафедры истории и философии

Гуманитарно-педагогическая академия (филиал)

Крымский федеральный университет

им. В.И. Вернадского

Аннотация: В данной работе рассматриваются основные пути формирования социокультурных взаимодействий в современном обществе. Подчеркивается роль современных информационных технологий и массовых коммуникаций в формировании общественного мнения и негативных представления о культуре Другого народа.

Ключевые слова: глобализация, диалог, культура, СМИ, этнокультурные стереотипы.

**THE ROLE OF MASS COMMUNICATION MEDIA
IN THE FORMATION OF SOCIO-CULTURAL INTERACTION**

Atik Anisa Ahmedovna

Abstract: This paper examines the main ways of forming socio-cultural interactions in modern society. The role of modern information technologies and mass communications in the formation of public opinion and negative ideas about the culture of another people is emphasized.

Key words: globalization, dialogue, culture, mass media, ethno-cultural stereotypes.

Вступление человечества в XXI век характеризуется рядом глобальных процессов, в основе которых лежит научно-техническая революция, быстрое совершенствование всех видов коммуникативных и информационных технологий. Благодаря этим технологиям складывается система массовой коммуникации, представляющая собой особую форму связи и общения, с одной стороны, с другой стороны, – это новейшие технические инструменты производства и распространения всевозможной информации на неограниченную аудиторию. Такое положение делает массовые коммуникации действительно сильным инструментом влияния на формирование общественного мнения и формирования системы духовных ценностей и потребностей человечества.

На рубеже веков становится все более очевидным, что человечество развивается по пути расширения сотрудничества и взаимодействия различных народов и культур. Сегодня трудно найти культуры или этносы, которые не испытывали на себе воздействие культур других народов. Это нашло свое отражение в бурном росте культурных обменов и прямых контактов между государствами, социальными группами и отдельными индивидами. Благодаря массовым коммуникациям стало возможным расширение взаимодействия культур и этносов, что сделало вопрос о сохранении культурной самобытности и культурном многообразии особо актуальным.

Различные этносы и культурные общности находятся в поиске новых средств, способствующих сохранению и развитию своей целостности и культурного облика.

Культурное многообразие современного общества и стремление к сохранению своей идентичности и самобытности, не препятствует, однако, тесному межкультурному взаимодействию и взаимовлиянию.

Важным в данном контексте становится способность понимать друг друга и признать ценность каждой культуры. Иными словами, появляется необходимость в конструктивном межкультурном взаимодействии, которое представляет собой соприкосновение двух или более культурных ареалов, которые оказывают взаимное влияние друг на друга.

В зависимости от степени и характера влияния друг на друга можно выделить следующие типы межкультурного взаимодействия: диалог, интеграция, взаимодополнение, взаимоизоляция, конфликт и др.

Необходимость в конструктивном диалоге обусловлена не только стремлением к реализации социально-политических интересов, но необходимостью, вызванной глобальным масштабом мировых катастроф.

В социокультурном плане следует отметить появление множества новых конфессий и этнических общностей, большое количество политических, экономических и военных объединений. Возрастает противоречие между «развитыми» странами и всем остальным миром, особенно с развивающимися странами. Кроме того, к глобальным проблемам современности следует отнести угрозу ядерной войны, новых войн, надвигающиеся экологические катастрофы, демографический взрыв и культурная глобализация.

Особо важным сегодня является кардинальное изменение ценностных ориентиров. Глобализация ставит под вопрос исходные ценности современного мира, что может привести к значительным ценностно-мировоззренческим сдвигам: переосмыслению статуса национальных государств в мире, норм международного права, содержания демократии, будущего культурных традиций.

Чаще всего в науке глобализация трактуется, как расширение и углубление социальных связей и институтов в пространстве и времени. С одной стороны, на повседневную деятельность людей значительное влияние оказывают события, происходящие в других частях земного шара, а с другой стороны, действия местных общин могут иметь важные глобальные последствия.

В этих условиях особую актуальность приобретают вопросы межкультурного диалога, проблемы толерантности и терпимости во взаимоотношениях и взаимодействиях различных социальных групп. Ведь в XX веке противостояние двух мировых систем едва не привело к ядерной войне, что вызвало бы гибель всего человечества. В XXI веке возникает не менее серьезная проблема взаимодействия народов и предотвращения их губительного столкновения, которое может стать причиной бесконечной войны.

Существующие сегодня образы культуры Другого отягощены множеством предвзятостей, негативных стереотипов и предрассудков. Вместо того, чтобы отыскать подлинные и достоверные источники знаний о культуре Другого, суждение о Другом опирается, главным образом, на сложившиеся негативные стереотипы и предубеждения. На сегодняшний день огромную роль в формировании образа Другого отводится СМК, которые начали довольно широко использоваться в XX-XXI вв., а потому оказывают грандиозное влияние на сознание людей путем методичного выстраивания достаточно опасных мифологем.

Начнем с того, что СМК сегодня выполняют двоякую роль: с одной стороны, средства массовой коммуникации выступают в роли обозревателя и информатора, а, с другой – в роли манипулятора общественным сознанием.

Вместо того, чтобы информировать разные народы друг о друге, давать конструктивную информацию, способствующую познанию и пониманию друг

друга, мы наблюдаем, что с помощью СМК активно осуществляется формирование на основе имагинативной парадигмы восприятия, которая апеллирует, преимущественно, к обыденному уровню познания (образы, мифы, предрассудки и т.д.) негативных стереотипов, искажающих образы Другого.

Порой образы восприятия настолько мощно внедряются в сознание, что люди перестают различать, их ли это мировосприятие или оно кем-то навязано. Формируемый под влиянием общественного мнения, СМК и др. стереотип является своего рода эмоционально-оценочным образованием, тесно связанным с волей, мышлением, сознанием.

В этом контексте важно также рассмотреть роль этнокультурных стереотипов в формировании взаимного восприятия у представителей различных культур.

Этнокультурные стереотипы являются инструментом передачи от поколения к поколению социального и нравственного опыта этноса, включая правила поведения, обычаи, ритуалы, нормы и ценности. Эта система отражает определенные модели поведения, привычные для индивида механизмы действий, базирующиеся на том, как жили и поступали предки. Таким образом, этнокультурные стереотипы формируются не на основе личного опыта, а заимствуются у той этнической группы, к которой принадлежит человек. При этом в большинстве случаев не подвергается обсуждению степень их соответствия истине, так как стереотип является отражением оценки явления этносом, и человек, в стремлении соответствовать установкам группы, строит стратегию своего поведения, исходя из той оценки, которая дает явлению общность. В этом плане Уолтер Липпманн, американский журналист и политический обозреватель, автор концепции общественного мнения, отмечает, что, когда мы придерживаемся стереотипов, мы не анализируем характер человека и не пытаемся оценить,

хорош он или плох [1, с.36]. Мы видим плохого человека (при условии, что он не является представителем нашего этноса), или лишенного юмора англичанина, ленивого индуса, коварного азиата, бесшабашного цыгана, жадного еврея, буйного ирландца. Любой этнокультурный стереотип всегда содержит тенденциозные, упрощенные, заранее заданные характеристики явления и потому неадекватен ему. Этнокультурные стереотипы выполняют важнейшую функцию защиты групповых ценностей и консолидации группы. Они могут переходить в предрассудки и проявляться как защитная реакция на группу, представляющая собой возможную угрозу для существования данной этнической культуры. Этнические предрассудки могут возникать произвольно, в связи с какой-то ситуацией (военным конфликтом), либо проникнуть в сознание этноса при помощи СМИ, которые чаще всего представляют чьи-то интересы.

Как отмечал русский философ и публицист С.В. Лурье: «...предрассудок в отличие от простого неправильного суждения активно противостоит любой очевидности, если она не согласуется с ним» [2, с. 210]. По этому принципу стереотипы могут быть как конструктивные, способствующие установлению благоприятных взаимоотношений с иной культурной общностью, так и деструктивные, препятствующие указанному процессу. С одной стороны, они способствуют консолидации этноса, т. е. осознанию членами этноса своей принадлежности к единой этнической общности, а также выступают в качестве препятствия на пути разрушения этноса и утраты этнического своеобразия под воздействием современных процессов глобальной модернизационной интеграции. Но, с другой стороны, они искажают образ Другого и способствуют его неадекватной интерпретации. Этнокультурные стереотипы становятся для этноса основанием и оправданием действий по отношению к другим этническим группам, то есть «Они». При этом стереотипы содержат в себе не

общечеловеческое знание, а присущее исключительно данной группе, базирующееся на совместном опыте, ценностях и интересах.

В.П. Трусов и А.С. Филиппов справедливо отмечают, что этнокультурные стереотипы являются обобщением представлений о различных этнических группах, основной особенностью которого является повышенная эмоциональная устойчивость, редко отражающие реальные черты «стереотипизируемой группы». Будучи элементом национальной психологии, этнокультурные стереотипы формируются на уровне как обыденного, так и теоретического сознания и представляют собой синтез эмоциональных, рациональных и волевых элементов [3, с. 18].

В связи с выделением в структуре этнического сознания категориальной пары «мы – они» нам представляется необходимым рассмотреть этнокультурные стереотипы, характерные для каждой из указанных сущностей, а именно автостереотипы и гетеростереотипы. При формировании автостереотипов, создающих подробный образ собственного этноса, значительную роль играют события этнической истории, хорошо известные представителям этнической общности. В большинстве случаев по отношению к собственному этносу формируются исключительно положительные характеристики и чувства. Гетеростереотипы дают схематичное представление о Другом этносе. Гетеростереотипный образ включает в себя наиболее непривычные, экзотические и часто имеющие отрицательную эмоциональную окраску характерологические качества. В большинстве случаев они отражают не реальные характеристики описываемой этнической общности, а зависят от сложившегося отношения к стереотипизируемой группе и чаще всего показывают именно отношение к этой общности.

Наиболее полный анализ функций оппозиции «мы – они» и наиболее оригинальное объяснение ее возникновения в отечественной литературе дано

в трудах советского историка и философа Б. Ф. Поршнева. Исследователь рассматривает появление самосознания Себя как предпосылку к возникновению противопоставления этому осознанию Себя как отличного от Другого. «Мы» стало универсальной психологической формой самосознания всякой общности людей. Но «Мы» все-таки всегда подразумевает «противопоставления каким-либо – то определенным, то неопределенным – «они». Автор данной концепции, вместе с тем, полагает, что оппозиция «мы – они» первична по отношению к оппозиции «я – ты», причем «мы» и «они» неразрывно связаны друг с другом – связаны отличием, стимулирующим взаимное обособление. Отношения между «мы» и «они» неизбежно носят характер взаимного отрицания, так, как только «путем отрицания «их» формируется «наше» [4, с.83, 161, 210].

Проявление подобного восприятия (мы и все другие) в современных условиях глобализации и углубления интеграционных процессов на идеологическом уровне (религии, политики или обыденного сознания), по мнению ряда исследователей, несет в себе реальную угрозу социальной и культурной конфронтации на религиозной, этнической, языковой почве. Единое информационно-коммуникативное пространство современного мира, создаваемое такими достижениями цивилизации, как глобальная система Интернет, средства связи и передвижения огромных масс людей, должно, казалось бы, усиливать естественное стремление людей к объединению, гармонизации человеческих отношений, выработке новых подходов к решению социальных и экономических проблем, стоящих перед человечеством. В действительности же многополярность современного миропорядка выявила новые проблемы, ориентированные, прежде всего, на культурно-коммуникативную сферу социальной реальности.

Средства массовых коммуникаций способны на сегодняшний день создавать, изменять и устанавливать рамки и правила поведения людей,

другими словами, влиять на их настроения и способы поведения. В связи с этим проблема влияния СМИ на сознание людей, их роль в создании массовой культуры, деятельность журналистов в условиях глобализации – стали поводом для множества дискуссий и теоретических исследований.

Сегодняшняя задача СМИ – делать акцент на тех аспектах жизни, которые волнуют большую часть аудитории, а не на реальном анализе с целью лучшего понимания событий, породивших ту или иную ситуацию. К примеру, как иллюстрирует американский аналитик Брюс Хоффман, в ходе освещения в американской прессе событий, связанных с армянским терроризмом в период с 1968 по 1983 гг., увеличивался процент населения, осведомленного об армянском терроризме, но это не способствовало росту степени осведомленности и пониманию армянского вопроса, исторического подтекста борьбы или политических требований [5].

Часто искажение информации, подаваемой СМИ, является собой преднамеренное усилие информационных агентств и корреспондентов, лишенных адекватности и терпимости, которые, стремясь осуществить некие свои цели, предпринимают все возможные меры, чтобы распространить неверную информацию.

В современном информационном обществе СМИ и особенно телевидение, являются основным инструментом манипуляции общественным мнением. Политические, идеологические и геополитические взгляды подавляющего большинства в обществе формируются, в основном, посредством СМИ. Транслируемый из какой-либо горячей точки репортаж нацелен не только на то, чтобы за минимальное время представить комплексный обзор материала, но и на расстановку нужных политических акцентов. Таким образом, профессия журналиста (особенно тележурналиста) приобретает не только описывающие, но и ориентирующие качества.

Примечательно, что при рассмотрении данной проблемы исследователями все чаще учитывается психологический аспект. Встает вопрос об этике журналиста в условиях замены первоначальной информационной функции самой журналистики на манипулятивную. В связи с этим, необходимо отметить, роль гуманитарных технологий, как инструмент воздействия на людей посредством производства и внедрения смыслов, могут быть как позитивными, созидательными, так и деструктивными, негативными, разрушающими. Гуманитарные технологии должны обеспечить наличие объективного знания о Другой культуре. Но, вместо этого мы наблюдаем, что с помощью гуманитарных технологий активно осуществляется формирование, преимущественно, на основе имагинативной парадигмы, основанной на образном восприятии окружающего мира, в отличие от когнитивной парадигмы восприятия представляющей собой совокупность рациональных принципов объяснения, понимания и восприятия Другого.

Как уже говорилось выше, СМК часто выступают в качестве дестабилизирующего фактора. Толпа, манипулируемая властью, под лозунгами свободы слова и защиты своих прав, является инструментом, посредством которого правительства реализуют свои стратегии и политические планы. В своей книге «В тени молчаливого большинства» Ж. Бодрийар отмечает, что от масс постоянно требуют, чтобы они подавали свои голоса, свободно выражали свое мнение. Однако массы в действительности не обладают возможностями свободного волеизъявления. Молчание масс, безмолвие молчаливого большинства, по мнению Ж. Бодрийара, – подлинная проблема современности [6].

Проблема контроля над массами с помощью СМК стоит перед большинством народов мира. Отношения между ними отягощены распространением неадекватного восприятия друг друга, а также предвзятостей и предрассудков. Гуманитарные технологии, являющиеся

наиболее эффективным средством для тотальных манипуляций в современном мире, опасны тем, что с их помощью можно создать любой сценарий дальнейшего устройства социума и мира в целом.

Уменьшить опасность можно посредством преодоления неосознанности и безответственности, порождающих вражду и противостояние, заменив их подлинным знанием и стремлением к диалогу.

Отметим также, что огромное влияние СМК оказывают на формирование межэтнических отношений в Крыму, где на протяжении многих веков каждому из народов данного региона приходилось проявлять терпимость к соседствующим народам, соблюдать правила сосуществования, выказывать уважение к ним. Крым является одним из регионов, где полиэтничность местного сообщества создает предпосылки для культурного многообразия и одновременно с этим формирует специфику социального и политического пространств.

Несмотря на это, анализ этнополитической ситуации в Крыму, проводимый доктором философских наук Габриеляном О.А. за последние годы показывает, что на полуострове существует определенный конфликтный потенциал, проявлявшийся в межнациональной сфере, но не перераставший в конфликты, благодаря своевременному вмешательству органов власти. Однако нельзя однозначно утверждать, что этнический конфликт в Крыму невозможен [7].

Крым является одним из регионов, где полиэтничность местного сообщества создает предпосылки для культурного многообразия и одновременно с этим формирует специфику социального и политического пространств. Жителям Крыма всегда были присущи терпимость к другим народам, соблюдение правил сосуществования, уважения к иным верованиям.

Сегодня в Крыму наблюдается напряженная, и даже конфликтная ситуация на этническом уровне, порождающая ряд проблем. Среди них

необходимо отметить: проблемы сохранения малых реликтовых этносов (караимов, крымчаков и т.д.), возвращения и адаптации крымских репатриантов, прежде всего – крымских татар, проблемы взаимоотношений, так называемого, «русскоязычного населения», или крымских славян.

Решение этих проблем иногда пытаются противопоставить как едва ли не взаимоисключающие. Так решение проблемы обустройства крымских репатриантов порой воспринимается как ущемление интересов крымских остального населения. Как правило, сами соседствующие этносы комплементарны, в ином случае их длительное соседство было бы просто невозможным. Отношения между ними обостряются в результате либо межгосударственных войн, либо неумелой или злокозненной политики государства, на территории которого они проживают. И, хотя конфликта как такового между этими этническими группами на сегодняшний день нет, тем не менее определенная межэтническая напряженность по линии «крымские татары – крымские славяне» существует и обостряется при каждой ошибке политической власти. Являясь противником наделения этнических общин политическими полномочиями, А.Р. Никифоров, предлагает сформировать в Крыму совещательный орган представителей этнических общин, который был бы наделен правом законодательной инициативы в вопросах, касающихся межэтнических отношений и независимой экспертизы нормативно-правовых актов [8, с. 46].

По мнению Т.А. Сенюшкиной, возможны два варианта развития ситуации на полуострове: один из них основан на мирном сосуществовании в многокультурном обществе, основанном на правовом способе взаимного достижения целей и интересов всех этнических групп, проживающих в Крыму. Другой – на этническом конфликте, результатом которого может стать гражданская война и развертывание крупномасштабных военных действий в Черноморском регионе в целом [9].

Второй вариант маловероятен, тем более что ряд международных организаций ОБСЕ и представительство Верховного комиссариата по делам беженцев, а также программа развития и интеграции Крыма ООН активно предпринимают усилия по организации системы раннего предупреждения этнического конфликта в Крыму [9, с. 39].

Профессор Г.Ю. Богданович отмечает, что выраженная диалогичность культур в полилингвокультурной ситуации позволяет говорить о специфике идентификации и идентичности языковой личности. Диалог внутри одной национальной культуры, по мнению автора, проявляет себя в наличии субкультур, во взаимодействии прошлого с настоящим, в мере и способах вхождения картины мира прошлых поколений в жизнь нынешнего. В полилингвокультурной ситуации этносы «обречены» на диалог [10].

На протяжении нескольких тысячелетий крымская ветвь Средиземноморской культуры являла собой некую полиморфную и полиэтническую конфигурацию, складывавшуюся в устойчивое единство. Существенным при этом является то обстоятельство, что в культуре Крыма пересеклись и продолжительное время сосуществуют две мировые религии – христианство и ислам, в то время как в других регионах Средиземноморья они противостоят друг другу. Как полагает крымский исследователь А.П. Цветков, история культуры провела в Крыму уникальный эксперимент, «в условиях малого географического пространства совмещая, синтезируя и ассимилируя различные разноразличные этнокультурные фрагменты, как бы вынуждая их к взаимному диалогу, а в итоге – к полилогу» [11, с.21].

Далее автор отмечает, что «народы, населяющие территорию Средиземноморья (в нашем случае – территорию Крымского полуострова), самой историей обречены на совместное существование, что у них на всех одна земля, общее небо и общая историческая судьба, и что насильственное изменение status quo, то есть уничтожение или выселение какого-либо народа

противоестественно, опасно и недопустимо». Если рассматривать культуру Крыма как целое, то она не была ни исламской, ни христианской, ни крымско-татарской, ни русской, ни украинской, ни армянской и т.д. Это «особая разновидность культуры средиземноморского происхождения», имеющая общие для всех народов Крыма этические ценности, в какой-то степени общие традиции, а главное, уважительное отношение к национально-этническому своеобразию [11, с. 22].

До последнего времени большинство исследований, проводившихся в Крыму, показывали, что в межличностных отношениях не проявляется высокая степень этнической нетерпимости, однако, в той или иной степени практически у всех представителей этнических групп, проживающих в Крыму, существует определенный набор негативных стереотипов, основанный на имажинативной парадигме восприятия Другого. Такое негативное восприятие базируется на реальных различиях исторического прошлого этих групп, культурных и конфессиональных традиций, типов мышления и поведения их представителей.

Однако подчеркнем, что возникновение негативных стереотипов является результатом искаженного восприятия характерных особенностей и образов иной этнической группы. Среди причин, способствующих формированию негативного восприятия, отметим изменение этнополитической ситуации, связанное с изменением социально-политической ситуации, которая актуализирует ряд проблем на культурном и межэтническом уровнях. К этому ряду причин добавим незначительный опыт проживания в Крыму этнических групп друг с другом в новых условиях, дефицит информации и безразличие к культурным, ментальным, поведенческим особенностям Другого. В результате развития негативного образа Другого возникает ряд деструктивных проявлений, среди которых отрицательная эмоциональная реакция носителя негативного образа

этнической группы в направлении ее представителей, и, что представляет наибольшую опасность, оправдание собственных негативных поступков и действий по отношению к представителям иной культуры.

В настоящее время в Крыму не только значительная часть населения, но и некоторые представители политической элиты продолжают воспринимать представителей других этнических групп как опасных соседей. С этой точки зрения, как отмечает В.Л. Кондратская, анализирувшая роль СМК в условиях полиэтнической среды современного Крыма, можно рассматривать этнические СМИ в качестве одного из инструментов манипулирования общественным мнением внутри национальных общин (групп, обществ). Некоторые высказывания и действия представителей этнических и конфессиональных элит, а также отдельные публикации в СМИ расцениваются представителями других этнических общностей как попытки провоцировать напряженность в межнациональных и межконфессиональных отношениях. В стремлении сформировать этническое самосознание, используя возможность влиять на общественное мнение, как политические деятели, так и журналисты используют негативные стереотипы прошлого, искажая при этом либо скрывая важные факты [12].

В.Л. Кондратская вносит предложение о создании, наряду с существующими национальными газетами, программами в государственных ТРК, межэтнического проекта «программы-диалога» в эфире государственных ТРК, в которых в равной степени может быть представлена позиция всех народов, населяющих Крым, их политические пристрастия, экономический и культурный взгляд на будущее полуострова. Ведь вместе с внутриэтническими коммуникациями не менее важно иметь в Крыму возможности для межэтнических коммуникаций. Такое отношение ко всем представителям народов Крыма как к равным может иметь положительный эффект. Подобные проекты порой осуществляются, но они имеют

политический подтекст, когда представители различных политических сил пытаются через эфир убедить публику в эффективности их социополитических программ, направленных на достижение народного благосостояния, в отличие от бесполезных действий оппонентов [12].

В заключении, хотелось бы отметить, что при освещении социокультурных конфликтов, журналисты часто смещают акценты, обращая внимание читателей или зрителей на национальную принадлежность «разжигателей конфликта». Как правило, те или иные события освещаются ими предвзято и однобоко – вторая сторона конфликта остается вне поля зрения СМИ и журналистов. В таких случаях журналисты демонстрируют свой непрофессионализм и заангажированность. В результате возникает искаженное представление о представителях Другой национальности, формируются новые и закрепляются старые стереотипы. Одной из важнейших задач современного общества, таким образом, является преодоления такого одностороннего рассмотрения социокультурных проблем и преодоления потребительского отношения к СМИ. Сегодня особо актуальным является развитие способности к критическому осмыслению информации и логической ее переработке, что может существенно расширить познавательные возможности аудитории и сформировать полную картину происходящего.

Список литературы

1. Lippmann W. Public Opinion / W. Lippmann – Toronto, 1965. – 195 p.
2. Лурье С. Историческая этнология / С. Лурье. – М.: Мысль, 1997. – 318 с.
3. Трусов В.П. Этнические стереотипы, этническая психология: этнические процессы и образ жизни людей / В.П. Трусов, А.С. Филиппов. – М.: Наука, 1984. – 210 с.

4. Поршнев Б.Ф. Социальная психология и история / Б.Ф. Поршнев – М.: Полис, 1979. – 231 с.
5. Хоффман Б. Терроризм: взгляд изнутри; [Пер. с англ. Е. Сажина]. – М.: Ультра. Культура, 2003. – 264 с.
6. Бодрийяр Ж. В тени молчаливого большинства / Ж. Бодрийяр [пер. с фр.]. – Екатеринбург: Изд-во Университет, 2000. – 326 с.
7. Габриелян О.А. Политические процессы в Крыму. Последнее десятилетие XX века / О.А. Габриеляна. – Симферополь: Таврия, 2000. – 160 с.
8. Никифоров А.Р. Факторы межэтнического диалога в Крыму / А.Р. Никифоров // Материалы круглых столов «Предупреждение межнациональных конфликтов в Крыму и их разрешение через диалог культур и интеллектуальные усилия национальных элит». – Симферополь. – 2001. – С 44 – 46.
9. Сенюшкина Т.А. Будущее Крыма: диалог культур или этнический конфликт? / Т.А. Сенюшкина // Межэтнический диалог – основа стабильности в Крыму. – Симферополь, 2001. – С. 39 – 41.
10. Богданович Г.Ю. Русский язык в аспекте проблем лингвокультурологии / Г.Ю. Богданович. – Симферополь: Доля, 2002. – 390 с.
11. Цветков А.П. Культура Крыма как особый тип средиземноморской культуры / А.П. Цветков // Культура Крыма на рубеже веков (XIX – XX вв.). Материалы республиканской научной конференции 27–29 апреля 1993 г. – Симферополь 1993. – С. 20 – 22.
12. Кондратская В.Л. Диалог культур на страницах крымских газет / В.Л. Кондратская // Культура народов Причерноморья. – Симферополь: Межвузовский

УДК 378.016

Глава 19.

**ИЗУЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНФОРМАТИКА»
В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ – ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА РАЗВИТИЯ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ТРАНСПОРТЕ**

Каспаров Игорь Викторович

к.т.н., профессор

Архаров Евгений Валерьевич

к.ф.-м.н.

Самарский государственный университет

путей сообщения (филиал СамГУПС

в г. Нижнем Новгороде)

Аннотация: Одним из главных качеств инженера, формирующих его компетенции, должна стать способность адаптироваться к быстро нарастающим требованиям к уровню знаний в области новейших технологий, техники и программных продуктов. Иначе он будет тормозом инновационного развития производства. В связи с этим в процессе изучения учебной дисциплины «Информатика» будущими инженерами в техническом вузе приобретает особую актуальность проблема развития самостоятельной познавательной деятельности (СПД) студентов. Совершенно очевидно, что на текущем этапе информатизации образовательного процесса её решение связано с использованием в образовании информационно-коммуникационных технологий. Задача этой статьи заключается в обосновании деталей практической реализации этой концепции.

Ключевые слова: информатика, информационные технологии, познавательная деятельность, эффективность обучения.

**THE STUDY OF THE ACADEMIC DISCIPLINE INFORMATICS
IN A TECHNICAL UNIVERSITY IS THE THEORETICAL BASIS
FOR THE DEVELOPMENT OF INFORMATION
TECHNOLOGIES IN TRANSPORT**

**Kasparov Igor Viktorovich
Arkharov Evgeniy Valeryevich**

Abstract: One of the main qualities of an engineer who forms his competence should be the ability to adapt to the rapidly growing requirements for knowledge in the field of the latest technologies, technology and software products. Otherwise, it will be a brake on the innovative development of production. In this regard, in the process of studying the academic discipline of Informatics, future engineers in a technical university becomes particularly relevant to the problem of the development of self-cognitive activity (LDS) of students. It is obvious that at the current stage of informatization of the educational process its solution is connected with the use of information and communication technologies in education. The purpose of this article is to justify the details of the practical implementation of this concept.

Key words: computer science, information technology, cognitive activity, learning efficiency.

Введение.

Широкое применение в настоящее время на производстве наукоемких технологий создало потребность в инженерах, способных самостоятельно

мыслить, анализировать возникающие проблемы, успешно адаптироваться к быстроменяющимся обстоятельствам. Для решения этой задачи важнейшим направлением образования должно стать повышение уровня самообразовательной деятельности. При этом надо учитывать, что процессы, как познания, так и обучения в современном мире становятся нелинейными и многомерными.

Цель исследования.

Зададимся вопросом: какими качествами необходимо обладать современному инженеру, обеспечивающему успешную работу российской экономики? Такую задачу способны решить только специалисты, в совершенстве знающие современные технологии и технику, обладающие творческим мышлением и умением изобретать. Однако современный инженер должен также понимать социальные, экономические и другие проблемы общества. Он должен обладать для этого достаточной технической и научной эрудицией, обеспечиваемой потребностью постоянного развития своих профессиональных знаний.

Материал и методы исследования.

Статья написана на основании изучения опыта преподавания учебной дисциплины Информатика в техническом вузе. При разработке статьи использован аналитический метод, позволивший сформулировать авторские предложения по совершенствованию и развитию новых информационных технологий на транспорте.

Результаты исследования и их обсуждения.

Во всех сферах деятельности современный инженер должен действовать творчески и инициативно. Разумеется, способность к этому – результат не только обучения и воспитания в вузе, но и итог опыта решения различных проблем в своей профессиональной деятельности. Но база такого отношения к работе закладывается в вузе.

Одним из главных качеств инженера, формирующих его компетенции, должна стать способность адаптироваться к быстро нарастающим требованиям к уровню знаний в области новейших технологий, техники и программных продуктов. Иначе он будет тормозом инновационного развития производства.

Современный период развития образования как интегрированной области научного знания о процессах обучения, воспитания и просвещения индивида характеризуется возросшей значимостью связи между корнями педагогической науки (в контексте теорий личностно-ориентированного образования, деятельностного, проблемного подходов к обучению, алгоритмизации обучения и др.) и ее разветвляющимися направлениями, одним из которых является информатизация образования, активно совершенствующаяся и востребованная область педагогики.

Информатизация образования рассматривается как новая область педагогической науки, включающая в себя подсистемы обучения, воспитания, просвещения и интегрирующая психолого-педагогические, социальные, физиолого-гигиенические, технико-технологические научно-практические исследования, находящиеся в определенных взаимосвязях, отношениях между собой и образующие определенную целостность, обеспечивающую сферу образования методологией, теорией и практикой разработки и оптимального использования средств информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), применяемых в комфортных и здоровьесберегающих условиях [1, с. 10]. Информатизация образования рассматривается также как процесс интеллектуализации деятельности обучающего и обучаемого (на основе реализации возможностей ИКТ), поддерживающий интеграционные процессы познания закономерностей предметных областей и окружающей среды (социальной, информационной, образовательной, экологической и др.) и инициирующий развитие индивида адекватно запросам и вызовам

современного информационного общества массовой глобальной коммуникации.

В связи с этим в процессе изучения учебной дисциплины Информатика будущими инженерами в техническом вузе приобретает особую актуальность проблема развития самостоятельной познавательной деятельности (СПД) студентов. Совершенно очевидно, что на текущем этапе информатизации образовательного процесса её решение связано с использованием в образовании информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) [1, с. 80]. Однако детали практической реализации этой концепции пока до конца не проработаны.

Тем не менее, можно выделить три уровня СПД современного специалиста:

- начальный уровень предполагает, что он обладает минимальной, но достаточной совокупностью знаний, умений и навыков для решения профессиональных задач;
- базовый уровень предполагает, что инженер обладает основными базовыми знаниями, умениями и навыками для решения профессиональных задач. Но кроме того он может для этого производить поиск информации с использованием средств ИКТ;
- профессиональный уровень означает, что инженер не только владеет всей совокупностью базовых знаний, но и способен творчески решать поставленные задачи, самостоятельно используя ИКТ для освоения знаний и технологий.

Широкое внедрение в настоящее время в образовательный процесс ИКТ существенно увеличило их значение в обучении, а также изменило его технологию, позволив вести обучение в различных компьютерных средах. Это изменяет СПД и связывает её с использованием ресурсов и сервисов информационно-коммуникационных технологий. Именно последние в

будущем будут обеспечивать успешность специалиста в его профессиональной деятельности. Одновременно это определяет специфику развития интеллектуальных способностей студентов. Это же определяет и роль преподавания информатики в формировании СПД [2, с. 18].

При обучении, ставящем целью развитие СПД, в качестве основных педагогических принципов стоит использовать принципы доступности, мотивации, избыточности и личностно-центрированного обучения.

Если первые два принципа очевидны, то о двух последних скажем подробнее. Избыточность при обучении заключается в знании сверх стандарта. Однако это представляется необходимым в силу общесистемного принципа оптимальной избыточности системы, который гласит, что устойчивое функционирование и развитие любой сложной системы возможно только при наличии некоторой избыточности её основополагающих характеристик. В данном случае таковыми служат уровень знаний и информированности.

Несомненным также представляется, что важным фактором развития СПД студентов станет использование технологии личностно-центрированного подхода в обучении [3, с. 21]. В ней прилагаются специальные усилия, для того чтобы связать далекую и объективно «чуждую» информацию с имеющимся опытом студента, стимулировать его личный интерес к проблемам его будущей профессиональной сферы и не только.

При традиционном обучении, которое можно назвать «принуждающим», педагог ставит цели, а также полностью определяет методы и способы их достижения. По сути, студент является не субъектом образовательного процесса, а объектом педагогического воздействия. Разумеется, правильно организованный подобный процесс является личностно-ориентированным в том смысле, что преподаватель должен изучить возможности каждого студента, чтобы спрогнозировать его обучение.

Однако здесь нет полноценного диалога, свободного выбора пути и самостоятельного продвижения по нему. Это так называемый индивидуальный подход, при котором предполагается, что педагог хорошо представляет, что для каждого обучаемого лучше.

Недостаток такого подхода в том, что образ мышления обучаемого приобретает оторванный от личностных особенностей характер, основанный на чужом опыте, и носит «штампованный» характер. Если же студент сам выбирает и ставит цели, хотя бы частично выбирает пути их достижения, то у него формируется собственный образ мышления, который определит его успешность в дальнейшей жизни. Однако для этого ему необходимо создать условия и помочь найти нужные информационные ресурсы. В этом и заключается новая роль педагога в личностно-центрированном обучении.

Решение этой проблемы нельзя осуществить какой-то определенной технологией. Предметом построения образовательного процесса в личностно-центрированном подходе выступает не какая-то фиксированная цепь педагогических действий, а методика согласования организованной и спонтанной компонент взаимодействия, организация диалога преподавателя и студента. Базовым принципом здесь должно стать управление с опорой на самоуправление. Устранение внешнего принуждения, увязанное с осмысленным творческим заданием, обеспечивает обстановку для самостоятельной творческой работы. Благодаря этому личностно-центрированный подход даёт широчайшие возможности для саморазвития и последующей самореализации студента в профессиональной сфере.

Здесь стоит отметить возникающие на этом пути проблемы. Пока ещё недостаточно проработаны теоретические основы применения личностно-центрированного подхода при обучении информатике для развития СПД будущих инженеров. Как следствие, это приводит к недостаточной ориентированности стандартных методик обучения информатике на

разработку способов реализации личностно-центрированного подхода к развитию СПД при обучении информатике студентов технических вузов. Недостаточно разработан и вопрос организации самостоятельной деятельности студентов на практике. Кроме того, личностно центрированное обучение студентов достаточно трудно реализовать на практике в силу целого ряда причин. В качестве основной можно назвать жесткую регламентацию образовательных программ и графиков учебного процесса. Свою роль играет неподготовленность профессорско-преподавательского состава к использованию этой технологии и отсутствие соответствующей материально-технической базы.

К наиболее значимым, с практической точки зрения, преобразованиям информации в плане ее реализации следует отнести продуцирование информации - деятельность по созданию информационного продукта, отличающегося определенными существенными признаками, характеризующими его качество и/или принадлежность к определенной сфере использования. Например, продуцирование информации осуществляется в процессе информационного взаимодействия в локальных и глобальной информационных сетях территориально удаленными разработчиками (виртуальные партнеры). Особо следует подчеркнуть, что возможность создания информационного продукта территориально удаленными разработчиками (без непосредственного контакта между ними) отличает информацию как «сырье» для создания информационного продукта от любого иного материального сырья, на основе которого произведен (создан) материальный продукт.

Наиболее оптимальным инструментом для обеспечения развития СПД служит технология дорожных карт [4, с. 99], которые представляют процесс обучения в виде поэтапного плана действий. Достоинством этой технологии

является возможность персонализации программы обучения. Это позволяет обеспечить личностные предпочтения студента при получении образования.

Отметим, что эта технология помогает и педагогу – сам процесс формирования дорожных карт даёт возможность уточнить цели и направление развития СПД, а также выработать пути решения поставленной задачи. Кроме того, она позволяет гибко контролировать процесс обучения и обеспечивать инициативу обучаемого. Использование дорожных карт при формировании индивидуальных образовательных траекторий студентов возможно благодаря дидактическим достоинствам ИКТ.

Особенностью такого подхода к обучению информатике должна служить модульная организация процесса обучения. При этом для каждого из модулей задаются собственные образовательные цели и планируемые результаты обучения. Наполнение модулей представляется в структурно-логической форме, которая наилучшим образом приспособлена для изучения конкретного учебного материала с использованием нелинейных технологий обучения. Тогда дорожная карта студента за счет выбора порядка и срока изучения модулей позволяет обеспечить необходимую вариативность обучения и выбор оптимальной модели обучения.

Одним из способов обеспечения модульной организации процесса обучения служит использование виртуальной образовательной среды MOODLE. В ней можно создать контент для личностно-центрированного электронного обучения студентов различным учебным дисциплинам, в том числе и информатики. Кроме того она предоставляет возможность гибкого тестового контроля знаний учащихся.

Современные средства ИКТ позволяют пользователю увидеть виртуальный — трехмерный и интерактивный мир более многогранным и многоаспектным. Возможности этого мира (на базе технологий «Мультимедиа», «Гипермедиа», телекоммуникационных и

геоинформационных технологий и в перспективе технологии «Виртуальная реальность») позволяют реализовать [5, с. 10]:

- обеспечение аудиовизуального (в перспективе сенсорного) контакта обучающегося с объектами изучаемой предметной области (диалог с партнером/ оппонентом, обратная связь; моделирование учебной ситуации, изучаемого объекта, процесса; управление изучаемыми объектами, процессами; сбор, обработка, передача, использование учебной информации);

- предоставление свободы поиска аудиовизуальной информации, включающей обширные «библиотеки опыта», «библиотеки фантазий», «библиотеки методических решений», обеспечивающие многоаспектность (с научно-методической точки зрения) изучения или исследования явления, исторической ситуации, учебного сюжета;

- возможность рассмотрения учебной информации в разных аспектах ее реализации, с различных точек зрения, на основе различных концептуальных подходов, в различных режимах учебной деятельности, на основе которых обучающийся строит свои предположения, создает гипотезы, делает выводы;

- предоставление инструмента исследования абстрактных образов и понятий, инструмента моделирования изучаемых объектов, явлений как реальной окружающей действительности, так и тех, которые в реальности невозпроизводимы, инструмента имитации реальности (эффект «непосредственного участия» пользователя в процессах, происходящих на экране, и влияния на их развитие и функционирование), инструмента проектирования предметного мира адекватно определенному содержательно-методическому подходу;

- неконтактное управление различными виртуальными объектами, сюжетами, процессами, представленными на экране, посредством осуществления информационной деятельности и информационного взаимодействия.

Эти возможности осуществимы через «встраивание» методик/технологий обучения, ориентированных на реализацию определенных целей педагогического воздействия лонгирующего характера достаточно широкого диапазона. Перечислим основные из них [6, с. 14]:

- осуществление взаимодействия с объектами или участие в процессах, находящихся свое отображение на экране, реализация которых в реальности невозможна, но целесообразна с учебно-методической точки зрения;
- осуществление управления различными виртуальными объектами и влияние на развитие сюжетов, процессов, представленных на экране;
- формирование и развитие эстетического вкуса, оценок, эстетического мировосприятия за счет визуализации объектов искусства в различных аспектах, а также умений и навыков художественной деятельности по созданию виртуального произведения искусства;
- формирование умений создавать экранные пространственные конструкции адекватно мысленной абстрактной интерпретации их индивидом, визуализировать их динамические преобразования;
- развитие пространственного видения трехмерных объектов по их двухмерному представлению, умения создавать мысленную пространственную конструкцию некоторого объекта по его графическому представлению;
- формирование умений конструировать модели исследуемых и (или) изучаемых объектов, процессов (как реальных, так и виртуальных), создавать мысленные пространственные абстрактные конструкции, включающие созданные модели;
- обучение моделированию аудиовизуальных (а в условиях использования систем «Виртуальная реальность» сенсорных) ощущений непосредственного контакта пользователя с виртуальными объектами [7, с. 9].

Реализация этих целей расширяет учебную мотивацию, что позволяет активизировать учебную деятельность и создает предпосылки совершенствования образовательного процесса, развития наглядно-образного, наглядно-действенного, интуитивного, творческого, теоретического мышления.

Помимо этого реализация выделенных выше возможностей виртуального мира позволяет индивиду осуществлять самоидентификацию с виртуальным объектом, например с курсором на экране, который перемещается в виртуальном трехмерном пространстве «комнаты», или с фигуркой человечка, наделенного возможностью двигаться по экрану, вступать во взаимодействие с другими объектами виртуального мира («перемещать» их, задавать траекторию движения и т.д.). Наиболее ярко проявляется самоидентификация с виртуальным объектом, когда в качестве такого объекта выступает персонаж компьютерной игры, с которым пользователь вступает в достаточно сложные отношения соперничества, борьбы или соревнования. При этом возможно изменение ролей, смена партнеров игры, что инициирует у пользователя состояние непостоянства образа, в который он «входит/вживается».

Самоидентификация индивида с виртуальным(и) объектом(ами) приводит к его самопредставлению в виртуальном мире. Самопредставление индивида, реализованное в том числе и в различных режимах сетевого взаимодействия и осуществляемое с виртуальным(и) партнером(ами), может быть настолько фантазийно, насколько это субъективно допустимо. При этом превалирует информационное взаимодействие (возможно при аудиовизуальном контакте) как между индивидами (субъектами коммуникации), так и между индивидом и виртуальным(и) партнером(ами), представленным(и) в том числе интерактивной информационной системой или интерактивным сайтом, веб-страницей и пр.). Следует заметить, что

самопредставление индивида в виртуальном мире, осуществляемое при информационном взаимодействии с партнерами — реальными людьми во время их участия в интернет-чатах, форумах, конференциях и т. д., по своей сути имеет те же особенности, что и при информационном взаимодействии с виртуальными партнерами.

Особенности самоидентификации индивида и его самопредставления в виртуальном мире во многом зависят от информационной деятельности и информационного взаимодействия, осуществляемых всеми субъектами виртуального мира, как реальными, так и виртуальными.

Рассматривая информационное взаимодействие образовательного назначения, отметим, что оно осуществляется между обучающимся (обучаемым), обучающим и средством обучения, функционирующим на базе ИКТ, и совершается при наличии обратной связи с каждым из них. При этом активность возможна как со стороны обучающегося, обучающего, так и средства обучения, функционирующего на базе ИКТ, обладающего интерактивностью. В рассматриваемом случае средство обучения, функционирующее на базе ИКТ, обеспечивает также автоматизацию процессов контроля или самоконтроля результатов обучения, тренировки с целью формирования определенных знаний или умений.

Таким образом, с определенными оговорками средство обучения, функционирующее на базе ИКТ, можно рассматривать в качестве виртуального партнера по образовательному процессу, который выступает в позитиве как источник информации/знания. Тогда важной задачей становится организация информационного взаимодействия с использованием средства ИКТ (виртуального партнера), которое реализует дидактические возможности ИКТ и при определенных методических подходах (например, в условиях функционирования информационно-коммуникационной предметной среды со встроенными элементами технологии обучения) инициирует

информационную деятельность, направленную на позитивные решения проблем самоидентификации индивида и его самопредставления в виртуальном мире.

Иная ситуация складывается, когда в качестве виртуального партнера при информационном взаимодействии выступает персонаж компьютерной игры, ориентированной, например, на асоциальную информационную деятельность и агрессивное взаимодействие. В этом случае самоидентификация индивида, как правило, будет в негативном проявлении (с точки зрения общих моральных норм и правил), а его самопредставление в виртуальном мире будет дублировать понравившийся персонаж [8, с. 18]. Это, конечно, не означает, что все современные компьютерные игры ориентированы на асоциальное поведение своих героев. Однако все они основаны на многократном повторении (пусть даже с некоторыми вариациями) действий, определяющих информационное взаимодействие с виртуальным партнером, основу которого составляет цель — удовлетворение своего эго: победить любым способом (возможно при наличии «нескольких жизней»), управлять виртуальной ситуацией (чаще всего при незрелом интеллектуальном потенциале), унижить противника (для удовлетворения примитивных эмоциональных переживаний), получить приз (пусть виртуальный, но при эмоциональном удовлетворении) и т. д.

Естественно, нельзя ориентироваться на изъятие тех компьютерных игр, которые кому-то не нравятся, так как еще никому ничего не удавалось достичь, создавая барьеры и запреты. Кроме того, информационный и эмоциональный потенциал современных компьютерных игр намного превосходит то, что предоставляют обучаемому (обучающемуся) образовательные компьютерные программы. Это, однако, не означает, что образование следует «сводить» к компьютерной игре или в электронных учебниках устраивать «компьютерные бри». Вообще, подход «учись

играючи» не может считаться хоть как-то оправданным, так как процесс обучения — это труд, и очень нелегкий. Но перейдем от этих «вечных истин» к информационному взаимодействию и его оптимальной реализации в условиях взаимодействия с виртуальным партнером.

Самое главное, что происходит при этом в рассмотренном случае, — это «навязывание» готовых моделей поведения при обучении или при компьютерной игре, что само по себе уже является негативным воздействием на индивида, так как приводит к атрофированию поведенческой инициативы.

Поэтому, делегируя виртуальному партнеру функцию интерактивного источника информации, в том числе знания, необходимо позаботиться еще и о позитивном эмоциональном, мотивационном и эстетическом фоне, на котором «разворачивается» логика обучающего или игрового средства, функционирующего на базе ИКТ.

Выводы.

Поскольку применение ИКТ позволяет кардинально увеличить эффективность обучения, основным критерием развития СПД должен стать так называемый ИТ-критерий, оценивающий самостоятельное освоение и использование сервисов и ресурсов ИКТ при обучении. Сюда входят: умение средствами ИКТ производить поиск и извлечение информации; способность осваивать и применять новые технологии и средства ИКТ для представления, хранения, обработки и передачи нужной информации; умение использовать компьютеры для расчетов при решении учебных и профессиональных задач; способность использовать интернет- и облачные технологии.

Список литературы

1. Каспаров И.В. Информационно-образовательная среда как фактор повышения качества образования // Актуальные проблемы социально-экономической и экологической безопасности: материалы 7 междунар. науч.-практ. конф.–Казань: КФ МИИТ, 2016.–С. 79-81. ISBN 978-5-9907330-1-5.
2. Петрова И. А. Методика развития познавательной самостоятельности студентов технического вуза при обучении информатике : автореф. дис. ... на соиск. уч. ст канд. пед. наук. Красноярск : СибГУ, 2017. 24 с.
3. Пак Н.И., Дорошенко Е.Г., Хегай Л.Б. О необходимости и возможности организации личностно-центрированного обучения в вузе // Педагогическое образование в России. 2015. № 7. С. 16-23. ISSN 2079-8717.
4. Пак Н.И., Дорошенко Е.Г., Хегай Л.Б. Учебные дорожные карты как средство личностно-ориентированного обучения // Образование и наука. 2015. № 8. С. 97-111. ISSN 1994-5639.
5. Каспаров И.В., Пшениснгов Н.В. Проблема противоречий при внедрении информационных технологий в образовательный процесс. В сборнике: Перспективы развития науки и образования. Сборник научных трудов по материалам V международной научно-практической конференции. Под общей редакцией А.В. Туголукова, 2016. С. 10-12.
6. Каспаров И.В., Пшениснгов Н.В. Педагогические проблемы при вхождении в информационное общество. В сборнике: Перспективы развития науки и образования. Сборник научных трудов по материалам V международной научно-практической конференции. Под общей редакцией А.В. Туголукова, 2016. С. 13-14.
7. Каспаров И.В., Пшениснгов Н.В. Проблемы внедрения информационных технологий при изучении специальных дисциплин в

технических вузах. В сборнике: Перспективы развития науки и образования. Сборник научных трудов по материалам V международной научно-практической конференции. Под общей редакцией А.В. Туголукова, 2016. С. 8-10.

8. Каспаров И.В. Тенденция замещения реальной коммуникации на виртуальную в образовании. В сборнике: Перспективы развития науки и образования III международная научно-практическая конференция. 2016. С. 18-20.

© И.В. Каспаров, Е.В. Архаров, 2022

Коллектив авторов:

Абакирова Э.М., Aliev M.M., Aliev R.M., Артемов И.И., Архаров Е.В.,
Атик А.А., Белянцев А.Е., Гейдарова Е.Н., Загоруйко И.Ю., Зорина И.Г.,
Иванов А.И., Исупов К.С., Казуб В.Т., Каспаров И.В., Клигунов Е.С.,
Князьков В.С., Морозов Д.П., Паначев В.Д., Семёнова Н.Н., Стригун Н.С.,
Тамабаева Б.С., Ткаченко Р.М., Tokhirov E.T., Ушаков Е.В.,
Филиппова Е.В., Шмакова К.А., Эстерлейн Ж.В.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**НАУКА, ОБЩЕСТВО, ТЕХНОЛОГИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ**

Монография

Подписано в печать 30.06.2022.

Формат 60х84 1/16. Усл. печ. л. 25,46.

Тираж 500 экз.

МЦНП «Новая наука»

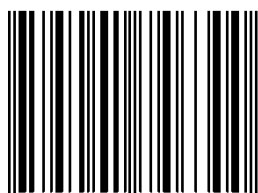
185002, г. Петрозаводск

ул. С. Ковалевской д.16Б помещ. 35

office@sciencen.org

www.sciencen.org

ISBN 978-5-00174-630-0



9 785001 746300 >