

НОВАЯ НАУКА

Международный центр
научного партнерства



NEW SCIENCE

International Center
for Scientific Partnership

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ НАУКИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Монография

г. Петрозаводск
МЦНП «НОВАЯ НАУКА»
2022

УДК 001.12
ББК 70
И66

Рекомендовано к публикации редакционной коллегией МЦНП «НОВАЯ НАУКА»

Рецензенты:

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

Божко Л. М.
доктор экономических наук
ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»

Коллектив авторов:

Аламанова Э.А., Андрианова Л.П., Баранова А.Ю., Бердалиева Ж.И., Биль О.Н.,
Бобохонов Ф.А., Буланин В.А., Воробьев С.М., Давыдов А.В., Дуник Л.И., Ермакова Е.В.,
Ефремова М.И., Жангазиева Р., Исаенко А.В., Исаенко В.Д., Исаенко П.В.,
Калимгулов А.Р., Крупина Н.Н., Кыдырмаева Н.Ш., Михайлова Е.В., Орлова Е.С.,
Павлова З.Х., Риффель А.В., Рублевская Е.А., Самсонова А.В., Сафронич И.Н., Сечин А.А.,
Стрижаков Д.В., Стрижакова Е.Н., Сугак Е.В., Улюкин И.М., Ушаков Е.В., Хазиева Р.Т.

И66 ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ НАУКИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И
ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ : монография / [Аламанова Э. А. и др.]. —
Петрозаводск : МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2022. — 488 с. : ил. — Коллектив
авторов.

ISBN 978-5-00174-701-7
DOI 10.46916/30092022-1-978-5-00174-701-7

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 978-5-00174-701-7

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗДЕЛ I. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ.....	5
Глава 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИИ	5
<i>Сугак Евгений Викторович</i>	
Глава 2. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ КЛАССА ЭФФЕКТИВНОСТИ НИЗКОВОЛЬТНОЙ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ	86
<i>Андрианова Людмила Прокопьевна, Павлова Зухра Хасановна, Калимгулов Айрат Ринатович, Хазиева Регина Тагировна</i>	
Глава 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ НА НАДЕЖНОСТЬ ИХ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ.....	115
<i>Исаенко Виктор Дмитриевич, Исаенко Павел Викторович, Исаенко Алексей Викторович, Давыдов Анатолий Валерьевич</i>	
Глава 4. КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СТРУКТУР И КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СПЕКТРОВ ХЕЛАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ХЛОРИДОВ CU (II), CO (II), NI (II), ZN (II) С ПИРИДОКСИНОМ.....	134
<i>Кыдырмаева Назира Шыйтыевна, Жангазиева Роза, Бердалиева Жылдыз Имакеевна, Аламанова Элмира Азисбековна</i>	
Глава 5. МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ РЕШЕТОК КЛАССОВ ШУНКА n-АРНЫХ ГРУПП.....	185
<i>Ефремова Марина Ивановна</i>	
Глава 6. ФОНОВОЕ СЕЙСМИЧЕСКОЕ ПОЛЕ КАК НОВЫЙ ЭЛЕМЕНТ В СТРУКТУРЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЛИТОСФЕРЫ	201
<i>Сафронич Игорь Николаевич</i>	
Глава 7. ПРИЧИНА НЕПРЕРЫВНОГО ВРАЩЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ (THE REASON FOR THE CONTINUOUS ROTATION OF SPACE OBJECTS).....	237
<i>Буланин Владимир Анатольевич</i>	
РАЗДЕЛ II. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	293
Глава 8. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ АСПЕКТЫ	293
<i>Стрижакова Екатерина Никитична, Стрижаков Дмитрий Валерьевич</i>	
Глава 9. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ АКТИВИЗАЦИИ ЛОКАЛЬНЫХ РЫНКОВ НЕПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ ОЧИЩЕННЫХ СТОКОВ	307
<i>Крутина Надежда Никифоровна</i>	
Глава 10. ЗАЩИТА ПРАВ ЧЕЛОВЕКА ОТ МОРАЛЬНОГО ВРЕДА КАК КОМПЛЕКСНО-ПРАВОВОЙ (МЕЖОТРАСЛЕВОЙ) ИНСТИТУТ.....	331
<i>Воробьев Сергей Михайлович, Бобохонов Фаридун Аламиоевич</i>	

Глава 11. РАЗВИТИЕ НАУКИ НА КУРОРТАХ: НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ТУРИЗМ	344
<i>Баранова Алла Юрьевна</i>	

РАЗДЕЛ III. ОБЩИЕ И ЧАСТНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ..... 362

Глава 12. ВЛИЯНИЕ ТРАВМАТИЧЕСКОГО СОБЫТИЯ НА АЛЕКСИТИМИЮ У ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА, ПЕРЕНЕСШИХ ИНФЕКЦИЮ COVID-19 ...	362
<i>Улюкин Игорь Михайлович, Орлова Елена Станиславовна, Сечин Алексей Александрович</i>	

Глава 13. ЗДОРОВЬЕ: ОСОБЫЙ ПРЕДМЕТ ИЗУЧЕНИЯ И ЕГО СОЦИАЛЬНЫЕ СМЫСЛЫ	383
<i>Ушаков Евгений Владимирович</i>	

Глава 14. ЭТИКА ЗАБОТЫ: МОРАЛЬНЫЕ ОСНОВАНИЯ ПОМОГАЮЩИХ ПРОФЕССИЙ	396
<i>Ушаков Евгений Владимирович</i>	

Глава 15. ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ЭВТАНАЗИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	409
<i>Риффель Алексей Владимирович</i>	

РАЗДЕЛ IV. АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОГО ГУМАНИТАРНОГО ЗНАНИЯ 428

Глава 16. КОММУНИКАЦИЯ КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	428
<i>Биль Ольга Николаевна</i>	

Глава 17. ЗНАЧИМОСТЬ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ СФЕРЫ И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ ОЦЕНКИ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СУБЪЕКТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА.....	444
<i>Самсонова Анна Владимировна</i>	

Глава 18. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О РАЗДЕЛЬНОМ СБОРЕ МУСОРА	460
<i>Рублевская Елена Анатольевна, Дуник Людмила Игоревна, Ермакова Екатерина Владимировна</i>	

Глава 19. МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНЦЕПТА «МУЗЫКА» В ПОЭТИЧЕСКОМ ЯЗЫКЕ Я. КУПАЛЫ.....	471
<i>Михайлова Елена Владимировна</i>	

РАЗДЕЛ I.
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Глава 1.
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИИ

Сугак Евгений Викторович

д.т.н., профессор, академик РАН

Сибирский государственный университет науки и технологий

Аннотация: В последние годы в России было многое сделано в области обеспечения безопасности и управления техногенными рисками в государственном управлении и регулировании, нормативно-техническом регулировании, методическом и научно-техническом обеспечении. Разработаны математические методы и модели анализа безопасности, количественной оценки и прогнозирования техногенного риска. Создана национальная межведомственная система организации работ по организационному, научному и методическому обеспечению комплексной безопасности в соответствии с национальными целями и прогнозами развития Российской Федерации, приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники, мерами по обеспечению технологической независимости и безопасности, приоритетными научными направлениями и критическими технологиями России. Однако переход к концепции «приемлемого риска» требует развития новых научных направлений и решения новых задач в обеспечения техносферной безопасности.

Ключевые слова: техносферная безопасность, техногенный риск, устойчивое развитие, приемлемый риск, прикладная техносферная рискология.

MODERN PROBLEMS OF TECHNOSPHERE SAFETY IN RUSSIA

Sugak Evgeny Viktorovich

Abstract: In recent years, much has been done in Russia in the field of safety and management of technogenic risks in public administration and regulation, regulatory and technical regulation, methodological and scientific and technical support. Mathematical methods and models of safety analysis, quantitative assessment and forecasting of technogenic risk have been developed. A national interdepartmental system for organizing work on organizational, scientific and methodological provision of integrated security has been created in accordance with the national goals and forecasts of the development of the Russian Federation, priority areas for the development of science, technology and technology, measures to ensure technological independence and security, priority scientific areas and critical technologies of Russia. However, the transition to the concept of "acceptable risk" requires the development of new scientific directions and the solution of new tasks in ensuring technosphere security.

Key words: technosphere safety, technogenic risk, sustainable development, acceptable risk, applied technosphere riskology.

Введение

Научно-технический прогресс, направленный, прежде всего, на повышение качества жизни и защиту человека, связан с вовлечением в хозяйственный оборот все большего количества природных ресурсов, использованием все более сложных технических систем и ростом объемов потребляемой энергии.

В 20-ом веке промышленное производство в мире возросло более чем в 100 раз, производство и потребление энергии - почти в 14 раз. Техногенез приобрел глобальный характер и качественно новую форму, способствуя

быстрому расширению и распространению техносферы - совокупного результата хозяйственной деятельности человека [1].

Обратной стороной этих процессов является загрязнение окружающей среды и рост числа техногенных аварий и катастроф. Объективными факторами современности являются все возрастающие техногенные и антропогенные нагрузки на природную среду, расширение круга и уровня опасностей окружающего мира. Изменяется и соотношение между природными и техногенными опасностями – доля техногенных опасностей в структуре риска для жизнедеятельности человека постоянно возрастает. Человечество вступило в новую эру своего существования – «общество риска» [2,3].

До середины 20-го века человечество было не способно инициировать крупномасштабные аварии и катастрофы, которые могли бы привести к необратимым экологическим изменениям, соизмеримым со стихийными бедствиями. Создание ядерных и гигантских промышленных объектов сделало человека способным оказывать разрушительное воздействие на экосистемы [4].

В результате активного воздействия человека на среду обитания в ней стали происходить значительные изменения. На Земле возникли зоны повышенного загрязнения биосферы, что привело к частичной или полной деградации. Биосфера постепенно начала утрачивать свое господствующее значение и в густонаселенных регионах превращаться в техносферу - часть биосферы, коренным образом преобразованную человеком в технические и техногенные объекты с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств. В результате на планете осталось мало территорий с ненарушенными экосистемами. Наибольшее разрушение претерпели экосистемы в развитых странах.

С середины 20-го века мировое экономическое развитие сопровождалось устойчивой тенденцией роста количества наиболее разрушительных чрезвычайных происшествий и наносимого ими

экономического ущерба, причем темпы роста ущерба превышают темпы роста производства валового продукта [5]. В новых (техносферных) условиях все чаще биологическое взаимодействие человека и природы стало замещаться процессами физического и химического взаимодействия, причем уровни физических и химических факторов воздействия непрерывно нарастают, оказывая негативное влияние как на человека, так и на природу. Соответственно, возникла потребность в защите и природы, и человека от воздействия техносферы [6].

Анализ совокупности негативных факторов, действующих в техносфере, показывает, что приоритетное влияние имеют антропогенные негативные воздействия, среди которых преобладают техногенные, которые сформировались в результате деятельности человека и изменений в биосферных процессах, обусловленных этой деятельностью [7]. В настоящее время активность техногенеза значительно превышает активность многих природных и геологических процессов - общее число природных катастроф в мире возросло с 73 в 1975 году до 440 в 2007 году, среднее число техногенных аварий и катастроф увеличилось почти в три раза - с 1230 в период с 1978 по 1987 годы до 3435 с 1998 по 2007 годы [8]. Если относительное изменение по годам числа природных катастроф в последние годы сравнительно невелико (до 1,64% в год), то коэффициент нарастания техногенных аварий и катастроф увеличился до 6,0% в год и темп нарастания техногенных аварий и катастроф увеличивается примерно в 3,5 раза быстрее, чем природных [9].

На изменение параметров природной среды наиболее интенсивно воздействуют химические, физико-механические и инженерно-геологические факторы [10].

Смена этапов техногенеза, основных типов технологий происходит неизмеримо быстрее, чем сменяются «технологии» биотического круговорота в эволюции биосферы. Огромный технический потенциал человечества сам по себе обладает внутренней неустойчивостью. Из-за высокой концентрации в пределах биосферы и среды обитания человека источников риска этот

потенциал не только угрожает биосфере, но и включает потенциал самоуничтожения.

Таким образом, можно утверждать, что путь экстенсивного развития человечества исчерпал себя и стал проявляться системный кризис цивилизации - суммарная мощность созданных средств воздействия на среду обитания и безопасность человека стала соизмеримой с силами природы и может привести к уничтожению цивилизации и даже всего живого на Земле [11-14].

В настоящее время основными негативными факторами техносферы для человека являются [1]:

- трудовая деятельность в опасных и вредных условиях производственной среды;
- воздействие шума, вибрации, теплового, электромагнитного и ионизирующего излучений, вызванное эксплуатацией промышленных объектов и технических систем;
- загрязнение воздуха, воды, почвы и продуктов питания вредными и опасными веществами, вызванное поступлением в окружающую среду токсичных выбросов и сбросов, промышленных и коммунальных отходов;
- высокие риски гибели или потери здоровья в результате техногенных аварий и катастроф на транспорте, объектах энергетики и промышленности;
- социальная напряженность, конфликты и стрессы из-за высокой плотности населения.

Проблема обеспечения техногенной безопасности занимает особое место среди глобальных проблем современного общества [15]. За последнее столетие более половины крупных аварий произошли в течение двух последних десятилетий [16]. Одновременно увеличился и их разрушительный эффект – на последнее десятилетие приходится почти половина погибших и 40% пострадавших [17]. Крупнейшие аварии и катастрофы унесли десятки тысяч человеческих жизней, причинили большой и часто невосполнимый ущерб окружающей среде. По данным ООН за последние 20 лет в результате

катастроф и стихийных бедствий погибло более 50 миллионов человек [18]. Интегральные прямые потери вследствие техногенных аварий и катастроф достигают 1,5-3% от совокупного валового продукта развитых стран, а косвенные потери, как правило, в 3–4 раза больше [1].

К концу 20-го - началу 21-го века сменилась научная парадигма и изменилось научное мировоззрение - мир предстал хаотическим, катастрофическим и непредсказуемым, классические представления об однозначно детерминированном и предсказуемом мире были полностью разрушены, однозначная детерминированность оказалась частным случаем, а предсказуемость - принципиально ограниченной [19].

Лавинообразный рост количества техногенных аварий и катастроф привел к осознанию невозможности обеспечения абсолютной безопасности и коренному пересмотру принципов обеспечения техносферной безопасности - от «обеспечения абсолютной безопасности» или «нулевого риска» (детерминистской концепции) к «обеспечению приемлемого риска» (вероятностной концепции) - допустимого уровня риска, оправданного с точки зрения экономических, социальных и экологических факторов, с которым общество готово мириться ради получения определенных положительных результатов своей деятельности [20].

Обе указанные концепции в настоящее время применяются в большинстве промышленно развитых стран, хотя в последние годы наметилось противопоставление этих подходов в пользу второго (вероятностного) подхода [21-24].

Концепция обеспечения приемлемого риска в настоящее время заложена в основу многих нормативно-правовых, нормативно-технических, руководящих и методических документов и указаний [25].

Суть вероятностной концепции состоит в том, что в рассматриваемый момент времени риск не может быть полностью исключен, но он может быть снижен до приемлемого уровня, с которым государство и общество на данном этапе развития готовы смириться [26].

Для оценки и оптимизации техногенного или технического риска широко используются методы теории надежности [20,27]. Можно считать, что переход к концепции «приемлемого риска» определил возникновение нового направления теории надежности и начало нового этапа в ее развитии - прикладной теории надежности, связанной с анализом и обеспечением не только надежности, но и безопасности технических систем и, соответственно, приемлемого технического или техногенного риска [20,28-30].

В настоящее время анализ и обеспечение безопасности сложной техники является доминирующим фактором развития прикладной теории надежности. Таким образом, методы теории надежности стали поддерживающими технологиями и должны рассматриваться в тесной взаимосвязи с методами теории безопасности. Именно такой системный анализ вопросов надежности (безотказности) и безопасности является отличительной особенностью современного состояния прикладной теории надежности [20].

Кроме того, для решения задач, связанных с обеспечением техносферной безопасности, в рамках развития концепции приемлемого риска возникли новое научное направление и учебная дисциплина - теория техногенного риска или прикладная техносферная рискология [20,31-44]:

Прикладная техносферная рискология - междисциплинарное направление, синтезирующее теоретические и практические наработки наук об окружающем мире в развитии осознанного использования знаний о синергизме техногенных, экологических, социальных и иных факторов в риск-менеджменте сложных техносферных комплексов.

В связи с развитием техносферы существенно возросла ответственность инженеров и, как следствие, требования к уровню технического образования. «Концепция национальной безопасности Российской Федерации» в качестве важнейшего ресурсосберегающего фактора определяет научно-технический и интеллектуальный потенциал страны и систему образования, подготовки и переподготовки кадров в области безопасности [45].

Задачи, которые возникли с усложнением технических систем, должны решаться грамотными специалистами. Для этого они должны овладеть теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для решения следующих задач [20,40]:

- идентификация негативных воздействий техносферы естественного, антропогенного и техногенного происхождения;
- прогнозирование развития негативных воздействий и оценка их последствий;
- создание нормативно-допустимого (приемлемого) состояния техносферы;
- проектирование и эксплуатация техники, технологических процессов и объектов в соответствии с требованиями по безопасности человека и окружающей среды;
- разработка и реализация мер защиты человека и техносферы от негативных воздействий;
- обеспечение устойчивости функционирования объектов экономики и технических систем в штатных и чрезвычайных ситуациях;
- принятие решений по защите производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.

Для подготовки специалистов, способных решать эти задачи, в 2009 году были разработаны первые федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлению подготовки «Техносферная безопасность» с квалификацией (степенью) «бакалавр» и «магистр» [46-48]. В настоящее время действуют ФГОС ВПО в редакции 2020 года [49,50].

1. Техносферная безопасность в России

В России около четырех миллионов человек или примерно 17% трудоспособного населения трудятся в неблагоприятных условиях,

результатом чего является высокий уровень травматизма, профессиональных заболеваний и острых отравлений, сокращение продолжительности жизни. По показателям смертельных случаев на производстве Россия опережает большинство развитых стран мира.

В России ежегодно происходит более 1500 чрезвычайных ситуаций, из них 70–75% носят техногенный характер [8,15]. Если учитывать жертвы террористических актов, военных конфликтов, пожаров и дорожно-транспортных происшествий, то в среднем Россия ежегодно теряет свыше 50 тысяч человеческих жизней, более 250 тысяч человек получают ранения и увечья [31].

Проблемы обеспечения безопасности техносферы напрямую связаны с качеством жизни людей, формируя уровень безопасности жизнедеятельности. Это придает особую актуальность исследованиям в области техносферной безопасности и техногенного риска, методов его оценки и снижения негативных последствий техногенных аварий [15].

При этом первоочередной задачей стратегии технологической безопасности является изменение или перелом в негативной тенденции ускоренного разрушения этого потенциала. Одним из экономических механизмов такого изменения должно стать государственное регулирование показателей поддержки научно-технической сферы и образовательных технологий.

Большинство техногенных угроз в России связано с проявлением и последствиями следующих основных факторов [51]:

- радиационные воздействия при авариях на ядерных реакторах;
- химические загрязнения при аварийных выбросах химически опасных веществ;
- химические и тепловые поражения при авариях с выбросом и разливом опасных веществ и возникновением обширных площадей возгорания, загрязнения и заражения;
- тепловые удары при возникновении крупномасштабных пожаров;

- образование зон затопления вследствие разрушения водоограничительных устройств на водохранилищах, каналах и других гидротехнических сооружениях.

В последние годы в России было многое сделано в области обеспечения безопасности и управления рисками [8,52].

Государственное управление и регулирование:

- создана система и разработан механизм управления безопасностью сложных технических систем на государственном уровне [53-58 и др.];

- в 2002 году принят Федеральный закон «О техническом регулировании», который регулирует отношения, возникающие при разработке, принятии, применении и исполнении требований к продукции, в том числе зданиям и сооружениям, или к продукции и связанным с требованиями к продукции, процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также к выполнению работ или оказанию услуг в целях добровольного подтверждения соответствия и оценке соответствия [59];

- в 2016 году принято Постановление Правительства РФ «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» и утверждены «Правила отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими производственных объектов к определенной категории риска или определенному классу (категории) опасности» [60,61], принимаются нормативно-технические документы и методические рекомендации по внедрению риск-ориентированного подхода при организации государственного контроля (надзора) [62];

- разработан и реализован комплекс мероприятий «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» в редакции 2015 и 2021 годов [63,64];

- в 1990 году Академией наук, Государственным комитетом по науке и технике и Государственной комиссией по чрезвычайным ситуациям разработана Государственная научно-техническая программа «Безопасность населения и народнохозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф» (ГНТП «Безопасность»), которая в последние годы входит составным элементом в Федеральную целевую научно-техническую программу «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения», государственную целевую научно-техническую программу «Исследования и разработки по приоритетным направлениям науки и техники» и Государственную программу Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» [65-69];

- выполнены «Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук» на 2008-2012 и на 2013-2020 годы [70,71];

- разработаны и выполняются «План фундаментальных исследований РАН до 2025 года» и «Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 - 2030 годы)» [72,73];

- в 2016 году разработана и утверждена «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации», одним из приоритетов которой является «противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства» [74];

- в 1996, 2019 и 2021 гг. приняты Федеральная целевая научно-техническая программа на 1996-2000 годы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения» и Государственные Программы «Научно-технологическое развитие Российской Федерации», одним из приоритетов которых является «противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства» [66-69];

- принимаются и выполняются государственные и федеральные целевые программы по вопросам обеспечения безопасности - «Исследования и разработки по приоритетным направлениям науки и техники», «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации», «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах», «Преодоление последствий радиационных аварий», «Пожарная безопасность в Российской Федерации», «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации», «Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Российской Федерации» и другие [66,75-83];

- в 2003 году создано некоммерческое партнерство «Русское общество управления рисками», деятельность которого направлена на повышение в России культуры управления рисками, создание цивилизованного рынка услуг по риск-менеджменту, содействие внедрению риск-менеджмента в практику российских компаний и организаций, консолидацию коммуникаций риск-менеджеров, объединение усилий деловых, государственных и общественных структур для создания инфраструктуры и инструментов управления рисками, создание национальных стандартов и нормативно-правовой базы по управлению рисками, формирование и поддержание профессионального статуса специалистов по управлению рисками, повышение квалификации риск-менеджеров из России и СНГ [84];

- в 2003 году учреждено Российское научное общество анализа риска - общероссийская общественная организация, осуществляющая свою деятельность в области разработки и применения методологии анализа и управления риском в различных областях научной и практической деятельности [85,86];

- в 2007 году при Министерстве по чрезвычайным ситуациям создан Экспертный совет - орган консультативного обеспечения деятельности МЧС

России в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах [87,88];

- в 2008 году в соответствии с федеральным законом «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» создан Национальный центр управления в кризисных ситуациях (НЦУКС) - интеллектуальный многоуровневый управляющий комплекс, позволяющий решать задачи межведомственной координации, оперативного управления и экстренного реагирования, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (с сентября 2020 года входит в состав подразделений центрального аппарата МЧС РФ) [54,89];

- в 2018 году в целях формирования инновационной инфраструктуры и эффективной модели организации научных исследований в интересах укрепления обороноспособности страны в городе Анапа Краснодарского края создан Военный инновационный технополис «ЭРА» Министерства обороны Российской Федерации [90,91].

- в 2019 году при Министерстве по чрезвычайным ситуациям создан Общественный совет - постоянно действующий совещательно-консультативный орган общественного контроля, призванный обеспечить учет потребностей и интересов, защиту прав и свобод граждан Российской Федерации и прав общественных объединений при осуществлении государственной политики в части, относящейся к сфере деятельности МЧС России, а также в целях осуществления общественного контроля за его деятельностью [92,93].

Нормативно-техническое и методическое обеспечение:

- разрабатываются и вводятся в действие национальные и межгосударственные стандарты, а также другие нормативные документы по безопасности отдельных видов машин, оборудования, приборов и других потенциально опасных объектов и [94-100 и др.];

- разрабатываются и вводятся в действие национальные стандарты системы стандартов «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» (ССБЧС) [101-104 и др.];

- разрабатываются и вводятся в действие национальные и межгосударственные стандарты «Системы стандартов безопасности труда» (ССБТ), в том числе определяющие методы оценки риска и требования безопасности отдельных видов оборудования [105-107 и др.];

- разрабатываются и вводятся в действие национальные и межгосударственные стандарты системы стандартов «Надежность в технике» (ССНТ), в том числе определяющие методы оценки риска [108-112 и др.], а также другие стандарты по надежности и безопасности отдельных видов техники [113-117 и др.];

- с 2002 года вводятся национальные стандарты серии ГОСТ Р 51901 «Менеджмент риска», обобщившие международный опыт и регламентирующие методологию и технологию деятельности в этой области [118-121 и др.], а также другие стандарты по отдельным видам риска [122-126 и др.], в том числе - международные стандарты, принятые в качестве национальных стандартов [127-129 и др.], а также другие нормативные документы по менеджменту риска [130-132 и др.];

- разрабатываются и вводятся в действие национальные стандарты системы стандартов «Экологический менеджмент», целью которых является системное и комплексное нормативное регулирование деятельности по защите окружающей среды от техногенных воздействий хозяйственных и иных объектов [133-136 и др.], а также другие стандарты по экологическому менеджменту и вопросам экологической безопасности [137-140 и др.], в том числе - международные стандарты, принятые в качестве национальных стандартов [141-143];

- разрабатываются и вводятся нормативно-технические, руководящие и методические документы и указания по различным вопросам безопасности, анализа и управления надежностью и и риском [144-148 и др.];

- в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» принимаются технические регламенты о безопасности различных технических объектов и видов деятельности [149-151 и др.], а также технические регламенты Таможенного союза и Евразийского экономического союза [152-155 и др.].

Научно-техническое обеспечение:

□ - обобщены результаты многолетних систематических фундаментальных и прикладных исследований в многотомной серии «Безопасность России» [26,156-172 и др.], в серии «Природные опасности России» [173-177], в атласе «Природные и техногенные опасности в Российской Федерации» [178], в трёхтомной серии «Россия в борьбе с катастрофами» [179-181], в четырехтомной энциклопедии «Гражданская защита» [182-185], в многотомном издании «Материалы государств - участников СНГ в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» [186 и др.] и некоторых других изданиях [187,188 и др.];

- с 1957 года издается ежемесячный научно-производственный журнал «Безопасность труда в промышленности» (учредители - Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) и ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности» (ЗАО НТЦ ПБ)) [189];

- с 1974 года издается научно-практический журнал «Вопросы защиты информации» (учредитель - ФГУП «НТЦ оборонного комплекса «Компас» (Москва)) [190];

- с 1990 года регулярно издается научный информационный сборник «Проблемы безопасности и чрезвычайные ситуации», в котором освещаются основы государственной политики в области безопасности, вопросы правового регулирования в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, управления рисками, научно-теоретические и инженерно-технические разработки в области проблем безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, организации

гражданской защиты и противопожарной безопасности, безопасности государства и отдельных индивидуумов, подготовки специалистов для соответствующих государственных служб безопасности, преподавательского состава и учащихся высших и средних учебных заведений по дисциплинам «Безопасность жизнеобеспечения» и «Экология», международного сотрудничества, информация о конгрессах, семинарах, совещаниях и выставках, а также о новых изданиях по проблемам безопасности и чрезвычайным ситуациям, статистические данные о чрезвычайных ситуациях (учредитель - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН)) [191];

- с 1990 года издается журнал «Проблемы машиностроения и надежности машин» (до 1989 года - «Машиностроение»), переводная версия – «Journal of Machinery Manufacture and Reliability» (учредители - Российская академия наук, Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН) [192];

- с 1992 года выпускается научно-технический журнал «Пожаровзрывобезопасность» («Fire and Explosion Safety»), специализирующийся на вопросах нормирования, процессов горения и взрыва, пожаровзрывоопасности веществ и материалов, огнезащиты, пожаровзрывобезопасности зданий, сооружений и объектов, промышленных процессов и оборудования, огнестойкости строительных конструкций, пожарной опасности электротехнических изделий, безопасности людей при пожарах, пожарной автоматики, средств и способов тушения (учредитель - Московский государственный строительный университет (национальный исследовательский университет)) [193];

- с 1992 года издается научный журнал «Медицина катастроф» по проблемам оказания медицинской помощи населению при авариях, катастрофах, стихийных бедствиях, эпидемиях, террористических актах и вооруженных конфликтах (учредитель - Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА (Москва)) [194];

- с 1993 года издается межотраслевой научно-практический журнал «Экология промышленного производства», в котором рассматриваются вопросы обеспечения экологической безопасности производственной деятельности (учредитель - Всероссийский научно-исследовательский институт межотраслевой информации - Федеральный информационно-аналитический центр оборонной промышленности) [195];

- с 1993 года выходит научно-практический журнал «Здоровье населения и среда обитания» (ЗНиСО), стратегическое направление деятельности которого заключается в постоянном улучшении и развитии, формировании исключительно положительного имиджа в глобальном сообществе исследователей и экспертов по направлениям гигиены, эпидемиологии, общественного здоровья и здравоохранения, медицины труда, социологии медицины, медико-социальной экспертизы и медико-социальной реабилитации (учредитель - Федеральный центр гигиены и эпидемиологии (Москва)) [196];

- с 1994 года издается научный журнал «Экология человека», основным направлением деятельности которого является публикация научных исследований, посвященных проблемам экологии человека, общественного здоровья, адаптации человека к условиям окружающей среды и имеющих как фундаментальное, так и прикладное значение (учредитель - Северный государственный медицинский университет (Архангельск)) [197];

- с 1994 года издается научный журнал «Безопасность информационных технологий», освещающий широкий спектр проблем обеспечения информационной безопасности, в том числе - технологические, организационно-правовые и образовательные аспекты (учредители – Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ (Москва), Министерство образования и науки Российской Федерации) [198];

- с 1996 года издается научно-практический журнал «Экология и промышленность России», целью которого является ознакомление мировой научно-технической общественности и специалистов, интересующихся

проблемами защиты окружающей среды, с новейшими достижениями науки и инженерной практики по обеспечению устойчивого (самоподдерживающего) развития (учредитель - ООО «Калвис») [199];

- с 1996 года издается научно-методический и информационный журнал «ОБЖ: Основы безопасности жизни», основную тематику которого представляют научные, научно-методические и научно-популярные статьи в специальной предметной области: педагогика безопасности жизнедеятельности, как актуального направления науки, изучающей закономерности и особенности развития биосоциальной сущности и опыта человека в области безопасности жизни в опасных и чрезвычайных ситуациях [200];

- с 1997 года издается журнал «Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования» (до 2010 года – «Информационный сборник ЦСИ ГЗ МЧС России»), основная тематика публикаций которого связана со следующими направлениями: сущность и направления государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, от опасностей, возникающих при ведении военных действий или последствий этих действий; проблемы комплексной безопасности в 21 веке; основные концептуальные направления подготовки сил МЧС России; развитие и совершенствование гражданской обороны; терроризм - угроза обществу; прогнозирование и мониторинг чрезвычайных ситуаций; материалы научно-практических конференций, семинаров; глобальные проблемы как источник чрезвычайных ситуаций; гуманитарные операции МЧС России; обобщение опыта планирования и организации мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций техногенного характера; готовность РСЧС к ликвидации ЧС при крупномасштабных авариях и другие (учредитель - Центр стратегических исследований гражданской защиты МЧС Российской Федерации) [201];

- с 1997 года выпускается научно-практическое издание «Охрана, безопасность, связь», тематика которого связана со следующими

направлениями: организационно-техническое и правовое обеспечение охраны и безопасности объектов; применение инфокоммуникационных систем и технологий в деятельности органов внутренних дел и перспективы их развития; перспективные материалы электронной техники для систем безопасности и связи; обеспечение информационной безопасности при эксплуатации телекоммуникационных систем органов внутренних дел; применение и эксплуатация программно-технических комплексов органов внутренних дел; моделирование инфокоммуникационных систем и процессов принятия решений в органах внутренних дел; повышение эффективности и надежности радиотехнических устройств, используемых в органах внутренних дел (издатель - Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации) [202];

- с 1998 года издается научно-практический журнал «Ядерная и радиационная безопасность» - официальное издание Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) (до 2004 года – «Вестник Госатомнадзора России»), в котором, наряду с научными статьями и обзорами по важнейшим вопросам обеспечения ядерной и радиационной безопасности, публикуются федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии, а также руководства по безопасности при использовании атомной энергии, различные перечни российских и зарубежных нормативных документов, актуальная информация в области ядерной и радиационной безопасности (учредитель - Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности (Москва)) [203];

- с 1998 года издается научно-технический журнал «Пожарная безопасность» («Fire Safety»), тематика которого включает сведения о выходе новых правовых актов и нормативных документов по пожарной безопасности, результаты исследований отечественных и зарубежных ученых в области пожарной безопасности, данные о достижениях науки, техники, передовом опыте в Российской Федерации и зарубежных странах в данной области, статистику пожаров и другую информацию (учредитель - Всероссийский

научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС РФ (Балашиха)) [204];

- с 1999 года издается научный журнал «Безопасность и охрана труда» - официальный печатный орган Национальной ассоциации центров охраны труда (НАЦОТ), специализирующийся на оперативном освещении изменений в законодательной и нормативной базе по охране труда, публикации результатов научных исследований, пропаганде и распространении передового опыта по охране труда [205];

- с 2000 по 2017 гг. при поддержке Фонда поддержки исследований проблем безопасности Евразии издавался научный журнал «Безопасность Евразии» по вопросам личной безопасности, национальной безопасности Российской Федерации, коллективной безопасности стран СНГ, а также проблемам региональной и международной безопасности [206];

- с 2001 года издается научно-практический и учебно-методический журнал «Безопасность жизнедеятельности», в котором освещаются достижения и перспективы в области исследования природных и техногенных опасностей, их контроля и мониторинга, защиты человека и окружающей среды, вопросы предотвращения аварий, катастроф и ликвидации их последствий, основные тематические направления - безопасность труда, промышленная безопасность, экология, чрезвычайные ситуации, образование в области безопасности жизнедеятельности (учредитель - ООО «Издательство «Новые технологии»» (Москва)) [207];

- с 2001 года выпускается научно-технический журнал «Надежность», освещающий проблемы управления структурной надежностью, функциональной надежностью, функциональной безопасностью систем, отказоустойчивостью систем, сертификации, стандартизации в области надежности и функциональной безопасности (с 2010 года журнал выпускается при поддержке ОАО «РЖД», с 2012 года издается на двух языках - русском и английском) [208];

- с 2003 года издается научно-технический журнал «Технологии гражданской безопасности» («Civil Security Technology»), предназначенный для руководителей регионов, субъектов, городов и муниципальных районов, специалистов, преподавателей и учащихся в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (учредитель - Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России) [209];

- с 2004 года выпускается специализированный научно-практический журнал «Проблемы анализа риска», цель которого - способствовать становлению культуры управления рисками, обобщению опыта исследований риска, внедрению инновационных подходов, созданию баз знаний и данных, информационного пространства по риску, сопровождению научных проектов, созданию и внедрению профессиональных и образовательных стандартов и программ, координации деятельности специалистов по анализу и управлению рисками, разработке нормативных показателей допустимого (приемлемого) риска, законодательного и правового обеспечения (учредители - Российское научное общество анализа риска, Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, Русское общество управления рисками) [210,211];

- с 2004 года издается научный журнал «Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация» («Пожары и ЧС», до 2007 года - «Вестник Академии Государственной противопожарной службы МЧС России») - ведущее международное издание в области пожарной безопасности, чрезвычайных ситуаций, пожарно-технического образования (учредитель - Академия Государственной противопожарной службы МЧС Российской Федерации) [212];

- с 2005 года издается научный интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» («Technology of Technosphere Safety»), в котором публикуются научные статьи по технологиям техносферной безопасности -

совокупности средств и методов информационного, технического, нормативно-правового и организационного обеспечения техносферной безопасности (учредитель - Академия Государственной противопожарной службы МЧС Российской Федерации) [213];

- с 2006 года при организационно-финансовой поддержке Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана издается научно-методический журнал «Безопасность в техносфере», посвященный научным и учебно-методическим вопросам в области различных аспектов безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды [214];

- с 2007 года издается научно-практический журнал «Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях», публикующий статьи и обзоры по медико-биологическим и социально-психологическим проблемам обеспечения безопасности в чрезвычайных и экстремальных ситуациях по медицинским, биологическим и психологическим отраслям науки и смежным научно-практическим проблемам (учредитель - Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова (Санкт-Петербург)) [215];

- с 2008 года выпускается научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» («Problems of Risk Management in the Technosphere»), который освещает научно-исследовательскую деятельность и пропагандирует достижения отечественной науки, техники, теоретических изысканий, результаты прикладных исследований, передового опыта в области пожаротушения и спасения населения при чрезвычайных ситуациях (учредитель - Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева (Санкт-Петербург)) [216];

- с 2008 года издается научный журнал «Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества», который освещает проблемы подготовки кадров для МЧС России, отражает психологические особенности работы в условиях чрезвычайных ситуаций (учредитель - Санкт-

Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС РФ (Санкт-Петербург)) [217];

- с 2008 года издается журнал «Научные и образовательные проблемы гражданской защиты» по профилю «Безопасность жизнедеятельности и защита населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», соответствующему в основном специальностям «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» и «Гражданская и местная оборона» (учредитель - Академия гражданской защиты МЧС РФ имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика) [218];

- с 2008 года издается научный журнал «Право. Безопасность. Чрезвычайные ситуации», который освещает правовые аспекты безопасности при чрезвычайных ситуациях: частно-правовые аспекты безопасности при чрезвычайных ситуациях; публично-правовые аспекты безопасности при чрезвычайных ситуациях; актуальные вопросы расследования дел, связанных с пожарами и чрезвычайными ситуациями (учредитель - Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС РФ (Санкт-Петербург)) [219];

- с 2009 года издается научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России», который освещает научно-исследовательскую деятельность университета, пропагандирует достижения отечественной науки, техники, теоретических изысканий, результаты прикладных исследований, передового опыта в области пожаротушения и спасения населения при чрезвычайных ситуациях (учредитель - Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева (Санкт-Петербург)) [220];

- с 2011 года издается научно-практический журнал «Проблемы безопасности российского общества», который публикует научные материалы и обзоры по широкому спектру проблем безопасности российского общества: научные исследования, доклады, статьи проблемного и научно-практического

характера, сообщения и информацию по результатам научно-исследовательских работ и научных проектов, рецензии (учредитель - Российский университет транспорта (МИИТ) (Москва)) [221];

- с 2001 года издается научный журнал «Современные проблемы гражданской защиты» (до 2017 года - «Вестник Воронежского института ГПС МЧС России») (издатель - Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ) [222];

- с 2011 года издается научный журнал «Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности», в котором рассматриваются инновации в области экспертизы пожаров и пожарной профилактики (учредитель - Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС РФ (Санкт-Петербург)) [223];

- с 2013 года издается научный электронный журнал «Техносферная безопасность» («Technosphere safety»), специализирующийся по вопросам обеспечения пожарной и промышленной безопасности, а также вопросам безопасности в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера (учредитель - Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России) [224];

- с 2012 года издается научный журнал «Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)», который отражает актуальные вопросы в области мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций и обеспечения безопасности при чрезвычайных ситуациях (учредитель - Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС РФ (Санкт-Петербург)) [225];

- с 2013 года издается научный журнал «Вопросы безопасности» (до 2015 года - «NB: Национальная безопасность»), посвященный теоретическим и практическим вопросам функционирования различных систем безопасности на национальном и глобальном уровне, политическим, правовым, научно-техническим аспектам обеспечения национальной и общественной безопасности, вопросам безопасности деятельности человека (Издатель - ООО «НБ-Медиа» (Москва)) [226];

- с 2013 года издается научный информационно-методический журнал «Вопросы кибербезопасности» с базовой специализацией в области информационной безопасности (учредитель - Научно-производственное объединение «Эшелон» (Москва)) [227];

- с 2015 года издается научный сетевой электронный журнал «Системы управления, связи и безопасности» («Systems of Control, Communication and Security»), профильной тематикой которого являются работы в области теории управления, теории связи, теории обеспечения безопасности (учредитель - Корпорация «Интел Групп» (Санкт-Петербург)) [228];

- с 2015 года выходит научный журнал «Российский журнал прикладной экологии», который публикует научные статьи, сообщения, рецензии, обзоры по всем разделам экологической науки (учредитель - Академия наук Республики Татарстан (Казань)) [229];

- с 2015 года издается научно-практический журнал «Медицина труда и экология человека», созданный в целях расширения информации о новых научных разработках в области гигиены, токсикологии, медицины труда, молекулярной генетики (учредитель - Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека Роспотребнадзора (Уфа)) [230];

- с 2015 года издается научный журнал «Вестник Академии гражданской защиты» (до 2017 года - «Вестник Института гражданской защиты Донбасса»), целью которого является информирование научной общественности и профильной читательской аудитории о новейших технических разработках и тенденциях в области техносферной безопасности и природообустройства, развитие современных психолого-педагогических направлений подготовки студентов высших учебных заведений и сотрудников МЧС, обеспечение научных дискуссий для апробации и популяризации приоритетных научных исследований и направлений отрасли (учредитель - Академия гражданской защиты МЧС Донецкой Народной Республики (Донецк)) [231];

- с 2016 года издается научно-практический журнал «XXI век. Техносферная безопасность», освещающий фундаментальные и прикладные исследования по различным аспектам техносферной безопасности (учредитель - Иркутский национальный исследовательский технический университет) [232];

- с 2016 года издается научный информационно-аналитический журнал «Химическая безопасность», целью которого является оперативное распространение информации в сфере обеспечения химической безопасности России и других стран, освещение научных, научно-технических и производственных проблем в этой области, информирование о передовых достижениях современной науки и техники, обсуждение новых результатов фундаментальных и прикладных исследований в области обеспечения химической безопасности и защиты человека и окружающей среды от воздействия опасных химических факторов (учредитель - Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова РАН (Москва)) [233];

- с 2017 года издается международный теоретический и научно-практический журнал «Безопасность техногенных и природных систем», который создан в целях освещения результатов исследований и реальных достижений по актуальным вопросам машиностроения, техносферной безопасности, современной металлургии и материаловедения (учредитель - Донской государственный технический университет (Ростов-на-Дону)) [234];

- с 2018 года издается научный журнал «Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования» (учредитель - Академия гражданской защиты МЧС Донецкой Народной Республики) [235];

- с 2021 года издается научный журнал «Культура и безопасность» - междисциплинарное издание в области философии, истории, политологии, культурологии и педагогики (учредитель - Академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ) [236];

- с 2021 года издается научно-аналитический журнал «Актуальные проблемы безопасности в техносфере», в котором публикуются оригинальные работы в виде статей и обзоров, результатов исследовательских работ, посвящённых научным исследованиям и разработкам в области развития единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), пожарной и промышленной безопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях, экспертных исследований (учредитель - Сибирская пожарно-спасательная академия (Железногорск)) [237].

В этот же период были разработаны математические методы и модели анализа безопасности, количественной оценки и прогнозирования техногенного риска [8,238-240]:

- модели соотношения вероятностей исходных событий аварий и катастроф и ущерба от них в рамках теории случайных процессов [241];
- методы непрерывных и дискретных марковских процессов;
- методы и модели разрывных случайных процессов;
- методы и модели немарковских случайных процессов;
- модели теории катастроф [242];
- модели теории фракталов;
- методы и модели оценки фактора времени в условиях экстремальных нагрузок на оборудование.
- метод анализа опасностей на базе четких множеств;
- метод расчета опасностей на основе нечетких множеств;
- метод исследования опасностей с учетом среды и человеческого фактора на основе теории надежности и теории множеств;
- обобщенный подход построения моделей стратегии обеспечения безопасности.

В целом можно констатировать, что в России создана национальная межведомственная система организации работ по организационному, научному и методическому обеспечению комплексной безопасности в

соответствии с национальными целями и прогнозами развития Российской Федерации, приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники, мерами по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры, перечнями национальных приоритетов, приоритетных научных направлений и критических технологий России [243-249].

2. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации

Проблемы комплексной безопасности России в течение последних 20-ти лет остаются в центре внимания руководства страны и являются одним из приоритетных направлений работы Совета Безопасности, РАН, МЧС России, ведущих научных центров и вузов страны [19]. Проблемы техногенных аварий, катастроф и растущего уровня техногенного риска являются одними из первостепенных, решение которых осуществляется на государственном уровне [250].

Государственная политика Российской Федерации в области обеспечения безопасности населения и защищенности критически важных и потенциально опасных объектов от угроз различного характера формируется на основе Конституции Российской Федерации, Концепции долгосрочного социально-экономического развития, национальными целями и стратегическими задачами развития Российской Федерации, федеральных законов, нормативных правовых актов Президента и Правительства Российской Федерации [53-58,249-252].

Основополагающими документами, определяющими основные цели фундаментальных и прикладных исследований в области обеспечения безопасности, являются «Стратегия национальной безопасности Российской Федерации», Федеральные законы «О безопасности», «О стратегическом планировании в Российской Федерации» и «Основы государственной политики в сфере стратегического планирования в Российской Федерации» [53,64,253,254].

Реализация государственной политики в сфере обеспечения национальной безопасности осуществляется системой обеспечения национальной безопасности - совокупностью органов государственной власти и органов местного самоуправления и находящихся в их распоряжении инструментов [63,255].

«Стратегия национальной безопасности» является базовым документом стратегического планирования, определяющим национальные интересы и стратегические национальные приоритеты Российской Федерации, цели и задачи государственной политики в области обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития Российской Федерации на долгосрочную перспективу [64]. «Стратегия» основана на неразрывной взаимосвязи и взаимозависимости национальной безопасности Российской Федерации и социально-экономического развития страны [63,64].

В «Стратегии» используются следующие основные понятия [64]:

- национальная безопасность Российской Федерации - состояние защищенности национальных интересов Российской Федерации от внешних и внутренних угроз, при котором обеспечиваются реализация конституционных прав и свобод граждан, достойные качество и уровень их жизни, гражданский мир и согласие в стране, охрана суверенитета Российской Федерации, ее независимости и государственной целостности, социально-экономическое развитие страны;

- национальные интересы Российской Федерации - объективно значимые потребности личности, общества и государства в безопасности и устойчивом развитии;

- стратегические национальные приоритеты Российской Федерации - важнейшие направления обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития Российской Федерации;

- обеспечение национальной безопасности - реализация органами публичной власти во взаимодействии с институтами гражданского общества и организациями политических, правовых, военных, социально-экономических,

информационных, организационных и иных мер, направленных на противодействие угрозам национальной безопасности;

- угроза национальной безопасности - совокупность условий и факторов, создающих прямую или косвенную возможность причинения ущерба национальным интересам Российской Федерации;

- система обеспечения национальной безопасности - совокупность осуществляющих реализацию государственной политики в сфере обеспечения национальной безопасности органов публичной власти и находящихся в их распоряжении инструментов.

В «Стратегии национальной безопасности» констатируется, что с учетом долгосрочных тенденций развития ситуации в Российской Федерации и в мире ее национальными интересами на современном этапе являются [64]:

1) сбережение народа России, развитие человеческого потенциала, повышение качества жизни и благосостояния граждан;

2) защита конституционного строя, суверенитета, независимости, государственной и территориальной целостности Российской Федерации, укрепление обороны страны;

3) поддержание гражданского мира и согласия в стране, укрепление законности, искоренение коррупции, защита граждан и всех форм собственности от противоправных посягательств, развитие механизмов взаимодействия государства и гражданского общества;

4) развитие безопасного информационного пространства, защита российского общества от деструктивного информационно-психологического воздействия;

5) устойчивое развитие российской экономики на новой технологической основе;

6) охрана окружающей среды, сохранение природных ресурсов и рациональное природопользование, адаптация к изменениям климата;

7) укрепление традиционных российских духовно-нравственных ценностей, сохранение культурного и исторического наследия народа России;

8) поддержание стратегической стабильности, укрепление мира и безопасности, правовых основ международных отношений.

Обеспечение и защита национальных интересов Российской Федерации осуществляются за счет концентрации усилий и ресурсов органов публичной власти, организаций и институтов гражданского общества на реализации следующих стратегических национальных приоритетов [64]:

- 1) сбережение народа России и развитие человеческого потенциала;
 - 2) оборона страны;
 - 3) государственная и общественная безопасность;
 - 4) информационная безопасность;
 - 5) экономическая безопасность;
 - 6) научно-технологическое развитие;
 - 7) экологическая безопасность и рациональное природопользование;
 - 8) защита традиционных российских духовно-нравственных ценностей, культуры и исторической памяти;
- 9) стратегическая стабильность и взаимовыгодное международное сотрудничество.

В «Стратегии» отмечается, что задачи, предусмотренные в рамках стратегических национальных приоритетов, решаются путем разработки, корректировки и исполнения документов стратегического планирования, программ и проектов в области обеспечения национальной безопасности и социально-экономического развития Российской Федерации, а также их необходимого ресурсного обеспечения. Реализация «Стратегии» предусматривает, в том числе, совершенствование системы государственного управления и стратегического планирования в области обеспечения национальной безопасности и социально-экономического развития Российской Федерации.

Реализация «Стратегии национальной безопасности» будет способствовать сбережению народа России, развитию человеческого потенциала, повышению качества жизни и благосостояния граждан,

укреплению обороноспособности страны, единства и сплоченности российского общества, достижению национальных целей развития, повышению конкурентоспособности и международного престижа Российской Федерации.

3. Обеспечение техносферной безопасности в России

Анализ стратегических документов в области национальной безопасности Российской Федерации показывает, что значительная часть сформулированных целей и поставленных задач непосредственно или косвенно связана с обеспечением техносферной безопасности. Следовательно, обеспечение техносферной безопасности следует считать приоритетным направлением фундаментальных и прикладных научных исследований.

Соответственно, в «Программе фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 годы)» в области машиностроения и процессов управления в качестве основных направлений указаны создание и исследование машин, машинных комплексов и сложных систем «человек - машина - среда», повышение ресурса, живучести и безопасности машин и сложных технических систем, снижение техногенных и технологических рисков для всех объектов народного хозяйства, анализ и синтез сложных машинных комплексов, эргономики и биомеханики человеко-машинных систем, перспективных материалов и технологий машиностроения, кибернетики, методов оптимизации, исследования операций и искусственного интеллекта, теории принятия решений, охватывающей проблемы управления системами различной природы, масштаба и назначения [73].

Кроме того, в «Программе» важнейшими направлениями фундаментальных научных исследований в области компьютерных и информационных наук указаны создание систем искусственного интеллекта, развитие методов и информационных технологий системного анализа и управления в условиях неопределенности и риска, разработка методов поиска

областей с хаотической динамикой, методов анализа, стабилизации и управления для семейств систем, описываемых как непрерывными, так и дискретными уравнениями [73].

По результатам анализа выполнения проблемного плана фундаментальных и прикладных исследований по аспектам безопасности и с учетом складывающихся неблагоприятных тенденций нарастания угроз в военной, социально-экономической и природно-техногенной сферах еще в 1990 году Академией наук (АН СССР), Государственным комитетом по науке и технике (ГКНТ СССР) и Государственной комиссией по чрезвычайным ситуациям (ГКЧС при СМ СССР) была разработана Государственная научно-техническая программа «Безопасность населения и народнохозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф» (ГНТП «Безопасность») [182].

ГНТП «Безопасность» - комплексная научно-техническая программа по анализу, обеспечению и повышению безопасности населения и народнохозяйственных объектов с учётом риска возникновения природных и техногенных катастроф [182]. Целью программы являлось проведение фундаментальных научных исследований по теории природных и техногенных катастроф и по правовым и экономическим основам регулирования безопасности, а также прикладных исследований и разработок по системам и технологиям защиты от катастроф, по государственному надзору за безопасностью (соответствующие федеральные органы исполнительной власти).

Программа предусматривала разработку научно-технических, правовых и социально-экономических основ национальной политики в области обеспечения безопасности человека, объектов, регионов и среды обитания от крупномасштабных аварий и катастроф техногенного и природного характера с региональными, национальными и глобальными последствиями [256-259].

В рамках программы «Безопасность» была поставлена задача теоретического и методологического обоснования определения показателей

безопасности (риска) сложных и (или) уникальных техногенных и экологических систем на всех этапах их жизненного цикла [260].

В последующие годы комплекс проектов «Безопасность» входит составным элементом в государственную целевую научно-техническую программу «Исследования и разработки по приоритетным направлениям науки и техники» и Государственную программу Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» [66-69].

Первоначально ГНТП «Безопасность» предусматривала три основных этапа развития:

- разработка основ научно-технической политики в области управления, регулирования и обеспечения безопасности (1991-1995 гг.);

- разработка трехуровневой системы обеспечения безопасности с учетом концепции устойчивого развития (1995-2000 гг.): фундаментальные и прикладные исследования с использованием базовых традиционных и новых критериев, методов и средств обеспечения безопасности в природно-техногенной сфере; прикладные междисциплинарные, межотраслевые, межрегиональные научно-технические разработки по общим проблемам безопасности и защиты от аварий и катастроф природно-техногенного характера; отраслевые и объектовые научно-технические разработки, как основа обеспечения и повышения безопасности объектов гражданского и оборонного назначения, территорий, производств, технологий и материалов, создающих потенциальные угрозы и риски высокого уровня на базе результатов системных разработок первого и второго уровня;

- разработка и реализация перехода России к созданию и функционированию объектов и территорий с использованием единой государственной и международной системы законов, норм, правил и стандартов в области обеспечения безопасности (2001-2010 гг.).

В рамках ГНТП «Безопасность» были получены существенные научные и практические результаты, которые могут быть использованы при решении задач региональной безопасности отдельных территорий РФ. При этом было

признано, что важнейшей задачей обеспечения безопасности является создание геоинформационных систем, карт и атласов природных и природно-техногенных опасностей, а также карт риска для России в целом, регионов и территорий с наибольшей концентрацией потенциально опасных объектов и населения [258].

Однако последующие годы показали, что предотвращение техногенных и природных катастроф, снижение их последствий становится все более важной государственной задачей. По оценкам отечественных ученых и специалистов ожидаемый максимальный совокупный материальный ущерб с учетом затрат на ликвидацию последствий ЧС может составить 10-15% валового внутреннего продукта, из них в том числе от стихийных бедствий – 55-65% и ЧС техногенного происхождения - 40-60% [261]. Это означает, что в ближайшей перспективе по ряду показателей экономика страны будет не в состоянии восполнять потери от ЧС. Масштабы прямого ущерба от ЧС, затраты на их ликвидацию и реабилитацию пострадавшего населения и территорий ставят под сомнение возможности экономики по восполнению этих потерь и переход России к устойчивому развитию без резкого повышения уровня и эффективности предупреждающих мер, уменьшающих опасность, масштабы и последствия ЧС [258].

В этих условиях цель программы «Безопасность» была расширена с учетом необходимости разработки научно-технических, правовых и социально-экономических основ национальной политики в области обеспечения безопасности человека, объектов, территорий и среды обитания от крупномасштабных аварий и катастроф техногенного и природного происхождения.

Принципиально новый подход состоит в том, что реальное обеспечение безопасности человека, сложных технических систем и окружающей среды возможно только при решении четырех базовых проблем:

– разработка фундаментальных основ теории техногенных и природных аварий и катастроф, теории защиты и безопасности;

- переход к проектированию, созданию и эксплуатации потенциально опасных производств и объектов на базе новых критериев, методов и средств обеспечения безопасности;

- создание методов и средств оповещения, защиты и спасения людей, а также ведение восстановительных работ в зонах возникновения и развития катастроф;

- создание единой национальной, региональной и международной нормативно-законодательной базы по техническому, правовому и экономическому регулированию вопросов безопасности.

В 1998 г. была сформирована новая программа «Безопасность», которая вошла как подпрограмма в состав приоритетных направлений Федеральной целевой научно-технической программы (ФЦНТП) «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения» [66].

Было признано целесообразным укрупнить постановку задач и включить в программу тринадцать проектов по пяти научным направлениям [66]:

- безопасность техногенной сферы;
- опасные природные процессы и интегральные риски природных катастроф;
- научные основы правового и экономического регулирования безопасности с учетом критериев риска природно-техногенных катастроф;
- научные основы снижения рисков в производственной сфере и подготовки специалистов;
- основы регулирования безопасности на региональном, федеральном и международном уровнях.

ФЦНТП НИ «Безопасность» увязана с приоритетами развития науки и техники и государственными нуждами, с принятыми федеральными законами и критическими технологиями, а также с Концепцией национальной безопасности России [243-248].

Реализация программы создает предпосылки для 2-3 кратного снижения потерь от аварий и катастроф в Российской Федерации, превышающих в настоящее время десятки тысяч человеческих жизней и многие миллиарды рублей. Она закладывает новый фундамент национальной политики в области безопасности и защиты населения, объектов и территорий от природных и техногенных катастроф. На базе ее разработок будет обоснованно продлеваться на 25-100% ресурс безопасной эксплуатации важнейших объектов.

Конечной целью программы можно считать разработку базовых положений и системы реализации государственной политики в области безопасности природно-техногенной сферы - системы жизнеобеспечения и защиты в экстремальных ситуациях, фундаментальных основ и технологий мониторинга состояния сложных технических систем и природных объектов по параметрам риска аварий и катастроф. Конечными результатами программы следует считать разработку фундаментальных научных основ, обеспечивающих создание национальной системы прогнозирования и предотвращения кризисов различного характера, позволяющей соблюдать национальные интересы и безопасность, возможность минимизации ущерба и обеспечение динамичного развития страны.

4. Проблемы обеспечения техногенной безопасности

Экономическое состояние России в настоящее время существенно ограничивает возможности достижения достаточно низких показателей техногенной безопасности. Сегодня показатели рисков возникновения тяжелых аварий и катастроф на потенциально опасных объектах в России существенно выше показателей, достигнутых в мировой практике [11]. В связи с этим главной задачей улучшения обеспечения техногенной безопасности в России на сегодняшний день является, прежде всего, возможное снижение вероятности возникновения аварийных ситуаций в техногенной сфере и ущерба от них.

В «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации», принятой в 2021 году, отмечается, что в России сохраняются угрозы, связанные, в том числе, с возникновением чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в том числе вследствие износа инженерно-технической и транспортной инфраструктуры [64]. Достижение целей обеспечения государственной и общественной безопасности осуществляется путем реализации государственной политики, направленной на повышение эффективности мер по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, прогнозирование влияния последствий изменения климата на состояние опасных производственных объектов [64].

При реализации концепции и стратегии обеспечения технологической безопасности России в целом следует учитывать ряд особенностей современного и будущего этапов развития страны [164].

- повышение уровня и ускорение темпов развития фундаментальных и прикладных исследований, обеспечивающих переход от традиционных индустриальных технологий к высоким технологиям, в том числе интеллектуальным для создания обоснованной национальной технологической базы;

- повышение социально-экономических параметров развития России с исследованием, освоением и применением перспективных высоких технологий в гражданском и оборонном комплексах, с учетом глобализации экономики;

- постановку и проведение исследовательских и конструкторских разработок для качественного и количественного совершенствования техники, расширения трансферта технологий;

- формирование и научное обоснование мер по сохранению национальных приоритетов в развитии технологий двойного назначения;

- научно обоснованный учет и контроль распространения и нераспространения техники и технологий двойного назначения;

– научный анализ участия в международных программах и проектах по проблемам высокотехнологичного комплекса России с учетом требований ее технологической безопасности;

– сохранение и развитие научно-технического потенциала России – уровня фундаментальных и прикладных исследований по междисциплинарным проблемам, состава и квалификации научных кадров, исследовательских и испытательных баз в науке и промышленности.

«Повестка дня на XXI век», принятая ООН в 1992 году в Рио-де-Жанейро и другие документы ООН, принятые в ее развитие, применительно к концепции устойчивого развития и национальной безопасности России задает высокие приоритеты природоохранным технологиям. Конечным итогом этих негативных антропогенных и природных процессов является сужение коридоров возможностей жизнеобеспечения человечества [280-283].

На саммите Генеральной Ассамблеи ООН 25 сентября 2015 была принята резолюция «Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», в соответствии с которой в течение ближайших 15 лет должны быть достигнуты 17 основных целей устойчивого развития, направленных на искоренение нищеты, борьбу с неравенством, решение проблем, связанных с изменением климата и другие [262].

В настоящее время стоит задача адаптации целей устойчивого развития в российском контексте, встраивания в систему стратегического планирования, в действующие и новые государственные программы [263]. Более конкретной задачей является адаптация глобальных индикаторов на национальном и региональном уровнях [264-266].

Кроме того, одним из основных способов повышения инвестиционной привлекательности и условием устойчивого развития регионов является снижение, прежде всего, экологических и социально-экологических рисков, и фундаментальной основой обеспечения устойчивого развития регионов является оптимизация экологических рисков, основными специфическими индикаторами их устойчивого развития можно считать, в частности,

показатели, характеризующие экологическую безопасность и социально-экологические риски населения [264-266].

Очевидно, технологическая безопасность напрямую связана с экологической безопасностью и основополагающие принципы повышения качества жизни населения и устойчивого развития страны и регионов должны быть уточнены принципом обеспечения техносферной безопасности.

Промышленное и материальное производство, было, остается и останется материальной основой обеспечения и повышения безопасности человека, общества и среды обитания. Вместе с тем это производство должно развиваться по обязательным критериям технологической и техногенной безопасности.

В области *энергетики* объектами системы технологической безопасности оказываются в первую очередь устойчивость технологий энергообеспечения с ростом роли энергосберегающих технологий, как самого производства энергии, так и ее потребителя. Интенсификация объемов производства энергии и рост энерговооруженности промышленного производства – малоперспективны в ближайшие годы и бесперспективны в последующие десятилетия.

В *транспортной* инфраструктуре, как и на протяжении всей истории человеческой цивилизации, закладываются как огромные потенциальные угрозы, так и возможности их предотвращения или уменьшения их последствий. Объектом первостепенного внимания в рамках технологической безопасности становится снижение этих угроз, оцениваемых в настоящее время в России десятками тысяч человеческих жизней, многомиллиардными экономическими ущербами и нарушениями среды обитания.

Продовольственная и технологическая безопасность, за последние десять лет, в России вошли в прямое взаимодействие через *сельскохозяйственное* производство и переработку продовольственных ресурсов. Такое взаимодействие объектов общей системы безопасности позволяет создавать как отдельные и связанные угрозы безопасности, так и

системы защиты и парирования этих угроз. Новейшие технологии способны принципиально изменить как само сельское хозяйство, так и структуру продовольственного потребления, сочетающего пополнение энергетических запасов человека и повышение защитных функций организма.

В числе объектов системы технологической безопасности, в связи со снижением уровня военных угроз, стало производство, хранение, утилизация и уничтожение использовавшихся в военном и гражданском комплексах потенциально опасных веществ (радиоактивных, химических, биологических, взрывоопасных). Эти вещества создавались преимущественно для поражения людей и объектов с их периодическим обновлением и ростом удельных поражающих факторов. Вывод их из применения с соблюдением технологической безопасности оказывается чрезмерно дорогим (для ядерно-опасных материалов и объектов стоимость вывода из эксплуатации может в 3–5 раз превышать стоимость их создания и ввода в эксплуатацию) [267].

Технологическая безопасность, как объект системы безопасности техногенной сферы, в настоящее время стала важной составной частью безопасности оборонного комплекса не только в военное, но и в мирное время.

Системы, силы и средства управления национальной безопасностью в целом, и технологической безопасностью, в частности, предусматриваются в жесткой форме Конституцией Российской Федерации и «Концепцией национальной безопасности Российской Федерации».

Результаты анализа целей стратегии и объектов системы технологической безопасности должны использоваться [164]:

- при разработке уточненной совокупности идентифицированных опасностей в техногенной сфере;
- при определении уровня взаимодействия систем, сил и средств обеспечения технологической и техногенной безопасности;
- при определении направлений и механизмов регулирования, управления и повышения технологической безопасности.

При формировании политики и программ обеспечения национальной безопасности (целей, систем, угроз, критериев и параметров национальных интересов в техногенной и технологической сферах) выделяются два основных научных направления [166,261,268]:

- приоритетное развитие национальной технологической базы, которая обеспечивает противодействие внешним и внутренним угрозам государству и защиту технологической независимости страны (технологическая безопасность);

- создание основ повышения национальной безопасности, методов и систем защиты техногенной и природно-техногенной сферы от угроз, связанных с техногенными авариями и катастрофами при санкционированных и несанкционированных воздействиях на объекты потенциальной опасности.

Несмотря на ряд действенных мер и усилий, направленных на обеспечение технологической безопасности на основе развития технических наук и возрождения отечественного машиностроения, поставленные в «Концепции национальной безопасности» задачи первостепенной государственной важности пока решаются крайне медленно и не обеспечивают экономического реформирования страны и технологической независимости в производстве техники. Необходимо принятие ряда кардинальных мер, направленных на реализацию крупных научных достижений страны и восстановление экспериментальных комплексов двойного назначения, на создание которых в свое время были затрачены колоссальные средства. Развитие технических наук и оборонно-промышленного комплекса может позволить в короткие сроки оживить инвестиционную активность российской экономики и обеспечить решение ряда социальных проблем общества.

Отражение этих проблем в «Концепции национальной безопасности» обязывает предпринять ряд неотложных организационных шагов, направленных на создание перспективных и высоконадежных машин, новых материалов и технологических процессов с высокой экологической безопасностью и малой энергоемкостью.

Фундаментальная проблема анализа безопасности сводится к созданию обобщенных моделей технических систем высокорисковых объектов для анализа возникновения и развития аварий и катастроф. Эти модели характеризуются многоуровневой структурой, затрагивая глобальные, локальные и объектовые аспекты безопасности [164].

5. Научная поддержка техносферной безопасности

Из обобщенных данных о вероятностях и рисках техногенных аварий и катастроф на объектах, с исключительно высокой потенциальной опасностью следует, что различие в уровнях требуемых и приемлемых рисков, с одной стороны, и уровнем реализованных рисков, с другой, достигает двух и более порядков. Вместе с тем, известно, что повышение уровня защищенности объектов от аварий и катастроф на один порядок требует больших усилий в научно-технической сфере и существенных затрат, сопоставимых с 10–20% стоимости проекта.

Это потребовало постановки новых фундаментальных и прикладных научных задач в области техногенной безопасности:

- математической теории катастроф и вероятностной теории рисков;
- физики, химии и механики аварийных ситуаций и катастроф;
- теории функциональной и комбинированной аварийной защиты объектов, операторов и персонала;
- теории мониторинга и прогнозирования (с применением космических, воздушных и наземных систем) сценариев и последствий техногенных катастроф;
- научных методов, технологий и техники ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Для России назрела прямая необходимость формирования науки, техники, технологий, экономики, культуры и философии безопасности техногенной сферы гражданского и оборонного профиля. Его отличительной

особенностью становятся единые принципы, критерии, нормы и законы анализа, регулирования, обеспечения и повышения безопасности.

За последнее время разработано большое количество моделей и методов анализа безопасности и оценки риска различных технических систем [32,39,269-274].

Учитывая существенное различие величин рисков, вероятностей и ущербов для различных объектов и различный уровень прорабатываемости теоретических и прикладных вопросов безопасности, в настоящее время можно ориентироваться на следующую иерархию научных методов анализа рисков: детермини-рованные, статистические методы, вероятностные методы, логико-вероятностные методы, методы нечетных множеств, комбинированные методы и имитационные модели; в целом ряде случаев используются комбинированные методы.

Информационно-математическое обеспечение и системные математические модели, разрабатываемые с целью предотвращения и мониторинга аварийных ситуаций и катастроф, прогнозов и оперативной ликвидации их последствий, ориентированы на решение задачи построения обобщенных математических моделей сложных технических систем на разных стадиях возникновения и развития аварий и катастроф. К ним относятся анализ аварий и катастроф, задачи создания алгоритмов их математического моделирования, алгоритмов и программ математического моделирования аварий и катастроф.

Составными элементами такого подхода являются [164]:

- разработка методов математического моделирования развития аварий и катастроф в системе «объект-персонал-среда»;
- построение математических моделей технической системы и ее системы управления для прогноза возможных аварийных ситуаций и анализа их последствий;
- разработка методов, алгоритмов и системы программного обеспечения для математического моделирования возникновения и развития аварий

объектов исключительной потенциальной опасности (космических систем, летательных аппаратов, атомных подводных лодок, ядерных реакторов и других);

- создание математических моделей развития аварий в мехатронных системах с персоналом и аварийной техникой для использования в алгоритмах предупреждения аварий;

- математическое моделирование разрушения конструкций и систем защиты под действием ударных волн;

- разработка универсальной синергетической модели динамики технических систем при авариях и катастрофах;

- разработка методов моделирования нелинейных неизотермических процессов деформирования и разрушения трехмерных тел.

Кроме того, во всех действующих программах, связанных с обеспечением безопасности, в явном виде отсутствуют количественные показатели стратегических рисков, что затрудняет как планирование мероприятий, так и контроль со стороны государства за эффективной их реализацией [8]. Однако анализ современного состояния фундаментальной теории безопасности показывает, что разработка и реализация крупномасштабных проектов в области машиностроения, обороны, энергетики, нефтегазохимии, транспорта и других отраслей требует принципиально новых постановок проблемы обеспечения надежности и комплексной безопасности проектируемых и эксплуатируемых машин, конструкций и механизмов с учетом потенциальной опасности объектов инфраструктуры и возможных крупномасштабных ущербов от техногенных аварий [275]. Базовым требованием к таким проектам и объектам должно быть требование обеспечения их безопасной работы по критериям приемлемых рисков [275].

В этом плане необходимо дальнейшее развитие одного из важных разделов теории безопасности - теории техногенного риска [8].

Углубленный анализ крупнейших техногенных и природно-техногенных катастроф последних десятилетий показывает недостаточность применяемых научных, инженерных, технологических, нормативных, надзорных и правовых решений в области безопасности и защищенности объектов техносферы.

Современное развитие фундаментальной теории безопасности обосновывает необходимость изменения действующих традиционных подходов к обеспечению безопасных условий эксплуатации потенциально опасных объектов техносферы на новые, в основу которых должны быть положены нормируемые параметры рисков и безопасности, обосновываемые для технических систем по критериям прочности, ресурса, живучести, надежности и безопасности [275,276]. При этом ключевым фактором в решении данной проблемы является использование концепции мониторинга рисков, основанной на контроле, диагностике и мониторинге базовых параметров эксплуатации рассматриваемых объектов техносферы и комплексном анализе получаемых при этом результатов [275-277].

Результаты фундаментальных и прикладных исследований по проблемам техногенной безопасности и рисков являются основой перехода от традиционных методов и систем обеспечения прочности, ресурса и надежности к методам оценки и управления рисками. Одним из важных элементов решения этой задачи является развитие и использование системы диагностики и мониторинга формирующихся и реализуемых рисков при эксплуатации технического объекта на всех стадиях жизненного цикла и предотвращение возникающих угроз для таких объектов на основе концепции управления рисками по мере выхода текущих эксплуатационных рисков за пределы приемлемых и приближения их к предельным [275-279].

Кроме того, в конце 20-го века и начале 21-го века на фоне глобальных процессов в социальной, экономической, природной и техногенной сферах жизнедеятельности человека, общества, государства и человечества в целом, становятся очевидными две основные тенденции [275]:

- стремление осуществить крупнейшие международные и национальные проекты по улучшению качества жизни и устойчивому сохранению окружающей природной среды;

- нарастание широкого спектра угроз дальнейшему устойчивому развитию человечества и среды его обитания.

Эти тенденции нашли свое отражение в известных решениях ООН, региональных организаций и отдельных государств по проблемам устойчивого развития [280-283]. Вместе с тем уже в 21-ом веке человечество столкнулось с глобальными и региональными стихийными бедствиями, природными и техногенными катастрофами, военными конфликтами, международным терроризмом, мировым экономическим кризисом.

В связи с этим становится очевидным, что существующие стратегии прогнозирования и управления развитием техносферы без прямого количественного учета возрастающих угроз могут оказаться недостаточными, неэффективными и небезопасными [238,275].

В этой связи особую актуальность приобретают фундаментальные и прикладные исследования по проблемам обеспечения безопасности на основе анализа рисков, направленные на формирование и реализацию основ государственной политики в таких стратегически важных областях, как модернизация экономики, приоритеты и приоритетные направления технологического развития, критические и инновационные технологии, национальные и межгосударственные проекты [275].

Материально-технической основой приложения результатов таких исследований являются объекты и инфраструктура гражданского и оборонного комплексов, в которых формируются и реализуются технологические и техногенные риски ее развития и функционирования, риски возникновения аварийных и катастрофических ситуаций, сопровождающихся гибелью людей, разрушением объектов и поражениями природной среды [275].

6. Основные направления научных разработок

Новые научные знания, их обобщение и прикладная направленность создают основу высоких и интеллектуальных технологий в области обеспечения технологической безопасности и достижения необходимого уровня технологической независимости в сфере оборонно-промышленного комплекса. Из этого вытекает необходимость решения важнейшей задачи ближайшей перспективы – создание трех ключевых элементов (наука, технологии, производство) конкурентоспособного оборонного и гражданского комплексов, в значительной степени обеспечивающих техногенную безопасность России.

Постановка приоритетных научных исследований по проблемам технологической безопасности страны должна исходить из того, что определяющие результаты фундаментальных и прикладных разработок будут получены по национальным программам, их невозможно будет приобрести на мировых рынках.

Научное обеспечение технологической безопасности России предполагает исследование, разработку и применение высоких технологий и высокотехнологичных комплексов для повышения ее защищенности от внутренних и внешних угроз. Одним из результатов обеспечения технологической безопасности становится достижение технологической независимости страны при развитии оборонно-промышленного комплекса по ключевым направлениям. Основой обеспечения технологической безопасности становятся базовые и критические технологии, позволяющие создавать как высокотехнологические объекты в целом, так и отраслевые их компоненты.

Базовые и критические технологии требуют осуществления программ фундаментальных исследований по основным направлениям – по математическим наукам; по физическим наукам; по информационным технологиям и вычислительным системам; по энергетике, машиностроению, механике и процессам управления; по химии и наукам о Земле; по

общественным наукам. Взаимодействие научных организаций с передовыми промышленными отраслями оборонно-промышленного комплекса способно в ближайшие годы резко изменить сложившуюся негативную ситуацию в обеспечении техногенной безопасности страны. Для реализации этих возможностей необходимо считаться с тем, что за последние 15 лет финансирование НИОКР в России в долях ВВП сократилось примерно в 5 раз и в настоящее время уступает передовым странам (США, Япония) в 3–4 раза. Повышение востребованности и финансирования фундаментальной и прикладной науки, особенно в интересах обеспечения безопасности техносферы гражданского и оборонного назначения, является неременным условием как восстановления 2–3 сотен потерянных технологий, так и развития новых, в рамках федеральной целевой программы по национальной технологической базе. Приоритетными направлениями научной поддержки решения проблем технологической безопасности становятся инновационная политика государства в случае высоких технологий, защита интеллектуальной собственности на внутреннем и внешнем рынках, создание обновленного кадрового потенциала науки и баз знаний.

Для современного состояния России и других промышленно развитых стран в последние годы было характерно определенное смещение угроз из военно-стратегической сферы в социально-экономическую и природно-техногенную сферы. В природно-техногенной сфере в последние десятилетия наблюдается усиление двух типов опасностей [164].

Во-первых, это экологические опасности – опасности окружающей среде (среде обитания и жизнедеятельности) за счет устойчивых негативных антропогенных воздействий промышленного комплекса. Нарастание этих воздействий в сочетании с глобальными природными процессами изменения климата и окружающей среды может приводить к экологическим катастрофам глобального и национального масштаба.

Во-вторых, степень защищенности человека, государства, человечества, а также среды обитания и жизнедеятельности от нарастающих опасностей

природно-техногенных катастроф, несмотря на предпринимаемые усилия во всем мире, пока не повышается. В силу целого ряда важнейших политических, социальных, экономических, демографических факторов последних лет угрозы национальной безопасности России в природно-техногенной сфере в ближайшей перспективе могут стать одними из доминирующих. Природно-техногенные катастрофы, в свою очередь, способны создавать и усиливать угрозы в социально-политической, экономической, демографической и военно-стратегической сферах.

Теория природно-техногенных катастроф, включая анализ их критериев, закономерностей и параметров, стала предметом систематических фундаментальных и прикладных научных разработок Российской академии наук, академических сообществ и ведущих научных организаций страны, а практика защиты от них – основой национальных государственных и международных программ последних лет.

Важнейшей особенностью угроз от катастроф в природно-техногенной сфере является невозможность их полного предотвращения и обеспечения гарантированной безопасности с нулевым риском.

Создание фундаментальных научных, правовых и экономических основ решения этих проблем стало одной из целей ряда федеральных целевых научно-технических программ по безопасности, по глобальным изменениям климата и Мирового океана, по энергетике, транспорту, новым материалам и технологиям, по международным, федеральным и региональным аспектам комплексной безопасности и др. [164].

Российская академия наук в рамках указанных выше проблемных планов РАН и около 50 государственных и отраслевых программ выдвинула блок базовых направлений фундаментальных исследований безопасности природно-техногенной сферы:

- теория техногенных и природных катастроф;
- научные основы правового и экономического управления безопасностью и рисками катастроф;

– научные принципы, методы и системы диагностики, мониторинга и защиты от природно-техногенных аварий и катастроф.

Анализ показывает, что за последние годы в результате научных разработок и создания системы государственной защиты от ЧС достигнуто изменение негативной тенденции роста рисков ЧС, наблюдавшейся в 1991-1997 гг., с 1998 г. проявляется тенденция к стабилизации и возможному снижению рисков [258]. Вместе с тем ускоряющееся истощение проектных ресурсов потенциально опасных объектов может вновь обострить ситуацию с безопасностью в технической сфере.

В «Стратегии национальной безопасности» на 2015-2020 гг. в области науки и технологий в качестве стратегической цели обеспечения национальной безопасности указано развитие системы научных, проектных и научно-технологических организаций, способной обеспечить модернизацию национальной экономики, реализацию конкурентных преимуществ Российской Федерации, оборону страны, государственную и общественную безопасность, а также формирование научно-технических заделов на перспективу [63].

Проблема безопасности в том или ином виде существует в большинстве научных дисциплин, то есть имеет междисциплинарный характер [19,284-286]. Различные аспекты безопасности разрабатываются многими науками и каждая из них вносит вклад в формирование общей теории безопасности, то должна появиться общая интегрирующая наука, опирающаяся на опыт и результаты остальных наук.

В настоящее время разработаны частные теории безопасности, каждая из которых оценивает состояние защищенности личности, общества и государства от конкретных опасностей и угроз [19,172,284-289]: теория гражданской обороны, теория защиты от чрезвычайных ситуаций, теория пожарной безопасности, теория промышленной безопасности, теория катастроф, теория рисков и другие. Развитие этих научных дисциплин, а также научные результаты в области безопасности в рамках традиционных

естественных и общественных наук, дают возможность создания общей теории безопасности и перехода от существовавшего и постулированного ранее базового принципа обеспечения абсолютной безопасности к принципу управления рисками и обеспечения приемлемого риска.

Основными направлениями научных разработок являются [257]:

- прогноз развития опасных природных явлений и оценка риска техногенных катастроф;
- информационное обеспечение и управление рисками техногенных и природно-техногенных катастроф;
- развитие эффективных методов защиты населения и территорий от опасных природных явлений и техногенных катастроф.

Научную основу анализа безопасности технических систем, включающих потенциально опасные технические объекты, операторов, население и окружающую среду, составляют [164]:

- физика, химия и механика катастроф;
- математическое моделирование сценариев аварий и катастроф;
- методы и принципы аварийной диагностики и мониторинга чрезвычайных ситуаций;
- биомеханика взаимодействия операторов и технических объектов в аварийных ситуациях;
- методы и принципы защиты персонала объектов и окружающей среды от аварий и катастроф;
- критерии нормативного обоснования и повышения безопасности.

Физика и химия процессов на ранней стадии развития аварий в сложных технических системах, содержащих химически активные вещества или радионуклиды, включает изучение и описание [164]:

- механизмов и закономерностей развития физических и химических процессов на стадии инициирования аварий технических систем с созданием научных основ ранней диагностики аварийных ситуаций;

– методов анализа течения радиоактивных и химически опасных жидкостей, газов и многофазных сред при нарушении герметичности защитных оболочек, распространения аэрозолей и газообразных веществ в атмосфере;

– механизмов и закономерностей развития химических и физических процессов, течения жидкостей и газов при авариях;

– механизмов и закономерностей развития взрывных процессов и обусловленных ими поражающих факторов (ударных, тепловых и осколочных), а также процессов, включая методологию описания процессов горения и взрыва;

– анализ процессов горения и детонационных процессов при пожарах топливных и нефтяных разливов.

Первоочередными для России являются следующие направления фундаментальных и прикладных разработок [19,159-164,257,290-294]:

– создание теории безопасности и методов оценки риска как научной основы предотвращения техногенных аварий и катастроф с экологическими и экономическими последствиями при создании и эксплуатации сложных технических систем;

– развитие новых методов прогнозирования и оценки опасности возникновения стихийных бедствий, способов и критериев снижения негативных последствий от природных и природно-техногенных катастроф; научное обоснование и составление карт риска для регионов, городов и особо опасных объектов от различных видов природных опасностей, создание сводных карт риска;

– создание нормативов и систем жесткой и функциональной защиты и ликвидации последствий аварий на технических объектах;

– создание методических основ, систем средств и мер, направленных на обеспечение мониторинга, прогнозирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций, обоснование требований к системам жизнеобеспечения населения в условиях чрезвычайных ситуаций;

- создание учебно-методической и тренажерной базы для подготовки персонала и специалистов, обучение населения действиям в чрезвычайных ситуациях, предупреждение и защита населения, повышение эффективности аварийно-спасательных работ;
- обоснование требований, нормативов и создание учебно-методической базы по обеспечению безопасности с учетом роли человеческого фактора;
- правовое и экономическое регулирование вопросов безопасности с учетом социально-психологических факторов;
- анализ устойчивости и стабилизации технико-экономического развития страны при возмущениях от аварий и катастроф;
- решение нарастающих проблем безопасности в оборонном комплексе с учетом его развития и реформирования;
- развитие прикладных вероятностных методов и усовершенствование на их основе инструментов подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов.

Комплексное развитие этих направлений позволит создать исходную базу для решения проблем безопасности с учетом научно-технических, социально-экономических, экологических, эргономических, психологических и правовых критериев.

Результаты научных исследований и системного анализа опасностей в природно-техногенной сфере показывают их определяющее влияние на концептуальные подходы к проблемам безопасности. Разработка и использование вероятностных моделей основных производственных процессов с учетом риска возникновения природных и техногенных аварий и катастроф становится одним из главных условий обеспечения гарантированного уровня безопасности жизнедеятельности и приемлемого риска аварий. Научные исследования и организационно-правовые решения последнего времени подготовили условия для создания системы управления риском возникновения чрезвычайных ситуаций, перехода к нормированию

допустимых рисков и снижению на этой основе индивидуальных рисков для населения.

Развитие технических наук и методов управления промышленной безопасностью могут позволить в короткие сроки оживить инвестиционную активность российской экономики и обеспечить решение ряда социальных проблем общества, связанных с безопасностью.

Наметившееся в последние годы уменьшение количества возникающих аварий и катастроф и их последствий в значительной мере связано с принятием соответствующих мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций техногенного характера. К этим мерам следует отнести [11]:

- внедрение экономических механизмов, стимулирующих принятие мер по предупреждению аварий и катастроф;
- улучшение взаимодействия ведомственных и межведомственных надзорных органов;
- комплекс организационно-технических мероприятий по развитию системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера;
- совершенствование организационной структуры и функционирования единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), в том числе ее региональных и функциональных подсистем, деятельности органов управления РСЧС и более эффективное взаимодействие их с органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления.

Существенное влияние на снижение вероятности возникновения крупномасштабных катастроф должно также оказать внедрение научно обоснованной системы нормирования и обеспечения безопасности сложных технических систем. Научные исследования и организационно-правовые решения последнего времени подготовили необходимые условия для создания системы управления риском возникновения ЧС, перехода к нормированию допустимых рисков и снижению на этой основе индивидуальных рисков для населения России.

Заключение

Таким образом, в последние годы в России было многое сделано в области обеспечения безопасности и управления техногенными рисками в государственном управлении и регулировании, нормативно-техническом регулировании, методическом и научно-техническом обеспечении.

Разработаны математические методы и модели анализа безопасности, количественной оценки и прогнозирования техногенного риска. Создана национальная межведомственная система организации работ по организационному, научному и методическому обеспечению комплексной безопасности в соответствии с национальными целями и прогнозами развития Российской Федерации, приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники, мерами по обеспечению технологической независимости и безопасности, приоритетными научными направлениями и критическими технологиями России.

Однако переход к концепции «приемлемого риска» требует развития новых научных направлений и решения новых задач в обеспечения техносферной безопасности.

Список литературы

1. Сугак Е.В., Кучкин А.Г., Окладникова Е.Н. Надежность технических систем и техногенный риск. Часть 1. Техногенная безопасность. - Красноярск: Сибирский государственный аэрокосмический университет, 2011. - 260 с.
2. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну.- М.: Прогресс-Традиция, 2000. - 384 с.
3. Бек У. Космополитическое мировоззрение. - М.: Центр исследований постиндустриального общества, 2008. – 311 с.
4. Левинзон С.В. Техногенная безопасность: катастрофы и риски. - Энергия: экономика, техника, экология, 2016, № № 12, с.48-59.
5. Порфирьев Б.Н. Экономическое развитие и чрезвычайные ситуации: мир и современная Россия. - Наука и стратегия на службе безопасности. - М.: МЧС России, 2005, с.166-181.

6. Катастрофы конца XX века. Под ред. В.В. Владимирова. - М.: Геополитика, 2001. - 424 с.
7. Ветошкин А.Г. Нормативное и техническое обеспечение безопасности жизнедеятельности. Часть 1. Нормативно-управленческое обеспечение безопасности жизнедеятельности. - М.: Инфра-Инженерия, 2017. - 470 с.
8. Острейковский В.А., Погореловский М.А. Этапы развития теории техногенного риска при анализе безопасности сложных динамических систем. - Вестник кибернетики, 2015, № 4, с.87-92.
9. Острейковский В.А., Муравьев И.И., Шевченко Е.Н. Развитие теории техногенной безопасности и риска объектов нефтегазовой отрасли. - Вестник Сургутского государственного университета, 2014, № 4(6), с.39-43.
10. Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В. Экология. Природа – человек - техника. - М.: Экономика, 2007. - 510 с.
11. XXI век - вызовы и угрозы. Под общ. ред. В.А. Владимирова. - М.: Ин-октаво, 2005. - 304 с.
12. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность). В 2 ч. Ч. 1. - М.: Юрайт, 2022. - 350 с.
13. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность). В 2 ч. Ч. 2. - М.: Юрайт, 2022. - 362 с.
14. Данилов-Данильян В.И., Рейф И.Е. Биосфера и цивилизация: в тисках глобального кризиса. - М.: Ленанд, 2019. - 304 с.
15. Москвичев В.В., Воронов С.П. и др. Техногенные риски с учетом территориальных особенностей Красноярского края. - Препринт № 4. - Красноярск: ИВТ СО РАН, 2004. - 60 с.
16. Белов П.Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование. В 3 ч. Ч. 1. - М.: Юрайт, 2022. - 211 с.
17. Потапов Б.В., Радаев Н.Н. Экономика природного и техногенного рисков - М.: Деловой экспресс, 2001. - 516 с.
18. Контужоров Ф.Ф., Петров Д.В. Классификация и краткая

характеристика чрезвычайных ситуаций. Основы защиты населения и территорий от ЧС техногенного, природного и экологического характера. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. - 83 с.

19. Акимов В.А., Диденко С.Л., Смирнов А.С. Научные основы общей теории безопасности жизнедеятельности. - М.: ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2019. – 252 с.

20. Сугак Е.В. Прикладная теория надежности. Часть 1: Основы теории. – СПб.: Лань, 2022. - 276 с.

21. Волик Б.Г. О концепциях техногенной безопасности. - Автоматика и телемеханика, 1998, № 2, с.165-170.

22. Махутов Н.А., Петров В.П. и др. Современное состояние проблем безопасности в промышленно развитых странах. - Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях, 1994, № 4, с.2-36.

23. Кузьмин И.И., Шапошников Д.А. Концепция безопасности: от риска «нулевого» - к «приемлемому». - Вестник РАН, 1994, т.64, № 5, с.402-408.

24. Андриенко А.Я., Портнов-Соколов Ю.П. Формирование риска при обеспечении безопасности сложных технических систем. - Приборы и системы управления, 1996, № 12, с.11-14.

25. Сборник методических документов, применяемых при анализе и оценке техногенных рисков. – М.: Союз организаций, осуществляющих экспертную деятельность в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, промышленной, пожарной и экологической безопасности, 2011. - 416 с.

26. Безопасность России. Анализ риска и проблемы безопасности. Часть 2. Безопасность гражданского и оборонного комплексов и управление рисков. - М.: Знание, 2006. - 434 с.

27. Сугак Е.В., Кучкин А.Г., Бельская Е.Н. Надежность технических систем и техногенный риск. Часть 2. Надежность технических систем. - Красноярск: Сибирский государственный аэрокосмический университет, 2013. - 436 с.

28. Сугак Е.В. Прикладная теория надежности. Часть 2: Надежность технических систем. – СПб.: Лань, 2022. - 240 с.
29. Сугак Е.В. Прикладная теория надежности. Часть 3: Испытания и контроль. - СПб.: Лань, 2022. - 288 с.
30. Сугак Е.В. Прикладная теория надежности. Практикум. – СПб.: Лань, 2022. - 312 с.
31. Алымов В.Т., Крапчатов В.П., Тарасова Н.П. Анализ техногенного риска. М.: Круглый год, 2000. - 160 с.
32. Владимиров В.А., Воробьев Ю.Л., Салов С.С. и др. Управление риском. Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. - М., 2000. - 431 с.
33. Владимиров В.А., Измалков В.И., Измалков А.В. Оценка риска и управление техногенной безопасностью. - М.: Деловой экспресс, 2002. - 184 с.
34. Козлитин А.М., Попов А.И., Козлитин П.А. Теоретические основы и практика анализа техногенных рисков. Вероятностные методы количественной оценки опасностей техносферы. - Саратов: Саратовский гос. техн. ун-т, 2002. - 178 с.
35. Буянов В.П., Кирсанов К.А., Михайлов Л.М. Рискология (управление рисками). - М.: Экзамен, 2003. - 384 с.
36. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. - М.: Деловой экспресс, 2004. - 352 с.
37. Тимофеева С.С. Прикладная техносферная рискология. - Иркутск: ИрГТУ, 2014. - 200 с.
38. Вишняков Я.Д., Радаев Н.Н. Общая теория рисков. - М.: Академия, 2008. - 368 с.
39. Махутов Н.А. Безопасность и риски: системные исследования и разработки. - Новосибирск: Наука, 2017. - 724 с.
40. Муравьева Е.В., Романовский В.Л. Прикладная техносферная рискология. Экологические аспекты. – Казань: Школа, 2007. - 355 с.

41. Управление рисками техногенных катастроф и стихийных бедствий (пособие для руководителей организаций). Под общ. ред. М.И. Фалеева. - М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. - 270 с.

42. Муравьёва Е.В., Романовский В.Л., Кузьмин А.В., Сибгатуллина Д.Ш. Прикладная техносферная рискология в риск-анализе селитебных зон. - Известия Самарского научного центра РАН, 2016, т.18, № 4(5), с.915-923.

43. Чура Н.Н. Техногенный риск. - М.: КНОРУС, 2017. - 280 с.

44. Асламова В.С., Руш Е.А., Асламова Е.А. Управление рисками, системный анализ и моделирование. - Иркутск: ИрГУПС, 2017. - 176 с.

45. ⁴⁵Итоги науки и техники. ГНТП «Безопасность». Концепция и итоги работы. Том 1.- М.: ВИНТИ, 1993. - 350 с.

46. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 280700 "Техносферная безопасность" (квалификация (степень) «бакалавр»). Утв. приказом Министерства образования и науки РФ № 723 от 14.12.2009.

47. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 280700 Техносферная безопасность (квалификация (степень) "магистр"). Утв. приказом Министерства образования и науки РФ № 758 от 21.12.2009.

48. Дмитренко В.П., Мессинева Е.М., Фетисов А.Г. Техносферная безопасность. Введение в направление образования. - М.: ИНФРА-М, 2016. - 134 с.

49. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. Утв. приказом Министерства науки и высшего образования РФ № 680 от 25.05.2020.

50. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность. - Утв. приказом Министерства науки и высшего образования РФ № 678 от 25.05.2020.

51. Акимов В.А. Оценка состояния науки в Российской Федерации по вопросам исследования техногенных угроз. - Технологии гражданской безопасности, 2018, т.15, № 1, с.4-9.

52. Белов П.Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование. В 3 ч. Ч. 2. - М.: Издательство Юрайт, 2016. - 250 с.

53. О безопасности. Закон РФ № 2446-1 от 5.03.1992.

54. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Федеральный закон № 68-ФЗ от 21.12.1994.

55. О промышленной безопасности опасных производственных объектов. Федеральный закон РФ № 116-ФЗ от 21.07.1997.

56. О безопасности. Федеральный закон № 390-ФЗ от 28.12.2010.

57. Концепция национальной безопасности Российской Федерации. Утв. Указом Президента Российской Федерации № 24 от 10.01.2000.

58. Основы государственной политики в области обеспечения безопасности населения Российской Федерации и защищенности критически важных и потенциально опасных объектов от угроз природного, техногенного характера и террористических актов на период до 2020 года. Указ Президента РФ № Пр-3400 от 17.02.2017.

59. О техническом регулировании. Федеральный закон № 184-ФЗ от 27.12.2002.

60. О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации. Постановление Правительства РФ № 806 от 17.08.2016.

61. Правила отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими производственных объектов к определенной категории риска или определенному классу (категории) опасности. Утв. Постановлением Правительства РФ № 806 от 17.08.2016.

62. Методические рекомендации по внедрению риск-ориентированного подхода при проведении плановых проверок деятельности юридического лица и (или) индивидуального предпринимателя субъекта электроэнергетики, эксплуатирующего объекты электросетевого хозяйства. Утв. приказом Ростехнадзора № 291 от 23.07.2019.

63. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации. Утв. Указом Президента Российской Федерации № 683 от 31.12.2015.

64. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации. Утв. Указом Президента Российской Федерации № 400 от 02.07.2021.

65. Россия в борьбе с катастрофами. Книга 3. Создание и развитие РСЧС. Под. общ. ред. С.К.Шойгу. - М.: Деловой экспресс, 2007. - 327 с.

66. Федеральная целевая научно-техническая программа на 1996 - 2000 годы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения». Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации № 1414 от 23.11.1996.

67. Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2021 годы». Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации № 426 от 21.05.2013.

68. Государственная Программа «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» (Госпрограмма ГП-47). Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации № 377 от 29.03.2019.

69. Государственная программа Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации». Утв. постановлением Правительства Российской Федерации № 1814 от 21.10.2021.

70. Программа фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2008-2012 годы. Распоряжение Правительства РФ № 233-р от 27.02.2008.

71. Программа фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы. Распоряжение Правительства РФ № 2237-р от 03.12.2012.

72. План фундаментальных исследований Российской академии наук на период до 2025 года. - М.: Наука, 2006. - 151 с.

73. Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 - 2030 годы). Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации № 3684-р от 31.12.2020.

74. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утв. Указом Президента Российской Федерации № 642 от 01.12.2016.

75. Федеральная целевая программа «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2005 года». Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации № 1098 от 29.09.1999.

76. Федеральная целевая программа «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 года». Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации № 1 от 06.01.2006.

77. Федеральная целевая программа «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2015 года». Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации № 555 от 07.07.2011.

78. Государственная программа «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах». Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации № 300 от 15.04.2014.

79. Федеральная целевая программа «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года». Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации № 523 от 29.06.2011.

80. Федеральная целевая программа «Пожарная безопасность в Российской Федерации на период до 2017 года». Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации № 1481 от 30.12.2012.

81. Федеральная целевая программа «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009-2014 годы)». Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации № 791 от 27.10.2008.

82. Федеральная целевая программа «Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Российской Федерации на 2009-2018 годы». - Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации № 365 от 23.04.2009.

83. Акимов В.А., Соколов Ю.И., Сосунов И.В. Глобальные и национальные приоритеты снижения риска бедствий и катастроф. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. - 396 с.

84. Русское общество управления рисками. - <http://rrms.ru/about>.

85. Российское научное общество анализа риска. - <http://www.sra-russia.ru>.

86. Устав общероссийской общественной организации «Российское научное общество анализа риска». - Проблемы анализа риска, 2004, т.1, № 1, с.8-16.

87. Экспертный совет МЧС России <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo/komissii/ekspertnyy-sovet-mchs-rossii>.

88. Положение об Экспертном совете Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Утв. Утв. приказом МЧС РФ от 21.06.2007.

89. Горбунов А.А., Кораев К.В., Савельев Д.В. Возможности национального центра управления в кризисных ситуациях и сети центров управления в кризисных ситуациях Российской Федерации. - Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России, 2013, № 2, с.7-11.

90. О создании Военного инновационного технополиса «Эра». Указ Президента Российской Федерации № 364 от 25.06.2018.

91. Доклад о реализации государственной научно-технической политики в Российской Федерации и важнейших научных достижениях, полученных российскими учеными в 2020 году. - М.: РАН, 2021. - 190 с.

92. Общественный совет при МЧС России. - <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo/otkrytoe-ministerstvo/obshchestvennyy-совет-pri-mchs-rossii>.

93. Положение об Общественном совете при Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Утв. Утв. приказом МЧС РФ № 237 от 26.04.2019.

94. ГОСТ Р 54123-2010. Безопасность машин и оборудования. Термины, определения и основные показатели безопасности.

95. ГОСТ Р 54125-2010. Безопасность машин и оборудования. Принципы обеспечения безопасности при проектировании.

96. ГОСТ 33272-2015. Безопасность машин и оборудования. Порядок установления и продления назначенных ресурса, срока службы и срока хранения. Основные положения.

97. ГОСТ ISO 12100-2013. Безопасность машин. Основные принципы конструирования. Оценки риска и снижения риска.

98. ГОСТ ИСО 14123-1-2000 Безопасность оборудования. Снижение риска для здоровья от опасных веществ, выделяемых оборудованием. Часть 1. Основные положения и технические требования.

99. ГОСТ ИСО 14123-2-2001. Безопасность оборудования. Снижение риска для здоровья от опасных веществ, выделяемых оборудованием. Часть 2. Методика выбора методов проверки.

100. Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах. Утв. приказом Ростехнадзора № 188 от 13.05.2015.

101. ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения.

102. ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения.

103. ГОСТ Р 22.10.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций.

104. ГОСТ Р 22.2.02-2015. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Оценка риска чрезвычайной ситуации при разработке проектной документации объектов капитального строительства.

105. ГОСТ Р 12.0.001-2013. Система стандартов безопасности труда. Система стандартов безопасности труда. Основные положения.

106. ГОСТ Р 12.0.010-2009. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков.

107. ГОСТ Р 12.2.011-2003. Система стандартов безопасности труда. Машины строительные, дорожные и землеройные. Общие требования безопасности.

108. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике. Термины и определения.

109. ГОСТ 27.003-2016. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.

110. ГОСТ Р 27.001-2009. Надежность в технике. Система управления надежностью. Основные положения.

111. ГОСТ Р 27.003-2011. Надежность в технике. Управление надежностью. Руководство по заданию технических требований к надежности.

112. ГОСТ Р 27.011-2019. Надежность в технике. Вероятностный анализ риска технических систем.

113. ГОСТ 32192-2013. Надежность в железнодорожной технике. Основные понятия. Термины и определения.

114. ГОСТ 33943-2016. Надежность железнодорожного тягового подвижного состава. Термины и определения.

115. ГОСТ Р 52527-2006. Установки газотурбинные. Надежность, готовность, эксплуатационная технологичность и безопасность.
116. ГОСТ Р 54257-2010. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования.
117. ГОСТ Р 56081-2014. Изделия авиационной техники. Безопасность полета, надежность, контролепригодность, эксплуатационная и ремонтная технологичность. Порядок нормирования и контроля показателей.
118. ГОСТ Р 51897-2002. Менеджмент риска. Термины и определения.
119. ГОСТ Р 51897-2011. Менеджмент риска. Термины и определения.
120. ГОСТ Р 51901.1-2002. Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем.
121. ГОСТ Р 51901.23-2012. Менеджмент риска. Реестр риска. Руководство по оценке риска опасных событий для включения в реестр риска.
122. ГОСТ Р 54143-2010. Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Промышленные инциденты.
123. ГОСТ Р 54145-2010. Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Общая методология.
124. ГОСТ Р 57272.1-2016. Менеджмент риска применения новых технологий. Часть 1. Общие требования.
125. ГОСТ Р 54617.1-2011. Менеджмент риска в наноиндустрии. Общие принципы.
126. ГОСТ Р 58771-2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска.
127. ГОСТ Р ИСО/МЭК 16085-2007. Менеджмент риска. Применение в процессах жизненного цикла систем и программного обеспечения.
128. ГОСТ Р МЭК 60300-1-2017. Менеджмент риска. Руководство по применению менеджмента надежности.
129. ГОСТ Р ИСО 31000-2019. Менеджмент риска. Принципы и руководство.

130. Р 50.1.068-2009. Менеджмент риска. Рекомендации по внедрению. Часть 1. Определение области применения.

131. Р 50.1.069-2009. Менеджмент риска. Рекомендации по внедрению. Часть 2. Определение процесса менеджмента риска.

132. Р 50.1.088-2013. Менеджмент риска. Руководство по оценке риска для опасностей со стороны человеческого фактора.

133. ГОСТ Р 14.01-2005. Экологический менеджмент. Общие положения и объекты регулирования.

134. ГОСТ Р 14.03-2005. Экологический менеджмент. Воздействующие факторы. Классификация.

135. ГОСТ Р 14.07-2005. Экологический менеджмент. Руководство по включению аспектов безопасности окружающей среды в технические регламенты.

136. ГОСТ Р 14.09-2005. Экологический менеджмент. Руководство по оценке риска в области экологического менеджмента.

137. ГОСТ Р 58532-2019. Экологический менеджмент. Система ключевых показателей экологической эффективности. Руководство по разработке, внедрению и практическому применению.

138. ГОСТ Р 58533-2019. Экологический менеджмент. Руководство по оценке затрат промышленных предприятий на обеспечение экологической безопасности.

139. ГОСТ Р 58534-2019 Экологический менеджмент. Эффективность использования ресурсов. Часть 1. Основные принципы и стратегии

140. ГОСТ Р 52985-2008. Экологическая безопасность ракетно-космической техники. Общие технические требования.

141. ГОСТ Р ИСО 14031-2016. Экологический менеджмент. Оценка экологической эффективности. Руководство по оценке экологической эффективности.

142. ГОСТ Р ИСО 14034-2016. Экологический менеджмент. Верификация технологий защиты окружающей среды.

143. ГОСТ Р ИСО 14045-2014. Экологический менеджмент. Оценка экологической эффективности производственных систем. Принципы, требования и руководящие указания.

144. Сборник методических документов, применяемых для независимой оценки рисков в области пожарной безопасности, гражданской обороне и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Часть 1. – М.: Союз организаций, осуществляющих, экспертную деятельность в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций промышленной, пожарной и экологической безопасности, 2008. - 704 с.

145. Сборник методических документов, применяемых для независимой оценки рисков в области пожарной безопасности, гражданской обороне и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Часть 2. – М.: Союз организаций, осуществляющих, экспертную деятельность в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций промышленной, пожарной и экологической безопасности, 2008. - 416 с.

146. Р 50.1.068-2009. Менеджмент риска. Рекомендации по внедрению. Часть 1. Определение области применения.

147. Р 50.1.090-2014. Менеджмент риска. Ключевые индикаторы риска.

148. Р 50.1.093-2014. Менеджмент риска. Принципы оценки эффективности воздействий на риск.

149. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Принят Государственной Думой РФ 04.07.2008. Одобрен Советом Федерации 11.07.2008.

150. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. Принят Государственной Думой РФ 23.12.2009. Одобрен Советом Федерации 25.12.2009.

151. Технический регламент о безопасности машин и оборудования. Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации № 753 от 15.09.2009.

152. ТР ТС 010/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования».

153. ТР ТС 012/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах».
154. ТР ТС 032/2013. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением».
155. ТР ЕАЭС 037/2016. Технический регламент Евразийского экономического союза «Об ограничении применения опасных веществ в изделиях электротехники и радиоэлектроники».
156. Программа многотомного издания «Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты». - Безопасность Евразии, 2004, № 4(18), с.653-655.
157. Безопасность России. Функционирование сложных технических систем. Раздел I. - М.: Знание, 1998. - 448 с.
158. Безопасность России. Функционирование сложных технических систем. Раздел II. - М.: Знание, 1998. - 410 с.
159. Безопасность России. Функционирование и развитие сложных народнохозяйственных, технических, энергетических, транспортных систем, систем связи и коммуникаций. Раздел первый. - М: Знание», 1998. - 448 с.
160. Безопасность России. Функционирование и развитие сложных народнохозяйственных, технических, энергетических, транспортных систем, систем связи и коммуникаций. Раздел второй. - М.: Знание», 1998. - 416 с.
161. Безопасность России. Экологическая безопасность, устойчивое развитие и природоохранные проблемы. - М.: Знание, 1999. - 704 с.
162. Безопасность России. Региональные проблемы безопасности с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф. - М.: Знание, 1999. - 672 с.
163. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. - М.: Знание, 1999. - 540 с.
164. Безопасность России. Безопасность промышленного комплекса. - М.: Знание, 2002. - 464 с.

165. Безопасность России. Высокотехнологичный комплекс и безопасность России. В 2 частях. Часть 1. Высокотехнологичный комплекс России: основы экономического развития и безопасности. - М: Знание, 2003. - 575 с.

166. Безопасность России. Высокотехнологичный комплекс и безопасность России. В 2 частях. Часть 2. Проблемы обеспечения безопасности оборонно-промышленного комплекса России. - М: Знание, 2003. - 576 с.

167. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ риска и проблем безопасности. В 4-х ч. Ч. 1. Основы анализа и регулирования безопасности. - М.: Знание, 2006. – 640 с.

168. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ риска и проблем безопасности. В 4-х ч. Ч. 2. Безопасность гражданского и оборонного комплексов и управление рисками. – М.: Знание, 2006. - 752 с.

169. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ риска и проблем безопасности. В 4-х ч. Ч. 3. Прикладные вопросы анализа рисков критически важных объектов. – М.: Знание, 2007. - 816 с.

170. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научнотехнические аспекты. Анализ риска и проблем безопасности. В 4-х ч. Ч. 4. Научно-методическая база анализа риска и безопасности. – М.: Знание, 2007. - 864 с.

171. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научнотехнические аспекты. Анализ рисков и управление безопасностью. Методические рекомендации. – М.: Знание, 2008. - 672 с.

172. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Фундаментальные и прикладные проблемы комплексной безопасности. - М.: Знание, 2017. - 992 с.

173. Природные опасности России. Том 1. Природные опасности и общество. - М.: Крук, 2000. - 245 с.
174. Природные опасности России. Том 2. Сейсмические опасности. - М.: Крук, 2000. - 296 с.
175. Природные опасности России. Том 3. Экзогенные геологические опасности. - М.: Крук, 2002. - 348 с.
176. Природные опасности России. Том 5. Гидрометеорологические опасности. - М.: Крук, 2002. - 295 с.
177. Природные опасности России. Том 6. Оценка и управление природными рисками. - М.: Крук, 2003. - 320 с.
178. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации. - М.: Феория, 2005. - 271 с.
179. Россия в борьбе с катастрофами. Книга 1. IX-XIX века. - М.: Деловой экспресс, 2007. - 286 с.
180. Россия в борьбе с катастрофами. Книга 2. XX век - начало XXI века. - М.: Деловой экспресс, 2007. - 272 с.
181. Россия в борьбе с катастрофами. Книга 3. Создание и развитие РСЧС. - М.: Деловой экспресс, 2007. - 327 с.
182. Гражданская защита. Энциклопедия. В 4-х томах. Т. I (А–И). - М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. - 666 с.
183. Гражданская защита. Энциклопедия. В 4-х томах. Т. II (К–О). - М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. - 624 с.
184. Гражданская защита. Энциклопедия. В 4-х томах. Т. III (П–С). - М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. - 658 с.
185. Гражданская защита. Энциклопедия. В 4-х томах. Т. IV (Т–Я). - М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. - 496 с.
186. Нормативно-правовая и методическая база стран СНГ по проблемам чрезвычайных ситуаций. - М.: ФЦ ВНИИ ГОЧС, 2003. - 465 с.
187. Гражданская защита. Понятийно-терминологический словарь. Под общ. ред. Ю.Л.Воробьева. - М.: Геополитика, 2001. - 240 с.

188. Гражданская защита. Энциклопедический словарь. - М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. - 664 с.
189. Ежемесячный научно-производственный журнал «Безопасность труда в промышленности». - <https://www.btpnadzor.ru>.
190. Научно-практический журнал «Вопросы защиты информации». - http://izdat.ntckompas.ru/editions/detail.php?SECTION_ID=155.
191. Научный информационный сборник «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». - <http://www.viniti.ru/products/publications/pub-13296>.
192. Журнал «Проблемы машиностроения и надежности машин». - <http://mecheng.imash.ru/publishing/journal1>.
193. Научно-технический журнал «Пожаровзрывобезопасность» («Fire and Explosion Safety»). - <https://www.fire-smi.ru>.
194. Научный журнал «Медицина катастроф». - <https://medkatjorn.ru>.
195. Межотраслевой научно-практический журнал «Экология промышленного производства». - http://izdat.ntckompas.ru/editions/about/list.php?SECTION_ID=158&mname=politics.
196. Научно-практический журнал «Здоровье населения и среда обитания» (ЗНиСО). - <https://zniso.fcgie.ru/jour/index>.
197. Научный журнал «Экология человека». - <http://Hum-Ecol.ru>.
198. Научный журнал «Безопасность информационных технологий». - <https://bit.spels.ru>.
199. Научно-практический журнал «Экология и промышленность России». - <http://www.ecology-kalvis.ru>.
200. Научно-методический и информационный журнал «ОБЖ: Основы безопасности жизни». - <https://probj.ru>.
201. Журнал «Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования». - https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32608.
202. Научно-практическое издание «Охрана, безопасность, связь». - https://elibrary.ru/title_about.asp?id=57669.
203. Научно-практический журнал «Ядерная и радиационная безопасность». - <https://nrs-journal.ru>.

204. Научно-технический журнал «Пожарная безопасность» («Fire Safety»). - <http://firesafety-vniipo.ru>.
205. Научный журнал «Безопасность и охрана труда». - <http://biota.ru/publishing>.
206. Научный журнал «Безопасность Евразии». - <http://kuznetsovn.ru/eurasia>.
207. Научно-практический и учебно-методический журнал «Безопасность жизнедеятельности». - <http://www.novtex.ru/bjd>.
208. Научно-технический журнал «Надежность». - <http://www.dependability.ru>.
209. Научно-технический журнал «Технологии гражданской безопасности» («Civil Security Technology»). - https://www.vniigochs.ru/activity/e_library/e_library-tgb_archiv.
210. Научно-практический журнал «Проблемы анализа риска». - <https://www.risk-journal.com>
211. Быков А.А. «Проблемы анализа риска» - официальный печатный орган Российского научного общества анализа риска. - Проблемы анализа риска, 2004, т.1, № 1, с.4-6.
212. Научный журнал «Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация» («Пожары и ЧС»). - <http://academygps.ru/fe-journal>.
213. Научный интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». - <http://academygps.ru/ttb>.
214. Научно-методический журнал «Безопасность в техносфере». - <http://naukaru.ru/ru/nauka/journal/3/view>.
215. Научно-практический журнал «Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях». - <https://mchsros.elpub.ru/jour>.
216. Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» («Problems of Risk Management in the Technosphere»). - http://igps.ru/publication/Nauchnye_zhurnaly_universiteta.

217. Научный журнал «Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества». - <https://igps.ru/publication>.

218. Журнал «Научные и образовательные проблемы гражданской защиты». - <https://amchs.ru/nauka/nauchnyy-zhurnal/?ysclid=l7glyn38m1572617772>.

219. Научный журнал «Право. Безопасность. Чрезвычайные ситуации». - https://igps.ru/publication/PRAVO_BEZOPASNOST_CHREZVYCHAJNYE_SITUACII.

220. Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». - <http://vestnik.igps.ru>.

221. Научно-практический журнал «Проблемы безопасности российского общества». - https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=38239.

222. Научный журнал «Современные проблемы гражданской защиты». - <http://ntp.edufire37.ru>.

223. Научный журнал «Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности». - <http://nd.igps.ru>.

224. Научный электронный журнал «Техносферная безопасность» («Technosphere safety»). - <https://uigps.ru/nauka/tekhnosfernaya-bezopasnost-nauchnyy-elektronnyy-zh/o-zhurnale>.

225. Научный журнал «Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)». - http://igps.ru/publication/Prirodnye_i_texnogennye_riski_fiziko-matematicheskie_i_prikladnye_aspekty.

226. Научный журнал «Вопросы безопасности». - https://www.nbpublish.com/e_nb.

227. Научный информационно-методический журнал «Вопросы кибербезопасности». - <http://cyberrus.com>.

228. Научный сетевой электронный журнал «Системы управления, связи и безопасности» («Systems of Control, Communication and Security»). - <http://sccs.intelgr.com>.

229. Научный журнал «Российский журнал прикладной экологии». - <http://www.rjae.ru>.
230. Научно-практический журнал «Медицина труда и экология человека». - <http://uniimtech.ru>.
231. Научный журнал «Вестник Академии гражданской защиты». - https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=65939.
232. Научно-практический журнал «XXI век. Техносферная безопасность». - http://journals.istu.edu/technosfernaya_bezopastnost.
233. Научный информационно-аналитический журнал «Химическая безопасность». - <http://chemsafety.ru>.
234. Международный теоретический и научно-практический журнал «Безопасность техногенных и природных систем». - <https://btps.elpub.ru/jour/index>.
235. Научный журнал «Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования». - <http://agz.dnmchs.ru/agz/content/journaltb>.
236. Научный журнал «Культура и безопасность». - <https://academygps.ru/nauka-5/nauchnye-zhurnaly-i-publikatsii-52/kb-journal>.
237. Научно-аналитический журнал «Актуальные проблемы безопасности в техносфере». - <http://apbt-sibpsa.ru>.
238. Махутов Н.А., Кузык Б.Н., Абросимов Н.В. и др. Научные основы прогнозирования и прогнозные показатели социально-экономического и научно-технологического развития России до 2030 года с использованием критериев стратегических рисков. - М.: Институт экономических стратегий, 2011. - 136 с.
239. Хамидуллина Е.А. Тимофеева С.С. Моделирование опасных процессов в техносфере: практические работы и методические указания к их выполнению. - Иркутск: ИРНИТУ, 2015. - 137 с.
240. Северцев Н.А., Бецков А.В. Системный анализ теории безопасности. - М.: Юрайт, 2022. - 456 с.

241. Сугак Е.В., Окладникова Е.Н. Прикладная теория случайных процессов. - Красноярск: Сибирский государственный аэрокосмический университет, 2006. - 168 с.
242. Острейковский В.А. Анализ устойчивости и управляемости динамических систем методами теории катастроф. - М: Высшая школа, 2005. - 326 с.
243. Приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации. - Утв. Указом Президента Российской Федерации № 899 от 07.07.2011.
244. Перечень критических технологий Российской Федерации. - Утв. Указом Президента Российской Федерации № 899 от 07.07.2011.
245. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года. Указ Президента Российской Федерации № 474 от 21.07.2020.
246. О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации. Указ Президента Российской Федерации № 166 от 30.03.2022.
247. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года. - М.: Минэкономразвития России, 2007. - 354 с.
248. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2036 года. - М.: Минэкономразвития России, 2018. - 47 с.
249. Жмеренецкий В.Ф., Летуновский В.В., Полулях К.Д. Теория безопасности социальных систем. - М.: Московский психолого-социальный институт, 2010. - 182 с.
250. Пашкевич Н.А., Бесперстов Д.А., Зубарева В.А. и др. Анализ состояния техносферной безопасности России. - Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. - 2013, № 1-1, с.161-165.
251. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации № 1662-р от 17.11.2008.

252. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года. Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018.

253. О стратегическом планировании в Российской Федерации. Федеральный закон № 172-ФЗ от 28.06.2014.

254. Основы государственной политики в сфере стратегического планирования в Российской Федерации. Утв. Указом Президента Российской Федерации № 633 от 08.11.2021.

255. Фалеев М.И., Владимиров В.А. О формировании и функционировании системы обеспечения мероприятий по гражданской обороне. - Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования, 2018, т.8, № 2(15), с.2-9.

256. Итоги науки и техники. ГНТП «Безопасность». Концепция и итоги работы. Том 2. М.: ВИНТИ, 1995. - 479 с.

257. Наука и безопасность России. - М.: Наука, 2000. - 599 с.

258. Шокин Ю.И., Махутов Н.А., Москвичев В.В., Шабанов В.Ф. Проблемы природно-техногенной безопасности регионов Сибири. - ЭКО, 2003, № 8, с.31-47.

259. Порфирьев Б. Н. Государственное управление в чрезвычайных ситуациях. - М.: Наука, 1991. - 135 с.

260. Есипов Ю.В. Концепция возможностей оценки риска техногенных систем. - Автоматика и телемеханика, 2003, № 7, с.5-12.

261. Воробьев Ю.Л. Основные направления государственной стратегии снижения рисков и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации на период до 2010 г.- Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях, 1997, № 4, с.3-22.

262. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН от 25 сентября 2015 года. - <http://undocs.org/ru/A/RES/70/1>.

263. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2018 год. - М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. - 2018. - 172 с.
264. Сугак Е.В. Инвестиционная привлекательность и социально-экологические риски Красноярского края. - Наука Красноярья, 2017, т.6, № 4-2, с.146-151.
265. Сугак Е.В. Устойчивое развитие и экологическая безопасность регионов Сибири. - Вестник Алтайской академии экономики и права, 2019, № 3, с.104-114.
266. Сугак Е.В. Устойчивое развитие и экологическая безопасность промышленных регионов России. - Региональная экономика и управление: электронный научный журнал, 2020, № 3(63). - <https://eee-region.ru/article/6302>.
267. Бахметов А.М. и др. Методы оценки и обеспечения безопасности ЯЭУ. - М.: Энергоиздат, 1988.
268. Воробьев Ю.Л. Основы формирования и реализации государственной политики в области снижения рисков чрезвычайных ситуаций.- М.: ФИД «Деловой экспресс», 2002. - 247 с.
269. Махутов Н.А. Конструкционная прочность, ресурс и техногенная безопасность. Часть 1. Критерии прочности и ресурса. - Новосибирск: Наука, 2005. - 494 с.
270. Махутов Н.А. Конструкционная прочность, ресурс и техногенная безопасность. Часть 2. Обоснование ресурса и безопасности. - Новосибирск: Наука, 2005. - 610 с.
271. Сурова О.И., Юскевич О.И. Методы анализа и оценки техногенного риска. - Вестник Казанского государственного энергетического университета, 2010, № 1(4), с.61-70.
272. Махутов Н.А., Гаденин М.М., Юдина О.Н. Научный анализ рисков в жизнеобеспечении человека, общества и государства. - Проблемы анализа риска, 2019, т.16, № 2, с.70-86.

273. Острейковский В.А., Швыряев Ю.В. Безопасность атомных станций. Вероятностный анализ. - М.: Физматлит, 2008. - 352 с.
274. Теплякова Т.Г. Анализ методов оценки техногенного риска на промышленных предприятиях. - Неделя науки ИСИ. Сб. мат. Всеросс. конф. - СПб.: 2021, с.182-184.
275. Махутов Н.А., Абросимов Н.В., Гаденин М.М. Обеспечение безопасности - приоритетное направление в области фундаментальных и прикладных исследований. - Экологические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз, 2013, № 3(27), с.46-71.
276. Махутов Н.А. Прочность и безопасность. Фундаментальные и прикладные исследования. - Новосибирск: Наука, 2008. - 523 с.
277. Гаденин, М.М. Структура многоуровневого мониторинга параметров безопасности техносферы и окружающей среды. - Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, 2012, № 1, с.93-102.
278. Махутов Н.А., Гаденин М.М., Чернявский А.О, Шатов М.М. Анализ рисков отказов при функционировании потенциально опасных объектов. - Проблемы анализа риска, 2012, т.9, № 3, с.8-21.
279. Гаденин М.М. Многопараметрический анализ условий безопасной эксплуатации и защищенности машин и конструкций по критериям прочности, ресурса и живучести. - Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, 2012, № 6, с.22-36.
280. Повестка дня на XXI век. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 года).
281. Декларация тысячелетия. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН от 08.09.2000.
282. Будущее, которого мы хотим. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН от 11.09.2012.
283. Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН от 25.09.2015.

284. Акимов В.А. Междисциплинарные исследования проблем безопасности. - М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2017. - 136 с.
285. Акимов В.А. Проблемы безопасности жизнедеятельности в современной научной картине мира. - Технологии гражданской безопасности, 2018, т.15, № 4(58), с.14-22.
286. Фролов К.В., Махутов Н.А. Фундаментальные и прикладные исследования рисков и безопасности на федеральном и региональном уровнях. - Современные технологии. Системный анализ. Моделирование, 2007, № 4(16), с.104-111.
287. Гилмор Р. Прикладная теория катастроф. - М.: Мир, 1984. - 286 с.
288. Акимов В.А., Владимиров В.А., Измалков В.И. Катастрофы и безопасность. - М.: МЧС России, 2006. - 392 с.
289. Урсул А.Д. Синергетический подход к исследованию безопасности. - Вопросы безопасности, 2012, № 2, с.1-47.
290. Стратегические риски чрезвычайных ситуаций: оценка и прогноз. М., ЦСИ ГЗ МЧС, 2003. - 400 с.
291. Акимов В.А., Новиков В.Д., Радаев Н.Н. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски. - М: Деловой экспресс, 2001. - 343 с.
292. Легасов В.А., Чайванов Б.Б., Черноплеков А.Н. Научные проблемы безопасности техносферы. - Безопасность труда в промышленности, 1988, № 1, с.44-51.
293. Махутов Н.А. Научные проблемы безопасности техногенной сферы. - Проблемы машиностроения и надежности машин. 1999. № 1, С. 109-116.
294. Махутов Н.А., Котельников В.С., Зарецкий А.А., Макаров А.Б. Актуальные направления исследования в машиностроении в контексте развития системы технического регулирования. - Безопасность труда в промышленности, 2007, № 1, с.32-36.

УДК 620.9:006.354

Глава 2.

**МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ КЛАССА ЭФФЕКТИВНОСТИ
НИЗКОВОЛЬТНОЙ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ**

Андрианова Людмила Прокопьевна

д-р техн. наук, профессор

Павлова Зухра Хасановна

д-р техн. наук, профессор

Калимгулов Айрат Ринатович

канд. физ.- мат. наук, доцент

Хазиева Регина Тагировна

канд. техн. наук, доцент

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Аннотация. В статье рассмотрены основные понятия в области эффективности использования электроэнергии и аспекты учета энергетической оптимизации электропотребления при проектировании или модернизации низковольтных электроустановок для четырех областей применения, включая жилые, коммерческие, промышленные здания и инфраструктуру. Показан нормативный обобщенный подход к оценке эффективности электроустановки с помощью энергетической системы управления энергетической эффективностью. Приведены: классификация параметров измерений эффективности и их нормативные уровни; классификация и виды исполнительских уровней энергоэффективности, такие как минимальные требования по распределению годового потребления электроэнергии между потребителями на освещение и технологические процессы, по уменьшению реактивной энергии, по эффективности трансформаторов. Охарактеризован

состав требований к оптимизационному анализу класса энергоэффективности электроустановки для оптимального расположения подстанции, трансформаторов, электродвигателей, систем освещения, отопления и вентиляции, электропроводных систем, для улучшения коэффициента мощности, для измерений напряжения, коэффициента мощности, высших и промежуточных гармоник, электроэнергии и мощности, к возобновляемому источнику энергии. Описана методика составления графиков измерений эффективности и энергоэффективности электроустановки. Приведен пример оценки класса эффективности электроустановки на основе комбинации результатов измерений параметров эффективности и исполнительских уровней энергоэффективности. Материал, изложенный в статье, составлен на основе современной нормативно-технической документации.

Ключевые слова: Класс эффективности, низковольтная электроустановка, исполнительские уровни энергоэффективности, нормативные уровни энергоэффективности, оптимизационный анализ, параметры электропотребления, энергетическая система управления, эффективность измерений, эффективность использования электроэнергии.

METHODOLOGY FOR EVALUATING THE EFFICIENCY CLASS OF A LOW-VOLTAGE ELECTRICAL INSTALLATION BASED ON ENERGY OPTIMIZATION OF POWER CONSUMPTION

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

Abstract. The article discusses the basic concepts in the field of energy efficiency and aspects of accounting for energy optimization of electricity consumption in the design or modernization of low-voltage electrical installations

for four applications, including residential, commercial, industrial buildings and infrastructure. A normative generalized approach to evaluating the efficiency of an electrical installation using an energy efficiency management system is shown. The following are given: classification of parameters of efficiency measurements and their normative levels; classification and types of performance levels of energy efficiency, such as minimum requirements for the distribution of annual electricity consumption between consumers for lighting and technological processes, for reducing reactive energy, for the efficiency of transformers. The composition of the requirements for the optimization analysis of the energy efficiency class of an electrical installation for the optimal location of substations, transformers, electric motors, lighting, heating and ventilation systems, electrical wiring systems, for improving the power factor, for measuring voltage, power factor, higher and intermediate harmonics, electricity and power, to a renewable energy source is characterized. The method of drawing up graphs of measurements of the efficiency and energy efficiency of an electrical installation is described. An example of evaluating the efficiency class of an electrical installation based on a combination of measurement results of efficiency parameters and performance levels of energy efficiency is given. The material presented in the article is compiled on the basis of modern regulatory and technical documentation.

Key words: Efficiency of electricity use, energy efficiency class of electrical installation, measurement efficiency, measurement parameters of power consumption efficiency, performance level of energy efficiency, regulatory levels of energy efficiency, optimization requirements.

Введение

Эффективность использования энергии базируется на оптимизации электропотребления, которая определяется стоимостью электроэнергии, количеством потребления и адаптацией в реальном времени.

Внедрение мер по энергоэффективности требует комплексного подхода к электроустановке, так как оптимизация энергопотребления требует рассмотрения всех режимов ее работы.

Эффективность использования энергии оценивается путем проведения измерений параметров за все время существования электроустановки, что позволяет идентифицировать возможности для конкретных мероприятий по улучшению и модернизации, осуществляемые через основные инвестиции [1].

1 Основные понятия в области эффективности использования электроэнергии

Частично нормативные термины и определения, относящие к методологии оценки класса эффективности электроустановки, приведены в табл. 1 [1].

Таблица 1

Термины и определения в области энергоэффективности

Эффективность использования электроэнергии (ЭИЭ) – Системный подход, направленный на оптимизацию эффективности электропотребления.
Характеристики эффективности использования электроэнергии – Набор критериев, определяющих ЭИЭ в электроустановке.
Класс энергоэффективности установки (КЭУ) – Комбинация мероприятий по эффективности и характеристики ЭИЭ на разных уровнях.
Эффективность измерений (ЭИ) – Уровень внедрения измерений по улучшению ЭИЭ в электроустановке.
Исполнительский уровень энергоэффективности (ИУЭ) – Уровень повышения энергоэффективности, достигнутый мероприятиями, осуществленными для улучшения ЭИЭ в электроустановке.
Параметр эффективности использования энергии – Фактор, влияющий на эффективность использования энергии в электроустановке.
Энергетическая система управления (ЭСУ) – Система, включающая различное оборудование и устройства в установке с целью управления энергоэффективностью.

Для выработки общего подхода к эффективности применения электроэнергии в соответствии с ГОСТ Р 50571.8.1 -2018 выделяют четыре области, каждая из которых имеет особенности методологии внедрения ЭИЭ (табл. 2):

Таблица 2

Области применения электроэнергии

№	Область применения электроэнергии	Описание
1	Жилые здания	Помещения, спроектированные и построенные для частного жилья.
2	Коммерческие здания	Помещения, спроектированные и построенные для коммерческих целей, например: офисы, центры розничной торговли и поставки, общественные здания, банки, отели.
3	Промышленные здания	Помещения, спроектированные и построенные для производства и операций по обработке, например: фабрики, мастерские, центры поставки.
4	Инфраструктура	Системы или помещения, спроектированные и построенные для транспортировки или сервисных операций, например: терминалы аэропортов, портовые средства, транспортные средства.

При проектировании или модернизации электроустановки следует в соответствии с рекомендациями ГОСТ Р 50571.8.1 принимать во внимание:

- а) энергетический характер нагрузки: активный и пассивный;
- б) минимизацию энергетических потерь в электрической установке посредством:

- оптимальное расположение подстанции высокого напряжения (ВН)/ низкого напряжения (НН), местного источника генерации энергии и распределительного щита (центр нагрузки),

- сокращение потерь в проводах.

В пределах проектируемой или модернизируемой электроустановки должны быть определены основные требования к нагрузке и перечислены нагрузки совместно с продолжительностью их действия и оценкой ежегодного электропотребления.

При выборе наилучшего расположения подстанции должно быть уделено внимание рациональному использованию площадей здания, строительству и внешней доступности. Для уменьшения потерь трансформаторы и главный распределительный щит должны быть

расположены по возможности на минимальном расстоянии до основной нагрузки. Эти решения должны быть согласованы с проектировщиками здания и собственниками еще до этапа строительства.

2 Энергетическая система управления

Энергетическая система управления энергоэффективностью и нагрузкой (рис. 1) дает представление об оптимизации использования расходуемой энергии с учетом нагрузки, местного производства, накопителей и требований потребителя.

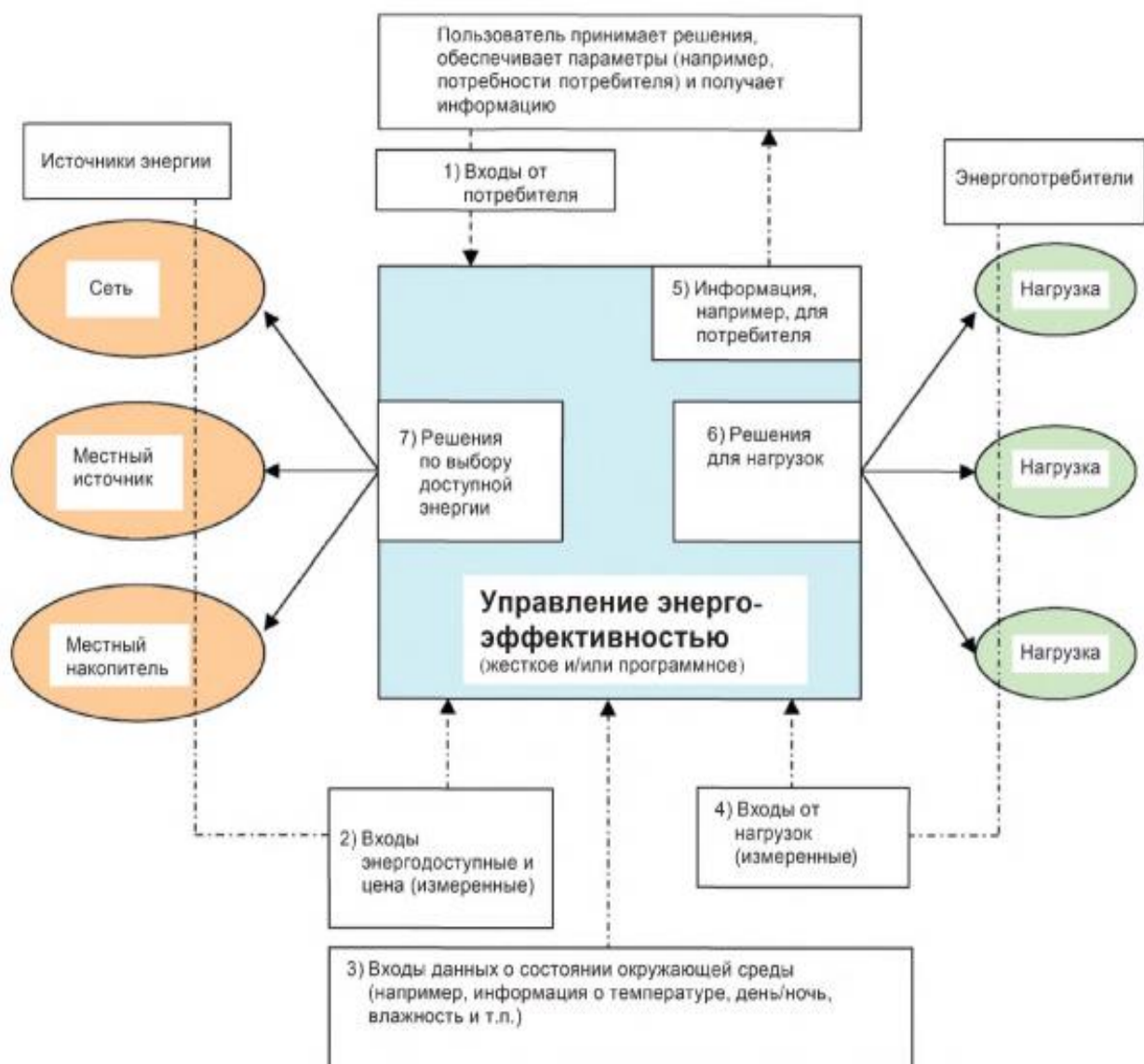


Рис. 1. Энергоэффективность и система управления нагрузкой [1, с. 9]

Основой для проектирования системы управления энергоэффективностью является заявленная мощность потребителя.

При определении требований к источнику питания определяющими решениями являются принятые потребителем типы используемого источника питания нагрузки.

Основой для определения эффективности установки, дающей абоненту понимание его потребления, является измерение.

Точность измерения в точке присоединения нагрузок должна соответствовать заявленным целям и может использоваться для измерения эффективности установки в целом [2].

Точность измерения в оконечных цепях питания нагрузки может быть достаточной применением более низкого класса точности энергетических датчиков тока для получения информации о временных тенденциях.

Диапазон измерения устройства должен соответствовать максимальным значениям параметров, измеренным в сети.

Для структурированной системы распределения (рис. 2) измерение энергии / мощности и контроль должны соответствовать требованиям, приведенным в табл. 3.

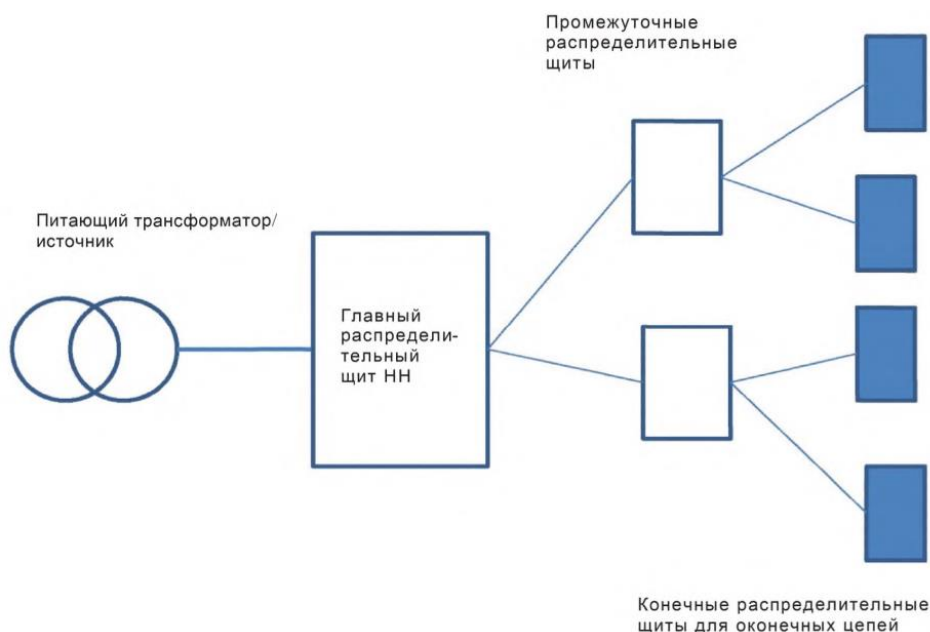


Рис. 2. Схема распределения мощности [1, с.11]

Для определения энергоэффективности низковольтных установок главным образом используют следующие опции:

- энергетический анализ использования и распределение стоимости;
- энергетическую оптимизацию использования, оценку эффективности (коэффициент использования, эффективность использования мощности), оптимизацию соглашения, соответствие установленным требованиям, системную политику управления энергетикой;
- сетевое измерение, сетевой мониторинг, мониторинг качества поставки мощности.

Таблица 3

Краткий обзор требований ([1, с. 11], изм.)

Показатель	Ввод	Главный РЩ ¹	Промежуточный РЩ ¹	Конечный РЩ ¹¹
Варианты сетей	Установка в целом	Однотипные предприятия (например, бассейн, мастерская, офис)	Зоны и/или потребители (например, обогрев вестибюля)	Цепи
Отношение тока нагрузки к номин. току	от 30 до 90 % (от среднего до высокого)	от 30 до 70% (среднее)	от 20 до 40% (низкое)	< 20 % (очень низкое)
Возможные цели измерения для управления сетью	Мониторинг качества поставки. Мониторинг сети	Мониторинг сети	Измерение мощности	Измерение мощности.
Измерение в целях снижения затрат	Измерение расхода. Выставление счета. Анализ использования энергии и оптимизация. Оптимизация соглашения. Соблюдение регулирования	Распределение платежей. Анализ использования энергии и оптимизация. Оценка эффективности. Оптимизация соглашения. Соблюдение регулирования.	Распределение платежей. Анализ использования энергии и оптимизация. Оценка эффективности. Оптимизация соглашения. Соблюдение регулирования.	Анализ использования энергии и оптимизация. Оценка тенденций использования энергии.
Точность измерения активной энергии в системе	Высокая точность, от 0,2 до 1 класса	Хорошая точность, например, от 0,5 до 2 класса	Средняя точность, например, от 1 до 3 класса	Надежность измерения более важна, чем точность.
Примечание: ¹ Распределительный щит				

Энергетическая система управления основывается:

- на выборе конечного потребителя;
- на энергетическом мониторинге;
- на энергетической доступности и стоимости;
- на входах от нагрузок, местных источников производства электроэнергии и накопителей, энергетических датчиков и прогнозировании.

Энергетическая система управления должна включать:

- измерение в распределительных сетях;
- мониторинг;
- показатели качества энергии;
- информативность;
- извещение: проверка хорошей эксплуатации устройств;
- тарифное управление, если таковое имеется;
- безопасность данных;
- информационную функцию для осведомления общественности.

Требования потребителя определяют входы к системе, то есть измерители, датчики, контрольные входы и т. д., и методологию контроля для определения выходов и параметров контроля.

Выходы могут управлять устройствами управления нагрузкой и предоставлять информацию от измерителей об уровнях напряжения и нагрузки, о качестве электроэнергии для последующих действий потребителя. Система управления может также давать извещения по управлению нагрузками или изменениям тарифов при превышении заданных пределов.

Измерение — это один из первых моментов в обеспечении энергоэффективности:

- а) аудит энергопотребления;
- б) оптимизация посредством постоянной автоматизации или мониторинга;
- с) мониторинг, эксплуатация и модернизация электроустановки.

В табл. 4 показаны действия и исполнители процесса управления энергоэффективностью, рекомендуемые в ГОСТ Р 50571.8.1-2018.

Таблица 4

**Процесс управления энергоэффективностью электроэнергии
и исполнители [1, с. 15]**

Действие	Пояснения	Основной исполнитель
Энергоаудит и измерения	—	Аудитор или энергоменеджер
Основные принципы	Начальный выбор оборудования, энергосберегающие устройства. Начальные параметры настройки и т.д.	Монтажник
Оптимизация	Управление отоплением и вентиляцией. Управление освещением. Регулируемый электропривод. Автоматическое поддержание коэффициента мощности и т. д.	Монтажник/арендатор или потребитель, энергоменеджер
Мониторинг, эксплуатация	Установка измерительных приборов. Мониторинг обслуживания. Анализ энергоэффективности, программное обеспечение и т. д.	Энергоменеджер/арендатор или потребитель
Управление, модернизация	Проверка, эксплуатация и т. д.	Энергоменеджер/арендатор или потребитель

Энергоэффективность должна поддерживаться во время всего срока службы электроустановки и сопровождаться новыми измерениями параметров вследствие нового обеспечения и эксплуатационных изменений (рис. 3) [1, с.15].

Для оценки энергоэффективности электроустановки по просьбе потребителя разрабатывается исполнительская программа энергоэффективности, обеспечивающая:

- первоначальный и периодический аудит установки;
- соответствующую точность измерительного оборудования;
- внедрение мер для повышения эффективности установки;
- периодическое обслуживание установки.



Рис. 3. Повторяющийся процесс управления энергоэффективностью

Основной целью мероприятий по энергоэффективности является оптимизация количества потребляемой электроэнергии.

Для определения эффективности измерений и достижения энергоэффективности на исполнительском уровне согласно нормативной документации должны быть рассмотрены требования к эффективности потребляющего токового оборудования, к электрической системе распределения и к установке системы управления, мониторинга и системы наблюдения. Эти требования используются для анализа при проектировании и монтаже низковольтных электроустановок.

3 Эффективность измерений

Измерения параметров энергоэффективности классифицируются по пяти нормативным уровням: **ЕИ0, ЕИ1, ЕИ2, ЕИ3, ЕИ4**, причем каждый последующий уровень включает предыдущие [1].

Нормативные уровни энергоэффективности по определению сеток нагрузок электропотребления для рассматриваемых областей применения (см. табл. 1) приведены в табл. 5.

Таблица 5

Определение сетки нагрузок (по данным [1, с.25], изм.)

Нормативный уровень энергоэффективности	Жилые здания	Коммерческие здания	Промышленность	Инфраструктура
ЕИ0	Не рассматриваются			
ЕИ1	Сетка нагрузок в установке в течение дня			
ЕИ2	Сетка нагрузок в установке в течение каждого дня недели			
ЕИ3	Сетка нагрузок в установке в течение каждого дня в году			
ЕИ4	Постоянная база данных сеток нагрузок в установке			

Нормативные уровни энергоэффективности по определению местоположения главной подстанции в пределах расстояния от оптимального расположения относительно самой удаленной нагрузки приведены в табл. 6.

Таблица 6

Местоположение главной подстанции ([1, с.25], изм.)

Область применения	ЕИ0	ЕИ1	ЕИ2	ЕИ3	ЕИ4
Жилые здания	нет	60 %	40 %	25 %	10 %
Коммерческие здания	нет	60 %	40 %	25 %	10 %
Промышленность	нет	60 %	40 %	25 %	10 %
Инфраструктура	нет	60 %	40 %	25 %	10 %

Потребляющее ток оборудование

Двигатели и средства управления

В промышленности 60 % потребляемого электричества используется на двигатели и 63 % этой энергии используется для таких нагрузок, как насосы и вентиляторы.

При применении двигателей должны быть рассмотрены следующие аспекты:

- сокращение потребления электроэнергии;
- оптимизация номинальной мощности;
- уменьшение пусковых токов;
- сокращение шума и вибрации, это позволяет избежать механических повреждений и отказов в системах кондиционирования воздуха или системах отопления;

- улучшение качества управления и повышение точности поддержания необходимого потока и давления.

Нормативные требования к оптимизационному анализу и мониторингу класса энергоэффективности электродвигателей в [%] от установленной мощности общедомового оборудования приведены в табл. 7.

Таблица 7

**Требования к оптимизационному анализу для двигателей
([1, с.26], изм.)**

Область применения	ЕИ0	ЕИ1	ЕИ2	ЕИ3	ЕИ4
Жилые здания	нет	30%	30 %	50 %	70 %
Коммерческие здания	нет	< 50%	< 50%	< 70%	< 90%
Промышленность	нет	< 50%	< 50%	< 70%	< 90%
Инфраструктура	нет	< 50%	< 50%	< 70%	< 90%

Освещение. Освещение может составлять большую часть энергопотребления энергии в электроустановке в зависимости от типа ламп и светильников для их применения. Управление освещением, когда и где это необходимо, и постоянное управление освещением может быть осуществлено при помощи: датчиков движения, управления освещенностью, таймерных выключателей, часовых выключателей, светочувствительных выключателей, постоянных регуляторов яркости.

Решения по управлению освещением могут улучшить энергоэффективность больше чем на 50 %.

Нормативные требования к оптимизационному анализу класса энергоэффективности для освещения приведены в табл. 8.

Таблица 8

**Требования к оптимизационному анализу для освещения
(по данным [1, с. 27], изм.)**

Класс энергоэффективности	Область применения			
	Жилые здания	Коммерческие здания	Промышленность	Инфраструктура
ЕИ0	Не рассматривается			
ЕИ1	Рассмотрение типа лампы и расположения			
ЕИ2	Рассмотрение типа лампы и расположения с учетом естественного освещения			
ЕИ3	Управление в зависимости от источника естественного освещения или использования в здании или типа ламп			
ЕИ4	Управление в зависимости от источника естественного освещения или использования в здании или рассмотрение типа лампы			

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха (ОВКВ)

Основные аспекты для системы ОВКВ:

- выбор оборудования ОВКВ в зависимости от структуры установки и использования;

- соответствующая система управления оптимизацией состояния окружающей среды в зависимости от использования и жилого пространства.

Нормативные требования к оптимизационному анализу класса энергоэффективности для систем отопления и вентиляции приведены в табл. 9.

Таблица 9

**Требования к оптимизационному анализу для систем отопления и
вентиляции ([1, с.27], изм.)**

Класс энергоэффективности	Область применения			
	Жилые здания	Коммерческие здания	Промышленность	Инфраструктура
ЕИ0	Не рассматривается			
ЕИ1	Нет	Управление температурой		
ЕИ2	Управление температурой	Управление уровнем температуры в зоне		
ЕИ3	Управление уровнем температуры в зоне	Управление температурой в зоне по времени		
ЕИ4	Управление температурой в зоне по времени	Управление температурой в зоне по времени и по всем датчикам		

Система электроснабжения

Эффективность системы электроснабжения основана на следующих принципах:

- собственная эффективность электрооборудования, такого как трансформаторы или реакторы, и электропроводная система;
 - топология системы электроснабжения на всех уровнях напряжения, например месторасположение основного трансформатора и длина кабелей.
- ГОСТ Р 50571.8.

Трансформаторы и реакторы. При использовании одного или нескольких трансформаторов для электроснабжения энергоустановки особое внимание следует уделить выбору типа трансформатора и его эффективности. Эффективность трансформатора зависит от нагрузки. Потери при максимальной нагрузке и потери без нагрузки должны быть оптимизированы с учетом характера ежедневной, еженедельной и ежегодной нагрузки.

Нормативные требования к оптимизационному анализу класса энергоэффективности для трансформаторов приведены в табл. 10.

Таблица 10

**Требования к оптимизационному анализу для трансформаторов
([1, с.28], изм.)**

Класс энергоэффективности	Область применения			
	Жилые здания	Коммерческие здания	Промышленность	Инфраструктура
ЕИ0	Не рассматривается			
ЕИ1	Не рассматривается			
ЕИ2	Выбор трансформаторов согласно стоимости магнитных и электрических потерь или потерь в рабочей точке в течение срока службы			
ЕИ3				
ЕИ4				

Электропроводная система

Площади поперечного сечения проводников и интегрированной архитектуры могут быть оптимизированы для уменьшения потерь. Влияние тепловых потерь, потерь на включение и отключение нагрузки от

оборудования, включенного последовательно в электропроводную систему, например от распределительных устройств и регуляторов, счетчиков энергии и реле, включенных в электрическую цепь, незначительно относительно энергии, используемой в нагрузке и при передаче энергии (как правило, меньше чем 1/1000 от энергии потребления нагрузки).

Нормативные требования к оптимизационному анализу класса энергоэффективности для электропроводных систем приведены в табл. 11.

Таблица 11

**Требования к оптимизационному анализу для электропроводных систем
([1, с.28], изм.)**

Класс энергоэффективности	Область применения			
	Жилые здания	Коммерческие здания	Промышленность	Инфраструктура
ЕИ0	Не рассматривается			
ЕИ1	Оптимизация методами (ГОСТ Р 50571.5.52 (раздел 525) и ГОСТ Р МЭК 60287-3-2)			
ЕИ2				
ЕИ3	Оптимизация по техническим и экономическим критериям (п. 7.3 ГОСТ Р 50571.8.1 — 2018)			
ЕИ4	Оптимизация методами (пп.6.3, 6.7 и 7.3 по ГОСТ Р 50571.8.1 — 2018)			

Улучшение коэффициента мощности

Сокращение реактивного потребления энергии повышает энергоэффективность, так как максимальное количество электроэнергии будет преобразовано в активную энергию. Сокращение реактивной энергии также уменьшает тепловые потери в электропроводных системах, особенно в низковольтных коммунальных распределительных системах, и уменьшает энергетические потери при передаче напряжения, в распределительной сети низкого напряжения и в сети клиента. Оптимизированный уровень потребления реактивной энергии определяется согласно требованиям технических условий (контракта).

Чтобы уменьшить реактивное потребление энергии, может быть осуществлено следующее:

- выбор использующего ток оборудования с низким реактивным потреблением энергии;

- выбор системы для компенсации реактивной энергии при помощи конденсаторов.

Уровень высших гармоник является важным фактором при выборе конденсаторных батарей.

Нормативные требования к оптимизационному анализу класса энергоэффективности для улучшения коэффициента мощности приведены в табл. 12.

Таблица 12

Требования к оптимизационному анализу для улучшения коэффициента мощности (по данным [1, с.29], изм.)

Класс энергоэф- фективности	Область применения			
	Жилые здания	Промышлен- ность	Коммерчес- кие здания	Инфраструк- тура
ЕИ0	Не рассматривается			
ЕИ1	Не рассматривается	Определение максимального уровня реактивной мощности		
ЕИ2	Определение макс. уровня реактивной мощности	Общая компенсация		
ЕИ3	Компенсация для больших двигателей общедомового оборудования	Компенсация по зонам или потребителям (с автоматизацией)	Общая компенсация (небольших зданий) или компенсация по зонам (с автоматизацией) (для больших зданий центров)	
ЕИ4		Компенсация по зонам (с автоматизацией) и индивидуальная компенсация		

Установка систем мониторинга. Система электроснабжения должна отвечать требованиям по обеспечению мониторинга. В случае измерения по зонам в каждой зоне для проведения измерений должен быть определен ввод, обеспечивающий систему мониторинга установки. В случае измерения у потребителя у каждого потребителя для проведения измерений должен быть определен ввод, обеспечивающий систему мониторинга установки.

Функции системы мониторинга:

1) Контроль работы и сопоставительный характер потребления

Измерение ежегодного потребления общего количества электроэнергии, основанное на использовании имеющихся средств измерения. Могут также использоваться временные измерения данных, например, измерение каждые 30 мин, на основании которых может быть определен характер нагрузки. Должна иметься возможность объединить эту информацию с другими данными о потреблении энергии и внешними факторами, такими как суточные данные по температуре, уровень владения и т.д. Определенное внимание может быть необходимо для специальных потребителей энергии, установленных согласно национальным нормам (например, освещение, отопление и т.д.);

2) Идентификация энергопотребления и изменений характера потребления

Для этого необходимо:

- построить план действий и проверить эффективность действий;
- проверять работу систем управления, используемых для оптимизации потребления.

3) Наблюдение за качеством энергии

Качество энергии влияет на энергоэффективность, вызывая дополнительные потери или износ оборудования.

Для этих целей проектировщики и подрядчики по электротехнической части должны развивать системы измерения и мониторинга, включая:

- устройства, измеряющие энергию, активную мощность, коэффициент мощности, напряжение, качественные характеристики мощности (токи высших гармоник, реактивную энергию и т. д.);
- инструменты наблюдения для построения системы управления энергетикой (система связи и программное обеспечение), если требуется постоянное хранение результатов измерения и данных.

Точность измерений должна соответствовать точности, необходимой для измерения эффективности.

Допустимые пределы точности в измерении могут быть выше, если место измерения удалено от источника установки или зоны:

- у источника установки или зоны, определенной для мер по эффективности, точность должна быть самая высокая и класс точности должен соответствовать классу, указанному в ГОСТ Р 52322 и ГОСТ Р 52323. Класс точности должен равняться требуемому классу для измерения эффективности;

- на уровне главного распределительного щита точность должна быть выше чем 5 %;

- на уровне промежуточных распределительных щитов или на окончных щитках и ниже точность должна быть выше чем 10 % в диапазоне от 5 до 90 % номинала.

Энергия. Главное значение в определении энергоэффективности — это измерение степени использования потребляющего ток электрооборудования.

Измерение энергии, используемой за короткие периоды времени, необходимо для построения графика нагрузки. Измерение должно проводиться минимум в течение 24 ч, чтобы дать приемлемую оценку графика нагрузки. Период времени измерения, как правило, каждые 10 мин максимум за 1 час. Период времени изменяется в зависимости от использования, зоны и сферы деятельности, а также сезона (специально для освещения и системы отопления и вентиляции).

Нормативные требования к оптимизационному анализу класса энергоэффективности для измерений электроэнергии и мощности приведены в табл. 13.

Таблица 13

**Требования к измерениям электроэнергии и мощности
([1, с.30], изм.)**

Класс энергоэффективности	Область применения			
	Жилые здания	Коммерческие здания	Промышленность	Инфраструктура
ЕИО	Не рассматривается			
ЕИ1	Измерения для крупного общедомового оборудования			
ЕИ2	Измерения для крупного оборудования и измерения для зон или потребителей			
ЕИ3				
ЕИ4	Измерения для крупного оборудования и измерения для зон, потребителей и распределительных сетей			

Падение напряжения

Падение напряжения оказывает влияние на энергоэффективность электроустановки. Там, где требуется измерение падения напряжения, измерение напряжения в установке должно быть сделано на самом использующем ток оборудовании и в начале цепи питания этого оборудования. Рекомендации по максимально допустимому падению напряжения в пределах установки потребителя приведены в таблице G 52.1 ГОСТР 50571.5.52.

Нормативные требования к оптимизационному анализу класса энергоэффективности для измерений напряжения приведены в табл. 14.

Таблица 14

Требования к измерениям напряжения ([1, с.31], изм.)

Класс энергоэффективности	Область применения			
	Жилые здания	Коммерческие здания	Промышленность	Инфраструктура
ЕИ1	нет	Периодические измерения в ГРУ		
ЕИ2	Отдельные измерения	Постоянные измерения в ГРЩ		
ЕИ3	Отдельные измерения	Постоянные измерения в ГРЩ и РУ		
ЕИ4	Постоянные измерения в ГРЩ	Постоянные измерения в ГРЩ и РУ и в основных нагрузках		
Примечания:	ГРЩ - главный распределительный щит; ГРУ - главное распределительное устройство; РУ - распределительные устройства			

Коэффициент мощности

Измерение коэффициента мощности должно быть осуществлено там, где оно целесообразно.

Нормативные требования к оптимизационному анализу класса энергоэффективности для измерений коэффициента мощности приведены в табл. 15.

Таблица 15

Требования к измерениям коэффициента мощности ([1, с.30], изм.)

Класс энергоэффективности	Область применения			
	Жилые здания	Коммерческие здания	Промышленность	Инфраструктура
ЕИ0	Не рассматривается			
ЕИ1	Нет	Периодические измерения в ГРУ		
ЕИ2	Отдельные измерения	Постоянные измерения в ГРЩ		
ЕИ3		Постоянные измерения в ГРЩ и РУ		
ЕИ4	Постоянные измерения:			
	в ГРЩ	в ГРЩ , РУ и в основных нагрузках		

Высшие гармоники. Нелинейное электрооборудование, такое как мощные электронные системы, включая электроприводы, инверторы, бесперебойные источники питания, другие преобразователи мощности, дуговые печи, трансформаторы и разрядные лампы, генерирует искажение напряжения или высшие гармоники. Эти высшие гармоники воздействуют на изоляцию, перегружают кабели и трансформаторы, вызывают отключения электричества и нарушают работу многих типов оборудования, таких как компьютеры, телефоны и вращающиеся машины. Срок службы такого оборудования может уменьшаться.

Высшие гармоники вызывают перегрев и, как следствие, производят дополнительные потери мощности в электропроводной системе. Поэтому рекомендуется измерение ПИСВн на уровне установки и ПИСВт на уровне использующего ток оборудования для высших гармоник. Соответствующее измерение для других гармоник также должно быть выполнено.

Нормативные требования к оптимизационному анализу класса энергоэффективности для измерений высших и промежуточных гармоник: полных искажений синусоидальной волны напряжения (ПИСВН) и тока (ПИСВТ) приведены в табл. 16 ([1, с.31-32], изм.).

Таблица 16

Требования к измерению высших и промежуточных гармоник

Класс энергоэффективности	Область применения			
	Жилые здания	Коммерческие здания	Промышленность	Инфраструктура
ЕИ0	Не рассматриваются			
ЕИ1	нет	Отсутствие специальных требований	Отдельные измерения на вводе установки	
ЕИ2	нет	Отдельные измерения ПИСВН и ПИСВТ:		
		на вводе установки	на вводе установки и на всех основных фидерах	
ЕИ3	Периодические измерения ПИСВН и ПИСВТ и:			
	Детализация спектра высших гармоник на вводе установки	Детализация спектра высших гармоник на вводе установки, включая промежуточные гармоники		
ЕИ4	Непрерывные измерения , %, от общей установленной мощности ПИСВН и ПИСВТ и детализация спектра высших гармоник на вводе установки и:			
	на всех основных фидерах	на всех основных фидерах, включая промежуточные гармоники		

Возобновляемое и местное производство энергии

Локальные возобновляемые источники энергии и другие местные производственные источники уменьшают общие потери в коммунальной сети за счет уменьшения потребления здания от коммунальной сети, и являются косвенной мерой по энергоэффективности.

Требования к оптимизационному анализу класса энергоэффективности к возобновляемому источнику энергии приведены в табл. 17.

Таблица 17

Требования к возобновляемому источнику энергии ([1, с.32], изм.)

Класс энергоэффективности	Область применения			
	Жилые здания	Коммерческие здания	Промышленность	Инфраструктура
ЕИ0	Не рассматриваются			
ЕИ1	нет	Рассматривается возможность применения ВИЭ		
ЕИ2	Возможность применения ВИЭ	Устанавливается ВИЭ		
	Устанавливается ВИЭ для обеспечения, %, от общей установленной мощности:			
ЕИ3	не менее 4 %	не менее 5 %	не менее 1 %	не менее 2%
ЕИ4	не менее 6 %	не менее 10 %	не менее 2 %	не менее 4%

Виды действий при измерении энергоэффективности

Измерения должны быть проанализированы, и затем должны быть предприняты прямые или запрограммированные действия:

- прямое действие предполагает немедленное повышение энергоэффективности за счет операций с окнами здания или управления температурой;

- запрограммированные действия состоят из анализа предыдущих измерений в течение определенного времени (например, год) и сравнения результатов с определенными целями.

Управление энергетикой используется для достижения поддержания и максимального сокращения электропотребления путем:

- установления энергетических целей;

- проектирования управления энергетикой в объеме, достаточном для оптимизации потребления электричества.

4 Виды исполнительских уровней энергоэффективности

Исполнительский уровень энергоэффективности (ИУЭ) – это уровень повышения энергоэффективности, достигнутый мероприятиями, осуществленными для повышения эффективности использования энергии в электроустановке [1].

Исполнительские уровни классифицируются по пяти уровням: от **ИУЭ0** до **ИУЭ4**, уровень **ИУЭ4** — это высший уровень, причем каждый уровень включает предыдущие.

Виды исполнительских уровней энергоэффективности:

- **ИУЭ1** - распределение годового потребления электроэнергии;
- **ИУЭ2** – уменьшение реактивной мощности;
- **ИУЭ3** – эффективность трансформатора.

Минимальные требования по распределению годового потребления электроэнергии при распределении между потребителями на освещение и технологические процессы приведены в табл. 18.

Таблица 18

**Минимальные требования по распределению годового потребления
([1, с.33], изм.)**

Область применения	ЕИ0	ЕИ1	ЕИ2	ЕИ3	ЕИ4
Жилые здания	Не рассматриваются				
Коммерческие здания	нет	80 %	90 %	95 %	99 %
Промышленность	нет	80 %	90 %	95 %	99 %
Инфраструктура	нет	80 %	90 %	95 %	99 %

Нормативные минимальные требования по уменьшению реактивной мощности приведены в табл. 19.

Таблица 19

**Минимальные требования по уменьшению реактивной мощности
([1, с.34], изм.)**

Область применения	ЕИ0	ЕИ1	ЕИ2	ЕИ3	ЕИ4
Жилые здания	Не рассматриваются				
Коммерческие здания	нет	> 0,85	> 0,90	> 0,93	> 0,95
Промышленность	нет	> 0,85	> 0,90	> 0,93	> 0,95
Инфраструктура	нет	> 0,85	> 0,90	> 0,93	> 0,95

Нормативные минимальные требования по эффективности трансформатора приведены в табл. 20.

Таблица 20

**Минимальные требования по эффективности трансформатора
([1, с.34], изм.)**

Область применения	ЕИ0	ЕИ1	ЕИ2	ЕИ3	ЕИ4
Жилые здания	Не рассматриваются				
Коммерческие здания	нет	> 95%	> 97%	> 98%	> 99%
Промышленность	нет	> 95%	> 97%	> 98%	> 99%
Инфраструктура	нет	> 95%	> 97%	> 98%	> 99%

5 Построение сеток для улучшения энергоэффективности электроустановки

Компиляция уровней измерения эффективности и уровней энергоэффективности может использоваться в качестве основания для владельцев здания, руководителей предприятий, руководителей производства или конечных потребителей для построения соответствующих сеток (графиков) для улучшения энергоэффективности их электроустановки.

Эти сетки могут также использоваться в качестве основания для будущей маркировки электроустановок здания.

Для каждого типа применения необходимо оценить уровень для каждой предложенной рекомендации.

Результаты таблиц 6—17, с соответствующим ранжированием, сводятся в таблицу 21, а результаты таблиц 18—20 — в таблицу 22, с выделением штриховкой или подобным образом. Пример сетки энергоэффективности электроустановки (КЭУ) приведен в табл. 21 с выделением серым цветом.

Таблица 21

Измерение эффективности. Пример сетки энергоэффективности

Таблицы	Назначение	ЕИ0	ЕИ1	ЕИ2	ЕИ3	ЕИ4	Баллы
1	Сетка нагрузок						4
2	Расположение главной подстанции						4
3	Двигатели						4
4	Освещение						4
5	Отопление и вентиляция						2
6	Трансформаторы						1
7	Проводные системы						1
8	Коэффициент мощности						2
9	Измерение коэффициента мощности						2
10	Измерение энергии и мощности						3
11	Измерение напряжения						0
12	Измерение высших и промежуточных гармоник						2
13	Возобновляемый источник энергии						4
Сумма ЕИ							33

Таблица 22

Исполнительские уровни. Пример сетки энергоэффективности

Таблицы	Назначение	ЕИ0	ЕИ1	ЕИ2	ЕИ3	ЕИ4	Баллы
14	Требования по годовому потреблению						2
15	Коэффициент мощности						2
16	Эффективность трансформатора						3
Сумма ИУЭ							7

6 Определение класса энергоэффективности электроустановки

Приведенные таблицы 21 и 22 являются компиляцией результатов рассмотрения таблиц 6—22. Для каждого измерения эффективности и каждого исполнительского уровня энергоэффективности в таблицы заносится уровень, достигнутый по каждому пункту, а общий итог подводится в последней колонке согласно соответствующим баллам:

- 1) **ЕИ0** и **ИУЭ0** → 0 баллов;
- 2) **ЕИ1** и **ИУЭ1** → 1 баллу;
- 3) **ЕИ2** и **ИУЭ2** → 2 баллам;
- 4) **ЕИ3** и **ИУЭ3** → 3 баллам;
- 5) **ЕИ4** и **ИУЭ4** → 4 баллам.

Каждая ячейка таблиц 21 и 22 заполняется после рассмотрения каждого уровня измерения эффективности и исполнительского уровня энергоэффективности. Если нет возможности точно оценить значение пунктов для части уровней измерения эффективности и уровней энергоэффективности, то для пункта принимается оценка в 2 балла.

Суммирование всех баллов, включенных в последнюю колонку, используется для оценки класса энергоэффективности электроустановки.

Класс энергоэффективности установки (КЭУ) – это комбинация мероприятий по эффективности и характеристики эффективности использования энергии на разных уровнях.

Электроустановки классифицируются по пяти уровням эффективности от **КЭУ0** до **КЭУ4** (класс **КЭУ4** — это высший уровень), определенным путем суммирования минимума измерения по эффективности (**ИЭ**) и минимума энергоэффективности установки (**ИУЭ**):

- 1) **КЭУ0** → очень низкая эффективность установки;
- 2) **КЭУ1** → низкая эффективность установки;
- 3) **КЭУ2** → удовлетворительная эффективность установки;
- 4) **КЭУ3** → повышенная эффективность установки;
- 5) **КЭУ4** → оптимальная эффективность установки.

В табл. 23 приведены нормативные классы эффективности электроустановок для всех областей применения.

Таблица 23

Классы эффективности электроустановок [1, с.36]

Общая сумма для жилья	Общая сумма за исключением жилья	Класс эффективности электроустановки (КЭУ)
< 20	< 16	КЭУ0
< 28	< 26	КЭУ1
< 36	< 36	КЭУ2
< 44	< 48	КЭУ3
< 50	< 58	КЭУ4

7 Пример оценки класса энергоэффективности электроустановки

Пример сетки измерения эффективности электроустановки приведен в табл. 21 с общим количеством баллов $\Sigma EI = 33$.

Пример сетки энергоэффективности электроустановки на исполнительском уровне приведен в табл. 22 с общим количеством баллов $\Sigma IUЭ = 7$.

Суммарное количество баллов для этой электроустановки равно

$$\Sigma EI + \Sigma IUЭ = 33 + 7 = 40.$$

Суммарное количество баллов для этой электроустановки, сопоставляется с числом баллов, указанных в табл. 23, необходимым для каждого класса эффективности электроустановки.

В данном примере установка классифицируется как электроустановка с повышенной эффективностью и имеет класс энергоэффективности **КЭУ 3**, т.к. итоговое количество баллов меньше, чем табличное значение, указанное в табл. 23, $40 < 48$.

Рассмотренные классификации эффективности установок используются для оценки энергоэффективности установок с оптимизированными классами.

Заключение

Класс эффективности электроустановки определяется на основе комбинации результатов измерений параметров эффективности и исполнительских уровней энергоэффективности с учетом оптимизационных энергетических критериев. Использование такого подхода позволяет

осуществить проектирование и монтаж низковольтной электроустановки здания или инфраструктуры в рамках управления энергоэффективностью, удовлетворяющей потребностям потребителя.

Список литературы

1. Электроустановки низковольтные. Часть 8-1. Энергоэффективность / ГОСТ Р 50571.8.1 — 2018 (IEC 60364-8-1:2014, MOD) [Электронный ресурс]// <https://docs.cntd.ru/document/1200160591> (Дата обращения 15.09.2022)
2. Измерения и верификация энергетической эффективности / СТО 001-2014: Стандарт ассоциации РАЭСКО [Электронный ресурс] // [EnergoSovet.ru>stat859.html](http://EnergoSovet.ru/stat859.html) (Дата обращения 03.09.2022).
3. Измерение и верификация энергетической эффективности. Общие положения по определению экономии энергетических ресурсов / ГОСТ Р 56743-2015 [Электронный ресурс] // [docs.cntd.ru>document/1200127498](https://docs.cntd.ru/document/1200127498) (Дата обращения 03.09.2022).
4. Общие требования к средствам измерений и техническим системам и устройствам с измерительными функциями / ГОСТ Р 8.674-2009 ГСИ. [Электронный ресурс] // [docs.cntd.ru>document/1200094426](https://docs.cntd.ru/document/1200094426) (Дата обращения 03.09.2022).
5. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения / ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 [Электронный ресурс] // [docs.cntd.ru>document/1200029975](https://docs.cntd.ru/document/1200029975) (Дата обращения 03.09.2022).
6. IEC/TS 60076-20-2017 Power transformers - Part 20: Energy efficiency/ Трансформаторы силовые. Часть 20. Энергетический КПД [Электронный ресурс]// <https://docs.cntd.ru/document/440173443> (Дата обращения 15.09.2022).

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

УДК 621.431/620.169+620.178/.001

Глава 3.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ НА НАДЕЖНОСТЬ ИХ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ

Исаенко Виктор Дмитриевич

к.т.н., доцент

Исаенко Павел Викторович

к.т.н., доцент

Исаенко Алексей Викторович

к.т.н., доцент

Давыдов Анатолий Валерьевич

ст. преподаватель

Томский государственный архитектурно-строительный университет

Аннотация: Проанализированы закономерности процесса изнашивания дизелей автомобилей отечественного и зарубежного производства с целью управления их надёжностью. В качестве объектов испытания приняты автосамосвалы КамАЗ и MAN, работающие в равных условиях эксплуатации. Смазочная система дизелей идентична. В качестве средств очистки масла они имеют фильтры грубой и тонкой очистки. За время испытания дизели работали на рекомендуемых моторных маслах: SAE 15W-40 – КамАЗ и SAE 10W-40 – D-2066. Представлены результаты эксплуатационных сравнительных исследований процесса изнашивания деталей цилиндро-поршневой и шатунной групп дизельных двигателей различных производителей, а также влияния различных марок моторных масел на их надёжность.

Ключевые слова: надёжность, дизель, изнашивание, моторное масло, фильтр грубой очистки, фильтр тонкой очистки.

STUDY OF THE INFLUENCE OF OPERATING CONDITIONS OF CARS ON THE RELIABILITY OF THEIR COMPONENTS AND ASSEMBLIES

Isaenko Viktor Dmitrievich

Isaenko Pavel Viktorovich

Isaenko Alexey Viktorovich

Davydov Anatoliy Valerievich

Abstract: The regularities of the process of wear of diesel engines of domestic and foreign production are analyzed in order to control their reliability. KamAZ and MAN dump trucks operating in equal operating conditions are accepted as test objects. The lubrication system of the diesels is identical. As a means of oil purification, they have coarse and fine filters. During the test, the diesel engines worked on the recommended engine oils: SAE 15W-40 - KamAZ and SAE 10W-40 - D-2066. The results of operational comparative studies of the wear process of parts of the cylinder-piston and connecting rod groups of diesel engines of various manufacturers, as well as the influence of various brands of motor oils on their reliability are presented.

Key words: reliability, diesel, wear, engine oil, coarse filter, fine filter.

Введение

Многолетний зарубежный и отечественный опыт использования автотранспортных средств (АТС) указал на зависимость надёжности их узлов и механизмов от множества случайных эксплуатационных факторов. Наибольшую зависимость от их негативного влияния претерпевают двигатели внутреннего сгорания, как энергетические силовые модули АТС.

Такое обстоятельство обязывает потребителя к поиску достаточно эффективных путей их долгосрочного использования в реальной

эксплуатации. И эта проблема успешно решается путем поддержания надёжности, заложенной в двигатели при производстве в результате применения качественных сортов топлив и масел, своевременного проведения технических обслуживаний систем очистки воздуха, топлива и масла на достаточно высоком технологическом уровне.

К дизельным двигателям машин, работающих в различных регионах нашей огромной страны, предъявляются дополнительные требования, направленные на обеспечение заложенной надёжности вне зависимости от температуры окружающей среды, высокой запыленности воздуха и т.п.

Специальной литературы на тему, посвященную изучению работоспособности автотранспортных дизелей при эксплуатации в России, недостаточно, чтобы дать объективную оценку влияния условий эксплуатации на процесс изнашивания дизелей. Тем более, что в последние годы широко применяются большегрузные автомобили как отечественного, так и зарубежного производства.

1. Распределение неисправностей автомобилей

В ходе исследования занятости автомобилей в перевозочной деятельности в течение года были установлены временные рамки по сезонам.

Так, на рисунке 1, *а* показана зависимость распределения использования автосамосвалов в целом по парку от сезонов эксплуатации.

Видно, что в зимнее время эксплуатации интенсивность использования автомобилей несколько выше, чем в летнее. Объяснить этот факт не представилось возможным.

В то же время зимой отказов и неисправностей на 28% больше, в сравнении с летним периодом эксплуатации (рис. 1, *б*). Из данной диаграммы также следует, что 64% от общего числа отказов и неисправностей приходится на зимний период эксплуатации.

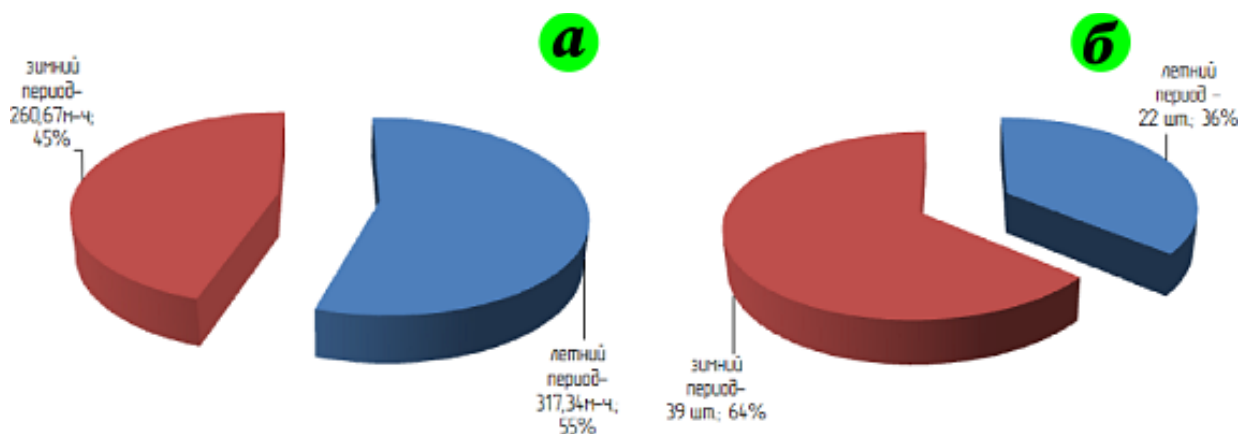


Рис. 1. Распределение интенсивности эксплуатации автомобилей парка:
а) по сезонам года; б) по периодам эксплуатации

За время проведения исследования были выяснены часто встречающиеся проблемы, связанные с нарушением работоспособности дизелей КамАЗ [1].

С двигателем КамАЗ, несмотря на его надежность и долговечность, нередко возникают различные проблемы, которые могут быть вызваны неправильной эксплуатацией, несвоевременным обслуживанием или другими причинами, не зависящими от водителя.

Среди основных неисправностей двигателей КамАЗа можно выделить такие, как:

- снижение мощности силового агрегата, повышенный расход масла и топлива;
- увеличение дымности отработанных газов;
- уменьшается давление масла в силовом агрегате при температуре, превышающей 0°C;
- двигатель неустойчиво работает на холостом ходу;
- двигатель перегревается или работает с перегревами;
- заклинивает коленчатый вал, слышится стук в подшипниках коленчатого вала;
- слышатся звонкие стуки в деталях газораспределительного механизма;

– в соединениях охлаждающей системы подтекает жидкость.

Очень часто неисправности двигателей КамАЗ обуславливаются различными поломками, которые возникают в шатунно-кривошипном и газораспределительном механизмах. Первыми признаками таких неисправностей являются ритмичные глухие постукивания в нижнем отделе картера, а также звонкие стуки, которые исходят от головок цилиндров. Если говорить о шатунно-кривошипном механизме, то здесь наиболее часто выходят из строя шейки коленчатого вала и подшипники.

Какой бы ни была неисправность, при первых ее признаках двигатель необходимо отремонтировать. Иначе небольшая неисправность может вылиться в дорогостоящий сложный ремонт.

По результатам статистического материала построена таблица 1 неисправностей дизелей автомобилей, находящихся под нашим наблюдением.

Таблица 1

Распределение неисправностей составляющих систем дизелей

Наименование неисправностей системы деталей	Общее количество неисправностей		Удельный вес неисправностей, %	
	КамАЗ	MAN	КамАЗ	MAN
Износ ЦПГ	3	1	5	6
Разгерметизация воздушного тракта	6	1	9	6
Неисправность топливной системы	9	4	15	23
Износ поршневых колец	10	1	16	6
Неисправность системы смазки	12	8	20	47
Износ подшипников коленвала	10	2	16	12
Неисправность системы охлаждения	2	0	3	0
Неисправность турбонаддува	9	0	15	0
Всего:	61	17	100	100

Из таблицы 1 следует, что суммарное количество неисправностей дизелей трёх отечественных автосамосвалов за исследуемый период составило 61, т.е. 20 неисправностей на один средневзвешенный дизель, тогда как за тот же период и в тех же условиях эксплуатации на один дизель четырёх зарубежных дизелей приходится всего лишь несколько более четырёх

неисправностей. Несколько иная картина наблюдается в удельном весе неисправностей. Так, неисправность системы смазки в этом случае у дизелей MAN даже в два раза выше, а топливной системы – в полтора раза. Проверкой было установлено, что горюче-смазочные материалы порой не удовлетворяют требованиям по своим рабочим свойствам, характерным для класса Евро, предназначенным для обозначенных двигателей.

Такой результат указывает на явное преимущество надёжности дизелей D2066L в сравнении с КамАЗ.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод о том, что, несмотря на меньшую интенсивность эксплуатации, в зимний период отказов и неисправностей значительно больше. Это связано в первую очередь с несоответствующей техническому регламенту предпусковой подготовки дизельных двигателей в условиях низких температур окружающей среды, либо полное отсутствие такой подготовки. Значительный износ двигатель испытывает при пуске. Следовательно, подготовленный двигатель к пуску зимой изнашивается меньше.

Многолетний опыт эксплуатации автотранспортных средств показывает, что диагностировать техническое состояние двигателей внутреннего сгорания достаточно объективно можно по физико-химическим свойствам работающего в двигателе моторного масла и, особенно эффективно – по его спектральному анализу. При этом процесс изнашивания ЦПГ оценивается по концентрации химического элемента – железу, поршней – по хрому, поршневых канавок – по алюминию, подшипников коленчатого вала – по свинцу. Процесс изнашивания ЦПГ дизелей зависит от многих факторов, но наиболее значимый – проникновение в ДВС при смесеобразовании частиц пыли с последующим трением о стенки цилиндра посредством поршневых колец. Большую роль в этом процессе играет разгерметизация воздушного тракта, которая наряду с пылью (кремнием) вносит в цилиндр и алюминий, входящий в состав воздуха [2]. Исследования показывают, что в районе Западной Сибири между кремнием и алюминием в воздухе существует связь: $Al = 0,23 Si$.

Концентрация свинца в моторном масле зависит главным образом от содержания в нем механических примесей и от его низкой температуры, когда в масле образуется серная кислота, вымывающая свинец из сплава подшипникового слоя.

Также известно, что основной неисправностью системы питания дизелей является низкий показатель температуры вспышки масла, когда топливо плохого качества, содержит механические примеси, плохо сгорает, разжижая моторное масло, что приводит к снижению вязкости и в конечном итоге – к износу деталей ЦПГ. Другим, не менее важным фактором повышенного износа, является отказ топливных фильтров.

2. Математические зависимости изнашивания дизелей по параметрам работающего масла

Основной причиной неисправности системы смазки, влияющей на износ нижней части цилиндров и подшипников коленчатого вала является некачественное масло, неработоспособное состояние масляных фильтров, что также анализируется по физико-химическим показателям и спектральному анализу проб картерного масла [3].

В надежности деталей дизеля определенную роль играет сезон эксплуатации автомобилей. В этой связи с помощью спектрального анализа химических элементов – индикаторов износа и загрязнения рассчитаны их числовые характеристики распределения (табл. 2-5).

Таблица 2

Числовые характеристики случайного распределения железа в моторном масле дизелей

Числовые характеристики	Удельная величина, г/т	
	КамАЗ-740	D-2066
Модальное значение, M_1, M_2	2,614; 23	0,44; 2,15
Математическое ожидание, M_O	4,72	2,33
Дисперсия, D	31,42	3,84
Среднестатистическое отклонение, S	5,61	1,96
Диагностическое значение по M_1	13,82	3,47
Диагностическое значение по M_2	15,92	4,3
Коэффициент вариации, V	1,187	0,98

Таблица 3

**Числовые характеристики случайного распределения алюминия
в моторном масле дизелей**

Числовые характеристики	Удельная величина, г/т	
	КамАЗ-740	D-2066
Модальное значение, М	2,59	0,314
Математическое ожидание, МО	6,135	0,441
Дисперсия, Д	22,316	0,163
Среднестатистическое отклонение, S	4,72	0,404
Диагностическое значение по М ₁	12,33	1,122
Диагностическое значение по М ₂	15,58	1,249
Коэффициент вариации, V	0,77	0,916

Таблица 4

**Числовые характеристики случайного распределения свинца
в моторном масле дизелей**

Числовые характеристики	Удельная величина, г/т	
	КамАЗ-740	D-2066
Модальное значение, М	1,049	0,213
Математическое ожидание, МО	2,008	0,264
Дисперсия, Д	5,776	0,063
Среднестатистическое отклонение, S	2,403	0,189
Диагностическое значение по М ₁	5,856	0,591
Диагностическое значение по М ₂	6,814	0,642
Коэффициент вариации, V	1,197	0,716

Таблица 5

**Числовые характеристики случайного распределения кремния
в моторном масле дизелей**

Числовые характеристики	Удельная величина, г/т	
	КамАЗ-740	D-2066
Модальное значение, М ₁ , М ₂	26,87; 226,1	0,408; 2,0
Математическое ожидание, МО	98,55	0,787
Дисперсия, Д	9528,2	0,543
Среднестатистическое отклонение, S	97,6	0,737
Диагностическое значение по М ₁	222,1	1,882
Диагностическое значение по М ₂	293,7	2,261
Коэффициент вариации, V	0,99	0,94

Анализ таблиц показывает, что содержание в моторных маслах на минеральной основе, т. е. SAE 15W-40, практически всех элементов в летний сезон в 1,5-3,0 раза выше, чем в осенне-зимний. Особенно эта разница заметна по железу, алюминию и хрому. Состав цветных металлов, входящих в сплавы втулок и подшипников качения, в холодное время года, наоборот, больше.

Проверкой установлено, что эти явления протекают в процессе их пуска в осенне-зимний период эксплуатации автомобилей. Так, интенсивность износа ЦПГ дизелей КамАЗ в летний период в 1,7-2,1 раз выше, чем в зимний. Это объясняется высокой запылённостью воздуха в рабочей зоне автосамосвалов, разгерметизацией воздушного тракта. Например, была отмечена неверная установка воздушных фильтроэлементов в гнезде шкафа, когда они нижней металлической крышкой накладывались на защитный резиновый пояс, образуя свищи. Такие и ему подобные факторы свидетельствуют с одной стороны о конструктивном недостатке в узле установки фильтра, с другой – о халатном отношении обслуживающего персонала к своим обязанностям.

Износ хромового покрытия колец также зависит от чистоты поступающего воздуха. Летом он в 2-4 раза выше, хотя его концентрация в масле не велика.

Износ поршневых канавок и юбки поршней летом тоже в 1,5-2,0 раза выше, чем зимой.

Примерно в тех же пределах изменяется содержание кремния в масле. Его летом значительно больше, чем зимой, поскольку зимой воздух атмосферы чище.

Износ подшипников коленчатого вала зимой в 1,2-1,9 раза, что объясняется частыми пусками холодного дизеля, когда вязкость масла в поддоне дизеля достаточно высокая и не обеспечивает своевременное смазывания узла трения.

Содержание тех же элементов износа и загрязнения в масле дизелей MAN количественно незначительно отличается от сезона эксплуатации

(табл. 6). Последнее свидетельствует о достаточно качественной работе их систем очистки воздуха, топлива и масла. Более того, в этих дизелях используются нефтепродукты класс Евро-3 и Евро-4, эксплуатационные свойства которых значительно превосходят свойства нефтепродуктов, применяемые в дизелях класса Евро-2.

Дизели КамАЗ работали на моторных маслах SAE 15W-40, дизели D-2066LG – на маслах SAE 10W-40.

Таблица 6

**Математическое ожидание концентрации химических элементов
загрязнения и износа в работающем масле дизелей в зависимости
от сезона эксплуатации**

Химический элемент $\times 10^{-3}$, %	Лето		Зима	
	КамАЗ-740	D-2066LG	КамАЗ-740	D-2066LG
<i>Fe</i>	25,78	9,17	13,43	7,15
<i>Cr</i>	0,46	0,12	0,13	0,08
<i>Al</i>	11,81	6,45	11,15	5,30
<i>Si</i>	13,44	8,16	5,11	3,46
<i>Sn</i>	0,05	0,003	0,12	следы
<i>Cu</i>	0,75	0,64	0,69	0,22
<i>Pb</i>	0,96	0,41	1,15	0,36

Проверками установлено, что дизели MAN обслуживаются более ответственно, не нарушая существующих норм и правил по сравнению с обслуживанием отечественных дизелей, допуская даже пересортицу моторных масел различной основы и неудовлетворительно проверяют герметичность воздушного тракта, в том числе и целостность фильтроэлементов [4]. В этой связи обнаружены следующие неисправности: слабая затяжка хомутов, прижимающих резиновый гофр к металлическому патрубку; неправильная установка фильтроэлементов в посадочное гнездо; погнуто́сть металлической обечайки и крышек.

Модели абразивного изнашивания представляют собой закономерность первого рода в виде прямых линий с достаточно высокой теснотой связи,

выраженной коэффициентом корреляции (r). Они указывают на содержание в моторном масле продуктов износа в зависимости от содержания кремния, как продукта загрязнения, поступающего в двигатель при его дыхании. Физически в абразивной модели вида $Me = a \cdot Si + b$ угловой коэффициент регрессии (a) указывает на интенсивность роста износного металла от кремния, а b – свободный член, указывающий на присутствие (отсутствие) в свежем моторном масле некоторой доли этого металла, который может попасть в масло при его изготовлении, транспортирования и хранения.

При исследовании процессов изнашивания деталей ДВС построены математические модели зависимости элементов-индикаторов износа от элемента кремния (рис. 2, 3) в разные периоды года: весенне-летний и осенне-зимний.

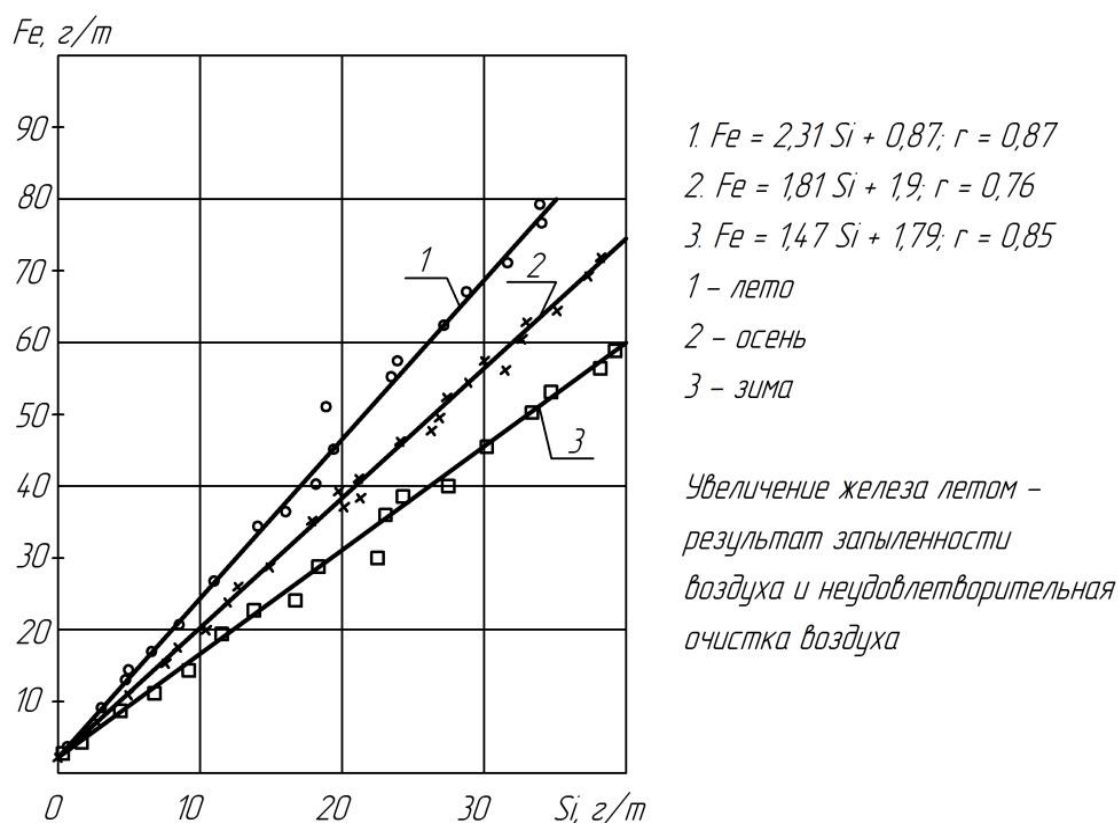


**Рис. 2. Среднестатистическая модель абразивного изнашивания
железосодержащих деталей дизелей КамАЗ**

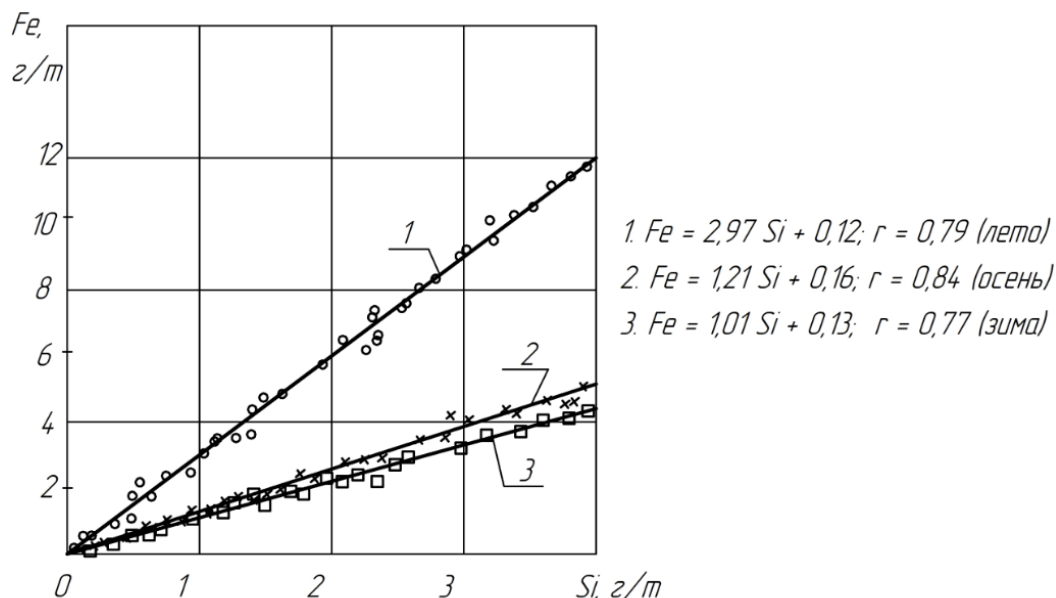


**Рис. 3. Среднестатистическая модель абразивного изнашивания
деталей дизелей MAN**

В общем случае из рисунков следует, что железа и алюминия в работающем масле в летний период выше, чем осенью и зимой. Из этой тенденции выпадает зависимость свинца от кремния. Подтверждается ранее сделанное заключение: зимой на изнашивание подшипников коленчатого вала кроме абразива действуют кислоты, например, серная, образующаяся в результате химической реакции продуктов неполного сгорания топлива (SO_2) с парами воды. Т.е. кроме абразивного присутствует и коррозионный износ. При этом влияние на конечный результат кремния при работе дизелей на моторном масле синтетической основы за счёт высокоэффективной противокоррозионной присадки не высоко.

Из рисунков также следует, что интенсивность роста железа в масле летом выше, чем зимой в 1,5 раза у отечественных дизелей и в 1,25 раз у зарубежных.

Так, сравнивая абразивные модели рисунков 2 и 3, приходим к заключению о том, что при практически равном коэффициенте регрессии содержание износного железа в масле отечественных дизелей в разы выше,

чем в масле зарубежных. Так ведь и кремния в них на порядок меньше. Судя по свободному члену уравнений в свежем синтетическом масле примеси, типа кремний, практически отсутствуют.

Модели абразивного изнашивания поршней дизелей КамАЗ и MAN представлены на рисунках 4 и 5.

Зависимость роста алюминия от кремния летом в масле отечественных дизелях составляет в 2,3 раза (как отношение угловых коэффициентов) выше, чем зимой, и в 1,3 раза – зарубежных. Отсюда следует, что интенсивность изнашивания поршней отечественных дизелей летом в 2,77 раз выше, чем зарубежных. Зависимость интенсивности изнашивания поршней в зимний период эксплуатации от кремния значительно меньше во всех моделях двигателей.

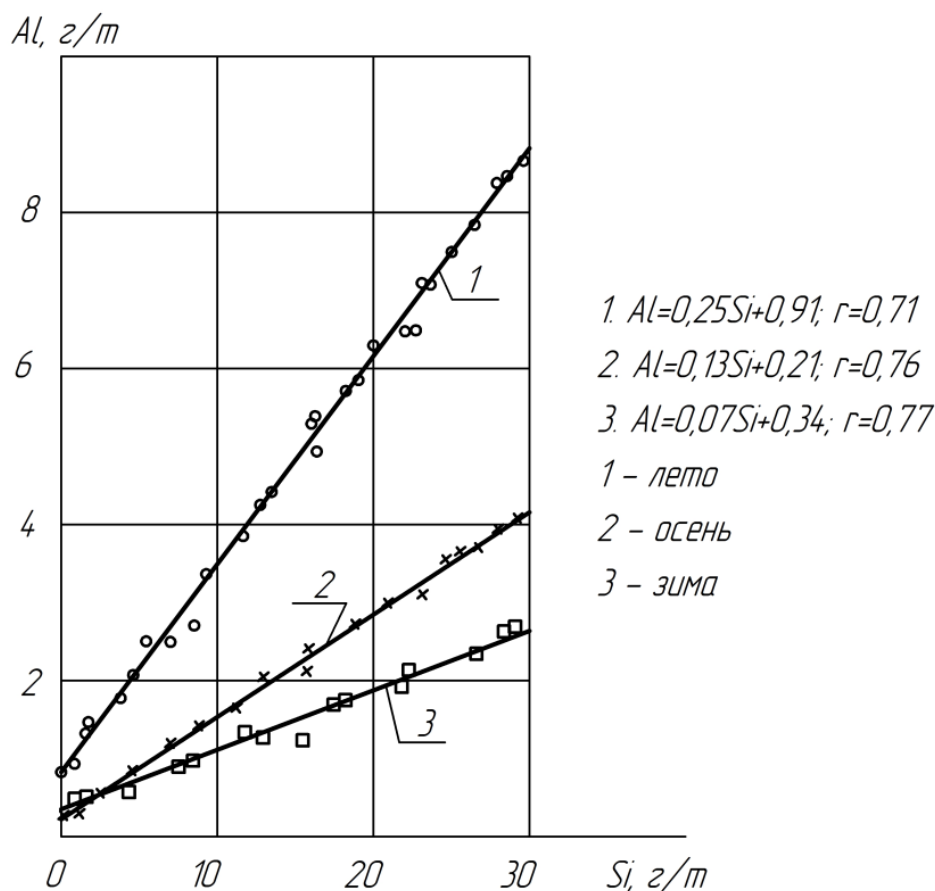


Рис. 4. Среднестатистическая модель абразивного изнашивания поршней дизелей КамАЗ

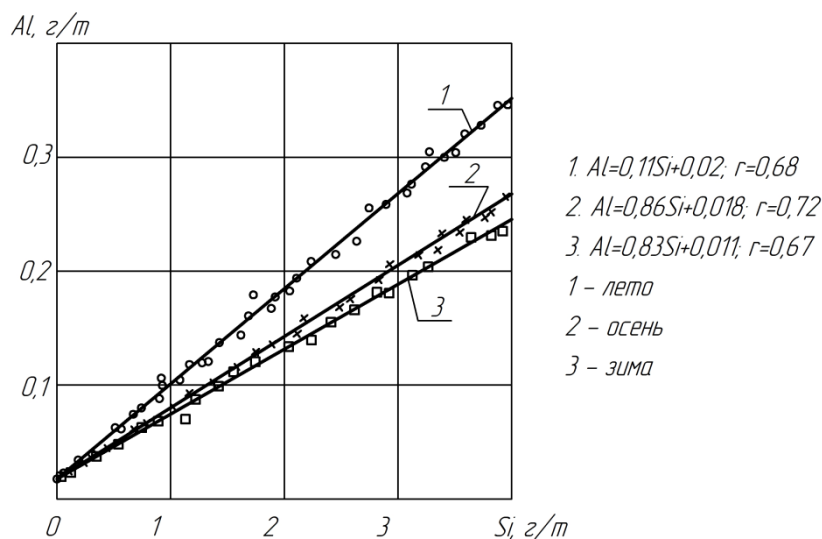


Рис. 5. Среднестатистическая модель абразивного изнашивания поршней дизелей MAN

Анализ рисунков 6 и 7 показывает, что при равном содержании кремния в работающем масле дизелей в летний период подшипники изнашиваются практически одинаково, тогда как в зимний у зарубежных оно составляет 0,25 г/т, тогда как у отечественных 25 г/т, т.е. на два порядка выше. Такая разница объясняется результатом воздействия на подшипник высокой эффективностью масла Евро класса.

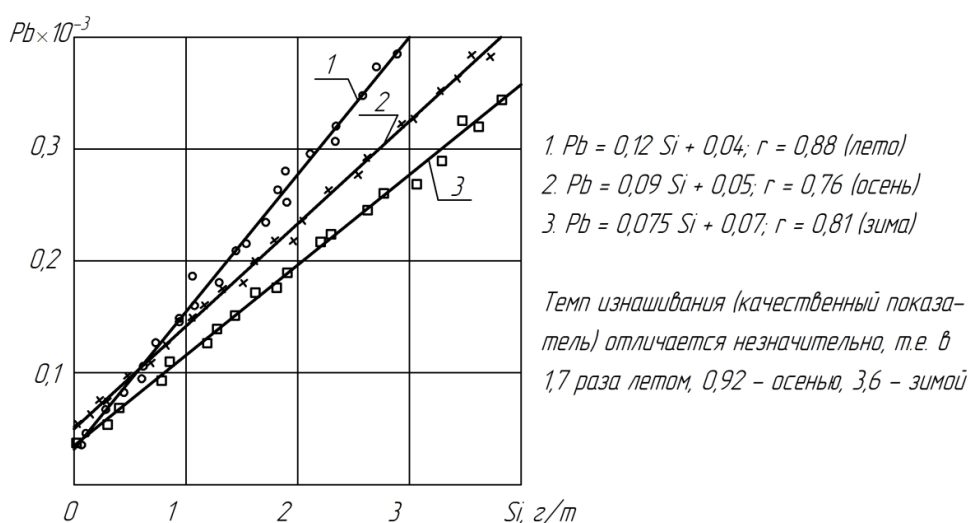


Рис. 6. Среднестатистическая модель абразивного изнашивания вкладышей дизелей MAN

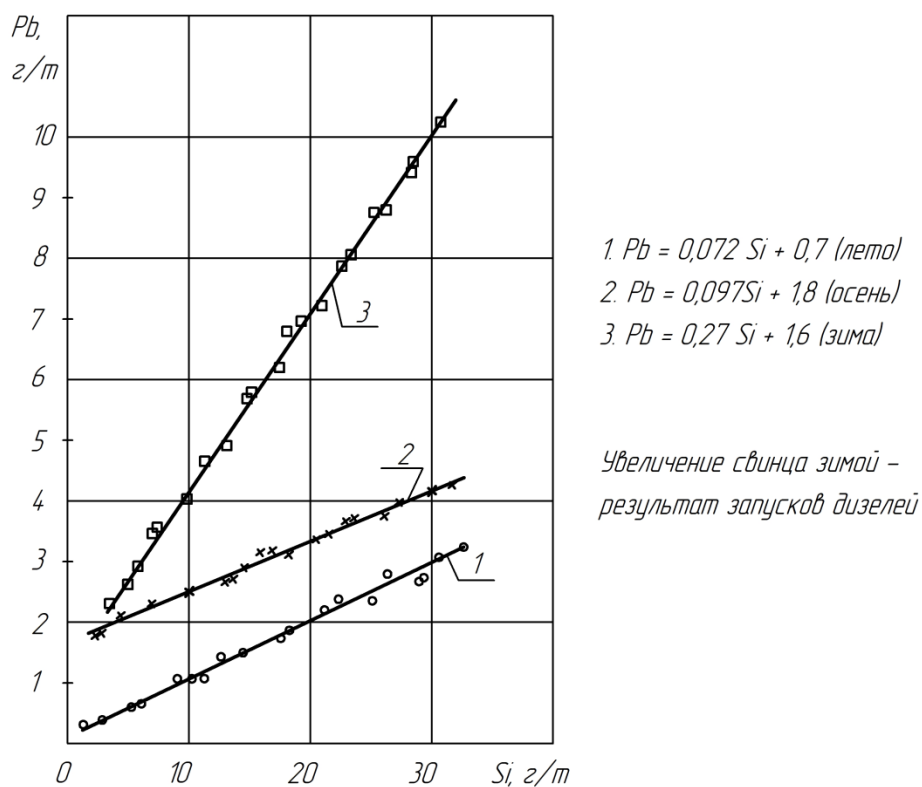


**Рис. 7. Среднестатистическая модель абразивного изнашивания
вкладышей дизелей КамАЗ-740 Евро-2**

Влияние низкотемпературной работы дизелей представлена на рис. 8 и 9.

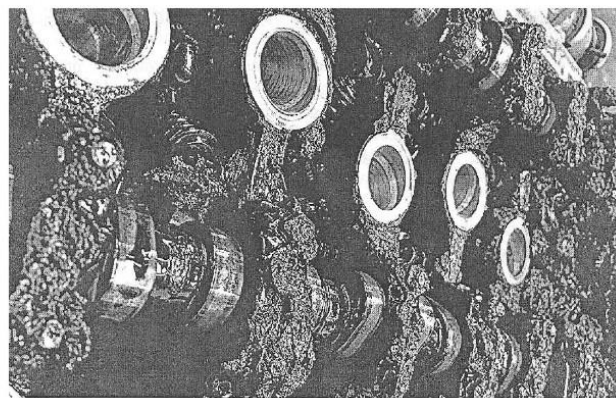
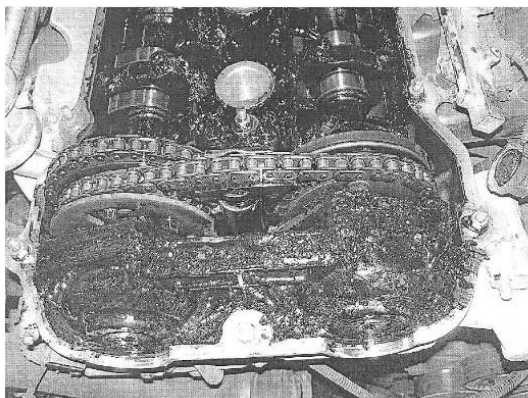


**Рис. 8. Внешний вид состояния дизеля D2066LG под клапанной крышкой,
наработка которого при температуре масла ниже 90 градусов
составила 8700 км**



Рис. 9. Внешний вид масляного фильтроэлемента при пробеге 8700 км

На рисунках 8 и 9 видны наслоения низкотемпературных отложений на деталях газораспределительного механизма и фильтрующей шторе.

Практический интерес представляет динамика изнашивания деталей дизелей при эксплуатации автомобилей в разные периоды года. В качестве примера на рисунке 10 представлена математическая модель, отображающая процесс изнашивания железосодержащих деталей (а это 70% ЦПГ) в зависимости от наработки по сезонам эксплуатации. В разработку вошли отечественные дизели КамАЗ-740 Евро-2 и Д-2066 3-го класса Евро.

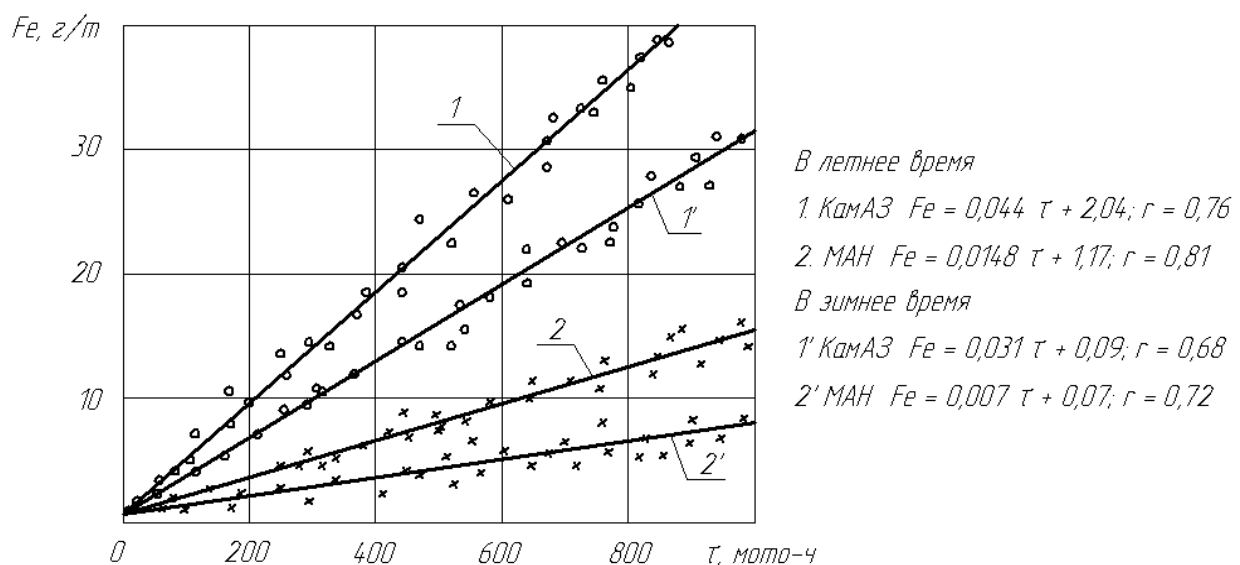


Рис. 10. Динамика изнашивания ЦПГ дизелей

В настоящей работе сделана попытка спрогнозировать ресурс дизелей при рядовой эксплуатации автосамосвалов, построив математические модели (рис. 11).

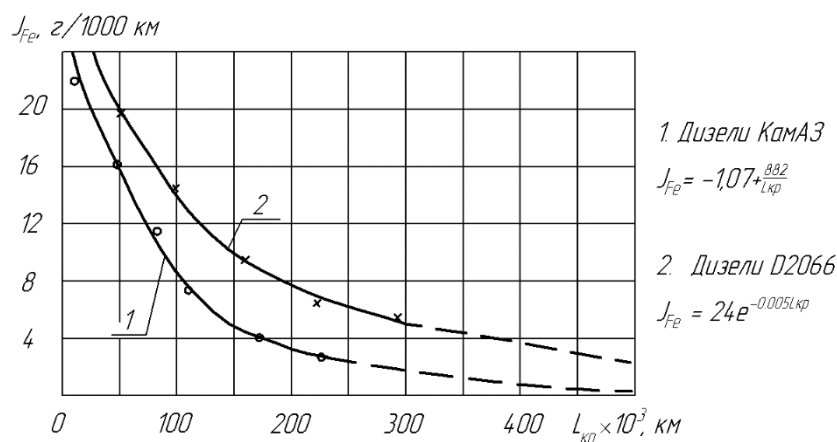


**Рис. 11. Динамика изменения ресурса дизелей при эксплуатации
в среднем по году**

Очевидно, что динамика изменения изнашивания железосодержащих деталей дизелей носит экспоненциальный характер. При систематическом проведении контрольно-диагностических работ по системам очистки воздуха, топлива и масла на уровне требований соответствующих руководящих документов математическое ожидание интенсивности износа в пределах 1,5-2,5 г / 1000 км ресурс дизелей может составить до 700 тыс. км. пробега и более в реальных условиях эксплуатации.

3. Выводы

В результате итогов исследования влияния кремния на износ деталей дизелей можно сделать следующие выводы.

1. Содержание кремния в моторном масле дизелей всех модификаций в летний период в 1,7-2,3 раза выше, чем в зимний.
2. Концентрация кремния в полусинтетическом моторном масле на порядок меньше, чем в минеральном.
3. Интенсивность роста продуктов износа железосодержащих деталей и поршней отечественных и зарубежных дизелей сопоставимы.

4. Высокая интенсивность концентрации свинца в моторном масле характерна для отечественных двигателей в зимний период эксплуатации. У зарубежных дизелей рост свинца зимой мало чем отличается от его роста в другие времена года.

5. В процессе исследования причин, обуславливающих процесс абразивного изнашивания дизелей, визуальным путём удалось установить следующее:

5.1. Разгерметизация системы воздушного тракта и ее приборов.

5.2. Засорение фильтрующих элементов, воздушных, топливных и масляных фильтров.

5.3. Поломка датчика уровня топлива.

5.4. Поломка и ослабление крепления кронштейнов топливного бака.

5.5. Поломка топливопроводов.

5.6. Поломка топливоподкачивающего насоса (износ поршней и гильз, поломка пружин поршней и клапанов, негерметичность клапана).

5.7. Разрегулировка максимального давления впрыска топлива форсункой.

5.8. Закоксовывание сопел распылителя форсунок.

5.9. Износ пары: игла-распылитель.

5.10. Износ плунжерной пары и нагнетательного клапана ТНВД.

5.11. Разрегулировка ТНВД на равномерность подачи топлива и момент начала подачи топлива секциями.

5.12. Износ подшипников и сальников кулачкового вала ТНВД.

5.13. Разрегулировка момента опережения впрыска топлива.

5.14. Износ и поломка элементов привода ТНВД.

5.15. Разрегулировка минимальных оборотов коленчатого вала двигателя.

5.16. Износ и заедание элементов управления подачей топлива.

5.17. Заправка автомобилей топливом и маслом, не отвечающими требованиям по их чистоте.

5.18. Пересортица моторных масел минерального и синтетического происхождения.

5.19. Частая остановка дизелей с последующим пуском в холодное время года без предварительного подогрева картерного масла.

6. Отказы и неисправности трибологической системы «ДВС – масло» в зимний период времени на 28-60% выше, чем в летний, из которых отказов дизелей КамАЗ в 1,7-2,0 раза больше, чем MAN.

7. При регулярном контроле состояния трибологической системы ресурс дизелей в реальных условиях эксплуатации может достичь 700 тысяч километров пробега и более.

Список литературы

1. Гончаренко А.С., Исаенко В.Д., Исаенко П.В. К вопросу о надежности топливных систем дизельных двигателей / Сборник докладов 65-й юбилейной университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2019. – С. 434–438.

2. Исаенко В.Д., Исаенко П.В., Исаенко А.В. К вопросу о работоспособности воздушных фильтров дизелей автосамосвалов / Сборник трудов XIII международной научно-технической конференции «Современные проблемы машиностроения». – Томск: Изд-во ТПУ, 2020. – С. 315–316.

3. Исаенко В.Д., Исаенко П.В., Исаенко А.В. Анализ влияния факторов на интенсивность изнашивания механизмов / Сборник трудов XIII международной научно-технической конференции «Современные проблемы машиностроения». – Томск: Изд-во ТПУ, 2020. – С. 313–314.

4. Исаенко В.Д., Исаенко А.В., Исаенко П.В. Еще раз о перемешивании моторных масел дизелей / Журнал передовых исследований в области естествознания. – 2021. – № 12. – С. 45–54.

© В.Д. Исаенко, П.В. Исаенко, А.В. Исаенко, А.В. Давыдов, 2022

Глава 4.

**КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ
СТРУКТУР И КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СПЕКТРОВ ХЕЛАТНЫХ
КОМПЛЕКСОВ ХЛОРИДОВ CU (II), CO (II), NI (II), ZN (II)
С ПИРИДОКСИНОМ**

Кыдырмаева Назира Шыйтыевна

д.х.н., зав. лаб. неорг. хим. ИХиФ НАН КР

Жангазиева Роза

к.х.н. ИХиФ НАН КР

Бердалиева Жылдыз Имакеевна

к.х.н., в.н.с. ИХ и Ф НАН КР

Аламанова Элмира Азисбековна

к.х.н., н.с. ИХ и Ф НАН КР

Аннотация: В работе приведены результаты квантово – химического исследования взаимосвязи параметров элементарного строения, колебательной структуры хелатных комплексов бивалентных металлов с бензимидазолом и пиридоксином.

Ключевые слова: пиридоксин, бензимидазол, комплекс, спектральный анализ, бивалентные металлы.

**QUANTUM-CHEMICAL INVESTIGATION OF ELECTRONIC
STRUCTURES AND VIBRATION SPECTRA OF CHELATE COMPLEXES
OF Cu (II), Co (II), Ni (II), Zn (II) WITH PYRIDOXINE CHLORIDES**

Kydyrmaeva Nazira Shyitievna

Zhangazieva Rose

Berdalieva Zhyldyz Imakeevna

Alamanova Elmira Azisbekovna

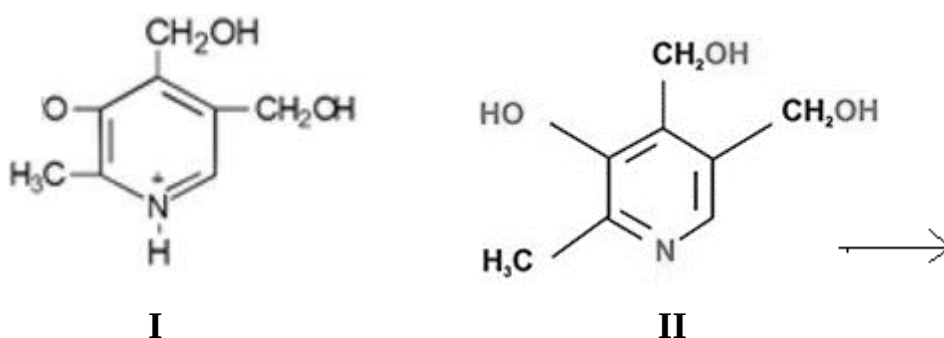
Abstract: The paper presents the results of a quantum-chemical study of the relationship between the parameters of the elementary structure, the vibrational structure of chelate complexes of bivalent metals with benzimidazole and pyridoxine

Key words: pyridoxine, benzimidazole, complex, spectral analysis, bivalent metals

Исследование электронного и пространственного строения пиридоксина и его комплексных соединений с хлоридами бивалентных металлов методами квантовой химии. В последнее время проблема определения способа координации лиганда центральным атомом успешно решалась квантово-химическими методами, с привлечением приближения граничных орбиталей [1, 2, 3], для комплексов переходных металлов семикарбазидом, тиосемикарбазидом и его s-метил производным, этилендиамином, насыщенными макроциклами, дитиолами [4, 5]. Эта проблема приобретает особую остроту, как и в случае с пиридоксином, когда лиганд обладает несколькими донорными центрами, которые могут участвовать в конкурентной координации.

Как уже отмечалось выше, в молекуле пиридоксина содержатся четыре потенциально донорных атома, посредством которых может осуществляться координация к металлу-атом азота пиридинового цикла и три атома кислорода окси- и двух оксиметильных групп. К тому же известно, что пиридоксин может координироваться ионами металлов в нейтральной(I) и-биполярной(II) формах [6, 7]:

С целью изучения особенностей электронного и пространственного строения молекулы пиридоксина (ПН) в его таутомерных формах I и II и координационных соединениях с переходными металлами, сравнения теоретических (на основе электронного подхода) выводов о способе координации пиридоксина центральным атомом с экспериментальными



результатами нами проведены квантово-химические расчеты моделей I и II и комплексных соединений Me(ПН)Cl_2 ($\text{Me}=\text{Zn}$) и $\text{Me(ПН)}_2\text{Cl}_2$ ($\text{Me}=\text{Zn, Fe, Co, Ni}$). В рамках полуэмпирических методов MNDO, MNDO/d, PM3, ZINDO/1с использованием программных пакетов AMP AC и HYPERCHEM 7.0. [8]. Результаты расчетов пиридоксина (I и II) - эффективные заряды на атомах, энергии и коэффициенты граничных орбиталей, геометрические параметры-представлены ниже соответственно в таблицах 1,2,3 нумерация атомов в молекуле пиридоксина и его пространственная структура - на рис.1.[9].

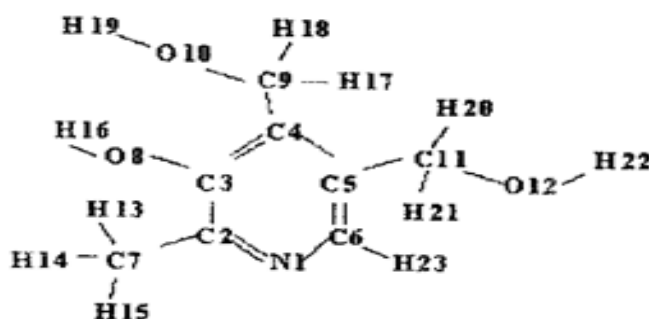


Рис. 1. Нумерация атомов молекулы пиридоксина

Согласно проведенным нами расчетам, пиридиновый цикл (Py) пиридоксина-плоский, оксигруппа лежит в плоскости Py-цикла; обе оксиметильные группы почти копланарны Py-циклу, при этом они расположены в противоположных направлениях друг к другу, т.е. оптимизированная в приближении полуэмпирического метода MNDO пространственная структура ПН (рис.2) согласуется с результатами его рентгеноструктурного анализа [10].

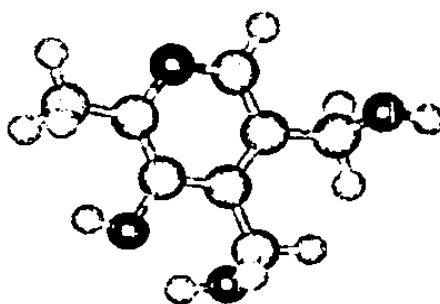


**Рис.2. Оптимизированная пространственная структура пиридоксина
(биполярная форма)**

Нейтральная форма(I)

Как видно из табл.1 в молекуле пиридоксина I отрицательный заряд распределен в основном по донорным атомам согласно ряду O12>O10>O8>N1.

Таблица 1

Величины зарядов на атомах пиридоксина (MNDO)

Атом	Заряд		Атом	Заряд	
	I	II		I	II
N1	-0,204	-0,006	H13	0,028	-0,02
C2	-0,047	-0,194	H14	-0,009	0,017
C3	0,057	0,288	H15	-0,001	0,017
C4	-0,047	-0,165	H16	0,198	0,199*
C5	-0,085	-0,005	H17	-0,0001	-0,004
C6	0,055	-0,079	H18	-0,007	-0,002
O7	0,082	0,101	H19	0,188	0,186
O8	-0,259	-0,386	H20	0,0021	0,007
C9	0,215	0,220	H21	0,0009	0,007
O10	-0,336	-0,344	H22	0,186	0,186
C11	0,216	0,209	H23	0,104	0,108
O12	-0,338	-0,344			

*Заряд на атоме водорода, связанного с N-атомом пиридинового цикла

Наибольшие отрицательные заряды локализованы на атомах кислорода, т.е. они являются более приоритетными центрами для нуклеофильной атаки; при этом их пространственное расположение благоприятствует

координированию к лиганду через атомы кислорода 3-окси- и 4-оксиметильный групп, с замыканием шестичленного металлоцикла. Но это не единственный способ связывания пиридоксина с комплексообразователем; судя по величине эффективного заряда на пиридиновом N-атоме (-0,204), возможно образование координационной связи посредством данного атома азота. Следует отметить, что сдвиг электронной плотности от атомов водорода молекулы пиридоксина неодинаков. Заряды на атомах водорода CH_3 и CH_2 групп очень незначительные, в то время как на атомах водорода оксигрупп сосредоточены самые большие значения положительных зарядов. Их величины убывают в ряду $\text{H16} > \text{H19} = \text{H22}$, т.е. атом водорода H16 должен быть активным в реакции депротонирования ПН, что хорошо согласуется с экспериментальными данными. Действительно, в реакциях депротонирования ПН в первую очередь отщепляется водород 3-оксигруппы (H16); к тому же в полярных растворителях этот протон мигрирует к N-атому пиридинового цикла.

Анализ собственных значений энергии и векторов (коэффициентов) граничных орбиталей I (табл.2) показывает, что в формирование ВЗМО (верхней занятой молекулярной орбитали) вносят вклад p_z и p_x орбитали ($\sum C_i^2 = 0,225e$) атомов кислорода 3-оксигруппы (O8) и орбитали атомов углерода пиридинового цикла; вклад других донорных атомов незначителен. Однако, известно, что приближение граничных орбиталей хорошо работает, если ВЗМО и НСМО (нижняя свободная молекулярная орбиталь) значительно отделены по энергии от остальных орбиталей. В случае сопряжённых π -систем реакцию могут контролировать несколько высоко лежащих занятых и низколежащих свободных МО, т.е. в случае с пиридоксином необходимо учитывать более полные базисные наборы.

Высоколежащая молекулярная орбиталь (МО) молекулы пиридоксина I лежащая ниже ВЗМО, отличается от нее по энергии незначительно ($\Delta E = 0,8eV$), но в ее формировании участвуют все донорные атомы (и атомы углерода, пиридинового цикла); вероятность нахождения электронов данной

МО на индивидуальных АО донорных атомов убывает в ряду NI>08>010-012 (значения ΣC_i^2 равны соответственно 0,274>0,058>0,034=0,034), т.е. наиболее уязвимым должен быть N-атом пиридинового цикла.

Таблица 2

Собственные значения энергии (eV) и собственные векторы граничных орбиталей пиридоксина (MNDO)

I					II				
Атом	АО*	МО** 10,010	ВЗМО -9,127	НСМО -0,023	Атом	АО	МО -10,172	ВЗМО -7,89	НСМО 0,490
08	p _x	0,17	-0,10	-0,15	08	p _z	-0,10	-0,39	-0,33
	p _y		0,32	0,33					
NI	p _x	0,37	-0,09	-0,33	NI	p _z	-0,22	-0,66	-0,20
010	p _x	-0,13			O10	p _z	0,18		
012	p _y	-0,13			012	p _z	0,17		

*Тип атомной орбитали

**Предпоследняя высшая занятая молекулярная орбиталь

Однако, учитывая заряды на атомах, пространственное строение пиридоксина, а также то, что в ВЗМО вносит существенный вклад (кроме атомов углерода пиридинового цикла) только атом кислорода 3-оксигруппы, следует отдать предпочтение донорным центрам 08 и 010.

Таким образом, пиридоксин в нейтральной форме может координироваться через атомы кислорода 3-окси- и α -оксиметильной групп с образованием шестичленного металлоцикла, что не исключает возможности образования координационной связи посредством пиридинового N-атома. Этот теоретический вывод хорошо согласуется с результатами рентгеноструктурного анализа комплекса $[\text{Cu}(\text{ПН}) (\text{ПН-Н})]\text{NO}_3 \cdot 2,5 \text{H}_2\text{O}$ (где ПН-Н-однозарядный анион, образованный за счет потери протона 3-оксигруппы), который имеет полимерное строение и содержит два кристаллографически и химически неэквивалентных ПН-лиганда (А и В) [102]. Лиганд В, хелатирует базисный атом Cu атомами кислорода 3-окси- и 4-оксиметильной групп, а N-атом координирует второй атом Cu, т.е. проявляет

себя как тридентатный лиганд. Кроме этого, авторы[11] экспериментально установили, что в смешаннолигандных комплексах с гетероциклическими лигандами, склонными к транс-октаэдрической координации, ПН проявляет монодентатность и координирует через гетероатом азота.

Биполярная форма (II)

В биполярной таутомерной форме II, по сравнению с нейтральной формой, происходит существенное перераспределение эффективных зарядов на атомах. Заряд на пиридиновом N-атоме (вследствие протонирования) становится близким нулю (-0,006), в то время как значительно возрастают отрицательные заряды на пиридиновых C2, C4 и C6-атомах. На пиридиновых атомах углерода C3 и C5, наоборот, возрастают положительные заряды, особенно на атоме C3, который связан с атомом кислорода O8 3-оксигруппы; при этом на атоме O8 (из-за депротонирования) сосредотачивается наибольший отрицательный заряд, а отрицательные заряды, локализованные на атомах кислорода O10 и O12 двух гидроксильных групп, почти не изменяются; т.е. величины отрицательных зарядов на донорных атомах кислорода в II уменьшаются согласно уже другому, чем в случае I, ряду $O8 > O10 = O12$. Эффективные заряды на атомах водорода CH_3 и CH_2 групп в II, также, как в I незначительные. Наибольший положительный заряд локализован на протоне (16), который связан с пиридиновым N-атомом, следовательно при депротонировании II в первую очередь будет отщепляться данный протон. Анализ граничных орбиталей показывает, что ВЗМО в биполярной форме II значительно отделена по энергии от других занятых молекулярных орбиталей ($\Delta E = 2,3 \text{ eV}$) и в ее формирование существенный вклад из донорных атомов вносит только атом O8 (в основном p -АО, $\Sigma C_i^2 = 0,311$ e) 3-оксигруппы, т.е., он будет наиболее уязвимым при атаке комплексообразователем. Таким образом, как заряды на атомах, так и анализ собственных значений энергии и собственных векторов граничных орбиталей дают однозначный ответ о приоритетности атаки донорного центра II комплексообразователем. Таким центром является атом кислорода 3-

оксигруппы. Принимая во внимание, что обе оксиметильные группы почти копланарны пиридиновому циклу и имеют анти-ориентацию относительно друг друга, а также величину отрицательного заряда (-0,344) на атоме кислорода 4-оксиметильной группы O10, соседней с 3-оксигруппой, координация II центральным атомом будет осуществляться через атомы кислорода 3-окси и 4-оксиметильной групп (атом O8 депротонирован) с образованием шестичленного металлоцикла; в данном случае комплексообразование через атом азота (протонированный) исключается. Этот вывод подтверждается результатами рентгеноструктурного анализа комплексных соединений пиридоксина с хлоридами и нитратами меди(II) состава $[\text{Cu}(\text{ПН}_2)][\text{CuCl}_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$ и $\text{Cu}(\text{ПН})\text{NO}_3$ [11, 12]. В обоих комплексах ПН-лиганд находится в биполярной форме (пиридиновый N-атом протонирован, а 3-оксигруппа депротонирована) и координирован к центральному атому Cu бидентатно через донорные атомы кислорода 3-окси и α -оксиметильной групп, с замыканием их в цикл. Согласно данным РСА[13] комплекс $\text{Cd}(\text{ПН})\text{Cl}_2$ имеет полимерное строение, в нем молекулы пиридоксина также находятся в цвиттер-ионной форме и действуют, с одной стороны как бидентатный лиганд, координируя к атому Cd через атомы кислорода 3-окси- и 4-оксиметильной групп; а с другой стороны, как мостик посредством атома кислорода O8 между атомами Cd, т.е. каждый атом кислорода 3-оксигруппы ПН связан с двумя атомами Cd, что свидетельствует о приоритетности его атаки комплексообразователем. Сравнение рассчитанных длин связей таутомерных форм пиридоксина (табл.3) показывает, что все связи (кроме C4-C5) пиридинового цикла в II удлиняются, особенно C2-C3 и C3-C4 связи, т.е. делокализация π -электронов в Ру-цикле ослабевает. Связь C3-O8 (в результате депротонирования 3-оксигруппы) сильно сокращается, что хорошо согласуется с высокочастотным сдвигом валентных колебаний данной связи, $\nu(\text{C-O})_{\text{ОКСИ}}$, наблюдаемым в колебательных спектрах металлокомплексов пиридоксина, в которых ПН находится в биполярной или анионной форме (когда 3-оксигруппа депротонирована) [14].

Таблица 3

Геометрические параметры (длины связей, Å) пиридоксина*

Параметры	I		II
	Экспер. [1]	Расчет	Расчет
N1-C2	1,345	1,354	1,359
C2-C3	1,368	1,427	1,475
C3-C4	1,379	1,443	1,498
C4-C5	1,409	1,420	1,395
C5-C6	1,358	1,426	1,433
Ni-C6	1,325	1,342	1,359
C2-C7	1,483	1,510	1,501
C3-C8	1,354	1,360	1,240
C4-C9	1,490	1,533	1,528
C9-C10	1,435	1,395	1,397
C5-C11	1,497	1,528	1,532
C11-C12	1,413	1,401	1,402

* Расчет проводился методом MNDO

Комплексные соединения пиридоксина

Нами также проведены квантово-химические расчеты в рамках полуэмпирических методов MNDO/d, ZINDO/1 моделей следующих металлокомплексов пиридоксина: октаэдрических комплексов $Me(Ph)_2Cl_2$, где $Me=Zn(II)$, $Ni(II)$, $Co(II)$, $Fe(II)$; тетраэдрического комплекса и тетраэдрического комплексного иона цинка $Zn(Ph)Cl_2$ и $[Zn(Ph)_2]^{2+}$, в которых молекулы пиридоксина находятся в биполярной таутомерной форме.

Тетраэдрический комплекс $Zn(Ph)Cl_2$

В рассчитанной нами модели комплекса пиридоксина с хлоридом цинка состава 1:1 координация лиганда к центральному атому осуществляется посредством атомов кислорода 3-окси- и 4-оксиметильной групп с образованием шестичленного металлоцикла. Оптимизированная пространственная структура комплекса и нумерация его атомов представлены на рис.3,4.

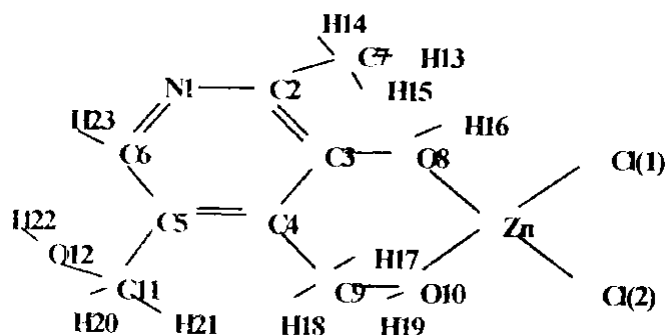


Рис. 3. Нумерация атомов комплекса $Zn(Pn)Cl_2$

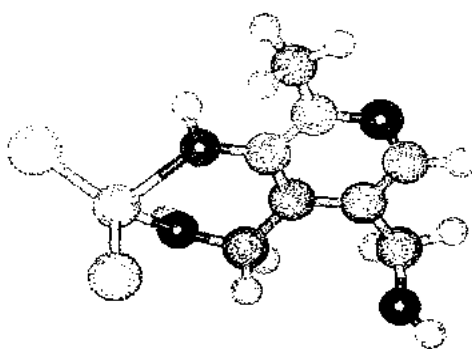


**Рис. 4. Пространственная структура тетраэдрического
комплекса $Zn(Pn)Cl_2$**

Из табл. 4 видно, что длины связей координированного лиганда по сравнению со свободным в нейтральной форме изменяются следующим образом: связи пиридинового цикла (Py) C2-N1, C2-C3, C3-C4, N1-C6 удлиняются, т.е. локализация π -электронов в Py-цикле в результате комплексообразования ослабевает; при этом длины связей Py цикла координированной и некоординированной молекул пиридоксина в биполярной форме имеют близкие значения, но в отличие от последней, связи C3-O8 и C9-O10, посредством которых осуществляется координация лиганда, удлиняются. Пиридиновый цикл в комплексе сохраняет плоское строение. Координационный узел $ZnO8O10Cl(1)Cl(2)$ представляют собой искаженный тетраэдр: длины Zn-Clсвязей немного отличаются (2,189 и 2,181 Å), а связь Zn-O10 длиннее Zn-O8 связи на 0,059 Å. Валентные углы ClZnOSи ClZNO10 равны соответственно 109,3° и 105,3°.

Таблица 4

Сравнение рассчитанных (по MNDO/d) длин связей (А) свободной и координированной молекул пиридоксина (в комплексах цинка)

Параметры	ПН*		Zn(ПН)Cl ₂	Zn(ПН) ₂ Cl ₂	[Zn(ПН)Cl ₂] ²⁺
N1-C2	1,358	1,380	1,377	1,379	1,366
C2-C3	1,442	1,487	1,479	1,487	1,456
C3-C4	1,441	1,503	1,498	1,500	1,465
C4-C5	1,429	1,413	1,414	1,418	1,420
C5-C6	1,438	1,422	1,421	1,420	1,417
N1-C6	1,349	1,382	1,380	1,381	1,381
C2-C7	1,509	1,499	1,504	1,501	1,512
C3-O8	1,357	1,233	1,250	1,243	1,293
C4-C9	1,529	1,529	1,529	1,523	1,531
C9-O10	1,397	1,396	1,414	1,407	1,426
C5-CN	1,525	1,534	1,530	1,530	1,537
C11-C12	1,397	1,395	1,395	1,397	1,394

*С левой стороны – для нейтральной формы, с правой стороны – для биполярной формы

В результате комплексообразования пиридоксина происходит значительное перераспределение зарядов на его атомах (табл. 5). В комплексе величины отрицательных зарядов на атомах кислорода О8 и О10 (3-окси- и оксиметильной групп), посредством которых осуществляется координация ПН атому цинка, существенно уменьшаются; а на атомах углерода Ру-цикла С2, особенно С3, увеличиваются положительные заряды. Положительный заряд атома водорода, связанного с атомом кислорода 4-оксигруппы увеличиваются на 0,018, т.е. при комплексообразовании ПН вероятно депротонирования 4-оксигруппы возрастает. В комплексе Zn(ПН)Cl₂ на центральном атоме сосредоточен положительный заряд, заряды на атомах хлора приблизительно одинаковые.

Таблица 5

**Сравнение эффективных зарядов на атомах свободной и
координированных молекул пиридоксина (в комплексах цинка)**

Атом	Р _П *		Zn(Pn)Cl ₂	Zn(Pn) ₂ Cl ₂	[Zn(Pn)Cl ₂] ²⁺
N1	-0,196	0,018	0,012	-0,009	0,004
C2	0,043	0,015	0,054	0,184	0,106
C3	-0,014	0,273	0,280	0,198	0,238
C4	-0,027	0,135	-0,079	0,059	-0,030
C5	0,149	0,050	0,042	0,014	0,034
C6	0,089	-0,081	-0,035	0,092	0,019
C7	-0,164	-0,146	-0,156	-0,185	-0,168
O8	-0,338	-0,468	-0,341	-0,102	-0,360
C9	0,123	0,139	0,126	-0,107	0,017
O10	-0,345	-0,360	-0,230	-0,240	-0,228
C11	0,117	0,109	0,113	0,118	0,112
O12	-0,352	-0,356	-0,340	-0,336	-0,343
Zn			0,298	0,289	0,349
Cl (1)			-0,440	-0,473	
Cl (2)			-0,432	-0,503	
O (8)			-	-0,101	-0,361
O (10)				-0,240	-0,227

*С левой стороны – для нейтральной формы, с правой стороны – для биполярной формы

Отрицательные заряды на атомах кислорода O8 и O10 в комплексе понижаются; причем они неэквивалентны, заряд на атоме O8 больше, чем на атоме O10; с учётом положительного заряда на цинке электростатическая энергия их взаимодействия соответствует притяжению.

Тетраэдрический комплексный ион [Zn(ПН)₂]²⁺

В рассчитанной нами модели тетраэдрического комплексного иона цинка, центральный атом окружен четырьмя атомами кислорода двух молекул пиридоксина (двух атомов кислорода 3-окси- и двух атомов кислорода 4-оксиметильных групп ПН); при этом образуются два шестичленных метиллоцикла [15]. Оптимизированная пространственная структура [Zn(ПН)₂]²⁺, нумерация его атомов представлены на рис. 5.

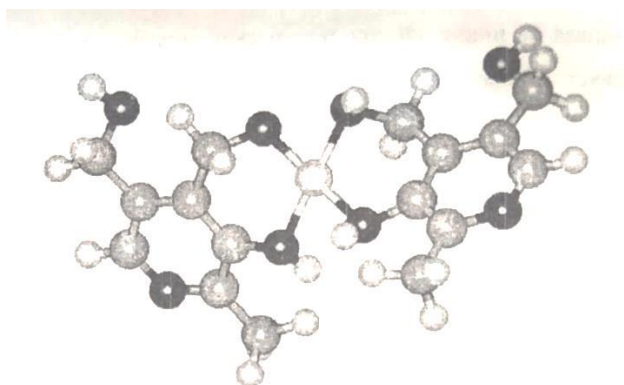


Рис. 5. Оптимизированная пространственная структура тетраэдрического комплексного иона $[Zn(PIH)_2]^{2+}$

Длины связей пиридоксина в тетраэдрическом комплексном ионе немного отличаются от длин связей в тетраэдрическом комплексном соединении $Zn(PIH)Cl_2$, однако изменяются аналогичным образом по сравнению со свободным лигандом в нейтральной форме, а именно, длины C2-N1, C2-C3, C3-C4, N1-C6 связей Ру-цикла вследствие координации пиридоксина также удлиняются, но в меньшей степени. Связи C3-O8 и C9-O10 (через атомы которых осуществляется координация (PIH) более значительно удлиняются для $[Zn(PIH)_2]^{2+}$, чем для $Zn(PIH)Cl_2$, особенно C-O связи 3-оксигрупп (табл. 6).

Таблица 6

Сравнение рассчитанных длин связей металл- лиганд комплексов цинка

Длина, А	$Zn(PIH)Cl_2$	$Zn(PIH)_2Cl_2$	$[Zn(PIH)_2]^{2+}$
Zn-Cl (1)	2,189	2,426	1,920 2,025 1,915 2,025
Zn-Cl (2)	2,181	2,451	
Zn-O8	2,101	2,120	
Zn-O10	2,042	2,009	
Zn-O(8)		2,124	
Zn-O(10)		2,001	

Координационные связи Zn-O8 и Zn-O10 в комплексном ионе короче на 0,081Å и 0,017Å, чем для комплексного соединения. Рассчитанные

тетраэдрические углы O8ZnO(10) и O10ZnO(8) равны соответственно 119,5° и 19,3°.

Сравнение величин эффективных зарядов на атомах показывает (что в комплексном ионе положительный заряд на центральном атоме увеличивается, по сравнению с комплексным соединением, а отрицательные заряда на атомах кислорода 3-окси- и 4-оксиметильных групп в результате комплексообразования пиридоксина также уменьшаются. Атомы кислорода O8, O10, O(8) и O(10), входящие в координационный узел ZnO, не эквивалентные (заряд на атомах кислорода 3-оксигрупп выше, чем на атомах кислорода 4-оксиметильных групп), но для них наблюдается транс эквивалентность: заряды на атомах O8 и O(8), O10 и O(10) уменьшаются в одинаковой степени и равны между собой, -0,361e для пары O8 и O(8), -0,227e для другой пары O10 и O(10). С учетом положительного заряда на цинке энергия взаимодействия атомов кислорода O8 и O(8), O10 и O(10) также соответствует притяжению.

Октаэдрический комплекс Zn(ПН)₂Cl₂

Полная оптимизация геометрии комплекса Zn(ПН)₂Cl₂ дает структуру сильно искаженного октаэдрического комплекса, в котором экваториальное положение занимают выходящие из плоскости атомы кислорода 3-окси и 4-оксиметильной групп одной молекулы ПН, 4-оксиметильной группы второй молекулы лиганда один атом хлора, а аксиальное положение – один атом хлора и атом кислорода 3-оксигруппы второй молекулы ПН (см. схему 1).



Схема 1

В этой связи нами проведена оптимизация геометрии модели комплекса $Zn(ПН)_2Cl_2$ с фиксацией плоской координации Zn атомами кислорода 3-окси и 4-оксиметильных групп двух молекул лиганда, занимающих экваториальное положение, дополненных двумя атомами хлора, занимающими аксиальное положение (схема 2),

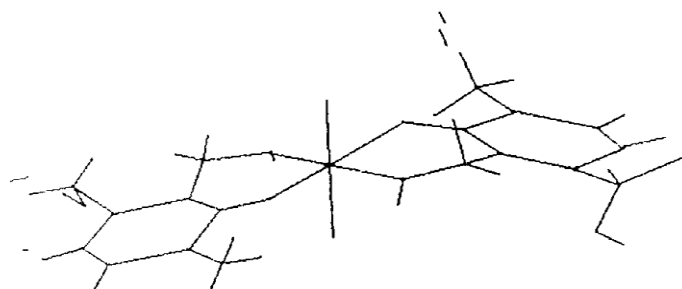


Схема 2

результаты расчетов которой и представлены ранее в табл. 4, 5. Согласно рассчитанным эффективным зарядам при образовании комплекса $Zn(ПН)_2Cl_2$ положительные заряды на атомах углерода C2, C3 и C(2), C(3) увеличиваются, а отрицательные заряды, локализованные на атомах кислорода O8, O10, O(8) и O(10), посредством которых осуществляется координация пиридоксина, существенно уменьшаются; при этом на атоме цинка локализуется меньший положительный заряд, а на атомах хлора более отрицательные заряды, чем в случае тетраэдрического комплекса.

Как показали расчеты связи N1-C2, C2-C3, C3-C4 координированной молекулы пиридоксина в октаэдрическом комплексе $Zn(ПН)_2Cl_2$ короче, а связи C3-O8 и C9-O10, наоборот, длиннее соответствующих связей тетраэдрического комплекса. Однако наиболее существенно в комплексах отличаются длины связей Zn-Cl (табл. 5). При октаэдрическом окружении атома цинка в комплексе $Zn(ПН)_2Cl_2$ (координационное число равно 6) связи Zn-Cl сильно удлиняются (~на 0,2 Å) по сравнению с тетраэдрическим окружением центрального атома в комплексе $Zn(ПН)Cl_2$ (координационное число равно 4), т.е. доля ионной составляющей в связи Zn-Cl возрастает с увеличением координационного числа атома цинка.

Сравнение рассчитанных длин связей Zn-Отетраэдрического и октаэдрического комплексов $Zn(ПН)Cl_2$ и $Zn(ПН)_2Cl_2$ и тетраэдрического комплексного иона цинка $[Zn(ПН)_2]^{2+}$ показывает, что в комплексном ионе координационные связи Zn-О имеют наименьшие значения. Связи Zn-О₈ и Zn-О₁₀ тетраэдрического комплекса длиннее соответствующих связей комплексного иона (на 0,180 Å и 0,017 Å); при этом связь Zn-О₁₀ короче связи Zn-О₈ на 0,049 Å. Длины связей Zn-О₈ в октаэдрическом комплексе существенно больше, а именно на ~ 0,2 Å, чем для $[Zn(ПН)_2]^{2+}$ (табл. 6).

Таким образом, проведенные нами расчеты октаэдрического и тетраэдрического комплексов цинка $Zn(ПН)_2Cl_2$ и $Zn(ПН)Cl_2$ и тетраэдрического комплексного иона цинка $[Zn(ПН)_2]^{2+}$ показали, что связи Zn-лиганд наименее прочные для октаэдрического комплекса цинка.

Октаэдрические комплексы $Co(ПН)_2Cl_2$, $Ni(ПН)_2Cl_2$ и $Fe(ПН)_2Cl_2$

Квантово-химические расчеты пространственного и электронного строения октаэдрических комплексов $Me(ПН)_2Cl_2$, где $Me=Fe(II)$, $Co(II)$, $Ni(II)$ выполнены в приближении полуэмпирического метода ZINDO/1 с использованием software HYPERCHEM 7.0. В рассчитанных моделях этих комплексов центральный атом окружен четырьмя атомами кислорода двух молекул пиридоксина и двумя атомами хлора так, что весь полиэдр представляет собой октаэдр. Пиридоксин действует как бидентатный лиганд и координирует к атому металла посредством атомов кислорода 3-окси- и 4-оксиметильных групп O₈, O(8) и O₁₀, O(10), образуя при этом два шестичленных металлоцикла, имеющих конформацию искаженной “ванны”.

Пространственная конфигурация комплексов $Me(ПН)_2Cl_2$ и нумерация их атомов представлены на рис. 6, 7.

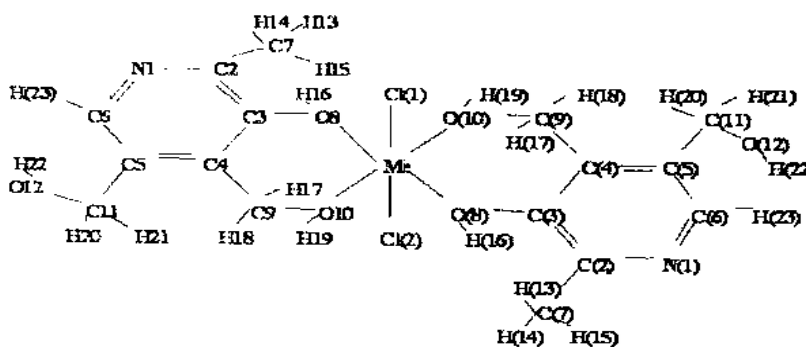


**Рис. 6. Нумерация атомов октаэдрических комплексов $\text{Me}(\text{PH})_2\text{Cl}_2$
($\text{Me}=\text{Zn}, \text{Ni}, \text{Co}, \text{Fe}$)**



**Рис. 7. Пространственная конфигурация октаэдрических
комплексов $\text{Me}(\text{PH})_2\text{Cl}_2$**

Связи двух молекул ПН-лиганда, координированных к центральному атому, являются симметричными (разброс в длинах соответствующих связей $\sim 0,007\text{\AA}$) (табл. 7).

Из табл. 7 видно, что рассчитанные длины связей C3-C4, C4-C5, N1-C6 Ру-цикла в комплексах $\text{Co}(\text{PH})_2\text{Cl}_2$ и $\text{Ni}(\text{PH})_2\text{Cl}_2$ удлиняются; в комплексе $\text{Fe}(\text{PH})_2\text{Cl}_2$ эти связи отличаются незначительно от длин связей некоординированного лиганда в биполярной форме, кроме связей C3-O8 и C9-O10, которые в результате комплексообразования пиридоксина существенно удлиняются. В октаэдрических комплексах Co, Ni и Fe пиридиновые циклы ПН-лигандов сохраняют плоское строение; однако 4- и 5-оксиметильные группы в комплексах, в отличие от свободного лиганда, уже не лежат в

плоскости Ру-цикла, а выходят из этой плоскости, причем в разные стороны. Валентные углы Cl (1) MeO 8 и Cl (1) MeO 10 равны, соответственно, 89,71 и 84,85°; 89,98 и 90,85°; 81,54 и 85,69° для комплексов Co(ПН)₂Cl₂, M(ПН)₂Cl₂ и Fe(ПН)₂Cl₂.

Согласно рассчитанным эффективным зарядам в комплексах Co(ПН)₂Cl₂, Ni(ПН)₂Cl₂, Fe(ПН)₂Cl₂ (табл.8) происходит существенный перенос электронной плотности с Рп-лиганда на центральный атом; при этом положительные заряды на атомах углерода C2 и C4 повышаются, а отрицательные заряды на атомах 3-окси- и 4-оксиметильных групп, посредством которых осуществляется координация пиридоксина сильно понижаются (-0,523 и -0,519; -0,190 и -0,258; -0,207 и -0,265; -0,090 и -0,253, соответственно, для некоординированного пиридоксина в биполярной форме, комплексах Ni, Со и Fe).

Таблица 7

**Сравнение рассчитанных (по ZINDO/1) длин связей (А) ПН-лиганда в
октаэдрических комплексах Fe (II), Со (II) и Ni(II)**

Параметры	ПН*	Co(ПН) ₂ Cl ₂	M(ПН) ₂ Cl ₂	Fe(ПН) ₂ Cl ₂
N1-C2	1,371	1,372	1,374	1,368
C2-C3	1,412	1,402	1,405	1,405
C3-C4	1,414	1,476	1,475	1,398
C4-C5	1,413	1,475	1,475	1,420
C5-C6	1,370	1,355	1,355	1,385
N1-C6	1,387	1,397	1,397	1,371
C2-C7	1,462	1,458	1,458	1,458
C3-C8	1,344	1,338	1,338	1,367
C4-C9	1,481	1,491	1,490	1,478
C9-C10	1,385	1,403	1,404	1,398
C5-C11	1,477	1,480	1,479	1,480
C11-C12	1,390	1,393	1,393	1,389

*В биполярной форме

Таблица 8

**Сравнение рассчитанных (по ZINDO/1) эффективных зарядов на атомах
в октаэдрических комплексах Ni(II), Co(II) и Fe(II)**

Атом	ПН*	Ni(ПН) ₂ Cl ₂	Co(ПН) ₂ Cl ₂	Fe(ПН) ₂ Cl ₂
N1	-0,031	-0,141	-0,137	-0,028
C2	0,098	0,225	0,225	0,212
C3	0,198	0,067	0,065	0,151
C4	-0,021	0,240	0,237	0,099
C5	0,001	-0,044	-0,040	0,026
C6	0,003	0,042	0,063	0,078
C7	-0,162	-0,199	-0,192	-0,190
O8	-0,523	-0,190	-0,209	-0,088
C9	0,118	0,042	0,040	0,096
O10	-0,519	-0,262	-0,265	-0,254
C11	0,113	0,123	0,122	0,114
O12	-0,391	-0,352	-0,351	-0,334
Zn		0,436	0,504	0,492
Cl (1)		-0,252	-0,246	-0,588
Cl (2)		-0,249	-0,547	-0,566
O(8)		-0,198	-0,207	-0,090
O(10)		-0,252	-0,265	-0,253

*В биполярной форме

На центральном атоме в комплексах сосредоточен положительный заряд, наименьший на атоме никеля; отрицательные заряды на атомах хлора в комплексах Ni и Co имеют близкие значения, в комплексе Fe эти заряды значительно возрастают. Положительные заряды на атомах водорода Н19, связанных с атомами кислорода 4-косиметильных групп О10, и длины связей О10-Н19 заметно возрастают, что свидетельствуют о возможности депротонирования 4-оксигруппы в хелатных ПН-комплексах.

Следует отметить, что согласно расчетам в молекуле некоординированного ПН-лиганда в биполярной форме отрицательный заряд локализован в основном на атомах кислорода О8, О10 и О12 окси- и двух оксиметильных групп, поэтому при образовании хелатных металлокомплексов наибольшие изменения в распределении электронной

плотности происходят на атомах кислорода 3-окси- и 4-оксиметильных групп, через которые осуществляется координация пиридоксина (отрицательный заряд на атоме кислорода 5-оксиметильной группы, не принимающей участия в хелатировании центрального атома, сохраняется почти неизменным).

Рассчитанные длины связей Me-Cl комплексов никеля и кобальта имеют близкие значения, которые немного выше, чем для комплекса железа. Однако, согласно расчетам, координационные связи между центральным атомом и атомами кислорода 3-окси- и 4-оксиметильной групп Me-O8 и Me-O10 наиболее короткие для комплекса Ni, существенно длиннее для комплекса Fe, для комплекса Co эти связи имеют промежуточные значения (табл. 9).

Таблица 9

**Сравнение длин связей металл-лиганд в октаэдрических
комплексах Co, Ni и Fe**

Длина, А	Ni(ПН) ₂ Cl ₂	Co(ПН) ₂ Cl ₂	Fe(ПН) ₂ Cl ₂
Me-Cl (1)	2,400	2,448	2,349
Me-Cl (2)	2,410	2,445	2,324
Me-O 8	1,961	2,003	2,240
Me-O 10	2,001	2,036	2,208
Me-O(8)	1,965	2,002	2,246
Me-O(10)	2,004	2,037	2,204

К тому же в комплексах Ni и Co происходит наименьшая деформация координационного узла, т.к. валентные углы, направленные к вершинам октаэдра, для этих комплексов отклоняются на <5°, в то время как в комплексе Fe эти отклонения достигают ~5-10. Существенная деформированность октаэдрического комплекса Fe указывает на его меньшую устойчивость.

Следовательно, с учетом длин связей Me-Cl, Me-O и степени деформированности координационного узла устойчивость октаэдрических комплексов Co, Fe и Ni уменьшается в ряду Ni>Co>Fe, который хорошо

согласуется с их теплотами образования, рассчитанными в рамках единого выbranного для этих комплексов метода ZINDO/1(-8935,04; -8866,04 и - 8776,21 ккал/моль, соответственно, для комплексов никеля, кобальта и железа).

Таким образом, результаты квантово-химических расчетов нейтральной и биполярной таутомерных форм пиридоксина (с привлечением приближения граничных орбиталей) указывают на приоритетность бидентатной координации ПН комплексообразователем посредством атомов кислорода 3-окси- и 4-оксиметильной групп с образованием шестичленного металлоцикла. В случае биполярной таутомерной формы координация через атом азота исключается; когда пиридиновый атом азота молекулы ПН депротонирован (нейтральная или анионная формы) не исключается возможность координации через N-атом, при этом реализуется тридентатная координация (через атомы 3-окси- и 4-оксиметильных групп и N-атом), в исключительных случаях - монодентитная координация посредством пиридинового атома азота.

Теоретические выводы о способах координации пиридоксина центральным атомом, сделанные нами на основе электронного подхода, хорошо согласуются с экспериментом (результатами РСА) и, следовательно, являются рациональным обоснованием приоритетности указанных способов координации ПН. Результаты квантово-химических расчетов подтверждают предположения о способе координации ПН-лиганда центральным атомом в полученных комплексах $\text{Me}(\text{ПН})\text{Cl}_2$ и $\text{Me}(\text{ПН})_2\text{Cl}_2$, сделанные нами на основе исследования их методами термогравиметрии, рентгенофазового анализа, ЭПР- и ИК-спектроскопии в средней и длинноволновой области. Изученные нами комплексы получены в полярной (водной) среде, в которой пиридоксин находится преимущественно в биполярной форме (80%). При координации пиридоксина ионами металлов происходит его поляризация. Поэтому пиридоксин координируется ионами металлов преимущественно в цвиттерионной форме. Как показали расчеты, в данном случае координация через N-атом исключается.

Сравнение пространственного и электронного строения (рассчитанных в приближении полуэмпирических методов MNDO/d и ZINDO/1) свободного и координированного ПН-лиганда показало, что пиридиновый цикл в комплексах сохраняет плоское строение, но локализация π -электронов в Ру цикле в результате комплексообразования ослабевает. 4- и 5-оксиметильные группы в комплексах, в отличие от свободного ПН-лиганда, не копланарны Ру-циклу, а развернуты в разные стороны от плоскости гетероцикла, т.е. их взаимное экранирование уменьшается. В комплексах пиридоксина рассчитанный заряд на атоме водорода, связанном с 3-окс группой, и длина этой О-Н связи заметно увеличиваются, что указывает на существование тенденции депротонирования 3-оксигруппы при хелатировании центрального атома ГН.

Проведенные расчеты октаэдрического и тетраэдрического комплексов цинка $Zn(ПН)_2Cl_2$ и $Zn(ПН)Cl_2$ и тетраэдрического комплексного иона цинка $[Zn(ПН)_2]^{2+}$ показали, что ионная составляющая связи $Zn-Cl$ возрастает с увеличением координационного числа атома цинка; длины связей $Zn-O$ увеличиваются в ряду: $[Zn(ПН)_2]^{2+} < Zn(ПН)_2Cl_2 < Zn(ПН)Cl_2$, т.е. связи Zn -лиганд наименее прочные для октаэдрического комплексного цинка. Следовательно, в комплексах состава 1:2 металл-лиганд образование тетраэдрического комплексного иона цинка является более предпочтительным, чем октаэдрического комплекса.

На основе сравнения рассчитанных длин связей $Me-Cl$, $Me-O$, степени деформированности координационных узлов октаэдрических комплексов Co , Ni и Fe установлено, что устойчивость комплексов уменьшается в ряду: $Ni > Co > Fe$, который соответствует общеизвестному ряду Ирвинга-Вильямса.

Некоторые особенности колебательных спектров координационных соединений бивалентных металлов с пиридоксином

В настоящее время ИК спектроскопический метод является одним из эффективных методов, используемый для определения способа координации и установления строения комплексных соединений.

При изучении пиридоксина согласно литературным данным [12, 16,17] метод ИКС применяется довольно широко. Несмотря на это, до настоящего времени остается спорным вопрос об атоме-доноре электронов в комплексах пиридоксина. Известно, что пиридоксин в зависимости от природы центрального иона, поля лигандов, а также условий синтеза может координироваться как через пиридиновый атом азота гетероцикла [18, 19], так и через атомы кислорода окси-, и оксиметильной групп, которые расположены благоприятно для циклообразования или одновременно через другие атомы [20]. Есть мнение [21], что пиридоксин в процессах комплексообразования ведет себя как амбидентатный лиганд, образуя координационные связи за счет О и N- содержащих электронодонорных групп.

С целью выяснения конкурентно-координационных свойств донорных групп пиридоксина и определения строения его комплексов нами были выполнены детальные, обоснованные отнесения колебательных спектров ИК спектроскопическим методом. Отнесения основных полос поглощения в области от 400 до 4000см⁻¹ проводили сравнительным анализом ИК спектров пиридоксина и его комплексных соединений.

При изучении ИК спектра чистого пиридоксина (табл.10 и рис.8) выявлено, что его колебательный спектр представляет собой очень сложную картину: в высокочастотной области при 3270-2630см⁻¹ наблюдаются интенсивные взаимоперекрывающиеся суммы полос валентных колебаний пиридилий-иона $\nu(\text{N}^+\text{H})$, гидроксильной группы $\nu(\text{OH})$. Такая растянутая область означает, что в кристаллическом состоянии молекулы пиридоксина ассоциированы благодаря образованию сильных внутримолекулярных водородных связей.

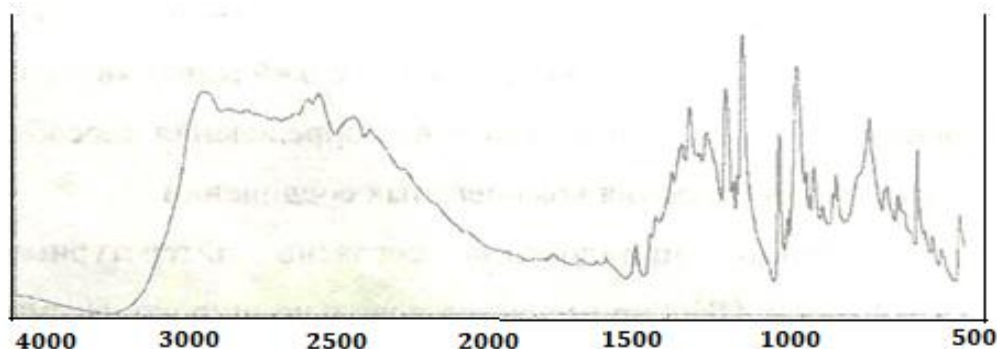


Рис. 8. ИК спектр пиридоксина

Известно, что образование водородной связи приводит к уменьшению частоты, уширению полосы, отвечающей валентному колебанию группы, вступающей в водородную связь, причем величина смещения указанной полосы характеризует прочность водородной связи. Образование водородной связи группами - OH вызывает наибольшее смещение полосы валентного колебания. Вместо острого пика в области 3600см^{-1} , характерной для свободной гидроксильной группы, появляется широкая полоса в области $3400\text{-}3200\text{см}^{-1}$; в случае очень сильных водородных связей, полоса связанной OH-группы может сместиться вплоть до $2500\text{-}2600\text{см}^{-1}$. Также к вышесказанному можно добавить, что наличие водородных связей приводит к изменению спектра, причем валентные колебания спиртовой группы и деформационные колебания при 1645 см^{-1} менее чувствительны к образованию водородных связей, чем полосы валентных колебаний ($\nu_{\text{с}}=3450$, $\nu_{\text{ас}}=3600\text{ см}^{-1}$) [22, 23]. Поэтому полосы валентных колебаний $\nu(\text{NH}^+)$ и $\nu(\text{OH})$ сильно смещены в сторону низкочастотной области. Полосу при 1350 см^{-1} можно отнести к $\delta(\text{OH-})$. Полоса при 2823 см^{-1} относится к $\nu_{\text{ас}}$ и $\nu_{\text{с}}(\text{CH})$, а полосы при 1441 , 1414 и 1350 см^{-1} - к деформационным колебаниям метильной и метиленовой групп. Полосы поглощения валентного C-H ароматического колебания идентифицируются при 1618 , 1483 , 1282 , 1221 , 1085 , 1054 , 958 и 751 см^{-1} . Очень сильная по интенсивности полоса при 1020 см^{-1} относится к валентным колебаниям оксиметильных групп.

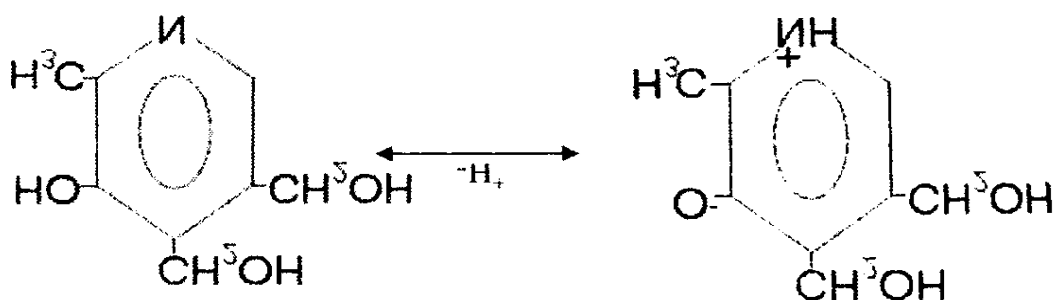
Таблица 10

**Основные частоты, найденные в ИК-спектрах ПН и его комплексов
с хлоридами металлов (область 400-4000 см⁻¹)**

№	Соединение	Отнесения полос, см ⁻¹								
		$\nu(\text{OH})$	$\nu(\text{N}^+\text{H})$	$\delta(\text{H}_2\text{O})$	$\nu(\text{кольцо})$	$\delta(\text{N}^+\text{H})$	$\delta(\text{OH})$	$\nu(\text{C-O})_{\text{Ar-O}}$	$\delta\text{C-CH}$	$\nu(\text{C-O})\text{-CH}_2\text{OH}$
1.	C ₈ H ₁₁ O ₃ N (пиридоксин)	3400-2600	3300-2500	3400-2700	3400-2600	3600-2600	3600-2600	3600-2700	3600-2600	3600-2700
2.	CuCl ₂ 2C ₈ H ₁₁ O ₃ N 2H ₂ O	-----	3300-2500	3400-2600	3500-2400	3400-2750	3500-2600	3650-2600	3400-2700	3400-2600
3.	CuCl ₂ 2C ₈ H ₁₁ O ₃ N	-----	1680	-----	-----	-----	-----	1682	1678	1680
4.	CoCl ₂ 2C ₈ H ₁₁ O ₃ N	1620-1570	1620-1565	1575	1590-1600	1615	1645	1610	1615	1630
5.	NiCl ₂ 2C ₈ H ₁₁ O ₃ N	-----	1530	1525	1510-1530	1535	1532	1530	1530	1528
6.	FeCl ₂ 2C ₈ H ₁₁ O ₃ N	1460	1470	1635-1400	1445	1460	1460	1460	1465	1472
7.	MnCl ₂ 2C ₈ H ₁₁ O ₃ N	1445	1460-1450	1465	1470	1473	1440	1475	1670	1460
8.	ZnCl ₂ 2C ₈ H ₁₁ O ₃ N 2H ₂ O	1420	1430	1435	1450	1445	1420	1410-1415	1430	1435
9.	ZnCl ₂ 2C ₈ H ₁₁ O ₃ N	1380	1382	1370	1375	1385	1365	1435	1425	1415-1425
10.	CdCl ₂ 2C ₈ H ₁₁ O ₃ N	-----	1355	-----	-----	-----	-----	1352	1355	1360
11.	CaCl ₂ 2C ₈ H ₁₁ O ₃ N H ₂ O	1255	1300-1310	1300	1320	1310	1300	1305	1310	1300
12.	MgCl ₂ 2C ₈ H ₁₁ O ₃ N H ₂ O	1227	1230	1240	1232	1230	1235	1230	1232	1232
13.	SrCl ₂ 2C ₈ H ₁₁ O ₃ N H ₂ O	1030	1000	1005	1010	1000	1010	1015	1005	1005
14.	BaCl ₂ 2C ₈ H ₁₁ O ₃ N H ₂ O	830	830	755	800-755, 880	850, 825	750	760	800, 760	800, 760

Полоса поглощения валентного колебания фенольного типа ОН группы проявляется в пределах частот 1252-1221см⁻¹. Для наглядности основные колебательные частоты ИК спектров пиридоксина и его комплексных соединений с металлами и их отнесения приведены в последующих таблицах и рисунках.

При сравнительном анализе ИК спектров поглощения комплексов состава $\text{MeCl}_2 \cdot n\text{ПН} \cdot m\text{H}_2\text{O}$; $\text{Me}(\text{NO}_3)_2 \cdot n\text{ПН}$; $\text{MeSO}_4 \cdot n\text{ПН} \cdot m\text{H}_2\text{O}$, где $\text{Me}=\text{Cu}(\text{II})$, $\text{Co}(\text{II})$, $\text{Ni}(\text{II})$, $\text{Zn}(\text{II})$, $\text{Fe}(\text{III})$, $\text{Mn}(\text{II})$, $\text{Cd}(\text{II})$, $\text{Ca}(\text{II})$, $\text{Mg}(\text{II})$, $\text{Sr}(\text{II})$ и $\text{Ba}(\text{II})$, $n=1,2$; $m=1,2$; было отмечено, что при комплексообразовании происходит замещение протона ОН-группы фенольного кислорода и присоединение к пиридиновому азоту по схеме:



Протонирование гетероатома азота N(1) пиридинового цикла приводит к появлению в ИК спектре очень интенсивной узкой полосы при $1540\text{--}1425\text{см}^{-1}$ и растянутой широкой полосы в пределах частот $3450\text{--}2800\text{см}^{-1}$, характерных для деформационного и валентного колебаний пиридиний-иона, впервые идентифицированных авторами [15]. Также в спектрах соединений исчезают полосы поглощения деформационного колебания депротонированной фенольной группы, наблюдаемой в спектре некоординированного пиридоксина при 1252см^{-1} и смещение частоты фенольной группы в область высоких частот до 1330см^{-1} . Итак, из вышесказанного следуют общие характерные особенности спектров для всех комплексов:

- исчезает полоса поглощения деформационного колебания фенольной группы при 1252 см^{-1} ;
- появляется новая полоса при $1305\text{--}1330\text{ см}^{-1}$;
- образуется интенсивная полоса поглощения при 1535см^{-1} и широкая, растянутая полоса поглощения в пределах частот $3450\text{--}2800\text{см}^{-1}$;

- в ИК спектре комплексов полоса поглощения оксиметильной группы смещается с длинноволновой области к коротковолновой на $15\text{-}20\text{см}^{-1}$.

При комплексообразовании пиридоксина с металлами по хелатному типу - происходит перераспределение электронной плотности таким образом, что связи СО- фенольной и СО- оксиметильной групп, принимающие участие в образовании металлоцикла ослабевают, а связь С-N- находящаяся вне данного цикла- упрочняется. Забегая вперед можно сказать, что из анализа данных ИКС комплексов пиридоксина с хлоридами, нитратами и сульфатами Cu(II), Co(II), Ni(II), Zn(II), Fe(III), Mn(II), Cd(II), Ca(II), Mg(II), Sr(II) и Ba(II) можно заключить следующее: для лиганда-пиридоксина характерна хелатная координация атомами кислорода фенольной и соседней 4-оксиметильной групп, а пиридиновый атом азота N(1) протонирован.

Проведенный ранее авторами [14] теоретический квантовохимический расчет распределения зарядов на атомах в молекуле пиридоксина (рис.9) также подтверждает, что отрицательный наибольший заряд сосредоточен на атомах кислорода 3-окси, (-0,386) и 4-оксиметильной (-0,344) групп, поэтому атомы кислорода (08) и (010) при комплексообразовании являются наиболее предпочтительными донорными центрами. Иначе говоря, при комплексообразовании происходит существенный перенос электронной плотности с ПН-лиганда на центральный атом: при этом положительные заряды на атомах углерода C₂ и C₄ - повышаются, а отрицательные заряды на атомах 3-фенольной и 4-оксиметильной групп, посредством которых осуществляется координация пиридоксина-понижаются.

На основании вышеизложенного можно заключить, что пиридоксин является довольно эффективным донором и может выступать как бидентатный лиганд при комплексообразовании с акцепторами-бивалентными солями 3d-, и некоторых щелочноземельных металлов.

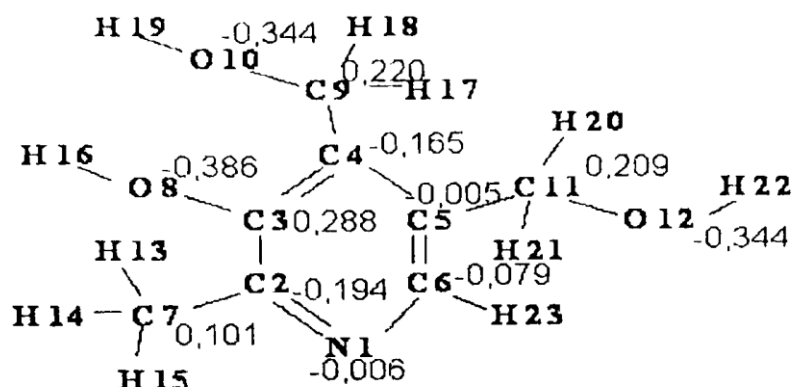


**Рис. 9. Распределение зарядов на модельной структуре
молекулы пиридоксина**

Рассмотрим подробнее колебательные спектры
пиридоксиновых металлоциклов.

Хлоридные комплексы

ИК спектры комплексных соединений пиридоксина с хлоридами Cu(II), Co(II), Ni(II), Zn(II), Fe(III), Mn(II), Cd(II), Ca(II), Mg(II), Sr(II) и Ba(II) представлены на рис. 10, 11, 12 и в табл. 10. При сравнении колебательных спектров чистого пиридоксина рис. 8 и его хлоридных соединений состава $\text{MeCl}_2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$, где $\text{Me}=\text{Ni(II)}, \text{Co(II)}, \text{Fe(III)}, \text{Cu(II)}, \text{Zn(II)}, \text{Cd(II)}$ можно заметить, что в спектре пиридоксина полоса валентных колебаний двух оксиметильных групп проявляется при 1028-1035 и 1006-1100 cm^{-1} , соответственно.

Депротонирование оксигруппы $\nu(4\text{CH}_2\text{-OH})$ не приводит к повышению частоты $\nu\text{C-O}$ (1000 cm^{-1}) и к укорочению связи C-O, а в спектрах соединений полоса координированной с металлами 4-оксиметильной группы смещена на 20-25 cm^{-1} (от 1028 до 1000 cm^{-1}) в низкочастотную область.

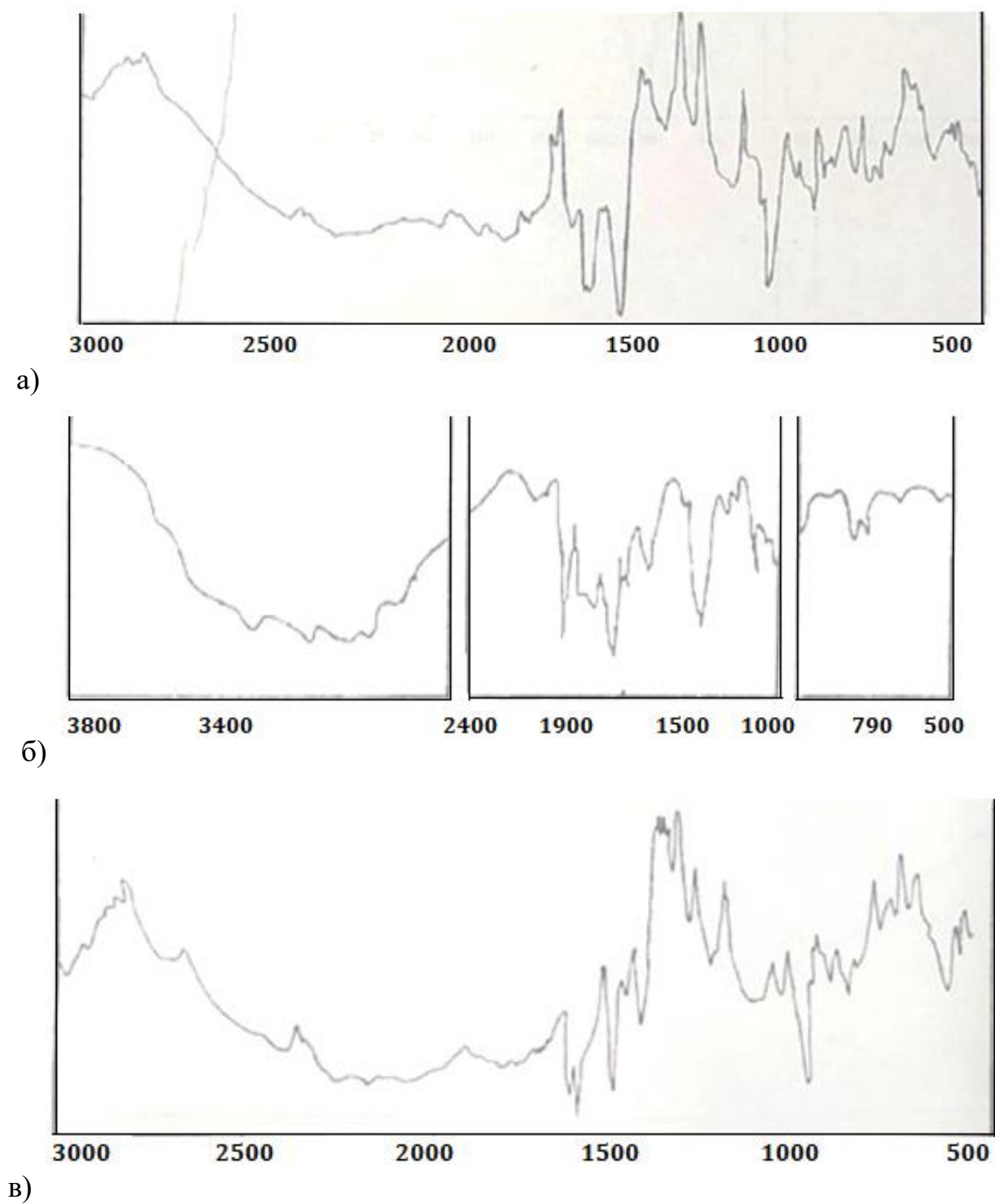


Рис. 10. ИК спектры поглощения: $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (а); $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (б); $\text{NiCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (в)

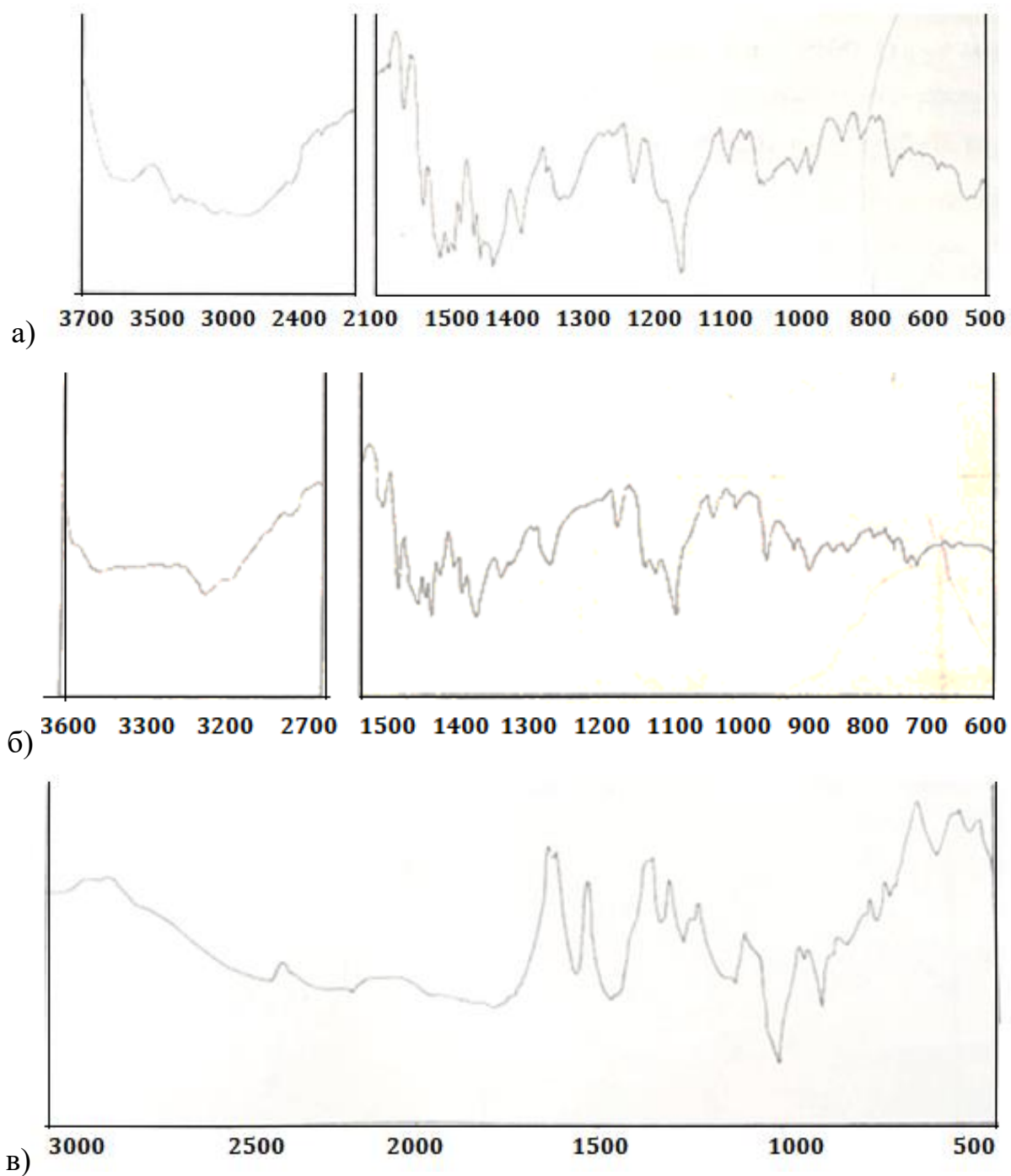


Рис. 11. ИК спектры поглощения: $\text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (а); $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (б); $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (в)

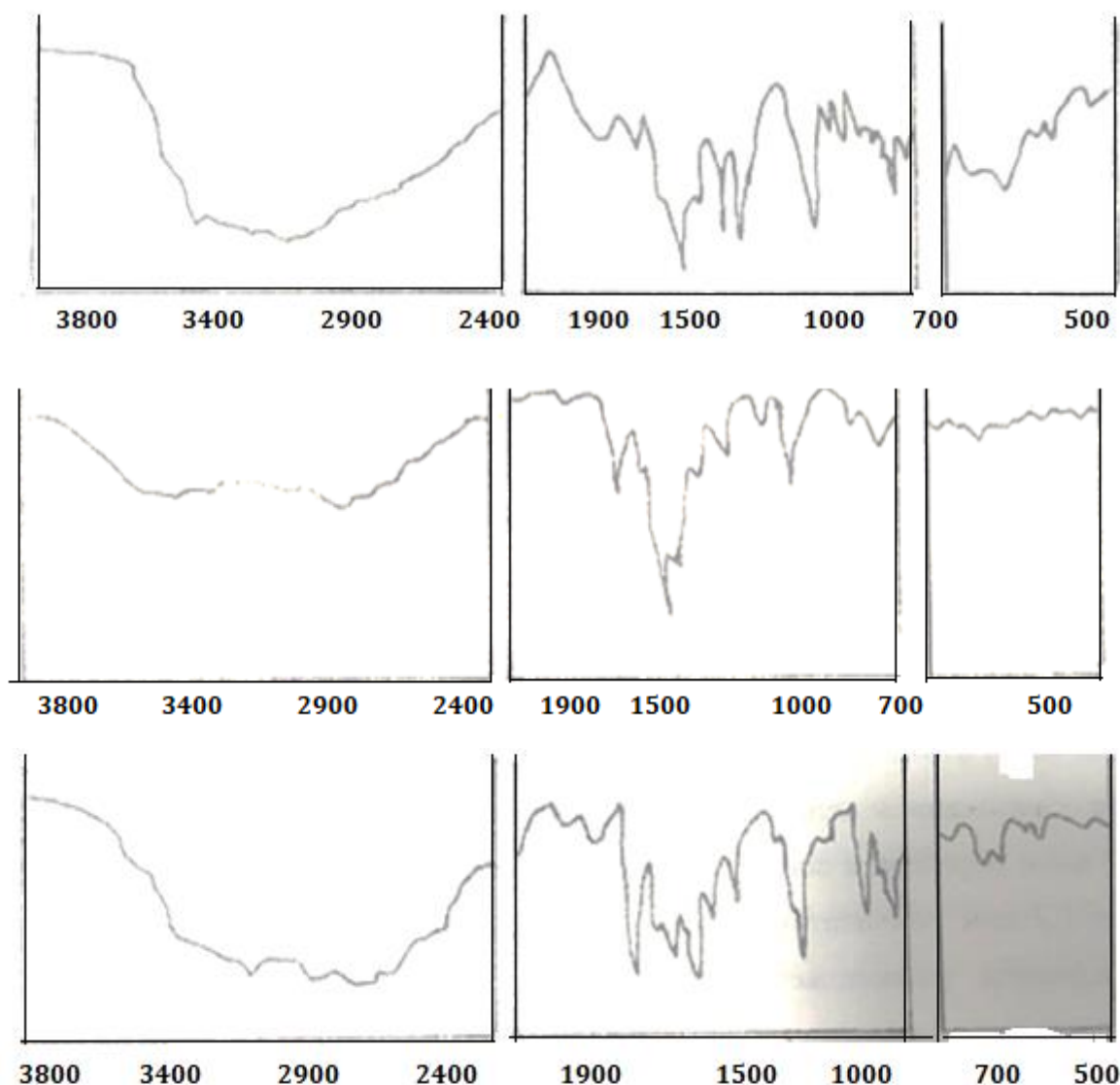


**Рис. 12. ИК спектры поглощения: $\text{CdCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (а);
 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (б); $\text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (в)**

Также в спектрах соединений исчезают полосы поглощения деформационного колебания депротонированной фенольной группы, наблюдаемой в спектре некоординированного пиридоксина при 1255 см^{-1} и смещение частоты фенольной группы в области высоких частот до 1330 см^{-1} . Исчезновение полосы при 1225 см^{-1} , проявление новой полосы при $1300 - 1310 \text{ см}^{-1}$ означает образование фенолят-иона. Протонирование гетероциклического атома азота пиридоксина приводит к появлению широкой

полосы поглощения валентного колебания пиридиный-иона $\nu(\text{N}+\text{H})$ при 2600-3400 см^{-1} и интенсивной полосы деформационных колебаний пиридиный иона $\delta(\text{N}+\text{H})$ при 1520-1530 см^{-1} . Это видимо, объясняется тем, что при координации пиридоксина к иону комплексообразователя через кислород спиртового гидроксила увеличиваются спиртовые свойства группы, что приводит к отцеплению водорода и миграции его к гетероатому азота, т.к. из известно, что атом азота обладает большим сродством к протону, чем кислород окси- и оксиметильной групп. Поэтому 80% молекул нейтральной формы несут протон на атоме азота, а остальные протонированы по менее основному кислороду. Следовательно, пиридоксин может находиться в комплексе, также в виде биполярного иона или в депротонированной форме. Исходя из перечисленных доводов (фактов) можно предполагать, что пиридоксин проявляет себя как 0,0-бидентатный лиганд, координируя с металлами через атомы кислорода фенольной (или окси-) и 4-оксиметильной групп с образованием хелатного, шестичленного металлоцикла.

Таким образом, в соединениях хлористых солей металлов Ni, Co, Fe состава 1:2 при бидентатной координация пиридоксина следует ожидать внутрисферное расположение ацидо-лиганда (хлор-иона). Эти выводы подтверждаются экспериментом: во-первых, в спектрах комплексов $\text{NiCl}_2 \cdot 2\text{ПН(I)}$, $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{ПН(II)}$, $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{ПН(III)}$, снятых в области 100-500 см^{-1} обнаружены интенсивные полосы поглощения валентных колебаний $\nu(\text{N} \leftarrow \text{O})$ при 340, 400, 450 см^{-1} ; $\nu(\text{Co} \leftarrow \text{O})$ при 430, 335 см^{-1} , $\nu(\text{Fe} \leftarrow \text{O})$ - при 339 и 420 см^{-1} . Во-вторых, в спектрах соединений $\text{MeCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ обнаружены расщепленные полосы поглощения валентных колебаний $\nu(\text{Ni}-\text{Cl})$ 301, 240, 277 см^{-1} ; $\nu(\text{Co}-\text{Cl})$ - при 315, 275, 220 см^{-1} и $\nu(\text{Fe}-\text{Cl})$ - при 349, 318, 294, 184 см^{-1} , что указывает на внутрисферный характер хлор-иона (табл. 11).

Таким образом, проявление 3-окси, 4-оксиметильных групп в изменениях основных колебательных частот и появление новых полос в длинноволновой области, соответствующих валентным колебаниям $\nu(\text{Me} \leftarrow \text{O})$ и $\nu(\text{Me} \leftarrow \text{Cl})$, свидетельствуют непосредственной связи пиридоксина и хлор-

иона с металлами. Исходя из значений координационных чисел металлов и стехиометрических соотношений с учетом вышеизложенного, можно предположить следующее строение для соединений состава $\text{MeCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (рис. 13) спектрах гидратированных соединений $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot \text{H}_2\text{O}$ (I) и $\text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (II) наблюдаются полосы при $1300\text{--}1310\text{ см}^{-1}$, характерные для фенолятов, а полоса валентного колебания спиртовой группы расщеплена и ее низкочастотные компоненты проявляются при $1000\text{--}1010\text{ см}^{-1}$, характерные для соединений, в которых гетероатом азота протонирован.

Таблица 11

**Основные колебательные частоты в ИК-спектрах новых соединений
и их отнесение (область $100\text{--}500\text{ см}^{-1}$)**

№	Соединения	$\nu(\text{Me} \leftarrow \text{O})$	$\nu(\text{Me} \leftarrow \text{Cl})$
1.	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot \text{H}_2\text{O}$	465, 420, 355	317, 275, 240
2.	$\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$	430, 335	275, 315
3.	$\text{NiCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$	450, 400, 340	301, 275
4.	$\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$	422, 399	373, 349, 318, 294, 248, 184
5.	$\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$	470, 432, 425, 419	224, 180, 175
6.	$\text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	375	255, 240, 225, 215
7.	$\text{CdCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$	320	269, 242, 225, 205
8.	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	520, 440	386, 354, 323, 267, 215, 175
9.	$\text{CdCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	475, 384	305, 267, 255, 240, 150
10.	$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	420, 390, 343	289, 263, 225, 195

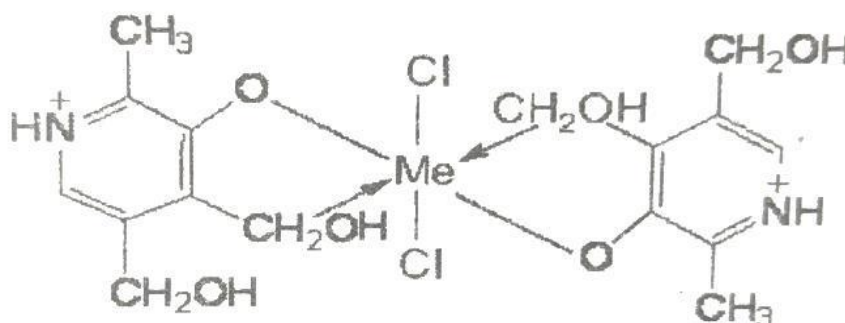


**Рис. 13. Предполагаемое строение соединений $\text{MeCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$
(Me-Co, Ni, Fe)**

Следовательно, в соединении Me замещает водород фенольного гидроксила и образует координационную связь с атомом кислорода оксиметильной группы.

В длинноволновой области от 100 до 500 см^{-1} соединений $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (I) и $\text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (II) прямая координация пиридоксина к иону комплексообразователя подтверждена экспериментальными данными: отчетливо проявляются полосы при 470 и 420 для (I) и очень интенсивные полосы при 470, 340 см^{-1} для соединений (II), относящиеся к связи $\text{Me} \leftarrow \text{O}$. Далее в пределах частот 350-150 см^{-1} обнаруживаются несколько полос, видимо, относящиеся к $\nu(\text{Me}-\text{Cl})$: они проявляются для комплекса $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ при 120, 220, 280, 320 см^{-1} и для второго $\text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - полосы поглощения валентного колебания обнаружены при 225, 220, 255 см^{-1} , а по литературным данным [24], они наблюдаются при 238, 228, 219 см^{-1} (табл. 11). Для выяснения положения воды в гидратированных комплексах $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot \text{H}_2\text{O}$ и $\text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ нужно было проследить за изменениями валентного колебания воды $\delta(\text{H}_2\text{O})$ [25]. При изучении ИК-спектров замечено, что отнесение полос валентного колебания связи воды $\nu(\text{OH})$ затруднено, т.к. в области 2600-3400 см^{-1} они перекрываются с полосами валентных колебаний бензольного кольца $\nu(\text{C}-\text{H})$ и пиридиный нона $\nu(\text{NH})$. Поэтому о положении молекул воды в соединениях можно судить по изменению деформационного колебания воды $\delta(\text{H}_2\text{O})$. Как видно из наших результатов, полоса поглощения деформационного колебания $\delta(\text{H}_2\text{O})$ не расщеплена и сдвинута в низкочастотную область до 1680 см^{-1} , что обусловлено наличием водородносвязанной воды, и, исходя из этого, можно сделать вывод, что они расположены во внешней координационной сфере комплекса.

Учитывая состав соединений и вышесказанные аргументы, можно утверждать, что в составе соединений (I) и (II) координационный полиэдр

достраивается до октаэдра при бидентатной координации двух молекул пиридоксина двумя атомами хлора, а ацидолиганд-вода находится во внешней координационной сфере. Пространственное строение для комплексов $\text{MeCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, где Me-Zn (II), Cu(II), n - количество воды (I) и (II) можно представить следующим образом (рис. 14):

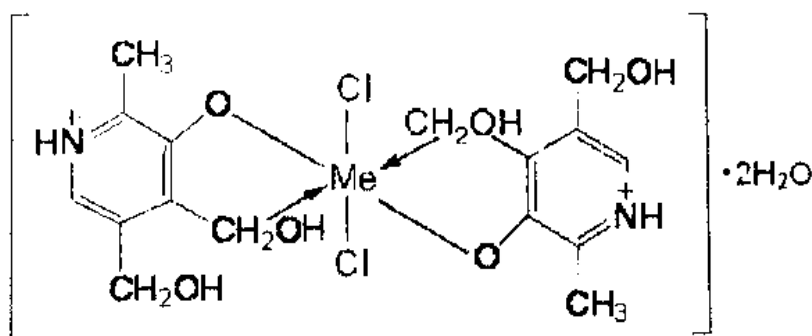


**Рис. 14. Предполагаемая структура соединений $\text{MeCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,
где Me-Zn, Cu**

В ИК-спектрах комплексов пиридоксина с щелочноземельными металлами наблюдаются валентные колебания $\nu(\text{Me-O})$: CaCl_2 -440 cm^{-1} , 425, 394 cm^{-1} , BaCl_2 -420, 390, 343 cm^{-1} и SrCl_2 -425, 384 cm^{-1} . А частоты валентного колебания $\nu(\text{Me-Cl})$ в области частот 150-270 cm^{-1} , найденные экспериментально для соединений щелочноземельных металлов пиридоксина состава 1:1:2, соответствуют CaCl_2 -175, 215, 267 cm^{-1} , SrCl_2 -150, 240, 255, 267, 305 cm^{-1} и BaCl_2 -195, 225, 263, 289 cm^{-1} (см. табл.11, рис.15).

Если учесть, что ионы хлора обладают тенденцией образовывать мостики между двумя атомами металлов, то для соединений $\text{MeCl}_2 \cdot \text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot \text{H}_2\text{O}$ (где Me-Ca, Sr, Ba) можно допустить следующее тетраэдрическое строение.

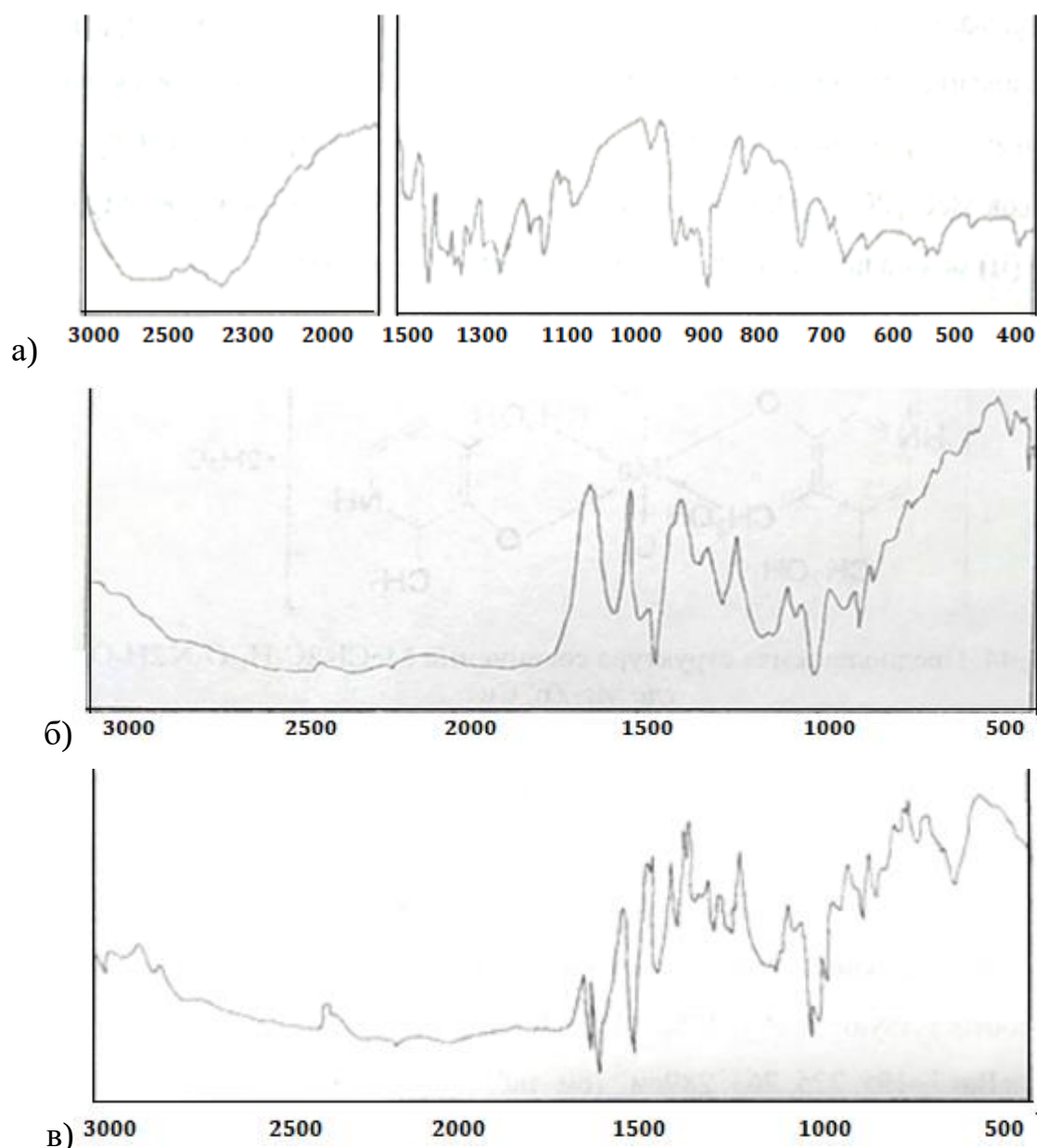


Рис. 15. ИК-спектры поглощения: $\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (а); $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (б); $\text{SrCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (в)

Оба атома хлора выполняют мостиковую роль, образуя димер. Предполагаемое строение вышеуказанных комплексов представляет собой димерное строение и построено так, что два атома хлора образуют мостик между двумя атомами металлов при бидентатной координации молекулы пиридоксина с двух сторон иона комплексообразователя. Молекулы воды в соединениях являются внешнесферными (рис. 16).

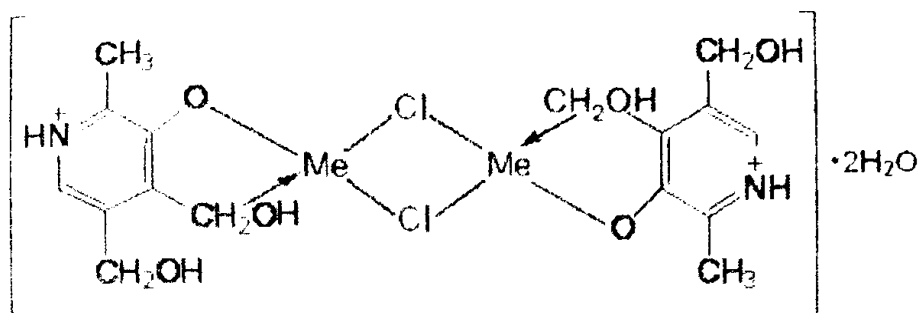


Рис. 16. Пространственное строение соединений $\text{MeCl}_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot \text{H}_2\text{O}$, где Me-Ca, Sr, Ba

Таким образом, на основании результатов элементного, термогравиметрического, рентгенофазового анализов, а также спектральных анализов методом ЭСП (электронный спектр поглощения), ИК-спектроскопии (в средней и дальней областях от 4000 до 100 cm^{-1})[26], а также выводов, обоснованных квантово-химическими расчетами, и с учетом литературных данных, можно утверждать, что пиридоксин взаимодействует с хлоридами никеля, кобальта, железа с образованием комплексов октаэдрического, а с хлоридами щелочноземельных металлов тетраэдрического строения, в которых молекулы лиганда координированы двумя атомами кислорода 3-окси- и 4-оксиметильной групп.

Нитратные комплексы.

ИК спектры комплексных соединений пиридоксина с нитратами Cu(II), Co(II), Ni(II), Zn(II) и Cd(II) представлены на рис.17,18 основные колебательные частоты - в таблице 12.

Наблюдаемые в спектрах комплексов Zn(II) и Cd(II) состава 1:1 новые появившиеся интенсивные полосы при 1540, 1535, 1526 cm^{-1} и широкое поглощение при 3450-2800 cm^{-1} , характерные для иона-пиридиния (νNH^+), свидетельствуют о протонировании гетероатома азота N(1). Сдвиг (νNH^+) - в низкочастотную область в спектрах соединений $\text{Me}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{ПН}$ можно объяснить образованием внутримолекулярных водородных связей спиртовых

(ОН) групп. Полоса валентных колебаний 4-оксиметильной группы $\nu(\text{C-O})$, фиксируемая в спектрах при 1020см^{-1} , расщеплена и претерпевает низкочастотное смещение до $995-1005\text{см}^{-1}$. Отсутствует полоса, характерная для колебания фенольной группы гетероцикла $\nu(\text{C-O})$ при 1252см^{-1} . Появляется полоса, обусловленная валентными колебаниями фенолят - иона при $1310-1350\text{см}^{-1}$, а полоса поглощения валентного колебания $\nu(\text{C-O})$ связей в первичной оксиметильной группе при пятом положении цикла остается неизменной.

Ввиду того, что в составе полученных комплексов имеется ацидолиганд - NO_3^- , его вхождение в координационную сферу приводит к появлению новых полос поглощения в спектрах $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{ПН}$ и $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{ПН}$. Но определить точно способ координации нитрат-ионов с металлом (как монодентатный, хелатный бидентатный и мостиковый бидентатный) по колебательным спектрам невозможно, т.к. в области $1500-1300\text{см}^{-1}$, характерный для полос ν_3 группы NO_3^- , особенно важной для установления типа её координации, поглощает сам пиридоксин.

Таблица 12

**Основные колебательные частоты, найденные в ИК спектрах
пиридоксина и его нитратных комплексов (область $4000-400\text{ см}^{-1}$)**

№	Соединение	Отнесения полос, см^{-1}								
		$\nu(\text{N}^+\text{H})$ $\nu(\text{OH}^-)$	$\delta(\text{N}^+\text{H})$ $\nu(\text{кольцо})$	$\nu(\text{C-O})_{\text{Ar-OH}}$	$\nu(\text{C-O})$ CH_2OH	$\delta(\text{кольцо})$	$\nu_3(\text{NO}_3^-)$	$\nu_1(\text{NO}_3^-)$	$\nu_2(\text{NO}_3^-)$	$\nu_4(\text{NO}_3^-)$
1.	$\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (пиридоксин)	-----	-----	1252	1020	1618- 1379	-----	-----	-----	-----
2.	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$	3200- 2600	1545	1314	1000	1493- 1331	1423- 1314	1023- 967	860	744
3.	$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$	3550- 2650	1526	1350	1005	1423- 1350	1423	1026- 924	853	752
4.	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$	3550- 2600	1535	1348	1003	1428- 1348	1428- 1311	1003- 918	843	748
5.	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$	3475- 2550	1520	1329	999	1455- 1329	1455- 1329	1091- 999	863	749
6.	$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$	3630- 2550	1526	1381	1000	1381- 1215	1381- 1230	1021- 986	859	686

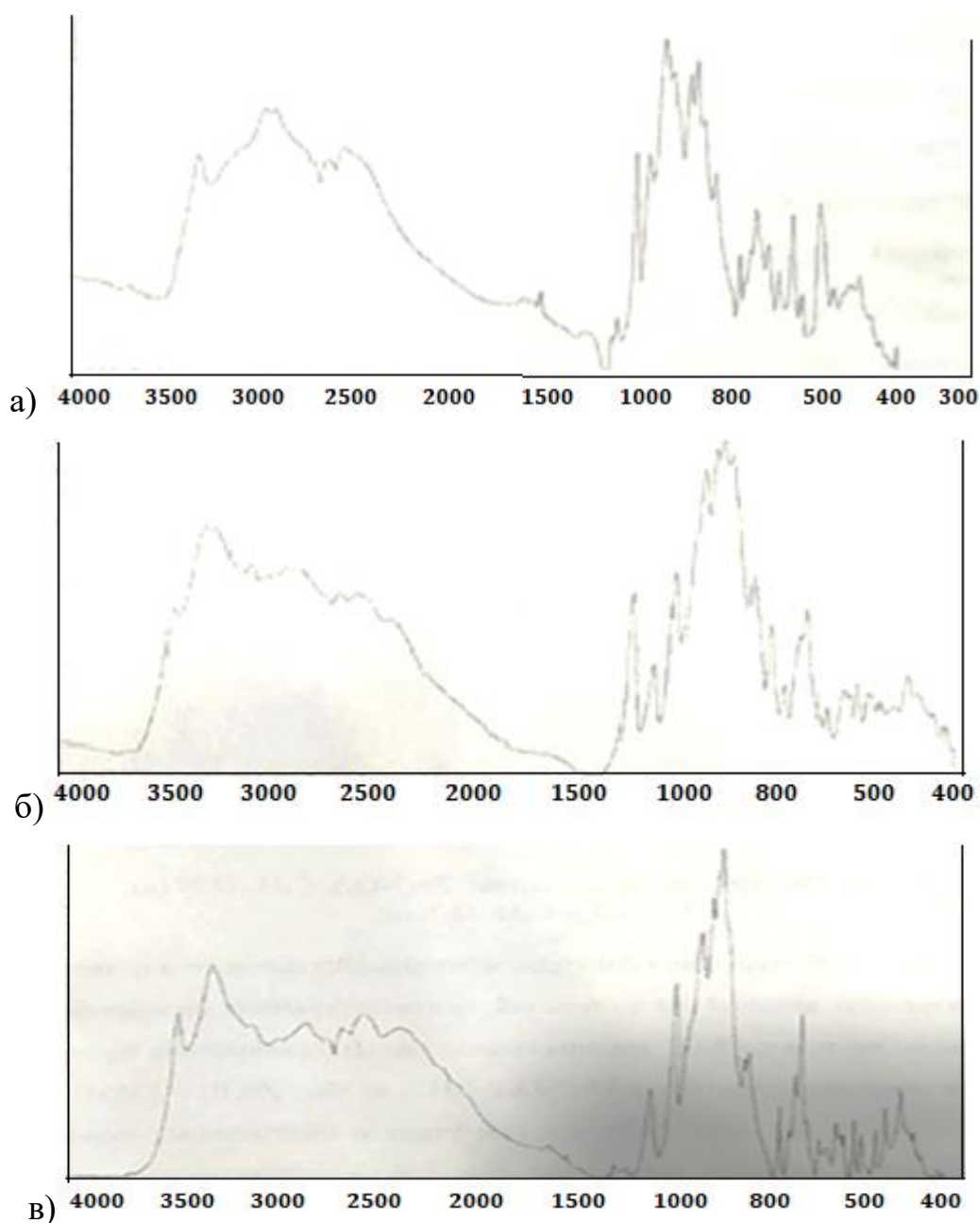


**Рис. 17. ИК-спектры поглощения: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (а);
 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (б); $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (в)**

Однако, на основе сравнения спектров некоординированного пиридоксина и его нитратных комплексов в областях, соответствующих колебательным частотам ν_1 , ν_2 , ν_3 и ν_4 - NO_3^- группы можно сделать следующие предположения: в спектрах комплексов $\text{Me}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{ПН}$, где $\text{Me} = \text{Zn}(\text{II})$ и $\text{Cd}(\text{II})$ в области $1525\text{--}1330\text{cm}^{-1}$ наблюдаются серии узких и

интенсивных полос поглощения очень сложной формы: две из них, более интенсивные, соответствуют колебательной частоте пиридинового цикла.

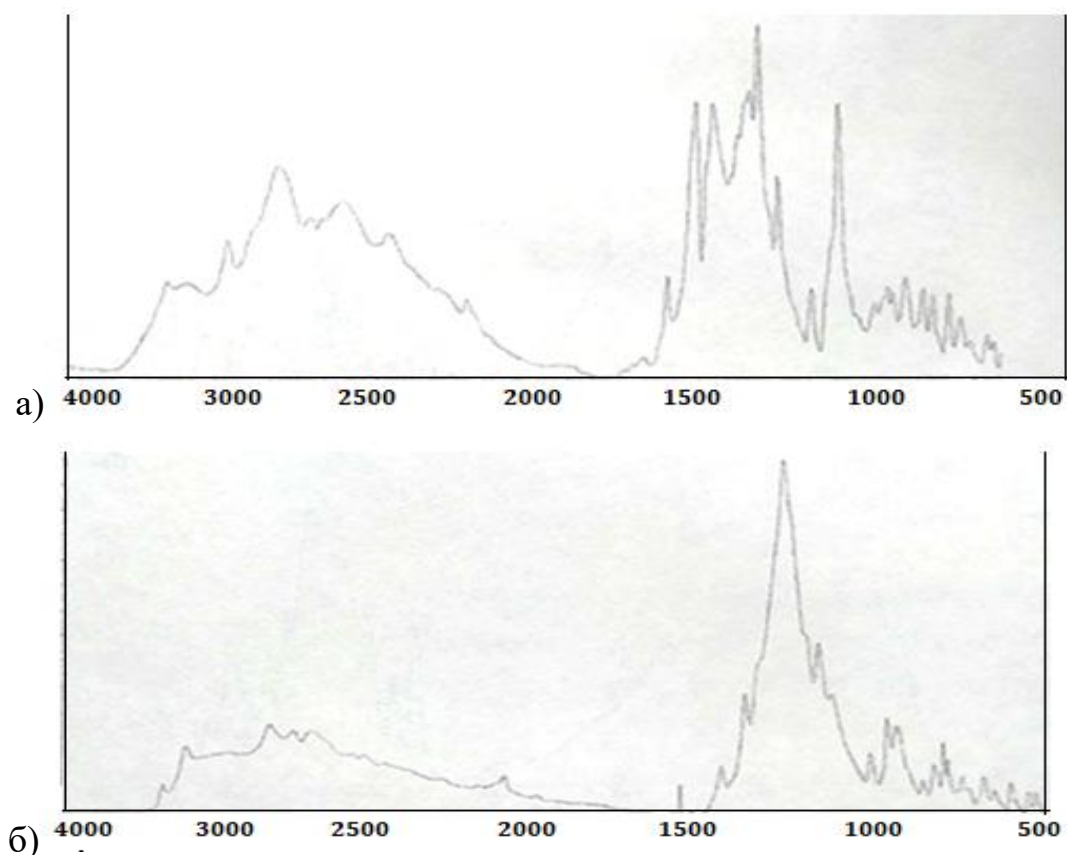


**Рис. 18. ИК-спектры поглощения: $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (а);
 $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (б)**

Следующая полоса разделена на две компоненты с максимумами 1380, 1360 cm^{-1} для комплекса $\text{Cd}(\text{II})$, 1323 и 1290 cm^{-1} для комплекса $\text{Zn}(\text{II})$. Интенсивные полосы при 1380 и 1323 cm^{-1} уширяются, а в низкочастотной области появляются менееинтенсивные полосы при 1260-1290 cm^{-1} . Уширение вышеуказанных полос, изменение их формы, видимо, связано с полосой поглощения нитрат-иона ($\nu_3(\text{NO}_3^-)$). Иначе говоря, полоса высокочастотных колебаний NO_3^- -групп расщепляется (1455, 1350, 1329 cm^{-1}) и разделение полос на $\Delta\nu=126\text{cm}^{-1}$, а также расщепление $\nu_1(999-986)$ свидетельствует о хелатной бидентатной координации нитрат-ионов с металлами, что согласуется с литературными данными [27, 28], согласно которым в

нитратных комплексах пиридоксина состава 1:1 Me(II) является шестикординированным. Таким образом, на основании полученных результатов можно заключить, что в нитратных комплексах состава 1:1 центральный атом окружен двумя атомами кислорода молекулы пиридоксина и четырьмя атомами кислорода-бидентатно координированных двух нитрат ионов так, что весь полиэдр представляет собой октаэдр. Пиридоксин действует как бидентатный лиганд и координирует к атому металла посредством атомов кислорода фенольной группы в третьем положении и оксиметильной группы в четвертом положении, образуя шестичленный металлоцикл.

Предполагаемые структуры изученных комплексных соединений пиридоксина с нитратами Zn(II) и Cd(II) состава 1:1 представлены на рис.19.

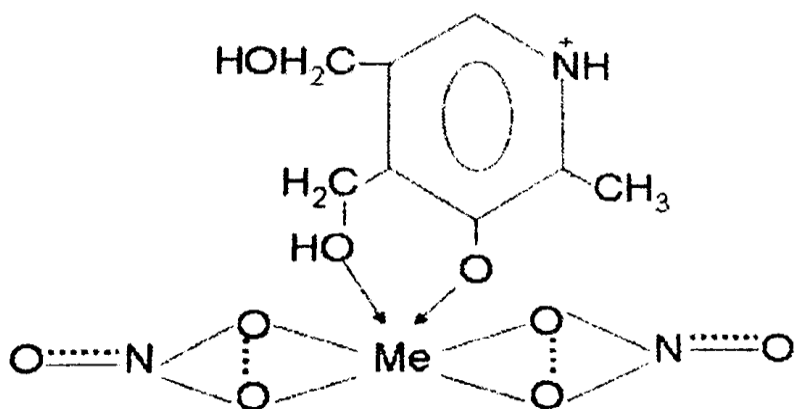


**Рис. 19.Предполагаемая структура комплексов $Zn(NO_3)_2$
ПН и $Cd(NO_3)_2 \cdot$ ПН**

ИК спектры нитратных комплексов: Zn(II), Cd(II) состава 1:1 и Cu(II), Co(II), Ni(II) состава 1:2 по общему характеру, в основном, схожи. Однако ИК спектры комплексов $Me(NO_3)_2 \cdot 2$ ПН в области $1500-1300\text{ см}^{-1}$ имеют иной вид. В первую очередь, около 1545 см^{-1} проявляется узкая, интенсивная полоса с выступом с правой стороны при 1493 см^{-1} , которые однозначно обусловлены валентными колебаниями гетероцикла пиридоксина, а широкая полоса сложной формы (смешанных $\nu(\text{цикл}) + \nu_3(NO_3^-)$ колебаний) наблюдается в

области меньших частот и в менее широком диапазоне $1423-1315\text{ см}^{-1}$. Полоса $\nu_3(\text{NO}_3^-)$ групп также расщепляется, но разделение полос не большое ($\Delta\nu=108,81,80\text{ см}^{-1}$, соответственно, для Cu(II) , Co(II) , Ni(II) комплексов), что указывает на монодентатную координацию нитрат ионов с выше перечисленными катионами.

Таким образом, на основании анализа ИК спектров $\text{Cu(NO}_3)_2 \cdot 2\text{ПН}$, $\text{Co(NO}_3)_2 \cdot 2\text{ПН}$, $\text{Ni(NO}_3)_2 \cdot 2\text{ПН}$ сделан вывод, что в соединениях осуществляется бидентатная координация двух молекул пиридоксина через атомы кислорода 3-окси-, 4-оксиметильных групп. Координационный полиэдр достраивается до искаженно-октаэдрического за счет координации нитрат иона по монодентатному типу и структурно выглядит следующим образом (рис. 20).

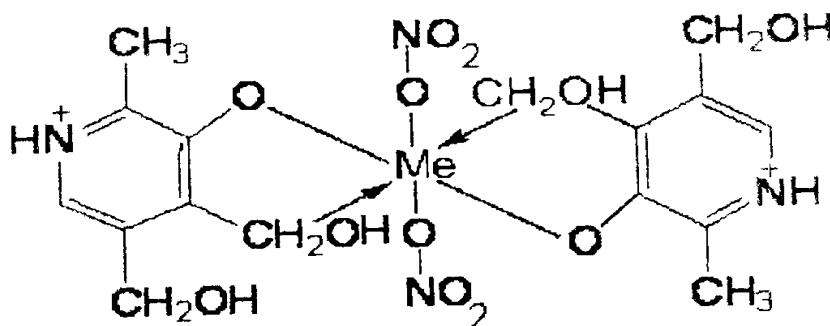


**Рис. 20. Предполагаемая структура комплексов $\text{Me(NO}_3)_2 \cdot 2\text{ПН}$,
 $\text{Me}=\text{Cu(II)}, \text{Co(II)}, \text{Ni(II)}$**

Сульфатные комплексы

ИК спектры комплексных соединений пиридоксина с сульфатами $\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $\text{CdSO}_4 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ представлены на рис.21, 22, а их основные колебательные частоты в таблице 13. Анализ ИК спектров выше названных соединений показывает, что они во многом идентичны и обнаруживают между собой большое сходство, как по числу полос, так и по их положению в спектре, что косвенно подтверждает принадлежность этих комплексов к одной пространственной группе. Так, в

ИК спектрах комплексов Zn(II), Cd(II) и Cu(II) в области 3450-2650 см⁻¹ имеется растянутая полоса с максимумами при 3241, 3480, 3423, 3170, 3100, 3038, 2820 и 2623 см⁻¹. Однозначно отнести какую-либо из этих полос к колебанию определенных групп без дополнительных исследований нельзя, т.к. в этой области лежат полосы поглощения валентных колебаний пиридилий-иона ($\nu\text{N}^+\text{H}$), гидроксильной группы (νOH^-) и СН ароматического колебания. Также наблюдается очень интенсивная по силе, узкая полоса поглощения при 1520-1530 см⁻¹, которая относится к деформационному колебанию пиридилий иона δNH^+ , и смещение полос валентных колебаний оксиметильной группы в четвертом положении в длинноволновую область на 18-22 см⁻¹. Фиксируется появление новых полос средней интенсивности в пределах частот 1300-1310 см⁻¹, характерных для соединений, содержащих протонированный гетероатом азота, вследствие комплексообразования.

Таблица 13

**Основные колебательные частоты, найденные в ИК спектрах
пиридоксина и его сульфатных комплексов (область 4000-400 см⁻¹)**

№	Соединение	Отнесения полос, см ⁻¹							
		$\nu(\text{N}^+\text{H})$	$\delta(\text{N}^+\text{H})$ $\nu(\text{кольцо})$	$\nu(\text{C-O})_{\text{Ar-OH}}$	$\nu(\text{C-O})$ CH_2OH	$\nu(\text{SO}_4^{2-})$	$\delta(\text{SO}_4^{2-})$	$\nu(\text{OH}^-)$	$\delta(\text{OH}^-)$
1.	C ₈ H ₁₁ O ₃ N (пиридоксин)	-----	-----	1252	1020	-----	-----	-----	-----
2.	CuSO ₄ ·2C ₈ H ₁₁ O ₃ N·2H ₂ O	3460-2700	1530	1306	1003	1108	612	3241	1626
3.	ZnSO ₄ ·2C ₈ H ₁₁ O ₃ N·2H ₂ O	3450-2650	1520	1307	1006	1110	618	3423	1633
4.	CdSO ₄ ·2C ₈ H ₁₁ O ₃ N·2H ₂ O	3500-2600	1530	1306	1000	1117	618	3475	1627
5.	NiSO ₄ ·2C ₈ H ₁₁ O ₃ N	3450-2650	1530	1309	1000	1087	-----	-----	-----
6.	CoSO ₄ ·2C ₈ H ₁₁ O ₃ N	3500-2600	1530	1310	1005	1090	-----	-----	-----
7.	MnSO ₄ ·C ₈ H ₁₁ O ₃ N	3500-2600	1528	1319	1012	1172, 1117	-----	-----	-----

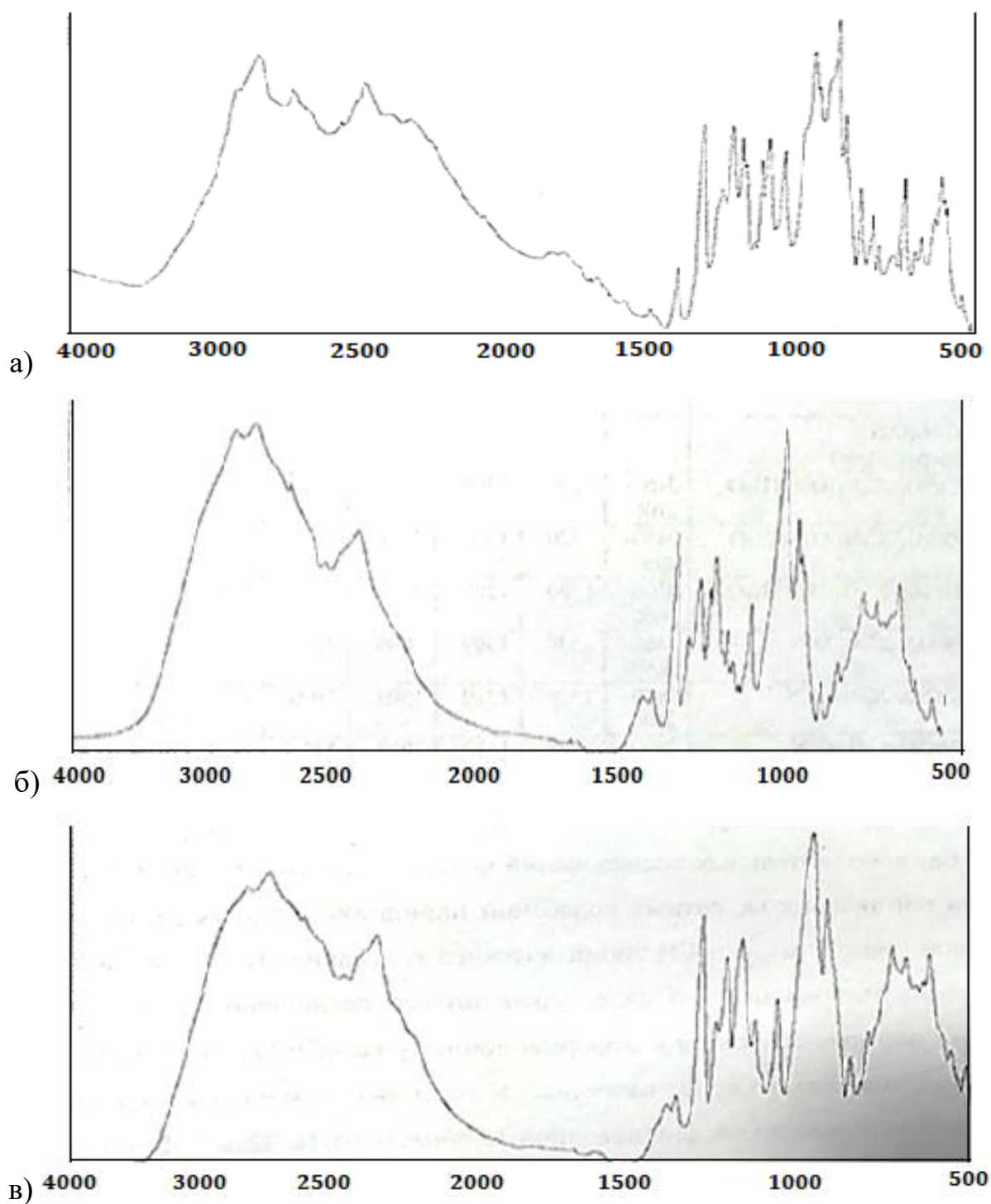


**Рис. 21. ИК спектры поглощения: $\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (а);
 $\text{CoSO}_4 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (б); $\text{NiSO}_4 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (в)**

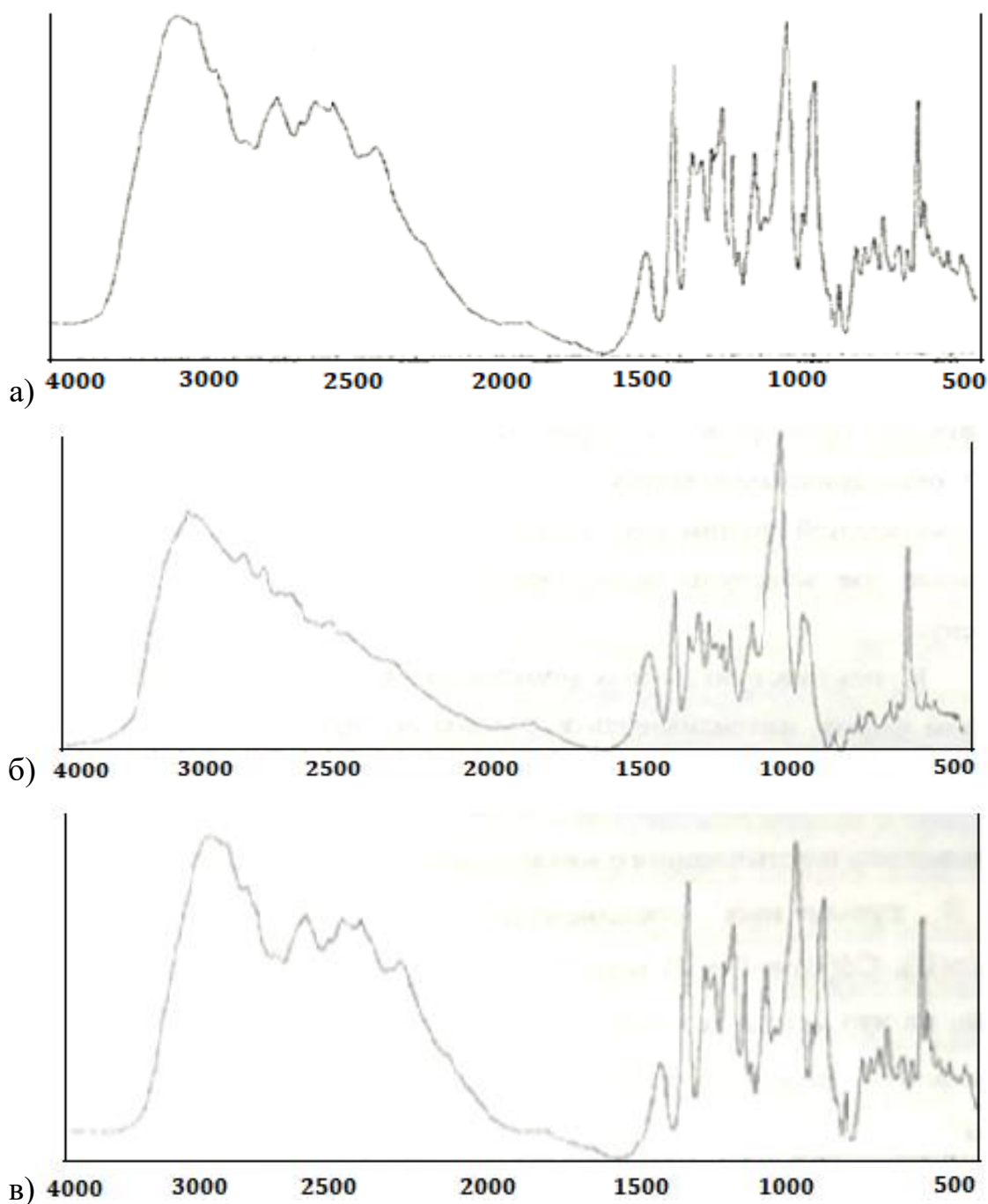


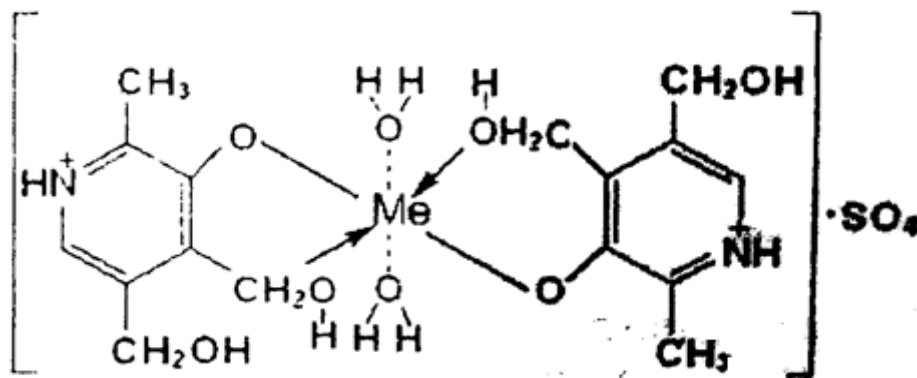
**Рис. 22. ИК спектры поглощения: $\text{ZnSO}_4 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (а);
 $\text{CdSO}_4 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (б); $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$ (в)**

Подобный характер изменений характеристических полос пиридоксина дает основание полагать, что координация лиганда с металлами осуществляется с участием двух атомов кислорода 3-окси и 4-оксиметильной групп с образованием шестичленного металлоцикла хелатного типа.

В сульфатных соединениях состава $\text{MeSO}_4 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Me}=\text{Zn(II)}$, Cd(II) и Cu(II) молекула воды находится в координированной форме, на что указывает присутствие в их спектрах расщепленных полос поглощения воды: $\nu\text{H}_2\text{O}=3480\text{--}3425\text{ см}^{-1}$, $\delta\text{H}_2\text{O}=1620\text{--}1630\text{ см}^{-1}$, $\rho\text{H}_2\text{O}=510\text{--}540\text{ см}^{-1}$.

Таким образом, на основании анализа ИКС данных можно утверждать, что геометрическое окружение катионов металлов представляет собой октаэдрическую форму с двумя атомами кислорода 3-окси- и 4-оксиметильной группы двух молекул пиридоксина и аксиально-расположенные две молекулы воды образуют внутреннюю координационную сферу. В спектрах сульфатных комплексов Zn(II) , Cd(II) и Cu(II) с пиридоксином форма, интенсивность и положение характеристичных валентных полос поглощения $\nu(\text{SO}_4^{2-})$ при 1110, 1117 см^{-1} и $\delta(\text{SO}_4^{2-})$ при 612, 618 см^{-1} свидетельствуют о существовании в комплексах ионной формы сульфатной группы [24]. Следовательно, она находится во внешней координационной сфере.

Основываясь на вышеизложенном для комплексов $\text{MeSO}_4 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ можно предложить следующую графическую структуру:



Этот вывод подтверждается результатами проведенного нами рентгеноструктурного анализа комплексов $\text{ZnSO}_4 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ [29]. На основании рентгеноструктурного исследования установлено, что оба соединения кристаллизуются в триклинной сингонии с пространственной группой- P_1 , и в обоих случаях атомы металла координированы атомами кислорода депротонированной 3-окси- и 4 оксиметильной группы и двумя

молекулами воды и имеют октаэдрическую координацию. Ацидолиганд- (SO_4^{2-}) является внешнесферным, о чем свидетельствует наличие в их спектрах свободного сульфат иона $\nu(\text{SO}_4^{2-})=1110, 1117, 1108\text{см}^{-1}$ и $\delta(\text{SO}_4^{2-})=618, 612\text{см}^{-1}$ для комплексов Zn(II) , Cd(II) и Cu(II) , соответственно.

В ИК спектрах безводных сульфатных комплексов марганца состава 1:1, никеля и кобальта состава 1:2 наблюдаются интенсивные полосы при $1528, 1521$ и 1530см^{-1} и широкое поглощение в области $3480-2650\text{см}^{-1}$, свидетельствующее о протонировании гетероатома азота. Это объясняется тем, что при координации пиридоксина к металлам через атом кислорода спиртового гидроксила увеличиваются кислотные свойства спиртовой группы, что приводит к отщеплению протона и перемещению его к азоту пиридинового цикла. Далее, исчезает очень интенсивная полоса фенольной группы при 1221см^{-1} , которая наблюдалась в спектре некоординированного пиридоксина, а вместо неё появляется новая полоса средней интенсивности при 1310см^{-1} . Полоса поглощения оксиметильной группы в 4-положении сдвигается в длинноволновую область на $15-22\text{см}^{-1}$.

Полоса антисимметричных валентных колебаний S-O связей (колебательная частота ν_3 -сульфатной группы) расщепляется на три компоненты с максимумами: $1172, 1117, 1012, 1222, 1019\text{см}^{-1}$, соответственно для комплексов Mn (1:1), что указывает на понижение симметрии сульфато-групп в полученных комплексах вследствие координации с металлами: причем такое расщепление полос ν_3 -характерно мостиково-бидентатной структуре (SO_4^{2-})-групп.

Однако пиридоксин сам имеет полосы поглощения в трех других областях, характерных для сульфато-групп около $430, 590, 960\text{см}^{-1}$. И хотя эти полосы в спектрах сульфатных комплексов становятся более интенсивными, а полоса при 610см^{-1} (в области, где следует ожидать колебательную частоту ν_4 , соответствующую деформационным колебаниям SO_4^{2-}) имеет более интенсивную и сложную форму, можно предполагать бидентатную координацию сульфат ионов с образованием мостиковой связи

между ионами металлов. В спектрах комплексов никеля и кобальта состава 1:2 полоса ν_3 сульфатной группы расщепляется на две компоненты с максимумами при 1087 и 1090 см^{-1} , что характерно для монодентатной координации SO_4^{2-} -ионов.

Предполагаемые структуры комплексных соединений пиридоксина с сульфатами марганца состава 1:1, никеля и кобальта состава 1:2 представлены на рисунках 23, 24.

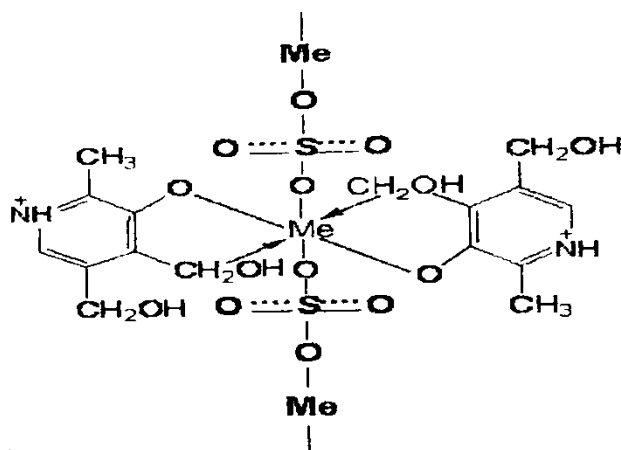


Рис. 23. Предполагаемая структура комплексов $\text{MeSO}_4 \cdot 2\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$,
где $\text{Me}=\text{Co(II)}, \text{Ni(II)}$

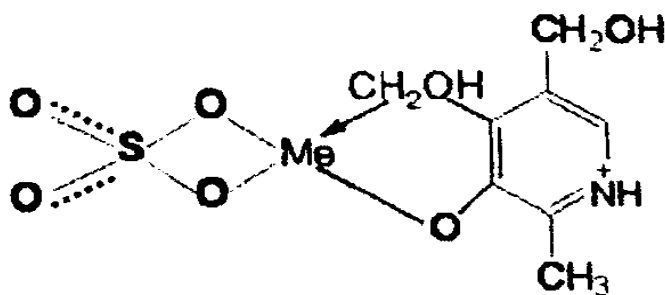


Рис. 24. Предполагаемая структура комплекса $\text{MnSO}_4 \cdot \text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}$

Таким образом, проведённые исследования показывают, что результаты квантово химических расчетов колебательных спектров некоординационного лиганда и его комплексные соединения хорошо согласуются с полученными экспериментальными данными ИК спектроскопии этих соединений. В связи с этим результаты квантово химических расчетов могут быть использованы для

более корректной идентификации оснований частот в колебательных спектрах атомов и решения задачи определения способа координации лиганда центральным атомом по данным метода колебательной спектроскопии.

Список литературы

1. Dewar M.G., Thill W. // J.Amer. chem. Soc., - 1977, №15, - P. 1889-1909.
2. Кларк Т. Компьютерная химия - Мир, - 1990, -383с.
3. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. - М.,- Ил,- 1963, -590с.
4. Будников С.С., Ревенко М.Д., Ганя В.А. и др. Коорд. химия, Т. 25, №3,-1999,- С. 95-101.
5. Копбаева М. Г. Дисс... К.Х.М., Алматы, 2002, - 128 с.
6. Шабилалов А.А., Юнусходжаев Л.Н., Азизов М.А. // Проблемы современной бионеорганической химии, Новосибирск, - 1986 -312 с.
7. Фридман Я.Д., Пулатова З.М. // Коорд. химия, - 1986 - Т.12, №11, - с.1468-1472.
8. Джангазиева Р.И., Карабатырова Г.А., Сулайманкулов К.С. // «Координационные особенности таутомерных форм пиридоксина. Теоретические исследования в приближении граничных орбиталей». / Вестник КНУ им. Ж. Баласагына, Серия 3,в.1, - 2004 – С. 174-179.
9. Берсукер И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений Изд. «Химия»; Л.- 1976 –С. 154-259.
10. Mosset A., Herken-Guras F., Haran R., Ronnet G. G. // Complexation of the Vitamin B₆ with the Cd²⁺ - cation. NMR and X-ray structural study./ Y. Ynorg. and Nucl. Chem; - 1977, v. 40, - P. 1259-1263.
11. Longo Y., Franklin H. J., Richard Son M.F. // Pyridoxine acta cryst., - 1982, v.18, №10, - P.2721-2724.
12. Юнусходжаев Л.Н. / Координационные соединения 3^d-металлов с витаминами группы В₆ и их некоторыми производными. / Автор: Дисс... К.Х.Н.,-Ташкент, - 1983,-120с.

13. Сабилов В.Х., Бацанов А.С., Стручков Ю.Т., Азизов М.А., «Влияние комплексообразования с медью (II) на строение пиридоксина». // Коорд. химия, -1982, т.8, №12, - С.1623-1628.

14. Джангазиева Р.И., Карабатырова Г.А., Сулайманкулов К.С., Шыйтиева Н. // Молекулярная и электронная структура комплексных соединений цинка (II) с пиридоксином: квантово - химический подход // Изв. НАН КР, - 2006, №4, - С. 45-48.

15. El-Ejavy M.S., Gayed N. // Complexes of vitamin B₆.1.Copper (II) and Nickel (II) complexes of Pyridoxol. // Y.Ynorg.and Nucl.chem., -1975,37,4,- P.1065-1072.

16. Хакимов Х.Х. // О комплексных соединениях некоторых 3^d металлов с биоактивными веществами. Дисс. д.х.н, - Ташкент, - 1972,-424 с.

17. Файзиев С.С. Вопросы фармакологии и фармации. Координационные соединения кобальта и меди с азотсодержащими лигандами. – Ташкент,-1977, - С.81-83.

18. Пулатова З.М. Синтез, строение смешанно-лигандных соединений биометаллов с витаминами группы В₆ и биоактивными веществами: Дисс...К.Х.Н.,- Фрунзе,- 1986 - 138 с.

19. Панюшкин В.Т., Зеленов В. И., Афанасьев Ю.А., Буиклинский В.Д., Санкевич Н.А. // Координационные соединения Р37 с пиридоксином. Коорд. химия, -1978, -Т.4, -В.2, - С.311-312.

20. Азизов М.А. О комплексных соединениях некоторых микроэлементов с биоактивными веществами. Дисс...д.х.н., - Ташкент, - 1968, - 440 с.

21. Фридман Я.Д. Бионеорганическая химия витаминов,- Бишкек, - 1991,-196 с.

22. Hanic F. // «The Hydrogen bond in Crystalline Pyridoxinium Chloride». / Chem. Zvesti, - 1968, V.22, №11, - P.838-952.

23. Nuttal R.H, Sharp D.W., Waddington T.C. / «Hydrogen bonding in Alkil and Aril-ammonium Salts». / Y. Chem. Soc., - 1960, №12,- P. 4965-4970.

24. Накамато К. ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений.-М.,Мир,1991 г.
25. Карякин А.В., Кривенцова Г.А. Состояние воды в органических и неорганических соединениях.-М.,Наука, - 1973,- с.56-76.
26. Карабатырова Г.А. // Синтез, изучение строения и свойств координационных соединений пиридоксина с хлоридами некоторых металлов. / Дисс...к.х.н.,- Бишкек, 2006,-121 с.
27. Зайцев Б.У. Спектро химия координационных соединений. –М., - 1991,-С.12-14,22-160.
28. Фурманова Н.Г., Бердалиева Ж.И., Черная Т.С.,Реснянский В.Ф., Шыйтиева Н., Сулайманкулов К.С. // Синтез и кристаллические структуры координационных соединений пиридоксина с сульфатами цинка и кадмия. / Кристаллография, -2009, -Т.54, №2, - С. 255-261.
29. Шабилалов А.А., Юнусходисаев М.А., Азизов М.А. «Комплексные соединения с солями цинка.» // Узбекский химический журнал, -1983, №3, - С.71-73.

Глава 5.

**МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ РЕШЕТОК
КЛАССОВ ШУНКА n -АРНЫХ ГРУПП**

Ефремова Марина Ивановна

канд. физ.-мат. наук, доцент

УО «Мозырский государственный педагогический
университет имени И.П. Шамякина»

Аннотация: Результаты и методы общей теории решеток с успехом используются в различных областях современной математики. Особенно широк диапазон применений этой теории в общей алгебре. Привлечение общей теории решеток при исследовании классов групп позволяет не только значительно упростить доказательства уже известных теорем, но и решить ряд открытых вопросов, связанных с изучением внутреннего строения таких классов. Многие идеи этой монографии носят универсальный характер и могут быть полезными при разработке теорий классов Шунка и классов Фиттинга.

Ключевые слова: n -арная группа, конгруэнция, τ -класс Шунка, функтор.

LATTICES OF THE τ -SCHUNK CLASSES OF n -ARY GROUPS

Yafremava Maryna Ivanavna

Abstract: The results and methods of the general theory of lattices are successfully used in various fields of modern mathematics. The range of applications of this theory in general algebra is especially wide. Involvement of the general theory of lattices in the study of classes of groups makes it possible not only to significantly simplify the proofs of already known theorems, but also to solve a

number of open questions related to the study of the internal structure of such classes. Many of the ideas in this monograph are of a universal nature and can be useful in developing theories of Schunk classes and Fitting classes.

Key words: n -ary group, congruence, Schunk τ -class, functor.

1.1 Введение

На современном этапе теория n -арных групп остается малознакомой областью современной алгебры, значительно проигрывающей в своем развитии теории групп. Распространено заблуждение об отсутствии принципиальных различий между теорией групп и теорией n -арных групп. Однако в теории n -арных групп наряду со свойствами, общими для групп и n -арных групп, постоянно изучаются и свойства n -арных групп, отсутствующие у групп. Рассмотрение таких индивидуальных свойств является одной из основных задач теории n -арных групп, причем не менее важной, чем получение n -арных аналогов известных групповых результатов.

Начальной стадии развития теории n -арных групп положила статья Поста “Polyadic groups” [1], где были отражены его научные достижения в изучении n -арных групп. При изучении n -арных групп Пост выделял два основных направления, первое из которых связано с получением n -арных аналогов известных групповых результатов, а второе посвящено нахождению свойств n -арных групп, не имеющих своих прототипов в теории групп.

Отличие n -арного случая ($n > 2$) от бинарного состоит в том, что различным полуинвариантным n -арным подгруппам одной и той же n -арной группы при $n > 2$ может отвечать одна и та же конгруэнция. Более того, существуют n -арные группы, в которых некоторой конгруэнции не отвечает ни одна полуинвариантная n -арная подгруппа. Например, в циклических n -арных группах нет собственных, в том числе и одноэлементных, n -арных подгрупп. Поэтому тривиальную конгруэнцию с одноэлементными смежными классами, определенную на такой циклической n -арной группе, нельзя отождествить ни с одной ее полуинвариантной n -арной подгруппой.

Традиционный и до сих пор основной способ получения n -арных аналогов групповых результатов, в том числе и связанных с нормальными подгруппами, заключается в основном в преодолении трудностей, возникающих при переходе от групп к n -арным группам произвольной n -арности. При этом даже не очень сложные бинарные результаты нередко при переходе к своим n -арным аналогам требуют доказательства большого числа вспомогательных утверждений. К этому следует добавить необходимость учитывать существование во многих случаях нескольких n -арных аналогов одного и того же бинарного понятия [2, с. 4], что делает работы, посвященные n -арным группам, еще более сложными и громоздкими.

Особое место в исследованиях алгебраических систем занимают, как показал А.И. Мальцев [3, с. 42], системы, любые две конгруэнции которых перестановочны. Монк и Сиосон установили [4, с. 233], что n -арные группы относятся к числу редко встречающихся систем, обладающих этим замечательным свойством. Монк и Сиосон, опираясь на результаты А.И. Мальцева, нашли одно свойство конгруэнций, доказывающее, что на n -арных группах, как и на группах, конгруэнция однозначно определена, если известен один из ее смежных классов.

После Поста наибольший вклад в теорию n -арных групп внес С.А. Русаков, сумевший продвинуться значительно дальше своих предшественников, ответив при этом на ряд открытых вопросов. Он не упускал возможности подчеркнуть отличие n -арного случая ($n \geq 3$) от бинарного. Результаты Русакова по n -арным группам систематизированы в двух его монографиях [5], [6], вышедших в свет в 1992 г. и 1998 г.

Результаты и методы общей теории решеток с успехом используются в различных областях современной математики. Особенно широк диапазон применений этой теории в общей алгебре. Широкий спектр применений решеточных конструкций при исследовании формаций представлен в работе А.Н. Скибы [7, с. 151-178], где, в частности, показано, что привлечение общей теории решеток при исследовании классов групп позволяет не только

значительно упростить доказательства уже известных теорем, но и решить ряд открытых вопросов, связанных с изучением внутреннего строения таких классов. Многие идеи этой монографии носят универсальный характер и могут быть полезными при разработке теорий классов Шунка и классов Фиттинга.

1.2. Предварительные сведения

Напомним ([5, с. 21]), что система $\langle X, () \rangle$ с одной n -арной операцией $()$ называется n -арной группой, если эта операция ассоциативна и в X разрешимо каждое из уравнений $(a_1 \dots a_{i-1} x a_{i+1} \dots a_n) = a$, где i пробегает $1, 2, \dots, n$.

1.2.1. ЛЕММА ([8, с. 3]). Пусть π – конгруэнция на универсальной алгебре A . Тогда справедливы следующие утверждения:

1) если $\bar{H}$ – подалгебра в A/π , то $H = \bigcup_{[a]_\pi \in \bar{H}} [a]_\pi$ – такая подалгебра в A , что $\pi H = H$ и $\bar{H} = H/\pi$;

2) если H – такая подалгебра в A , что $\pi H = H$, то H/π – подалгебра в A/π .

1.2.2. ТЕОРЕМА ([8, с. 10]). Пусть π – конгруэнция на универсальной алгебре A , H – такая подалгебра в A , что $\pi H = H$. Тогда $(H/\pi)_{(A/\pi)} = H_A/\pi$.

1.2.3. ЛЕММА ([8, с. 6]). Пусть H – подалгебра конечной однородной универсальной алгебры A и π – такая конгруэнция на A , что $\pi H = H$. Тогда

$$|A:H| = |A/\pi: H/\pi|.$$

1.2.4. ЛЕММА ([8, с. 8]). Пусть H – подалгебра универсальной алгебры A . Тогда H_A – это в точности такая конгруэнция на A , что $(H_A)H = H$ и для любой конгруэнции π на A с $\pi H = H$ имеет место $\pi \subseteq H_A$.

1.2.5. ТЕОРЕМА ([6, с. 60]). Пусть $G = \langle X, () \rangle$ и $G^* = \langle X^*, () \rangle$ – n -арные группы и пусть отображение $\varphi: G \rightarrow G^*$ является гомоморфизмом. Тогда:

1) если H – подгруппа группы G , то ее образ $H^* = \varphi H$ – подгруппа группы G^* ;

2) если φ – эпиморфизм и H – инвариантная подгруппа G , $H^* = \varphi H$ – инвариантная подгруппа G^* ;

3) если φ – эпиморфизм и H^* – подгруппа G^* , то ее полный прообраз $H = \varphi^{-1}H^*$ – подгруппа G .

1.2.6. ЛЕММА [8, с. 10]. Пусть $\varphi: A \rightarrow B$ – эпиморфизм универсальных алгебр, $H \subseteq A$, $T \subseteq B$ и $\pi = \text{Ker} \varphi$. И пусть $f: A/\pi \rightarrow B$ – канонический изоморфизм факторалгебры A/π на B (т.е. $([a]_\pi)^f = a^\varphi$). Тогда справедливы следующие утверждения:

1. $(\pi H / \pi)^f = H^\varphi$;
2. $\pi(T^{\varphi^{-1}}) = T^{\varphi^{-1}}$ и $(T^{\varphi^{-1}} / \pi)^f = T$.

1.3. Подгрупповые λ -функторы

Пусть $\mathfrak{X}$ – некоторый непустой класс универсальных алгебр. И пусть со всякой алгеброй $M \in \mathfrak{X}$ сопоставлена некоторая система ее подалгебр $\tau(M)$. Мы говорим, следуя [7, с. 16], что τ – подсистемный λ -функтор, если:

- 1) $M \in \tau(M)$ для всех $M \in \mathfrak{X}$;
- 2) для любых подалгебр $H \in \tau(A)$, $T \in \tau(B)$, $(A, B \in \mathfrak{X})$ и для любого эпиморфизма $\varphi: A \rightarrow B$ имеет место $H^\varphi \in \tau(B)$ и $T^{\varphi^{-1}} \in \tau(A)$.

Следуя [7, с. 16-17] подсистемный λ -функтор τ назовем:

- 1) замкнутым, если для любых двух алгебр $A \in \mathfrak{X}$ и $H \in \tau(A) \cap \mathfrak{X}$ имеет место $\tau(H) \subseteq \tau(A)$;
- 2) тривиальным, если $\tau(A) = \{A\}$ для всех $A \in \mathfrak{X}$;
- 3) единичным, если $\tau(A)$ – множество всех подалгебр из A для всех $A \in \mathfrak{X}$.

Тривиальный подсистемный λ -функтор обозначим через $0_{\mathfrak{X}}$, а единичный через $1_{\mathfrak{X}}$. Для любой совокупности подсистемных λ -функторов $\{\tau_i | i \in I\}$ определим их пересечение $\tau = \bigcap_{i \in I} \tau_i$:

$$\tau(A) = \bigcap_{i \in I} \tau_i(A),$$

для любой алгебры $A \in \mathfrak{X}$.

Доказательство следующей леммы осуществляется прямой проверкой.

1.3.1 ЛЕММА. Пусть $\{\tau_i | i \in I\}$ — некоторая совокупность подсистемных $\mathfrak{X}$ -функторов и $\tau = \bigcap_{i \in I} \tau_i$. Тогда справедливы следующие утверждения:

- 1) τ — подсистемный $\mathfrak{X}$ -функтор;
- 2) если каждый функтор τ_i является замкнутым, то замкнут и функтор τ .

На множестве всех подсистемных $\mathfrak{X}$ -функторов введем бинарное отношение $\leq$, полагая, что $\tau_1 \leq \tau_2$ имеет место тогда и только тогда, когда для любой алгебры $G \in \mathfrak{X}$ справедливо $\tau_1(G) \subseteq \tau_2(G)$.

Ввиду леммы 1.3.1 для любой совокупности замкнутых $\mathfrak{X}$ -функторов $\{\tau_i | i \in I\}$ пересечение $\bigcap_{i \in I} \tau_i$ является замкнутым $\mathfrak{X}$ -функтором. При этом очевидно $1_{\mathfrak{X}}$ — замкнутый подсистемный функтор и $\tau \leq 1_{\mathfrak{X}}$ для любого подсистемного $\mathfrak{X}$ -функтора τ . Таким образом, если $\Sigma = \{\tau_i | i \in I\}$ — множество всех подсистемных $\mathfrak{X}$ -функторов со свойством, что $\tau \leq \tau_i$, то $\bigcap_{i \in I} \tau_i$ — замкнутый подсистемный функтор. Такой функтор мы назовем по аналогии [7, с. 16] замыканием подсистемного $\mathfrak{X}$ -функтора τ и обозначим через $\bar{\tau}$.

Приведем примеры подгрупповых $\mathfrak{X}$ -функторов n -арной группы.

1.3.2. ТЕОРЕМА. Пусть k — произвольное натуральное число. И пусть для каждой n -арной группы $G \in \mathfrak{X}$ множество $\tau(G)$ совпадает с совокупностью всех таких ее подгрупп H , для которых $|G:H| \leq k$. Тогда τ — подгрупповой $\mathfrak{X}$ -функтор.

Доказательство. Пусть $\varphi: A \rightarrow B$ — эпиморфизм конечных n -арных групп. Пусть $H \in \tau(A)$, тогда $|A:H| \leq k$. По лемме 1.2.1 $|B:H^\varphi| \leq k$. Значит, $H^\varphi \in \tau(B)$. Пусть теперь $T \in \tau(B)$, т.е. $|B:T| \leq k$. По лемме 1.2.1 $|B:T| = |A:T^{\varphi^{-1}}|$. Значит, число $|A:T^{\varphi^{-1}}| \leq k$. Следовательно, $T^{\varphi^{-1}} \in \tau(A)$. Ясно, что $G \in \tau(G)$. Таким образом, τ — подгрупповой $\mathfrak{X}$ -функтор.

Пусть $\mathfrak{X}$ – некоторый непустой класс n -арных групп. Для каждой n -арной группы A обозначим через $[H, A]$ решетку всех таких подгрупп T в A , что $H \subseteq T \subseteq A$.

1.3.3. ТЕОРЕМА. Пусть k – кардинальное число. И пусть для всякой n -арной группы $A \in \mathfrak{X}$ совокупность $\tau(A)$ состоит из всех таких подгрупп H , что длина $[H, A]$ не больше k . Тогда τ – подгрупповой λ -функтор.

Доказательство. Пусть $\varphi: A \rightarrow B$ – эпиморфизм n -арных групп, $A, B \in \mathfrak{X}$, $H \in \tau(A)$ и $\pi = \text{Ker} \varphi$. И пусть $f: A/\pi \rightarrow B$ – канонический изоморфизм факторгруппы A/π на B (т.е. $([a]_\pi)^f = a^\varphi$). Пусть $[\pi H/\pi, A/\pi]$ – решетка всех n -арных подгрупп $\bar{T}_i$ в A/π ($i \in I$) таких, что $\pi H/\pi \subseteq \bar{T}_i \subseteq A/\pi$.

По лемме 1.2.1 в A/π найдутся такие n -арные подгруппы $\bar{T}_i$, что $\pi T_i = \bar{T}_i$ и $\bar{T}_i = T_i/\pi$. А также πH – подгруппа в T_i , T_i – подгруппа в A ($i \in I$). Так как длина решетки $[H, A]$ не больше k , т.е. точная верхняя грань длин цепей в решетке $[H, A]$ не больше k , то точная верхняя грань длин цепей в решетке $[\pi H, A]$ не больше k . Отсюда следует, что точная верхняя грань длин цепей в решетке $[\pi H/\pi, A/\pi]$ не больше k . Таким образом, длина $[\pi H/\pi, A/\pi]$ не больше k . Значит, $\pi H/\pi \in \tau(A/\pi)$. По лемме 1.2.6 $(\pi H/\pi)^f = H^\varphi$. Значит, $H^\varphi \in \tau(B)$.

Пусть теперь $M \in \tau(B)$. Покажем, что $M^{\varphi^{-1}} \in \tau(A)$. Пусть

$$M^{\varphi^{-1}} \subseteq T_i \subseteq A,$$

где $M^{\varphi^{-1}}$ – подгруппа в T_i , для всех $i \in I$, T_i – подгруппа в A . По лемме 1.2.6 $\pi(M^{\varphi^{-1}}) = M^{\varphi^{-1}}$ и по лемме 1.4.2 $\pi T_i = T_i$, где $i \in I$. Следовательно,

$$M^{\varphi^{-1}}/\pi \subseteq T_i/\pi \subseteq A/\pi.$$

На основании леммы 1.2.6 $(M^{\varphi^{-1}}/\pi)^f = M$. Значит, точная верхняя грань длин цепей в решетке $[M^{\varphi^{-1}}/\pi, A/\pi]$ не больше k , так как длина решетки $[M, B]$ не больше k . Следовательно, точная верхняя грань длин цепей в решетке $[M^{\varphi^{-1}}, A]$ не больше k . Значит, $M^{\varphi^{-1}} \in \tau(A)$. Ясно, что $A \in \tau(A)$.

Итак, τ – подгрупповой λ -функтор.

1.3.4. ТЕОРЕМА. Пусть для всякой n -арной группы $A \in \mathfrak{X}$ совокупность $\tau(A)$ состоит из всех таких подгрупп H , что решетка $[H, A]$ конечна. Тогда τ – подгрупповой λ -функтор.

Доказательство. Пусть $\varphi: A \rightarrow B$ – эпиморфизм n -арных групп, $A, B \in \mathfrak{X}$, $H \in \tau(A)$ и $\pi = \text{Ker} \varphi$. И пусть $f: A/\pi \rightarrow B$ – канонический изоморфизм факторгруппы A/π на B (т.е. $([a]_\pi)^f = a^\varphi$).

Пусть $[\pi H/\pi, A/\pi]$ – решетка всех n -арных подгрупп $\bar{T}_i$ в A ($i \in \{1, 2, \dots, m\}$, где m – произвольное натуральное число). И пусть

$$\pi H/\pi \subseteq \bar{T}_1 \subseteq \dots \subseteq \bar{T}_{m-1} \subseteq \bar{T}_m \subseteq A/\pi.$$

По лемме 1.2.1 в A найдутся такие n -арные подгруппы $T_1, T_2, \dots, T_{m-1}, T_m$, что

$$\pi T_1 = T_1, \pi T_2 = T_2, \dots, \pi T_{m-1} = T_{m-1}, \pi T_m = T_m$$

$$\text{и } \bar{T}_1 = T_1/\pi, \bar{T}_2 = T_2/\pi, \dots, \bar{T}_{m-1} = T_{m-1}/\pi, \bar{T}_m = T_m/\pi.$$

A также πH – подгруппа в T_1 , T_1 – подгруппа в $T_2, \dots, T_{m-1}$ – подгруппа в T_{m-1}, T_m – подгруппа в A ($i \in \{1, 2, \dots, m\}$). Так как при этом решетка $[H, A]$ конечна, то и решетка $[\pi H, A]$ конечна. А значит и решетка $[\pi H/\pi, A/\pi]$ конечна. По лемме 1.2.6 $(\pi H/\pi)^f = H^\varphi$. Значит, $H^\varphi \in \tau(B)$.

Пусть теперь $M \in \tau(B)$. Покажем, что $M^{\varphi^{-1}} \in \tau(A)$. Пусть

$$M^{\varphi^{-1}} \subseteq T_1 \subseteq \dots \subseteq T_{m-1} \subseteq T_m \subseteq A,$$

где $M^{\varphi^{-1}}$ – подгруппа в T_1 , T_{i-1} – подгруппа в T_i , для всех $i \in \{1, 2, \dots, m\}$, T_m – подгруппа в A . По лемме 1.2.6 $\pi M^{\varphi^{-1}} = M^{\varphi^{-1}}$ и по лемме 1.2.1 $\pi T_i = T_i$ ($i \in \{1, 2, \dots, m\}$). Следовательно,

$$M^{\varphi^{-1}}/\pi \subseteq T_1/\pi \subseteq \dots \subseteq T_{m-1}/\pi \subseteq A/\pi.$$

На основании леммы 1.2.6 $(M^{\varphi^{-1}}/\pi)^f = M$. Значит, решетка $[M^{\varphi^{-1}}/\pi, A/\pi]$ конечна, так как конечна решетка $[M, B]$. Следовательно, и решетка $[M^{\varphi^{-1}}, A]$ конечна. Отсюда следует, что $M^{\varphi^{-1}} \in \tau(A)$. Ясно, что $A \in \tau(A)$. Итак, τ – подгрупповой λ -функтор.

1.4. Примеры τ -классов Шунка n -арных групп

Напомним, что если M – подгруппа n -арной группы G , то через M_G обозначается [9, с. 29] наибольшая (по включению) конгруэнция на π на G со свойством $\pi M = M$. Назовем неединичную n -арную группу τ -примитивной, если у G имеется такая подгруппа M , что $M \in \tau(G) \setminus \{G\}$ и M_G – нулевая конгруэнция на G .

Будем говорить, что класс n -арных групп $\mathfrak{M}$ τ -примитивно замкнут в $\mathfrak{X}$, если $\mathfrak{M} \subseteq \mathfrak{X}$ и классу $\mathfrak{M}$ принадлежит каждая такая группа из $\mathfrak{X}$, у которой все ее τ -примитивные факторгруппы принадлежат $\mathfrak{M}$.

1.4.1. ЛЕММА. В том и только том случае G/π τ -примитивная n -арная группа, когда $\pi = M_G$ для некоторой n -арной подгруппы $M \in \tau(G) \setminus \{G\}$.

Д о к а з а т е л ь с т в о .

Пусть G/π – τ -примитивная n -арная группа. Тогда в G/π найдется такая n -арная подгруппа $\bar{M} \in \tau(G/\pi) \setminus \{G/\pi\}$, что $\Delta_{(G/\pi)} = \pi/\pi = \bar{M}$. По лемме 1.2.1 в G найдется такая n -арная подгруппа $M \in \tau(G) \setminus \{G\}$, что $\bar{M} = M/\pi$. Тогда по теореме 1.2.2 $(M/\pi)_{(G/\pi)} = M_G/\pi$. Значит, M_G/π .

Пусть теперь $M_G = \pi$, где $M \in \tau(G) \setminus \{G\}$, тогда по лемме 1.2.1 M/π – максимальная n -арная группа G/π . Значит

$$(M/\pi)_{(G/\pi)} = M_G/\pi = \pi/\pi = \Delta_{(G/\pi)}.$$

Следовательно n -арная группа G/π – τ -примитивна. Лемма доказана.

По аналогии с понятием τ -класса Шунка в $\mathfrak{X}$, данным М.В. Селькиным и А.Н. Скибой в работе [10, с. 51], мы говорим, что класс n -арных групп $\mathfrak{F}$ называется τ -классом Шунка в $\mathfrak{X}$, если $\mathfrak{F}$ – гомоморф n -арных групп (т.е. всякий гомоморфный образ любой группы из $\mathfrak{F}$ снова принадлежит $\mathfrak{F}$), $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{X}$, и классу $\mathfrak{F}$ принадлежит всякая такая n -арная группа $G \in \mathfrak{X}$, что $G/M_G \in \mathfrak{F}$ верно для всех $M \in \tau(G) \setminus \{G\}$.

Приведем некоторые примеры τ -классов Шунка в $\mathfrak{X}$, где $\mathfrak{X}$ – некоторый непустой класс n -арных групп.

1.4.2. ТЕОРЕМА. Пусть $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{X}$ – класс всех n -арных групп, у которых индексы τ -подгрупп являются простыми числами. Докажем, что $\mathfrak{F}$ – τ -класс Шунка в $\mathfrak{X}$.

Д о к а з а т е л ь с т в о . Пусть $\varphi: A \mapsto B$ – эпиморфизм n -арных групп, где $A \in \mathfrak{F}$ и пусть $\pi = \text{Ker}\varphi$. Пусть $\bar{M}$ – n -арная подгруппа, принадлежащая $\tau(A/\pi) \setminus (A/\pi)$. По лемме 1.2.1 в A найдется такая n -арная подгруппа $M \in \tau(A) \setminus \{A\}$, что $\pi M = M$ и $\bar{M} = M/\pi$. Поскольку $A \in \mathfrak{F}$, то $|A:M| = p$, где p – некоторое простое число. По лемме 1.2.3

$$|A:M| = |A/\pi : M/\pi|$$

Значит, $|A/\pi : \bar{M}| = p$. Следовательно, $A/\pi \in \mathfrak{F}$. Поскольку $B \cong A/\pi \in \mathfrak{F}$, то, следовательно, $\mathfrak{F}$ – гомоморф n -арных групп.

Пусть теперь $A/M_A \in \mathfrak{F}$ для всех n -арных подгрупп $M \in \tau(A) \setminus \{A\}$. Пусть $M \in \tau(A) \setminus \{A\}$. По лемме 1.2.4 и по лемме 1.2.1 $M_A(M) = M$ и M/M_A – n -арная подгруппа, принадлежащая $\tau(A/M_A) \setminus \{A/M_A\}$. Поскольку $A/M_A \in \mathfrak{F}$, то $|A/M_A : M/M_A| = p$, где p – некоторое простое число. Следовательно, по лемме 1.2.3

$$|A/M_A : M/M_A| = |A:M| = p.$$

Значит, $A \in \mathfrak{F}$. Таким образом, класс $\mathfrak{F}$ – τ -примитивно замкнутый в $\mathfrak{X}$. Значит, класс $\mathfrak{F}$ – τ -класс Шунка в $\mathfrak{X}$.

Напомним, что подгруппа H n -арной группы G называется инвариантной в G , если для любого элемента $x \in G$ имеет место равенство

$$[xH^{n-1}] = [H^{i-1}xH^{n-1}], \text{ где } i = 2, 3, \dots, n.$$

1.4.3. ТЕОРЕМА. Пусть $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{X}$ – класс всех таких n -арных групп, у которых все подгруппы инвариантны. Докажем что $\mathfrak{F}$ – τ -класс Шунка.

Д о к а з а т е л ь с т в о . Пусть $\varphi: A \mapsto B$ – эпиморфизм n -арных групп, где $A \in \mathfrak{F}$. И пусть $\pi = \text{Ker}\varphi$. Пусть $\bar{M}$ – n -арная подгруппа, принадлежащая $\tau(A/\pi) \setminus (A/\pi)$. По лемме 1.2.1 в A найдется такая n -арная подгруппа $M \in \tau(A) \setminus \{A\}$, что $\pi M = M$ и $\bar{M} = M/\pi$. Поскольку $A \in \mathfrak{F}$, то M – нормальная подгруппа в A . Значит, по теореме 1.2.5 M/π – нормальная

подгруппа в A/π . Следовательно, $A/\pi \in \mathfrak{F}$. Поскольку $B \cong A/\pi \in \mathfrak{F}$, то $\mathfrak{F}$ – гомоморф n -арных групп.

Пусть теперь $A/M_A \in \mathfrak{F}$ для всех n -арных подгрупп $M \in \tau(A) \setminus \{A\}$. Пусть M – n -арная подгруппа, принадлежащая $\tau(A) \setminus \{A\}$. По лемме 1.2.4 и по лемме 1.2.1 $M_A(M) = M$ и M/M_A – n -арная подгруппа принадлежащая $\tau(A/M_A) \setminus \{A/M_A\}$. Поскольку $A/M_A \in \mathfrak{F}$, то A/M_A – нормальная подгруппа в A . Значит M – нормальная подгруппа в A . Следовательно, $A \in \mathfrak{F}$ – τ -класс Шунка в $\mathfrak{X}$.

1.4.4. ТЕОРЕМА. Пусть $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{X}$ – класс всех таких n -арных групп, у которых индексы всех их подгрупп взаимно просты с данным натуральным числом n . Докажем, что $\mathfrak{F}$ – τ -класс Шунка.

Д о к а з а т е л ь с т в о . Пусть $\varphi: A \mapsto B$ – эпиморфизм n -арных групп, где $A \in \mathfrak{F}$. И пусть $\pi = \text{Ker} \varphi$. Пусть $\bar{M}$ – n -арная подгруппа, принадлежащая $\tau(A/\pi) \setminus (A/\pi)$. По лемме 1.2.1 в A найдется такая n -арная подгруппа $M \in \tau(A) \setminus \{A\}$, что $\pi M = M$ и $\bar{M} = M / \pi$. Пусть $|A : M| = k$. Поскольку $A \in \mathfrak{F}$, то $(k, n) = 1$, где n – некоторое натуральное число. Тогда по лемме 1.2.3

$$|A : M| = |A/\pi : M/\pi|$$

Значит, $|A/\pi : M/\pi| = k$, то есть $(|A/\pi : M/\pi|, n) = 1$. Следовательно, $A/\pi \in \mathfrak{F}$.

Поскольку, $B \cong A/\pi \in \mathfrak{F}$, то $\mathfrak{F}$ – гомоморф n -арных групп.

Пусть теперь $A/M_A \in \mathfrak{F}$ для всех n -арных подгрупп $M \in \tau(A) \setminus \{A\}$. Пусть M – n -арная подгруппа, принадлежащая $\tau(A) \setminus \{A\}$. По лемме 1.2.4 и по лемме 1.2.1 $M_A(M) = M$ и $M/M_A \in \tau(A/\pi) \setminus \{A/\pi\}$. Поскольку $A/M_A \in \mathfrak{F}$, то $(|A/M_A : M/M_A|, n) = 1$, где n – некоторое натуральное число. Следовательно, по лемме 1.2.3

$$|A/M_A : M/M_A| = |A : M|$$

Следовательно, $(|A : M|, n) = 1$. Значит, $A \in \mathfrak{F}$. Таким образом, класс $\mathfrak{F}$ – τ -примитивный замкнутый в $\mathfrak{X}$. Значит, $\mathfrak{F}$ – класс Шунка в $\mathfrak{X}$.

Напомним [9, с. 13], что фраттини́евая конгруэнция на G – это такая конгруэнция π на G , что $\pi H \neq G$ для любой собственной подгруппы H из G . Класс n -арных групп $\mathfrak{F}$ называется насыщенным в $\mathfrak{X}$, если $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{X}$ и ему принадлежит каждая n -арная группа $G \in \mathfrak{X}$, у которой для некоторой ее фраттини́евой конгруэнции π имеет место $G/\pi \in \mathfrak{F}$.

1.4.5. ЛЕММА. Пусть $\mathfrak{X}$ – некоторый гомоморф n -арных групп, τ_1 и τ – такие подгрупповые $\mathfrak{X}$ -функторы, что $\tau_1 \leq \tau$. Тогда класс $\mathfrak{F} = \{G \mid G \in \mathfrak{X} \text{ и } \tau(G) = \tau_1(G)\}$ является насыщенным гомоморфом в $\mathfrak{X}$.

Доказательство. Покажем, что $\mathfrak{F}$ является классом в $\mathfrak{X}$. Пусть $\varphi: A \mapsto B$ изоморфизм n -арной группы A на n -арную группу B . Пусть $A \in \mathfrak{F}$, тогда $\tau(A) = \tau_1(A)$. Предположим, что n -арная группа $H \in \tau(B) \setminus \tau_1(B)$. По определению подгруппового функтора $H^{f^{-1}} \in \tau(A)$. Следовательно,

$$H^{f^{-1}} \in \tau_1(A).$$

Тогда $H = (H^{f^{-1}})^f \in \tau_1(B)$, что противоречит предположению $H \in \tau(B) \setminus \tau_1(B)$. Значит $\tau(B) = \tau_1(B)$ и $B \in \mathfrak{F}$. Следовательно,

$$\mathfrak{F} = \{G \mid G \in \mathfrak{X} \text{ и } \tau(G) = \tau_1(G)\}$$

является классом.

Пусть $\varphi: A \mapsto B$ – эпиморфизм n -арных групп. И пусть $\pi = \text{Ker} \varphi$. И пусть $f: A/\pi \mapsto B$ – канонический изоморфизм фактор группы A/π на G . Пусть $T \in \tau(B)$ и $A \in \mathfrak{F}$. По определению подгруппового $\mathfrak{X}$ -функтора,

$$T^{f^{-1}} = T/\pi \in \tau(A/\pi).$$

Следовательно, $T \in \tau(A) = \tau_1(A)$. Значит, что $T/\pi \in \tau(A/\pi)$. Следовательно, $A/\pi \in \mathfrak{F}$. Поскольку $B \cong A/\pi \in \mathfrak{F}$, то класс $\mathfrak{F}$ – гомоморф n -арных групп.

Пусть $G/\pi \in \mathfrak{F}$, где π – фраттини́евая конгруэнция на n -арной группе G . Тогда $\tau(G/\pi) = \tau_1(G/\pi)$. Пусть

$$\tau(G) = \{M_1, M_2, \dots, M_n, G\},$$

где M_i – подгруппа n -арной группы G , $i = 1, 2, \dots, n$. Тогда

$$\{\pi M_1/\pi, \pi M_2/\pi, \dots, \pi M_n/\pi, G/\pi\} \subseteq \tau(G/\pi) = \tau_1(G/\pi)$$

Отсюда следует, что $\pi M_i \in \tau_1(G) \setminus \{G\}$, $i = 1, 2, \dots, n$. Так как по условию π – фраттини-евая конгруэнция на n -арной группе G , то $\pi M_i = M_i$. Это означает, что $M_i \in \tau_1(G) \setminus \{G\}$. Следовательно, $\tau(G) \subseteq \tau_1(G)$.

Из условия леммы $\tau_1 \leq \tau$ мы имеем $\tau(G) = \tau_1(G)$ и $G \in \mathfrak{F}$. Таким образом, класс $\mathfrak{F}$ является насыщенным гомоморфом в $\mathfrak{X}$. Лемма доказана.

В дальнейшем подгрупповой $\mathfrak{X}$ -функтор τ будем называть, следуя [11, с. 24], $\mathfrak{m}$ -функтором в $\mathfrak{X}$, если для любой n -арной группы $G \in \mathfrak{X}$ система $\tau(G) \setminus \{G\}$ либо пуста либо состоит из максимальных в G подгрупп.

Пусть $\mathfrak{F}$ – произвольный класс n -арных групп, $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{X}$. Тогда максимальная подгруппа M n -арной группы $G \in \mathfrak{X}$ называется [9, с. 109] f -нормальной ($\mathfrak{F}$ -абнормальной) в G , если $G/M_G \in \mathfrak{F}$ (соответственно $G/M_G \notin \mathfrak{F}$).

Следуя [9, с. 109], что подгруппа H n -арной группы $G \in \mathfrak{X}$ называется f -абнормальной, если либо $H = G$, либо всегда из того, что $H \subseteq M \subseteq L \subseteq G$, где M – максимальная подгруппа в L , следует, что M f -абнормальна в L .

Следующее предложение дает способ построения τ -классов Шунка в $\mathfrak{X}$.

1.4.6. ТЕОРЕМА. Пусть $\mathfrak{X}$ – некоторый гомоморф n -арных групп, τ_1 и τ – такие подгрупповые $\mathfrak{X}$ -функторы, что $\tau_1 \leq \tau$. Тогда класс $\mathfrak{F} = \{G \mid G \in \mathfrak{X} \text{ и } \tau(G) = \tau_1(G)\}$ является τ -классом Шунка в $\mathfrak{X}$. Кроме того, в случае, когда τ -подгрупповой $\mathfrak{m}$ -функтор в $\mathfrak{X}$, то для любой группы $G \in \mathfrak{X}$ максимальные n -арные подгруппы из $\tau(G) \setminus \tau_1(G)$ являются f -абнормальными в G .

Д о к а з а т е л ь с т в о . В виду леммы 1.2.4 класс $\mathfrak{F}$ является гомоморфом в $\mathfrak{X}$.

Покажем, что класс $\mathfrak{F}$ τ -примитивно замкнут в $\mathfrak{X}$. Для этого применим индукцию по порядку n -арной группы G . Пусть $G \in \mathfrak{X}$ – n -арная группа наименьшего порядка, которая не принадлежит классу $\mathfrak{F}$, но все ее τ -примитивные факторгруппы лежат в $\mathfrak{F}$. Пусть π – минимальная конгруэнция, что $\tau(G/\pi) = \tau_1(G/\pi)$.

Пусть $\tau(G) = \{M_1, M_2, \dots, M_n, G\}$, где M_i – подгруппа n -арной группы G , $i = 1, 2, \dots, n$. Тогда

$$\{\pi M_1 / \pi, \pi M_2 / \pi, \dots, \pi M_n / \pi, G / \pi\} \subseteq \tau(G / \pi) = \tau_1(G / \pi)$$

Отсюда следует, что $\pi M_i \in \tau_1(G) \setminus \{G\}$, $i = 1, 2, \dots, n$ и всех минимальных конгруэнций π на G . Если $M_{iG} = \Delta$ хотя бы для одного $i \in \{1, 2, \dots, n\}$, то группа G τ -примитивна, а так как по условию все τ -примитивные факторгруппы лежат в $\mathfrak{F}$, то $G = G/\Delta \in \mathfrak{F}$. Противоречие. Значит, $M_{iG} \neq \Delta$. Пусть $\pi \in M_{iG}$, тогда $\pi M_i = M_i$. Значит, $M_i \in \tau_1(G) \setminus \{G\}$ для всех $i = 1, 2, \dots, n$, то есть $\{M_1, M_2, \dots, M_n, G\} \subseteq \tau_1(G)$.

Это означает, что $\tau(G) \subseteq \tau_1(G)$. Из условия леммы $\tau_1 \leq \tau$ мы имеем $\tau(G) = \tau_1(G)$, что противоречит предположению $G \in \mathfrak{F}$. Таким образом, класс $\mathfrak{F}$ τ -примитивно замкнут в $\mathfrak{X}$. Значит, $\mathfrak{F}$ – τ -класс Шунка в $\mathfrak{X}$.

В случае, когда τ – подгрупповой m -функтор в $\mathfrak{X}$ система $\tau(G) \setminus \{G\}$ либо пуста, либо состоит из максимальных в G подгрупп. Пусть

$$\tau(G/M_{iG}) = \tau_1(G/M_{iG})$$

Поскольку

$$\{M_{iG}M_1/M_{iG}, M_{iG}M_2/M_{iG}, \dots, M_{iG}M_1/M_{iG}, \dots, G/M_{nG}\} \subseteq \tau(G/M_{iG}),$$

то

$$\{M_{iG}M_1/M_{iG}, M_{iG}M_2/M_{iG}, \dots, M_{iG}M_1/M_{iG}, \dots, G/M_{nG}\} \subseteq \tau_1(G/M_{iG}).$$

По лемме 1.2.4 $M_{iG}M_i = M_i$. Отсюда следует, что $M_i \subseteq \tau_1(G/M_{iG})$, что противоречит условию теоремы $M_i \in \tau_1(G) \setminus \{G\}$ $\mathfrak{F}$ -абнормальна в G .

Теорема доказана.

Отметим следующие частные случаи теоремы 1.3.6.

1.4.7. СЛЕДСТВИЕ. Пусть $\mathfrak{X}$ – некоторый гомоморф n -арных групп, τ_1 и τ – такие подгрупповые $\mathfrak{X}$ -функторы, что $\tau_1 \leq \tau$. Тогда класс $\mathfrak{F} = \{G \mid G \in \mathfrak{X} \text{ и } \tau(G) = \tau_1(G)\}$ является τ -классом Шунка в $\mathfrak{X}$ и для любой группы $G \in \mathfrak{X}$ максимальные n -арные подгруппы из $\tau(G) \setminus \tau_1(G)$ являются $\mathfrak{F}$ -абнормальными.

1.4.8. СЛЕДСТВИЕ [10, с. 53]. Пусть $\mathfrak{X}$ – некоторый гомоморф групп, τ – подгрупповой m -функтор. Тогда класс

$$\mathfrak{F} = \{G | G \in \mathfrak{X} \text{ и } \tau(G) = \{G\}\}$$

является τ – классом Шунка в $\mathfrak{X}$.

1.4.9. СЛЕДСТВИЕ [11, с. 33]. Пусть τ – подгрупповой t -функтор на классах всех n -арных групп. Тогда класс

$$\mathfrak{F} = \{G | G \in \mathfrak{X} \text{ и } \tau(G) = \{G\}\}$$

является классом Шунка и для любой группы G максимальные подгруппы из $\tau(G)$ являются f -абнормальными.

1.4.10. СЛЕДСТВИЕ [12, с. 10]. Пусть τ – подгрупповой t -функтор на классах всех конечных групп. Тогда класс

$$\mathfrak{F} = \{G | G \in \mathfrak{X} \text{ и } \tau(G) = \{G\}\}$$

является классом Шунка и для любой группы R максимальные подгруппы из $\tau(R)$ являются f -абнормальными.

Теорема 1.4.6 интересна в следующих отношениях.

1. Она позволяет строить новые примеры τ -классов Шунка в $\mathfrak{X}$ по заданным $\mathfrak{X}$ -функторам, и наоборот, выделять $\mathfrak{X}$ -функторы, соответствующие τ -классам Шунка в $\mathfrak{X}$.

2. Подчеркивает важность изучения пересечения f -абнормальных максимальных n -арных подгрупп для τ -классов Шунка в $\mathfrak{X}$.

Таким образом, в работе предложены новые методы построения τ -классов Шунка n -арных групп и разработаны общие методы построения и исследования решеток τ -классов Шунка n -арных групп. Данная работа может применяться в качестве дополнения к учебным пособиям по алгебре для студентов вузов, обучающихся по специальности «Математика», будет полезна также аспирантам специальности «Математическая логика, алгебра и теория чисел», использующим аксиоматический метод построения теории классов n -арных групп.

Список литературы

1. Post, E.L. Polyadic groups. – London, 1940. – 350 s.
2. Гальмак, А.М. Конгруэнции полиадических групп. Минск: Беларуская навука, – 1999. – 182 с.

3. Мальцев, А.И. Алгебраические системы. – М.: Наука, – 1970. – 392 с.
4. Monk, J. D. Sioson F.M. On the general theory of m -groups. – London: Fund. Math., – 1971. № 72 P. 233-244.
5. Русаков С.А. Алгебраические n -арные системы: Силовская теория n -арных групп. – Минск: Навука і тэхніка, –1992. – 264 с.
6. Русаков С.А. Некоторые приложения теории n -арных групп. – Минск: Беларуская навука, – 1998. – 182 с.
7. Скиба, А.Н. Алгебра формаций. – Минск: Беларуская навука, 1997. – 240 с.
8. Ефремова, М. И., Скиба, А.Н. О подалгебрах универсальных алгебр // Гомель, – 2002. – №20 – 12 с. – (Препринт / ГГУ им. Ф. Скорины).
9. Шеметков, Л.А., Скиба А.Н. Формации алгебраических систем. – М., – 1989. – 256 с.
10. Селькин, М.В., Скиба А.Н. О решетках τ -классов Шунка // Доклады НАН Беларуси. – 2001. – том 45, № 3. – С. 51–53.
11. Селькин, М.В. Максимальные подгруппы в теории классов конечных групп. – Минск: Беларуская навука, – 1997. – 144 с.
12. Аль-Дабабсех, А.Ф. Модулярные решетки классов конечных n -арных групп: автореф. дис. канд. физ.-мат. наук: 01.01.06. – Гомель: издание Бел. гос. ун-т транспорта, – 2000. – 18 с.

УДК 502.08

DOI 10.46916/30092022-3-978-5-00174-701-7

Глава 6.
**ФОНОВОЕ СЕЙСМИЧЕСКОЕ ПОЛЕ КАК НОВЫЙ ЭЛЕМЕНТ
В СТРУКТУРЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ФУНКЦИЙ ЛИТОСФЕРЫ**

Сафронич Игорь Николаевич

младший научный сотрудник

ФГБУН ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН»

Аннотация: В работе рассмотрено фоновое сейсмическое поле как новый, не используемый ранее структурный элемент раздела экологической геофизики об экологических функциях литосферы. На примере территории Воронежского кристаллического массива показано, что фоновое сейсмическое поле существует, но для его регистрации необходимо использовать сейсмологическое оборудование с низким уровнем собственного шума. В этом случае его параметры становятся важным, недостающим элементом в структуре геофизических экологических функций литосферы. Они дополняют сейсмическое поле его «природной» составляющей. Это расширяет возможности использования сейсмического поля для решения эколого-геофизических задач. Рассчитанные по амплитудно-частотным характеристикам реальных записей параметры позволяют получить его объективные числовые характеристики в населенных пунктах, которые совместно с другими экологическими параметрами территории являются базой для оценки её сейсмических условий и разработки критериев комфортности жизнедеятельности населения.

Ключевые слова: фоновое сейсмическое поле, сейсмический шум, сейсмический фон, техногенная нагрузка, Гауссов белый шум, оценки амплитудного спектра Гауссова белого шума.

**BACKGROUND SEISMIC FIELD IS A NEW ELEMENT
IN THE STRUCTURE OF GEOPHYSICAL ECOLOGICAL FUNCTIONS
OF THE LITHOSPHERE**

Safronich Igor Nikolaevich

Abstract: The paper considers the background seismic field as a new, previously unused structural element of the section of ecological geophysics on the ecological functions of the lithosphere. Using the example of the territory of the Voronezh crystal massif, it is shown that a background seismic field exists, but for its registration it is necessary to use seismological equipment with a low level of intrinsic noise. In this case, its parameters become an important missing element in the structure of geophysical ecological functions of the lithosphere. They complement the seismic field with its "natural" component. This expands the possibilities of using the seismic field to solve ecological and geophysical problems. The parameters calculated from the amplitude-frequency characteristics of real recordings allow us to obtain its objective numerical characteristics in settlements, which, together with other environmental parameters of the territory, are the basis for assessing its seismic conditions and developing criteria for the comfort of the population.

Key words: background seismic field, seismic noise, seismic background, technogenic load, Gaussian white noise, estimates of the amplitude spectrum of Gaussian white noise

Введение

Экологическая геология, зародившаяся на стыке геологических и биологических наук, изучает воздействие "неживого", представленного в виде компонент литосферы, включая техногенно измененные, на "живое", которое представляется биотой, включающей и человека, рассматривая его не только

как биологический вид, но и социальную структуру. В процессе эволюции человек всегда находился под постоянным «энергетическим» воздействием (в *энергетическом поле*), которое и сформировало естественное геологическое, а точнее физико-химическое состояние Земли. В течение длительного времени она аккумулировалась в геологической среде и по существу определила ее современный облик, а также создала сегодняшнее *геологическое* пространство (*геофизические и геохимические поля*), отражающее физико-химические и экологические свойства среды [1].

Основные факторы, которые входят в характеристику экологических свойств экосистем, зависят не только от *естественно-природных*, но, в первую очередь, от *аномальных* условий, которые с индустриальным развитием сильно изменяются. Некоторые свойства формируются под влиянием эволюционно развивающихся (фоновых) природных процессов, а на формирование других оказывают влияние аномальные (экстремальные) процессы природного и природно-техногенного происхождения. В современных условиях развитие *биосферы* проходит под активным влиянием антропогенного фактора, что приводит к формированию целых *геоэкологических комплексов*, которые характеризуются многообразием экологических функций геосфер Земли и определяют условия не только жизнедеятельности человека, но и существование биоты [2]. Движущей силой процессов, влияющих на стабильность и устойчивость составляющих экологических функций нашей планеты, а также их способность к саморегуляции и самовосстановлению, являются геофизические поля, оказывающие большое влияние, как на живую природу, так и на самого человека.

Исследование параметров и масштабов воздействия на среду обитания человека, выявление физических условий, благоприятных для жизни людей и других живых организмов является основной целью раздела экологической геологии – *экологической геофизики*, предметом изучения которой являются

природные (естественные) и техногенные (искусственные) физические поля, их изменения и степень воздействия на биоту [3].

В рамках экологической геологии по полноте описания, степени проработки и возможности использования геофизические поля сильно отличаются друг от друга [2]. Наиболее полно представлены и описаны электромагнитная, геохимическая, радиационная и тепловая геофизические экологические функции литосферы, в составе которых выделяется «фоновая» (природная) и «аномальная» (в большей части антропогенная) составляющие. При решении экологических задач проводится сравнение этих составляющих с использованием системы числовых параметров характеризующих текущего «энергетического» состояния поля в пункте наблюдения, на основе которой оценивается экологическая обстановка и условия жизнедеятельности населения.

Сегодня сейсмическое поле является не полностью проработанной геофизической экологической функцией литосферы. Это связано с тем, что до конца прошлого столетия сейсмический шум, отражающий вариации сейсмического поля, рассматривался практически как помеха при получении полезной информации о геологическом строении изучаемой территории по записям взрывов или землетрясений. Отчасти это было оправдано, тем, что сейсмометрический канал оборудования имел очень высокий уровень собственного шума, поэтому ни о какой «природной» составляющей сейсмического поля говорить не приходилось. Хотя идея о возможности использования микросейсм для изучения строения Земли высказана в начале XX века Б.Б. Голицыным. Полученные за следующие 70 лет исследований результаты, подтвердили возможность существования “поля микросейсмических колебаний” тесно связанного “со строением геологической среды” [4].

Только начиная с 90-х годов XX века, широкое развитие и внедрение цифровой техники и высококачественной электроники, существенно увеличившие чувствительность и разрешающую способности

сейсмологического оборудования, и сделавшие его более компактным и доступным по стоимости, позволило регистрировать на новом качественном уровне низкоамплитудные (микросейсмические) колебания сейсмического поля. Это послужило толчком развития пассивных методов сейсморазведки, использующих запись микросейсмического шума для решения прикладных геофизических задач. Их активное развитие обусловлено основными преимуществами этих методов: экологической чистотой; меньшими затратами ресурсов; возможностью изучения геологической среды в её невозмущенном состоянии.

Сегодня они используются для решения широкого круга задач: поиск залежей углеводородного сырья; изучение неоднородных геологических структур; фундаментальных исследований геосреды; разработка методов прогноза возможных катастроф; развитие новых методов поиска, разведки и контроля при разработке полезных ископаемых; микросейсмического районирования территорий; краткосрочного прогноза землетрясений; прогноза локальных геодинамических рисков территории [5-12]. Несмотря на их активное использование, фундаментальные основы механизма генерации и природа фонового микросейсмического поля, степень отражения в нем особенностей геологического строения и сейсмической эмиссии на сегодняшний день не достаточно изучены.

Новый этап в развитии сейсмологических наблюдений совпал с моментом зарождения и становления экологической геологии, поэтому сейсмическое поле там представлено известными на тот момент видами: производственной вибрацией, определяющей антропогенную составляющую; землетрясениями, отвечающими за его природную часть. Использование нового прецизионного широкополосного сейсмологического оборудования привело к возможности регистрации фоновых микроколебаний и изменению терминологии. Теперь вместо сейсмического шума стали использовать термин «микросейсмический шум», подчеркивая приставкой «микро», что записи получены на цифровом, высокочувствительном, прецизионном комплексе

(датчик-регистратор) сейсмологического оборудования. Однако с точки зрения экологической геологии при использовании сейсмических записей полученных оборудованием высокого класса в принципе приставку «микро» для дальнейшего описания можно опустить, чтобы не вводить дополнительных терминов, которые не являются принципиальными для экологического применения.

Таким образом, отсутствие фундаментальных знаний о реальных источниках и механизмах генерации фонового сейсмического поля, содержащего «полезную» геолого-геофизическую информацию, существенно ограничивает его полноценное использование не только для получения информации о геологической среде, но и эффективное использование сейсмического поля в экологической геологии наравне с магнитным, электрическим и гравитационным. Известно, что в основе современной модели строения Земли лежат результаты сейсмологического мониторинга землетрясений, и поэтому изучение особенностей фонового сейсмического поля и определение его свойств имеет не только прикладное, но и фундаментальное значение.

1 Фоновое сейсмическое поле

Успешное применение методов пассивной сейсморазведки подтверждает сделанные ранее предположения, о том, что сейсмический шум на поверхности Земли кроме сейсмических помех различного генезиса должен содержать широкополосный процесс, в котором записана «полезная» геолого-геофизическая информация. Поэтому, можно предположить, что фоновое сейсмическое поле отражает геологическое строение и геодинамическое состояние геологической среды в пункте наблюдения. В связи с отсутствием «понимания» его природы в рамках сегодняшних представлений в геологии и геофизики можно использовать простую для понимания «физическую» модель. С точки зрения физики *фоновое сейсмическое поле (ФСП) можно представить колебаниями, возникающими в структурах геологической среды,*

при преобразовании поступающей в неё эндогенной энергии (функционально напоминает принцип действия «музыкального органа»).

Такая «физическая» формулировка позволяет на начальном этапе уйти от необходимости объяснения источников «этой энергии», т.к. при анализе реальных записей это не так важно. При этом однозначно понятно, что сейсмическое поле в пункте наблюдения создает сложный волновой процесс – **сейсмический шум** (СШ), являющийся суперпозицией колебаний от большого числа природных и антропогенных источников, который регистрируется сейсмологическим оборудованием. К антропогенным источникам СШ относятся: движение транспортных средств; взрывы в карьерах; работа трансформаторов, агрегатов и мощных моторов, т.е. источники, возникающие в процессе хозяйственной деятельности человека. В зависимости от удаления антропогенного источника от пункта наблюдения и его мощности они создают разные по уровню воздействия.

На близких расстояниях они записываются в виде «помех» (амплитуда записи на непродолжительное время повышается более чем в два раза). Суперпозиция воздействий от большого числа удаленных источников создаёт плавное изменение уровня в течение суток. Такое воздействие называется «*техногенная нагрузка*». Она отражает «жизнь» близко расположенной производственной и/или социальной инфраструктуры и характеризуется суточной цикличностью.

К природным источникам СШ можно отнести землетрясения (создающие воздействия аналогичные помехам), волнения на акваториях океанов и морей («*сейсмические бури*» - аналог «*техногенной нагрузки*» длительностью до нескольких суток), а также фоновый шум Земли – **сейсмический фон** (СФ), в котором, согласно предположению, должны отражаться особенности геологического строения и геодинамической ситуации в пункте наблюдения.

Теоретическая возможность существования сейсмического фона, с той же физической точки зрения, может быть объяснена просто: собственными

колебаниями обладает любое тело, если его температура выше абсолютного нуля. Это дополняет приведенное выше определение ФСП. В результате их объединения получается, что фоновое сейсмическое поле на поверхности образуется в результате *суперпозиции собственных колебаний геологических структур, возникающих и поддерживаемых поступающей эндогенной энергией из глубинных горизонтов Земли, находящихся при разных РТ-условиях (Давление-Температура), определяющих связь глубины залегания структуры с периодом создаваемых ей собственных колебаний.*

2 Отражение в сейсмическом поле структурно-геологических особенностей ВКМ

Для иллюстрации существования фонового сейсмического поля на территории Воронежского кристаллического массива (ВКМ) рассмотрим несколько важных результатов, полученных сотрудниками совместной лабораторией глубинного строения, геодинамики и сейсмического мониторинга им. проф. А.П. Таркова ВГУ и ФИЦ ЕГС РАН. За 25 лет исследований собран богатейший фактический материал по сейсмическому шуму в различных геологических структурах и геодинамических ситуациях на территории ВКМ.

2.1 Числовые характеристики сейсмического шума

Регистрируемое в пункте наблюдения сейсмической станцией поле представляет собой запись трёх взаимно ортогональных компонент сейсмического шума, являющейся разложением скорости движения грунта по трем направлениям Z-вертикальный (вверх-вниз) и два горизонтальных NS - (север-юг) и EW - (восток-запад). На рис. 1а приведен пример 30-ти минутного фрагмента трехкомпонентной записи на сейсмостанции «Сторожевое» сейсмического шума максимально свободного от помех, записанного широкополосными сейсмометрами СМЗ-ОС с частотой дискретизации 20 Отсч/с.

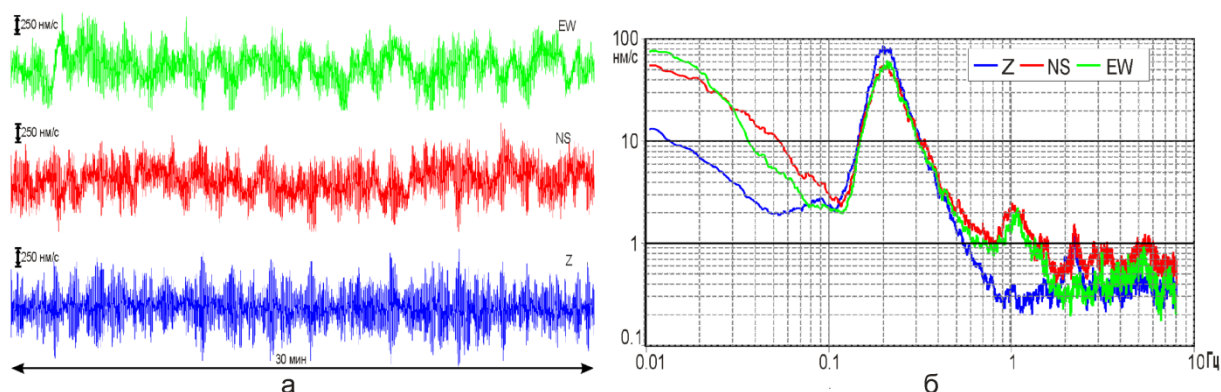


Рис. 1. Пример 3-х компонентной широкополосной записи сейсмического шума (а) с минимальным количеством помех и его сглаженный амплитудный спектр (б) в пункте наблюдения «Сторожевое»

На рис. 1б представлены частотные характеристики компонент сейсмического шума – сглаженные мгновенные амплитудные спектры. Для числовой характеристики сейсмического шума во временной области обычно используется его уровень, т.е. средняя амплитуда центрированной записи на выбранном интервале и в выбранном частотном диапазоне.

$$U\tau = \overline{|Z(t) - M\tau|}, \quad (1)$$

где $Z(t)$ – исходная или фильтрованная запись вертикальной (Z) компоненты сейсмического шума, а $M\tau$ – среднее значение $Z(t)$ на интервале τ . Уровень наиболее объективно отражает изменения сейсмического шума во временной области.

В частотной области аналогичную уровню характеристику представляет мгновенный сглаженный амплитудный спектр Фурье (рис.1б). По сути, спектр является набором амплитуд, характеризующий на выбранном фрагменте записи уровень каждой отдельной гармоники. Этот более информативный набор числовых значений сейсмического шума позволяет получить общее представление о частотном составе исследуемого процесса, при этом в отличие от спектра мощности обладает аддитивным свойством, т.е. запись суммы двух сигналов во временной области имеет амплитудный спектр равный сумме амплитудных спектров этих сигналов.

2.2 Отражение геологических структур во временной области

В статье [13], опубликованной в Докладах Академии наук, приводится результат сравнения уровня сейсмического шума максимально свободного от помех в двух диапазонах частот $0.7-1.4 \text{ Гц}$ и $1.0-8.0 \text{ Гц}$ для трех крупномасштабных структур ВКМ: Курский мегаблок (КМ), Хоперский мегаблок (ХМ) и Лосевская шовной зоны (ЛШЗ). В каждой из этих структур было исследовано по 5 пунктов наблюдений (рис. 2а). Наблюдения в каждом пункте проводились в течение 14 дней. Для коррекции вариаций уровня сейсмического шума использовалось приведенное значение ночного уровня вертикальной составляющей относительно базовой станции «Сторожевое», которая работала на всех расстановках.

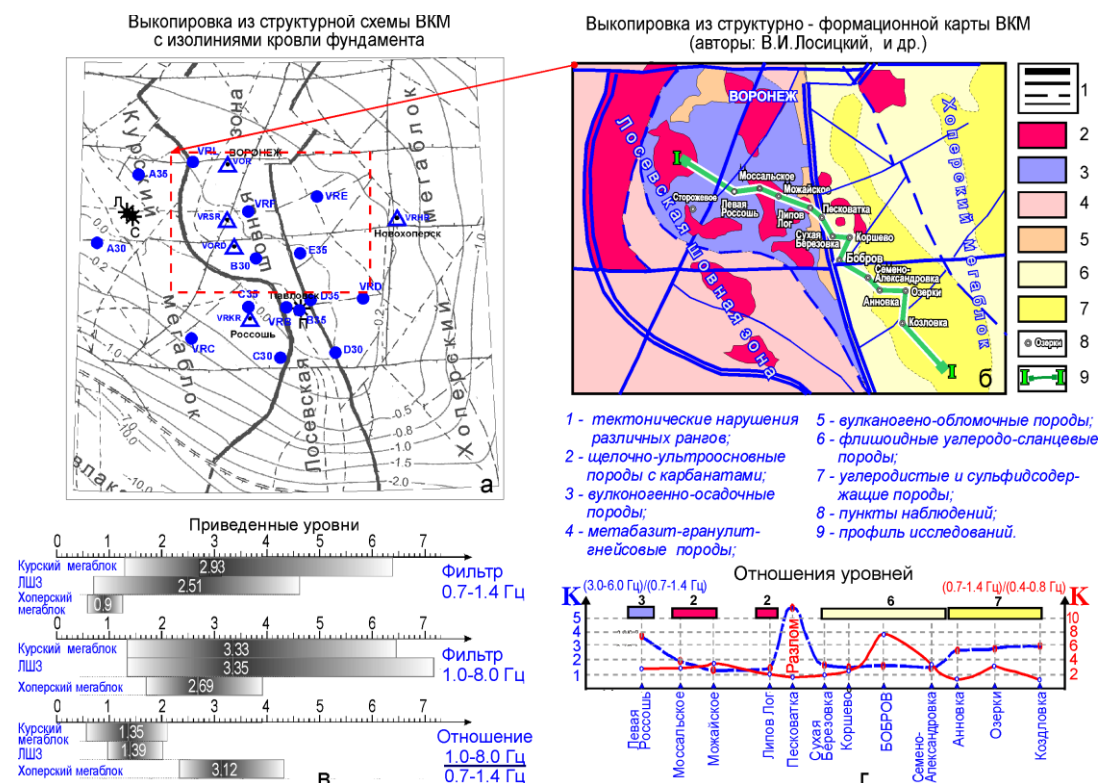


Рис. 2. Схемы расположения пунктов наблюдений при проведении площадных (а) и профильных (б) работ, приведенные средние уровни ночного сейсмического шума в крупных структурах ВКМ в диапазонах частот $0.7 - 1.4 \text{ Гц}$ и $1.0-0.8 \text{ Гц}$ и их отношений (в), изменение значения отношения уровней фильтрованных записей ночного сейсмического шума вдоль профиля пересекающего Лосевско-Мамонский разлом (г)

Второй задачей было изучение отражения в характеристиках сейсмического шума особенностей геологического строения докембрийского фундамента. Для этого был выбран профиль, расположенный в двух структурах ВКМ и пересекающий Лосевско-Мамонский разлом первого ранга (рис. 2б). По полученным в ходе полевых работ данным рассматривались нормированные среднесуточные уровни сейсмического шума в четырех октавных частотных диапазонах: $0.4-0.8 \text{ Гц}$, $0.7-1.4 \text{ Гц}$, $1.5-3.0 \text{ Гц}$ и $3.0-6.0 \text{ Гц}$. В качестве «базы» для коррекции вариаций использовались уровни одномоментных записей сейсмической станции «Сторожевое». Результаты данного исследования опубликованы в коллективной монографии под редакцией Н.В. Шаров, А.А. Маловичко, Ю.К. Щукин [14].

В результате выполненных исследований установлено, что крупномасштабные геологические структуры ВКМ находят отражение в уровнях сейсмического шума, особенно в диапазоне $0.7-1.4 \text{ Гц}$ которые согласуются с представлением о ЛШЗ как зоне субдукции, в верхней части которой располагаются породы Курского, а внизу Хоперского мегаблоков. В диапазоне частот $1.0-8.0 \text{ Гц}$ отсутствие принципиальных различий может, например, говорить о том, что во время формирования верхней части геологической среды на территории структур ВКМ проходило при одинаковых геологических условиях. Самый лучший результат разделения геологических структур ВКМ виден в отношениях, которые позволили однозначно разделить КМ и ХМ.

Результаты профильного исследования показали, что сами изменения уровней в этих частотных диапазонах не коррелируют ни с какими геофизическими параметрами геологической среды, а вот отдельные отношения уровней сейсмического шума можно логично проинтерпретировать. Первое отношение $(3.0-6.0 \text{ Гц})/(0.7-1.4 \text{ Гц})$ хорошо

согласуется с петрофизическими свойствами пород кровли докембрийского фундамента, а также позволяет гарантировано выделить пункт наблюдения, расположенный в зоне действия структурного элемента ВКМ Лосевско-Мамонского разлома (рис. 2г). Второе отношение $(0.7-1.4 \text{ Гц})/(0.4-0.8 \text{ Гц})$ хорошо коррелируется с уровнем техногенной нагрузки в населенных пунктах, где размещалось оборудование. Его максимум соответствует г. Боброву, являющемуся районным центром. Интересным является то, что высокая техногенная нагрузка в этом пункте не помешала правильной оценки петрофизической характеристики породы кровли докембрийского фундамента. Это показывает достаточно широкий диапазон возможностей при использовании характеристик сейсмического поля во временной области.

2.3 Отражение геологических структур в частотной области

Теперь рассмотрим, как в частотной области соотносятся амплитудные спектры пунктов наблюдений расположенных в разных структурах территории ВКМ. Для этого, используя фильтрацию в двух диапазонах частот $0.7-1.4 \text{ Гц}$ и $1.0-8.0 \text{ Гц}$, усредним полученные амплитудные спектры пунктов (см. рис. 2а) расположенных в одинаковых структурах и отдельно усредним амплитудные спектры пунктов наблюдений расположенных вблизи Лосевско-Мамонского разлома. На рис.3 приведены осредненные амплитудные спектры пунктов наблюдений расположенных в зоне разлома и в пределах структур ВКМ. Как видно из рис.3 спектральные составы записей в различных структурах имеют значимые, хорошо интерпретируемые отличия. Так зона Лосевско-Мамонского разлома выделяется во всех диапазонах частот более низкими значениями спектральных амплитуд [14].

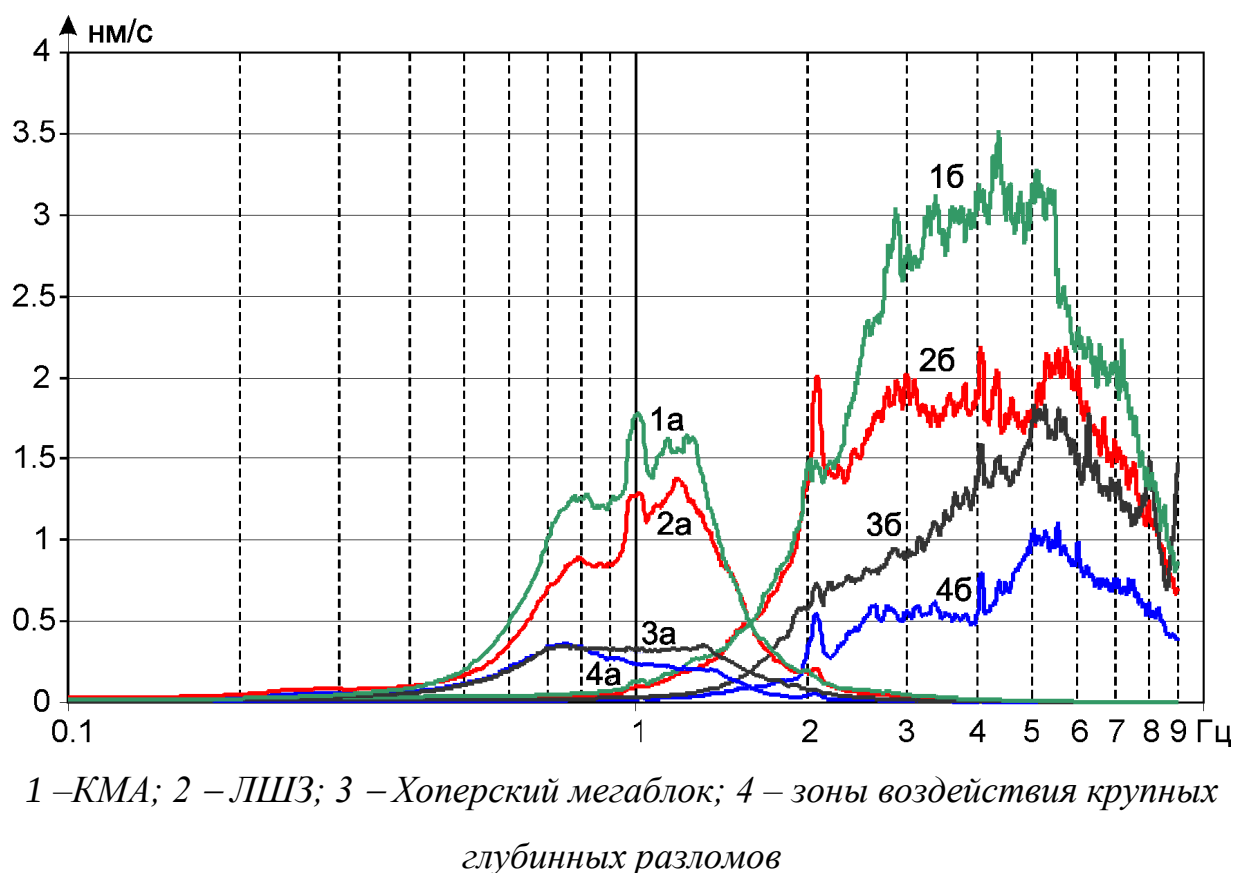


Рис. 3. Осредненные амплитудно-частотные спектры вертикальной составляющей микросейсмического шума (б) в двух диапазонах частот 0.7-1.4 Гц (а) и 2.0-8.0 Гц (б) в пределах структур ВКМ

Рассматривая амплитудные спектры тех же диапазонов частот на предмет отражения в них влияния зоны разломов Лосевско-Мамонского и Новохоперского, выберем пункты наблюдения расположенные на удалениях до 50 км от них, и находящиеся в двух структурах ЛШЗ и Хоперском мегаблоке. Используем дополнительно данные трех пунктов наблюдений расположенных в Хоперском мегаблоке вблизи Новохоперского разлома. Полученные амплитудные спектры приведены на рис. 4.

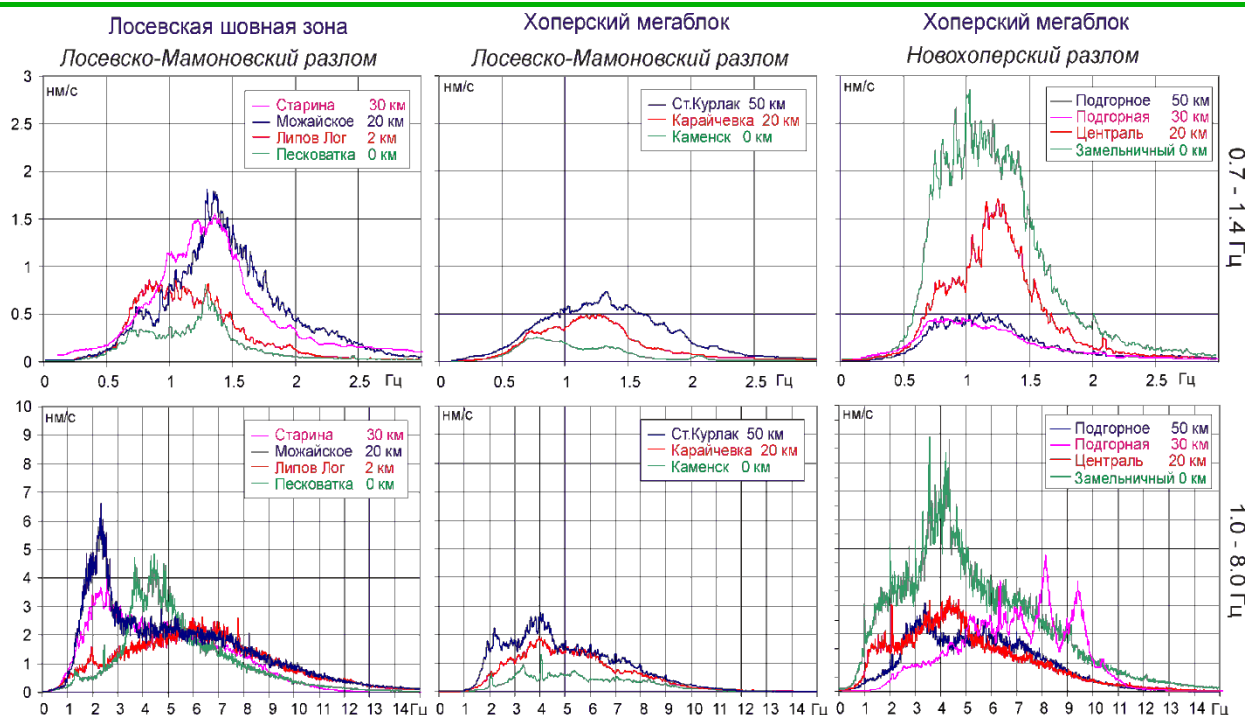


**Рис. 4. Амплитудные спектры вертикальной составляющей
сейсмического шума в двух диапазонах частот 0.7-1.4 Гц (а) и 1.0-8.0 Гц в
пунктах наблюдений расположенных на разных удалениях от Лосевско-
Мамонского и Новохоперского разломов сгруппированные по
структурам ВКМ в которых они расположены**

Как видно из рис. 4 лучше всего разломы отражаются в диапазоне частот 0.7-1.4 Гц. При этом зона влияния обоих разломов составляет примерно 20 км. Однако их поведение в сейсмическом шуме диаметрально противоположно. Лосевско-Мамонский разлом, находящийся в состоянии сжатия, проявляется низкими значениями амплитуд, а Новохоперский разлом, находящийся в состоянии растяжения, характеризуется повышенными значениями спектральных амплитуд. Это подтверждает влияние на сейсмический шум геодинамического состояния разлома. В пунктах наблюдений удаленных от разломов на 30 и 50 км спектральные амплитуды в Хоперском мегаблоке по амплитуде не имеют существенных различий, т.е. влияние разломов полностью отсутствует.

В связи с отражением в сейсмическом шуме геологических структур региона рассмотрим возможность их моделирования. Используя осредненные амплитудные спектры для пунктов наблюдений (см. рис. 2а) были проанализированы пространственные распределения значений спектральных амплитуд в узких частотных диапазонах, приведенные к значениям на станции «Сторожевое». На рис. 5 представлен результат моделирования распределения приведенных значений в диапазоне частот 0.6-0.7 Гц, совмещенный с фрагментом структурной схемы ВКМ [14].

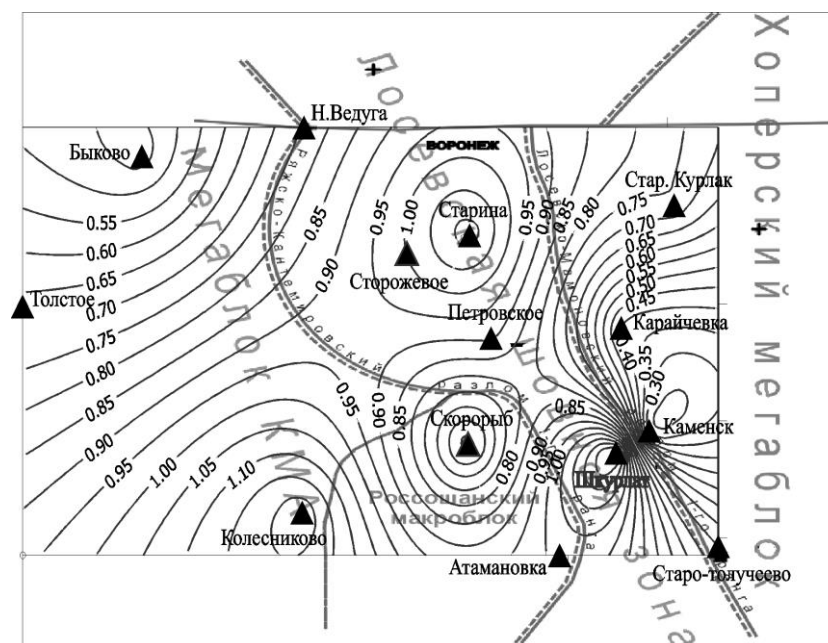


Рис. 5. Результат пространственного моделирования распределения значений сейсмического шума на территории ВКМ в диапазоне частот 0.6-0.7 Гц на фрагменте структурной схемы ВКМ [14]

Не смотря на малое число пунктов наблюдений, результат пространственного моделирования хорошо отражает положение Лосевско-Мамонского разлома и Россошанского макроблока, который явно выделяется на фоне Курского мегаблока (на рис 5 - КМА) и имеет видимую границу с ЛШЗ. Она соответствует Рязско-Кантимировскому разлому. Его северная часть слабо выделяется в сейсмическом поле, что возможно связано с

отсутствием возле него пунктов наблюдений или отражает возможное субдукционное строение этой части территории, представленной породами Курского мегаблока. Для других диапазонов частот полученные модели в меньшей степени согласуются со структурной схемой ВКМ. В принципе это не говорит об отсутствии связи частоты с глубиной, т.к., возможно, что только для глубин соответствующих диапазону частот 0.6-0.7 Гц данная структурная схема является актуальной, т.е. на ней присутствуют все вертикальные границы территории. Также именно в этом частотном диапазоне полностью отсутствуют антропогенные воздействия (техногенная нагрузка) и природные (сейсмические бури), которые теоретически могли оказать влияния на результат, получаемый в других частотных диапазонах.

Результаты, полученные при выполнении исследований сейсмического шума, показывают, что сейсмическое поле на территории ВКМ содержит информацию о её основных структурных элементах, а также отражает особенности геологического строения их докембрийского фундамента и геодинамическую позицию разломных зон. Это может служить объективным подтверждением существования фонового сейсмического поля на территории ВКМ, знание свойств которого позволит создать методические основы его использования для решения широкого спектра эколого-геофизических задач.

3. Свойства фонового сейсмического поля на территории ВКМ

Приведенные выше примеры показывают возможность успешного использования характеристик записей сейсмического шума, как во временной, так и в частотной области. В большинстве методов пассивной сейсморазведки используют амплитудно-частотные характеристики сейсмического шума (осредненный амплитудный или спектр мощности). Они получаются статистической обработкой интервала записи с использованием амплитудных спектров Фурье. Анализ амплитудных спектров пунктов наблюдений на территории ВКМ выявил их важную особенность, связанную со средним

значением спектральных амплитуд гармоник и их среднеквадратическим отклонением. Для иллюстрации данной особенности рассмотрим непрерывную 4.5 часовую максимально свободную от помех трехкомпонентную запись сейсмического шума (рис. 6а).

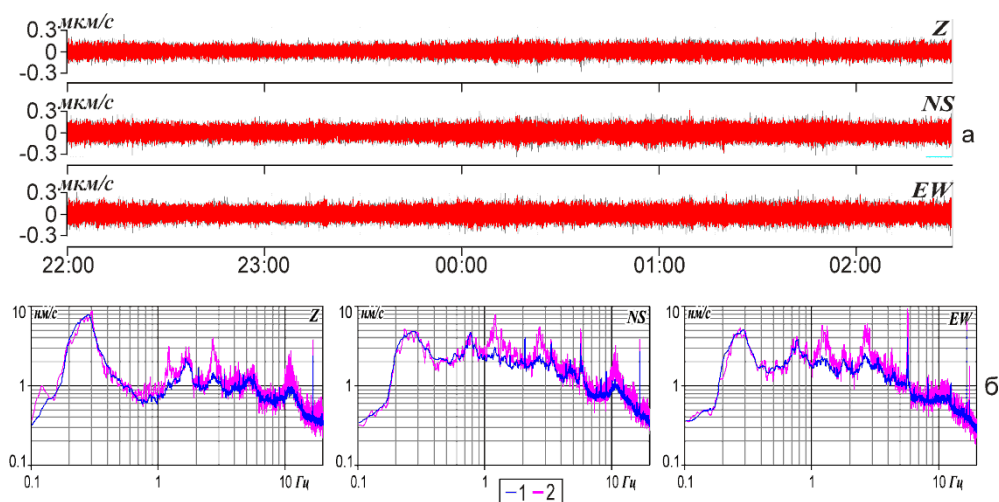


Рис. 6. Трехкомпонентная запись сейсмического шума с минимальным уровнем помех (а) и их статистические характеристики (N=108): среднее значение (1б) и четырех кратное среднеквадратическое отклонение (2б) для амплитуд гармоник

Для получения осредненного амплитудного спектра трёхкомпонентной записи разделим её на 108 перекрывающихся (50%) фрагментов длительностью 5 мин. Для каждого фрагмента (окна) рассчитаем амплитудный спектр, используя преобразование Фурье с весовым окном Хемминга и сглаживанием спектральных амплитуд по семи значениям. По каждой частоте вычислим среднее значение и среднеквадратичное отклонение. Полученные частотные зависимости средней амплитуды (СА) и среднеквадратического отклонения (СКО) записи сейсмического шума имеют коэффициент корреляции выше 0.9 по любому из каналов, что говорит о сильной связи параметров прямого характера. Используя 4-х кратное увеличение СКО, наложим его на СА.

Как видно из рис. 6б их хорошее совпадение наблюдается в отдельных диапазонах частот. Однако присутствуют диапазоны частот, где они не совпадают. Причем $4 \cdot \text{СКО}$ там, всегда выше СА , что возможно связано с присутствием в этом частотном диапазоне аддитивных составляющих помех (любого генезиса). Тогда предположив, что если уровень помех на записи снизится до нуля, то распределение значений коэффициента вариации ($K_{\text{var}} = \text{СКО}/\text{СА} \cdot 100\%$) по всем частотам будет стремиться к одномодальному (мода = 25%). Это однозначно показывает присутствие в сейсмическом шуме непрерывного, однородного ($K_{\text{var}} < 33\%$), широкополосного процесса (во всем диапазоне частот $K_{\text{var}} = \text{const}$) – **сейсмического фона**, который может характеризовать фоновое микросейсмическое поле в пункте наблюдения. Установлена также интересная особенность: *данное свойство (зависимость) сохраняется для набора того же количества отдельных фрагментов записи с минимальным уровнем помех, выбранных в ночное время даже в разные сутки*. Это дополнительно характеризует сейсмический фон в пункте наблюдения на территории ВКМ как квазистационарный процесс.

Таким образом, фоновое сейсмическое поле на территории Воронежского кристаллического массива создает в пунктах наблюдения широкополосный, непрерывный, однородный квазистационарный сейсмический процесс – микросейсмический фон, который можно считать Гауссовым белым шумом (ГБШ).

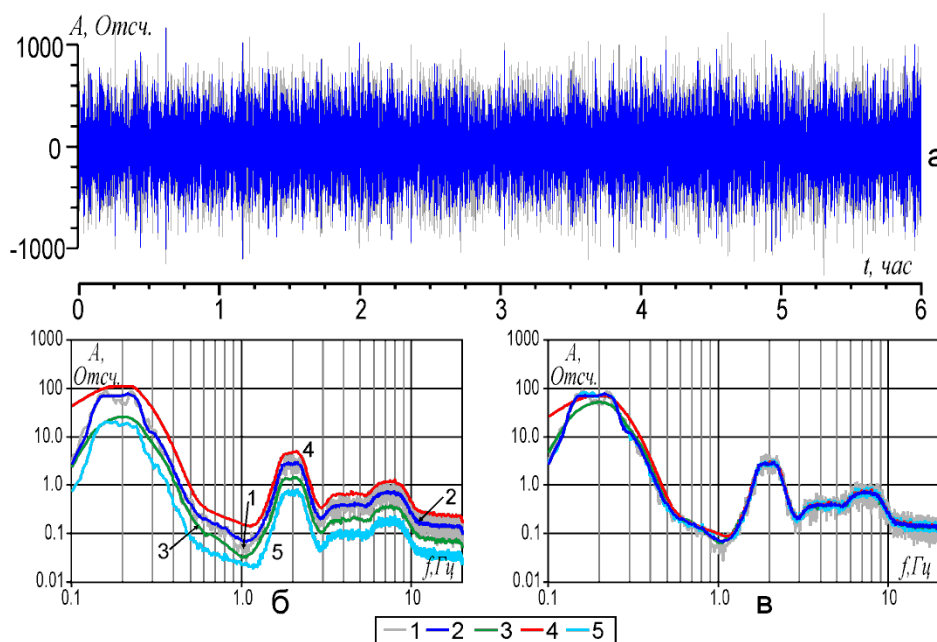
4. Оценки амплитудного спектра сейсмического фона

Основной проблемой при оценке характеристики сейсмического фона на платформенной территории является высокий уровень помех, в несколько раз превышающий амплитуды фоновых колебаний. Использование осредненного амплитудного спектра СШ в качестве характеристики СФ, полученной стандартным статистическим методом, в данном случае, не дают надежного результата. Этот способ применим для оценки характеристик полезного сигнала на фоне действия шума, обладающего, обычно, свойством ГБШ. Так

как в этом случае «сигналом» является именно ГБШ с относительно низкими амплитудами, то задача состоит в том, чтобы получить наиболее близкую оценку его амплитудного спектра в присутствии на записи любых по амплитуде помех ограниченных по длительности (меньше анализируемого интервала записи). Использование для расчета селекции (выбора) фрагментов с минимальным уровнем помех также даёт результат, который сильно зависит от их уровня и количества, т.е. данный способ не является надёжным для оценки характеристики СФ, что вносит искажения в его последующую геолого-геофизическую интерпретацию. Даже если потратить большее расчетного времени на использования вместо среднего значения медиану или моду, то этим кардинально проблему степени достоверности оценки не решить. Для получения объективной оценки сейсмического фона в пункте наблюдения необходимо создать инструментарий, позволяющий получать её максимально близкой к осредненному амплитудному спектру сейсмического фона без помех не используя предварительную селекцию фрагментов.

Для этого необходимо сначала найти варианты оценок осредненного сейсмического фона без присутствия помех. Реальные записи, даже самые тихие, не могут быть использованы, т.к. всегда находится источник «помехи» даже в Антарктиде. Поэтому используем моделирование записи сейсмического фона с помощью Гауссова белого шума, которая получена в результате суммирования фильтрованных записей (50 Отсч/с) генератора случайных чисел с равномерным распределением и разными амплитудами, с помощью которых моделировалась частотная характеристика вертикальной составляющей СФ. Для фильтрации использовались октавные фильтры, диапазоны частот которых распределены равномерно по всей рабочей полосе частот (0.1-20.0 Гц) с 50% перекрытием. Для моделирования использовался процессор обработки сигналов (ПОС) программы WSG [15, 16]. На основе полученных моделей записи сейсмического фона, рассмотрено несколько способов получения оценки осредненного амплитудного спектра.

На рис. 7а представлена запись ГБШ, моделирующая вертикальную составляющую сейсмического фона (без помех) на выбранном интервале. Разделим его на статистически значимое число фрагментов равной длительности с 50% перекрытием. Рассчитаем для каждого фрагмента амплитудный спектр с использованием преобразования Фурье и весовым окном Хемминга с коррекцией потери площади (*1.85) и сглаживанием его по 7-ми значениям спектральных амплитуд (осреднение спектральной амплитуды с 3-мя до и 3-мя после). Представляя амплитуду каждой гармоники как случайную величину, изменяющуюся от одного к другому фрагменту, рассчитаем для них среднее, минимальное и максимальное значение, а также среднеквадратическое отклонение.



1 – Амплитудный спектр 5-ти минутного фрагмента; Амплитудные спектры, полученные по 100 5-ти минутным фрагментам с 50% перекрытием амплитудным спектрам: 2 – осредненный; 3 – минимальный; 4 – максимальный; 5 – среднеквадратический.

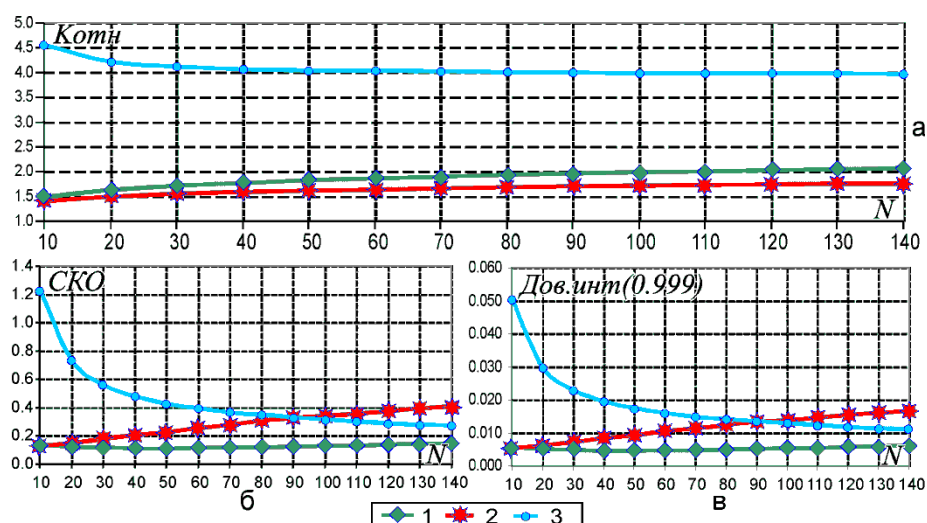
**Рис. 7. Результат моделирования 6-ти часовой записи
микросейсмического фона (а), сравнение амплитудных спектров
статистических характеристик с мгновенным и осредненным (б) и
наличие «линейной» связи между ними (в)**

В результате получим ранжированные по частоте «наборы» (ряды) средних, максимальных, минимальных и среднеквадратических значений спектральных амплитуд гармоник. Оценим осредненный амплитудный спектр, в качестве которого используем ряд со средними значениями. Полученные ряды максимальных, минимальных и среднеквадратических значений будем называть максимальным, минимальным и среднеквадратическим амплитудным спектром соответственно.

На рис. 7б представлены амплитудные спектры статистических характеристик, которые получены по 100 5-ти минутным фрагментам. Для расчета среднеквадратического амплитудного спектра для каждой гармоники использовалась формула разности моментов, которая хорошо адаптируется под последовательный алгоритм расчета, который также применялся для расчета максимального и минимального амплитудного спектра. Для этого на каждом шаге попарно проводилось сравнение амплитуд гармоник между амплитудным спектром нового фрагмента с минимальным и максимальным спектром предыдущего шага. В результате выбора минимальных и максимальных амплитуд гармоник получались новые минимальные и максимальные ряды, которые после сглаживания по 7 значениям (осреднение с 3-мя до и 3-мя после спектральными амплитудами) становились минимальным и максимальным амплитудным спектром этого шага. На рис. 6в показано, что рассматриваемые амплитудные спектры можно использовать в качестве «оценок» осредненного амплитудного спектра ГБШ при использовании простого коэффициента преобразования, значение которого зависит от числа использованных для расчета фрагментов.

Для определения точности получаемых «оценок» и их зависимости от числа фрагментов вычислим отношения амплитудных спектров

статистических характеристик оценок с осредненным спектром (больших значения делим на меньшие) для разного числа фрагментов. Полученные по каждой частоте отношения усредним в диапазоне частот 0.1-20 Гц и рассчитаем для среднего коэффициента преобразования среднеквадратическое отклонение (СКО) и доверительный интервал с уровнем доверия 0.999. На рис. 8а представлены зависимости средних значений отношений от числа N используемых для расчета фрагментов. Зависимость среднеквадратического отклонения полученных отношений от числа фрагментов представлена на рис. 8б. При этом доверительный интервал, приведенный на рис. 8в более чем в 20 раз меньше СКО.



Отношения амплитудных спектров: 1 – осредненный к минимальному;

2 – максимальный к осредненному; 3 – осредненный к среднеквадратическому

Рис. 8. Зависимости масштабирующих коэффициентов для оценки осредненного амплитудного спектра модели сейсмического фона (а), их статистических оценок: среднеквадратического отклонения (б) и доверительного интервала (в) от числа фрагментов используемых для расчета

Как видно из рис. 8, начиная с числа фрагментов 70 полученные зависимости коэффициентов преобразования (рис. 8а) становятся практически линейными, а график доверительного интервала коэффициента минимального амплитудного спектра (рис. 8в) при этом числе фрагментов имеет небольшой минимум. То есть для получения максимально близкой «оценки» интервал исследуемой записи достаточно разделить на 70 и более фрагментов, понимая, что увеличение числа фрагментов не приносит существенного выигрыша в точности, а только удлиняет время обработки. Поэтому для практического использования оптимальное число фрагментов может находиться в пределах 70-100.

Таким образом, для оценки осредненного амплитудного спектра ГБШ на выбранном интервале, можно использовать любой из вариантов рассмотренных выше оценок с соответствующим числом фрагментов коэффициентом преобразования, и даже сглаженный мгновенный амплитудный спектр любого из фрагментов. Обоснованность использования ГБШ в качестве модели сейсмического фона подтверждает сравнение коэффициента преобразования для среднеквадратической оценки по смоделированной записи ГБШ с соотношением, полученным по реальной записи (см. рис. 6).

5. Использование оценок сейсмического фона

В случае анализа интервала с неизвестной записью, при совпадении всех этих оценок с осредненным амплитудным спектром можно однозначно утверждать, что эта запись является ГБШ. Присутствие на интервале записи помехи (реальная запись) в ограниченном диапазоне частот, благодаря

аддитивному свойству амплитудного спектра, приводит к расхождению значений «Оценок» на этих частотах. При этом степень отличия зависит от интенсивности «помехи», её амплитудной стабильности и повторяемости на интервале записи. Тогда различия, возникающие в «Оценках», можно использовать для получения числовых характеристик «помех» на исследуемом интервале записи. Для более глубокого понимания сути получаемых оценок рассмотрим схему алгоритма расчета этих оценок на интервале реальной записи (рис. 9).

На рис. 9 представлен параллельный вариант алгоритма расчета «Оценок». Его схема наглядно представляет их суть, но менее удобна для практической реализации, в отличие от последовательного алгоритма, описанного выше. Из схемы хорошо видно, что оценка MIN включает минимальные значения амплитуд гармоник из всех фрагментов, т.е. из суммы тех источников, которые на исследуемом интервале присутствуют постоянно, в отличие от «помех». Такими источниками могут быть сейсмический фон, техногенная нагрузка и сейсмические бури. Тогда чтобы получить характеристику только сейсмического фона необходимо выбрать интервал времени, когда техногенная нагрузка и сейсмическая буря будут минимальными. Если для техногенной нагрузки ночное время является лучшим, то с сейсмической бурей, длящейся несколько суток не так всё предсказуемо. Хотя за счет её ограниченного частотного состава ($0.1-0.4 \text{ Гц}$) она не оказывает воздействия в частотном диапазоне выше 0.4 Гц , который обычно используется для геолого-геофизических исследований.

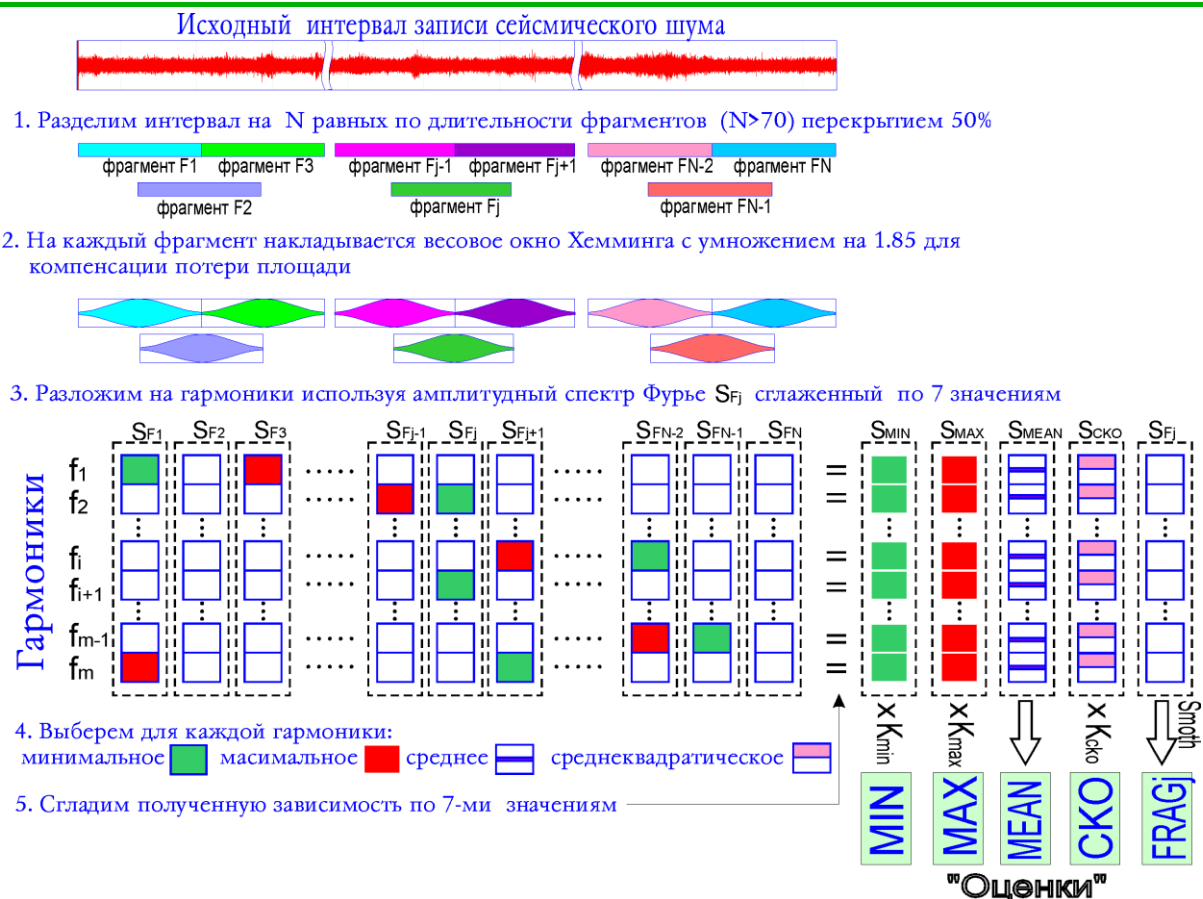


Рис. 9. Алгоритм вычисления «Оценок» для реальной записи

Таким образом, для получения наиболее точной характеристики сейсмического фона в пункте наблюдения необходимо использовать ночное время и отсутствие вблизи предприятия непрерывного цикла, которое не дает техногенной нагрузке снижаться ночью до «нулевого» уровня. Не смотря на это, оценка MIN может быть «полезной», так как характеризует стационарную составляющую сейсмической записи. Остальные «Оценки» включают её непостоянные составляющие, содержащие, как «помехи», так и изменяющаяся часть техногенной нагрузки и сейсмической бури. Используя терминологию экологической геофизики стационарную составляющую можно отнести к «нормальной» составляющей сейсмического поля, а нестационарную к «аномальной». Это позволят ввести в экологическую геофизику новый структурный элемент фоновое (стационарное) сейсмическое поле,

расширяющее возможности эколого-геофизической функции сейсмического поля, приближая его по значимости к хорошо проработанным функциям магнитного, электрического и гравитационного полей.

Теперь рассмотрим возможности разработанных «Оценок» на примере двух 6 часовых интервалов записей вертикальных составляющих сейсмической станции «Воронеж» (VORR): ночь-утро (рис. 10а) и день-вечер (рис. 10б). Для лучшей наглядности и понимания сравним оценки, полученные на разных длительностях интервалов, включающих 100 и 144 фрагментов. При этом особенностью является то, что первый интервал полностью содержится во втором. На рассматриваемых записях рис. 9 видно различие уровня постоянной составляющей, которая ночью (а) существенно меньше, чем днем (б). При этом амплитуды непостоянных составляющих обеих записей сопоставимы, но «нестабильность» воздействия ночной записи выглядит более сильным, чем дневной.

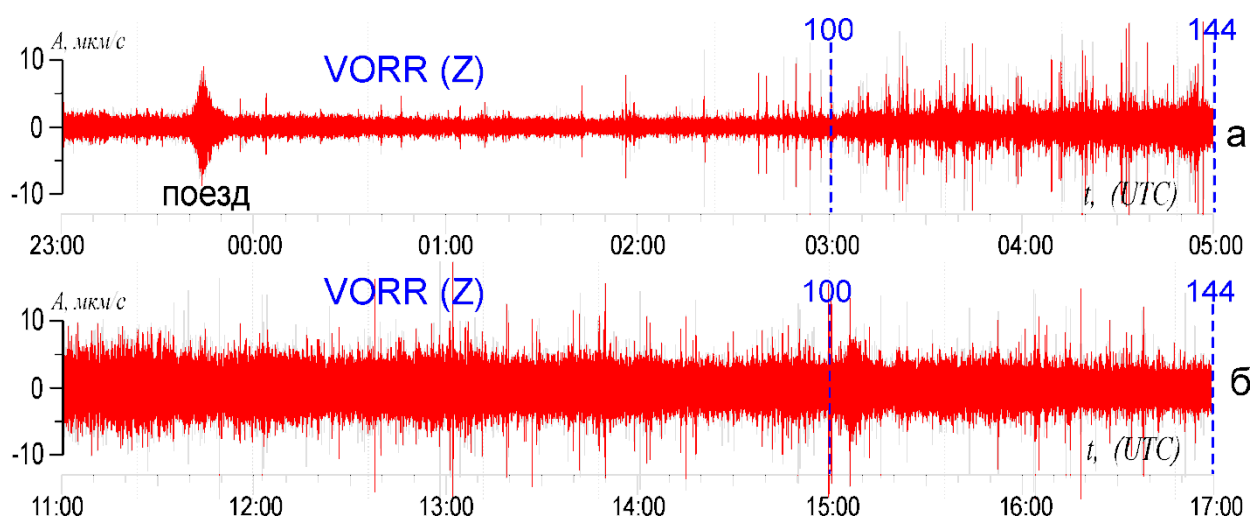


Рис. 10. Шести часовые интервалы записей вертикальных составляющих сейсмической станции «Воронеж» ночь-утро (а) и день-вечер (б), которые включают изменения сейсмического поля

На рис. 11 представлены Амплитудные спектры рассмотренных выше «Оценок» для двух вариантов длин интервалов в ночное и дневное время. На рис. 11а амплитудные спектры сгруппированы по отдельным интервалам, приведенным на рис. 10, а на рис. 11б «Оценки» разных интервалов записей сравниваются между собой.

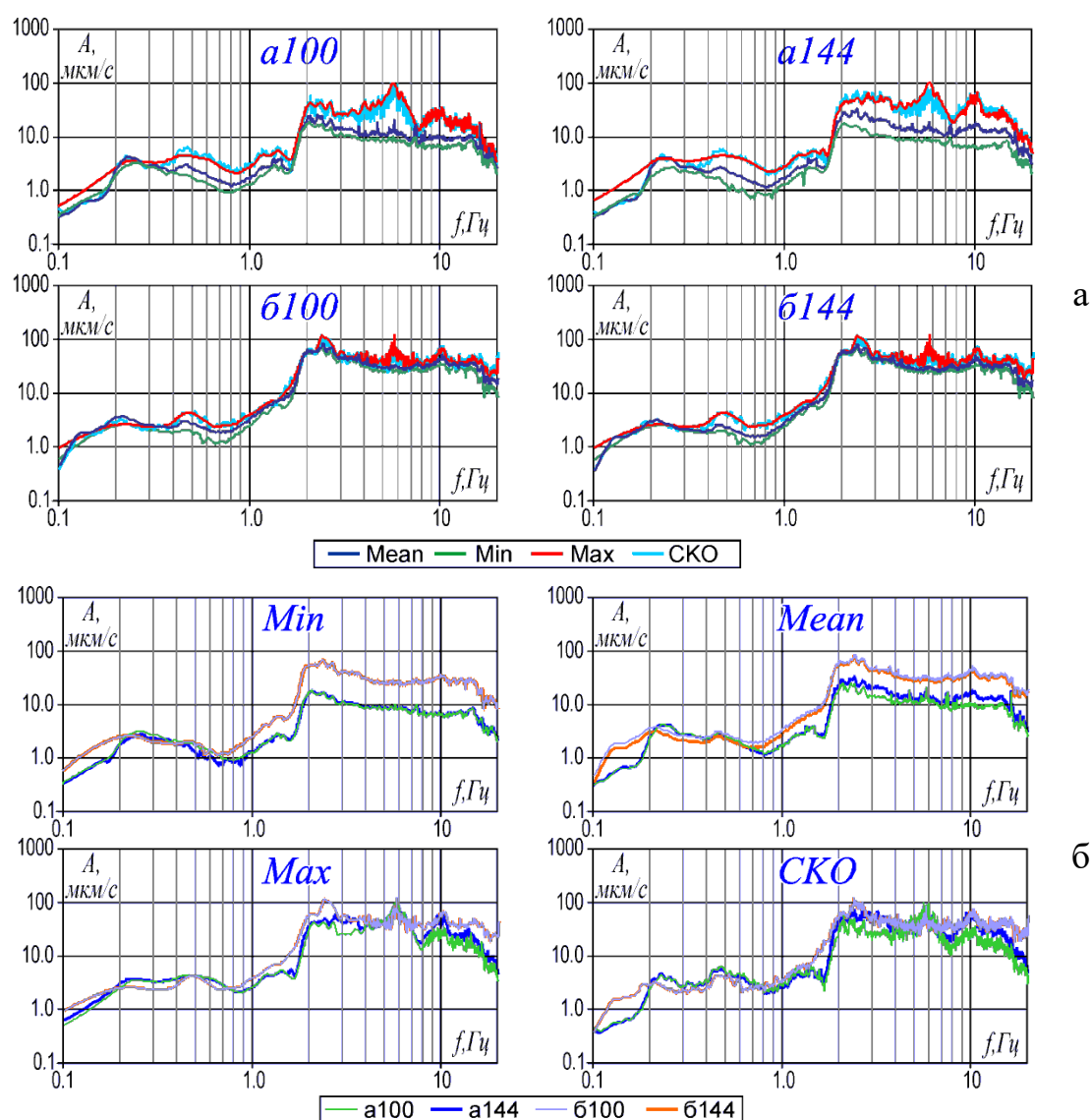


Рис. 11. Амплитудные спектры статистических оценок, сгруппированные по интервалам (а) и по типу оценки (б) для интервалов реальной записи приведенных на рис. 9

Как видно из рис. 11а для каждого интервала реальной записи (рис. 10) оценки располагаются в одинаковой последовательности. Снизу амплитудный спектр минимальных значений, в середине средних и сверху максимальный и среднеквадратический. Причем максимальный и среднеквадратический имеют близкие амплитуды, т.е. имеют несущественные различия, поэтому можно ограничиться максимальным амплитудным спектром, который легче считается и имеет более сглаженную форму. Для амплитудно-частотной характеристики стационарной и нестационарной составляющих сейсмического поля в пункте наблюдения на выбранном интервале времени можно использовать как сами скорректированные максимальные, минимальные и средние амплитудные спектры, так и их соотношения.

Для получения характеристики нестационарных составляющих сравним оценки, полученные на разных интервалах. Как видно из рис. 11б минимальные оценки сгруппировались по «времени суток», т.е. минимальный амплитудный спектр для короткого и полного интервала практически не отличаются, а между дневной и ночной оценкой MIN различия существенны. Это связано с присутствием на записях днем техногенной нагрузки, а поэтому их разница определяет её уровень в пункте наблюдения. Коэффициент вариации техногенной нагрузки, который показывает степень техногенной загруженности территории, можно получить делением её уровня на значения фоновых амплитуд ночного времени. В сочетании с фоновой составляющей создают начальные условия, которые являются «нормальными» для длительно проживающего на этой территории населения.

Если рассматривать «оценки» MAX и MIN, по их разнице можно получить характеристику максимального воздействия («амплитуду») помех на выбранном интервале. Сравнив её со значениями фоновых амплитуд можно получить коэффициент, характеризующий степень не стационарности сейсмического поля данной территории в данный временной отрезок.

Оценка MEAN на рис. 11 располагается между оценками MIN и MAX, причем её положений относительно этих границ не одинаково. Это связано с

особенностью «поведения» помехи на выбранном интервале, что может быть дополнительной характеристикой «не стабильности» её поведения. Для этого рассмотрим отношение «мощности» MEAN к «амплитуде» помех. Получаемая величина ограничена диапазоном от 0 до 1, где приближение к «0» показывает не стабильное (одиночное или разно амплитудное) поведение помехи на интервале, а при стремлении к «1» характеризует помеху как регулярные всплески, практически равных амплитуд. Описанные выше параметры, характеризующие составляющие сейсмического поля, рассчитанные по «Оценкам» интервала записи приведены в таблице.

Таблица

**Варианты параметров стационарной и не стационарной составляющих
сейсмического поля и их расчет с использованием оценок для
выбранного интервала записи**

№	Имя	Описание	Формула	Примечание
1	2	3	4	5
1	Параметры стационарной и нестационарной составляющих на анализируемом интервале сейсмической записи и в рабочей полосе частот			
1.1	U_f	Уровень фоновой (природной) составляющей в пункте наблюдения ночью	MIN(night)	Для ночного интервала
1.2	U_d	Уровень постоянной составляющей в пункте наблюдения днем	MIN(day)	Для дневного интервала
1.3	U_{tn}	Уровень техногенной нагрузки в пункте наблюдения за текущие сутки	$U_d - U_f$	В течении одних суток
1.4	V_{tn}	Коэффициент вариаций техногенной нагрузки за текущие сутки	$(U_d - U_f) / U_f$	В течении одних суток
1.5	U_p	Уровень помех различного генезиса на выбранном интервале реальной записи	MAX – MIN	На выбранном интервале
1.6	V_p	Коэффициент не стационарности интервала записи	$(MAX - MIN) / MIN$	На выбранном интервале
1.7	Q_p	Коэффициент стабильности амплитуд на интервале записи	$\frac{(MEAN - MIN)}{(MAX - MIN)}$	Значение: [0,1]
2	Характеристики нестационарной составляющей отдельного фрагмента на анализируемом интервале сейсмической записи в рабочей полосе частот			
2.1	U_{Fnp}	Уровень помех различного генезиса на текущем фрагменте реальной записи	FRAGn – MIN	Для n-ого фрагмента на выбранном интервале
2.2	V_{Fnp}	Коэффициент не стационарности фрагмента записи	$(FRAGn - MIN) / MIN$	
2.3	Q_{Fnp}	Коэффициент стабильности амплитуд на фрагменте записи	$\frac{(FRAGn - MIN)}{(MAX - MIN)}$	

В пункте 2 таблицы используется оценка FRAGj (вместо MEAN) для получения аналогичных параметров, которые можно использовать для характеристики отдельных источников помех действующих в пределах интервала. Это позволяет оценивать распределение воздействия помех по временной шкале, что в случае оценки динамики изменения сейсмического поля является более пригодной, т.к. для получения «Оценок» минимальная длительность интервала составляет 3 часа, что позволяет в сутки получить всего 6 значений, которых достаточно для изучения влияния только техногенной нагрузки.

При необходимости оценить уровень сейсмического фона в населенном пункте относительно «мирового» уровня можно использовать нижнюю границу NLNM сейсмического шума модели Петерсона [17], которая получена по записям мировой сейсмологической сети и отражает минимальный уровень сейсмического фона на Земле. На рис. 12 приведены модели нижней и верхней границы Петерсона с амплитудными спектрами дневных и ночных фоновых колебаний на сейсмостанциях ВКМ, приведенные (преобразованные) к размерности модели $\{(m^2/c^4)/\Gamma u\}$ спектра мощности ускорения относительно уровня $1 m/c^2$.

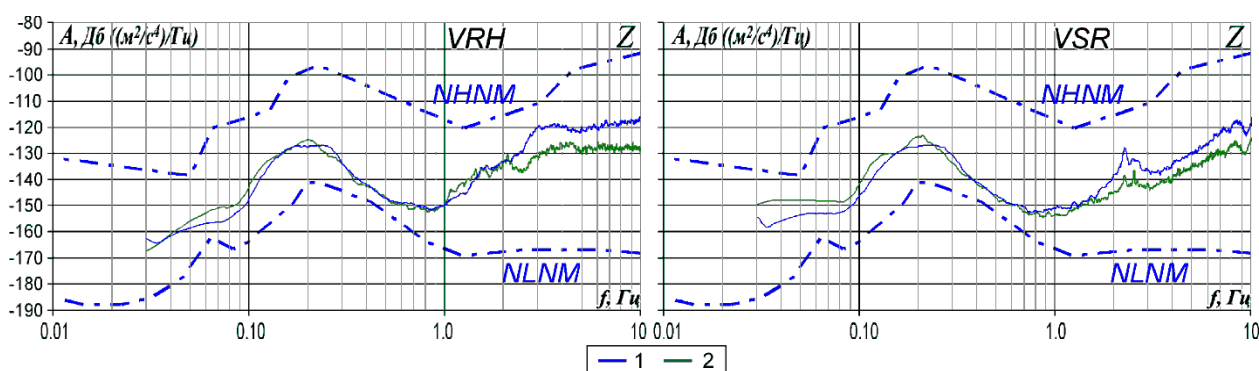


Рис. 12. Сравнение осредненных амплитудных спектров свободных от помех 5-ти минутных фрагментов в дневное (1) и ночное (2) время на станциях региональной сети «Новохоперск» (VRH) и «Сторожевое» (VSR) с моделями границ сейсмического шума Петерсона NLNM и NHNM

Как видно из рис. 12 в размерности модели сейсмического шума Петерсона фоновые колебания на обеих сейсмостанциях опускается ниже минус 150 Дб. Поэтому использование сейсмического поля для решения экологических задач возможно только когда собственный шум сейсмометрического канала используемого оборудования во всей рабочей полосе частот канала был ниже минус 155 Дб в размерности модели Петерсона, а лучше ниже его границы NLNM в рабочей полосе частот. В случае использовании границ Петерсона, в качестве «нулевого» уровня, нужно не забыть преобразовать их к размерности используемого амплитудного спектра.

Таким образом, с использованием моделирования сейсмического фона Гауссовым белым шумом разработана группа надежных статистических оценок его осредненного амплитудного спектра и алгоритм их расчета. На основе расхождений оценок, возникающих в случае исследования реальных записей, содержащие нестационарные составляющие любого генезиса, разработан набор числовых параметров, характеризующие как «нормальную» составляющую сейсмического поля населенного пункта, так и «аномальную». Это позволит в дальнейшем полноценно использовать сейсмическое поле, по аналогии с другими геофизическими полями, а при его совместном применении с другими экологическими методами создает предпосылку разработки критериев оценки по степени комфортности жизнедеятельности населения на исследуемой территории.

ВЫВОДЫ

Описанное выше исследование по изучению свойств фонового сейсмического поля на территории Воронежского кристаллического массива подтвердило его существование, определило его важное свойство и позволило разработать методику и алгоритм решения трудной задачи оценки его осредненного амплитудного спектра на заданном интервале записи сейсмического шума, включающего также «помехи» различной амплитуды и

генезиса. Основное свойство фонового сейсмического поля является то, что в пункте наблюдения (на записи) оно создает сейсмический процесс, являющийся Гауссовым белым шумом, у которого форма трехкомпонентного амплитудного спектра содержит полезную геолого-геофизическую информацию в пункте наблюдения.

Проведенное моделирование записи Гауссова белого шума, который выступал в роли «чистого» (без помех) сейсмического фона, позволило получить несколько вариантов «Оценок» его осредненного амплитудного спектра. Как оказалось статистические характеристики (min, max, ср.кв.откл (СКО)) отдельных спектральных амплитуд гармоник, можно считать случайной величиной, значения которой выбираются из спектров фрагментов получаемых с заданным шагом из исходного интервала записи, имеют близкие коэффициенты пропорциональности среднему значению (mean) для разных гармоник. То есть полученные зависимости статистических характеристик от частоты, которые были названы минимальным, максимальным, средним и среднеквадратическим амплитудными спектрами являются вариантами оценки осредненного амплитудного спектра интервала записи ГБШ с точностью до постоянного масштабного коэффициента, значение которого зависит от числа используемых для расчета фрагментов.

Получена эмпирическая зависимость значений коэффициентов от числа фрагментов и проведена оценка среднеквадратического отклонения и доверительного интервала по всему диапазону частот (по всем гармоникам). Оптимальное число фрагментов для расчета оценок составляет от 70 до 100, при этом коэффициент вариации составляет 10%, а величина доверительного интервала с уровнем доверия 0.999 в 20 раз меньше его среднеквадратического значения. Относительная стабильность масштабных коэффициентов позволило скорректировать (коэффициентом соответствующим числу фрагментов) амплитудные спектры статистических характеристик и получить оценки осредненного амплитудного спектра ГБШ (MEAN): MIN, MAX и СКО, а также без коррекции сглаженный амплитудный спектр любого из фрагментов FRAG_j.

Приведенная схема алгоритма расчета и примеры его применения для реальных записей, содержащих «помехи» различного генезиса показали, что составляющие помех практически отсутствуют в оценке MIN, которая в случае ночного интервала времени максимально приближена к осредненному амплитудному спектру сейсмического фона в пункте наблюдения, являющейся носителем важной геолого-геофизической информации. В случае присутствия на записях техногенной нагрузки или сейсмической бури эта оценка (MIN) является характеристикой стационарной составляющей интервала записи.

Аддитивное свойство амплитудного спектра позволяет использовать простую разность между «Оценками», чтобы получить частотную характеристику нестационарной составляющей интервала записи, информация о которой содержится в других оценках (MAX, MEAN, СКО и FRAGj). Используя комбинации «Оценок» предложены варианты числовых параметров, характеризующих стационарную и не стационарную составляющие сейсмического поля в пункте наблюдения, которые с точки зрения экологического применения можно назвать «нормальными» и «аномальными» составляющими сейсмического поля, что позволит в дальнейшем полноценно использовать сейсмическое поле, по аналогии с другими геофизическими полями. Это положит начало разработке критериев для оценки степени комфортности жизнедеятельности населения на исследуемой территории.

Однако не надо забывать, что в такой большой и перспективной «бочке мёда» есть маленькая, но очень дорогая «ложка дегтя», которая связана с необходимостью использования дорогого сейсмологического оборудования, которое может обеспечить регистрацию фоновых колебаний, а не своего собственного шума регистрирующего канала. Другим неприятным для экологического использования моментом является то, что использование оборудования российского производства сертифицированного как «Средство измерения» не подходит без дополнительного тестирования по объективным

причинам. Имеющееся тестовое (поверочное) оборудование для генерации колебаний (вибростенд) «физически» не способен выдать низкоамплитудные колебания скорости (20-100 нм/с) в рабочей полосе частот хотя бы до 20 Гц . А если даже вдруг он это сможет, то проблема будет в цене деления интерферометра, который используется для определения амплитуды реальных колебаний платформы. Она для лазера в видимом диапазоне равна половине длины волны, которая составляет от 300 до 800 нм . То есть амплитуда смещения для этих скоростей в высокочастотной части будет меньше цены деления интерферометра. Можно сказать, что сертификация гарантирует только возможность «измерять слонов», но не гарантирует возможность не только измерить, но и даже «заметить мышек». На самом деле качественное российское оборудование для сейсмологического мониторинга существует, но их производитель из-за «нецелесообразности» сертификацию изделий не проводит, т.к. результат сейсмологического мониторинга (координаты и глубина очага, время в очаге, а также магнитуда) не может иметь эталонов, по которым это оборудование можно было бы сертифицировать.

Подводя итог, можно констатировать, что для геофизических исследований использование результатов приведенных в работе территории не вызовет больших проблем, так как в своем большинстве используется прецизионное сейсмологическое оборудование, и необходимо лишь слегка поправить алгоритм обработки. В случае с экологическим применением впереди долгая и трудная дорога по внедрению описанной технологии. В свете развития нового подхода к повышению качества жизни населения, предотвращения крупномасштабных ЧС, заботой о его здоровье сегодня это является актуальной задачей, поставленной в рамках Национальных проектов.

Список литературы

1. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология. Учебник. - М.: ЗАО Теоинформмарк", 2002.-415 с.
2. Куриленко В. В., Хайкович И. М., Лебедев С. В. Геофизические поля в экологической геологии // Вестник СПбГУ, Сер. 7. -2016. - Вып. 1. – С. 15-28.

3. Сунгатуллин, Р.Х. Экологическая геология (краткий конспект лекций), Казань: К(П)ФУ, 2013. – 80 с.
4. Садовский М.А., Николаев А.В. Новые методы сейсмической разведки. Перспективы развития. // Вестник АН СССР. - 1982. - №1. - С. 57-64.
5. НТК АНЧАР [электронный ресурс], -<http://anchar.ru/tehnologiya-anchar.html> – сайт в интернете.
6. ЗАО "Градиент" [электронный ресурс], -<http://www.gradient-geo.com/method.htm> – сайт в интернете.
7. Пат. 2271554 Российская Федерация, МПК G01V 1/00. Способ разведки / Горбатиков А.В.; заявл. 25.03.2005; опубл. 10.03.2006. Бюл.№7. -9с.
8. Чеботарёва, И.Я. Структура и динамика геосреды в шумовых сейсмических полях, методы и экспериментальные результаты : дис. ... д.физ.-мат. наук: 25.00.10: защищена 29.09.2011 / Чеботарёва Ирина Яковлевна, М.: ИПНГ РАН, 2011. - 350 с.
9. Nakamura, Y. Quarterly Report of RTRI / Y. Nakamura; Railway Technical Research Institute (RTRI). – 1989. - Vol. 30. - No. 1.
10. Любушин, А.А. Анализ микросейсмического шума дал возможность оценить магнитуду, время и место сейсмической катастрофы в Японии 11 марта 2011 г. // Наука и технологические разработки, 2011.- No1.- С. 3-12.
11. Беклемишев, А.Б., Потапов О.А., Таратын Э.А., Буданов В.Г., Миколаевский Э.Ю., Дубянский В.И. Опыт прогноза локальных геодинамических рисков через инструментальные данные и анализ динамики микросейсмического вектора // Горный информационно-аналитический бюллетень. № 12/2007, Неделя горняка 2007
12. Беклемишев, А.Б. Научно-методические и экспериментальные основы технологии изучения пассивных сейсмических явлений : авт.реф. дис.,... докт.тех.наук: 25.00.16 / Всерос. науч.-исслед. ин-т геологич., геофиз. и геохим. систем Мин-ва природных ресурсов РФ и РАН. - Москва, 2006. – 40 с.

13. Сафронич И.Н., Надежка Л.И. Некоторые особенности микросейсмического процесса в пределах региональных структурно-тектонических элементов Воронежского кристаллического массива // Доклады РАН.-2008.-т.418.-№5.-С.689-692.

14. Надежка Л.И., Сафронич И.Н., Орлов Р.А., Ефременко М.А. Микросейсмические исследования на территории Воронежского кристаллического массива // Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-Европейской платформы: Кн.2. Микросейсмичность под редакцией Н.В. Шаров, А.А. Маловичко, Ю.К. Щукин.- Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – С. 48-80.

15. Сафронич И. Н., Красилов С. А., Колесникова С. И., Савенков А.В. Особенности последней версии процессора обработки сигналов в программном комплексе WSG и возможности его использования в научно-исследовательской работе // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных.– Обнинск: ГС РАН, 2016.– С. 380-389.

16. Сафронич И.Н., Красилов С.А., Колесников И.М., Колесникова С.И., Анализ данных в частотной области с использованием процессора обработки сигналов программного комплекса WSG // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных.– Обнинск: ГС РАН, 2017.– С. 386-395.

17. Jon Peterson, Observation and Modeling of Seismic Background Noise. Open-File Report 93-322, Albuquerque, New Mexico, 1993 year, 42 pp.

Глава 7.
ПРИЧИНА НЕПРЕРЫВНОГО ВРАЩЕНИЯ
КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Буланин Владимир Анатольевич

К.Т.Н.

ООО «Инновационные технологии – Энергетика»

Аннотация: В статье рассматривается вращение движущихся во Вселенной космических объектов – галактик, звездных систем, планет, спутников, астероидов. В связи с тем, что космос заполнен космической пылью, газами, свободными электронами, за счет создаваемых ими сил трения по поверхности космических объектов их вращение со временем должно было прекратиться. Однако вращение продолжается, следовательно, есть какой-то поддерживающий его механизм. Ответ простой. Объекты движутся в межпланетной и межзвездной газопылевой среде с градиентом ее плотности относительно звезд и центров галактик аналогично тому, как изменяется плотность атмосферы Земли при удалении от ее поверхности. Непрерывное вращение движущихся в газопылевой среде космических объектов поддерживается действием дифференциальной силы лобового (фронтального) сопротивления противодействующей силам трения, тормозящим вращение объектов в этой среде.

Ключевые слова: галактика, солнечная система, земля, планета, спутник, астероид, вращение, лобовое сопротивление, гравитация.

THE REASON FOR THE CONTINUOUS ROTATION
OF SPACE OBJECTS

Bulanin Vladimir Anatolyevich

Abstract: The article considers the rotation of space objects moving in the Universe – galaxies, star systems, planets, satellites, asteroids. Due to the fact that space is filled with cosmic dust, gases, and free electrons, due to the friction forces they create on the surface of space objects, their rotation should have stopped over time. However, the rotation continues, therefore, there is some kind of mechanism supporting it. The answer is simple. Objects move in an interplanetary and interstellar gas-dust medium with a gradient of its density relative to stars and galaxy centers, similar to how the density of the Earth's atmosphere changes when moving away from its surface. The continuous rotation of space objects moving in a gas-dust medium is supported by the action of the differential force of frontal (frontal) resistance counteracting the friction forces that slow down the rotation of objects in this medium.

Key words: galaxy, solar system, earth, planet, satellite, asteroid, rotation, drag, gravity.

1. ВВЕДЕНИЕ

Впервые о вращении Земли вокруг своей оси написал Коперник в трактате 1543 года «О вращении небесных сфер» [1]. А вот точный ответ на вопрос, почему это происходит, не найден до сего времени. Гипотез выдвинуто немало, но к общему мнению ученые пока не пришли. Согласно самой известной из гипотез связанной с теорией возникновения планет Солнечной системы Земля образовалась из облаков космической пыли, которые «сбившись в кучу» и образовали ядро или центр Земли. Далее к нему притягивались другие космические тела, при столкновении с которыми планета начала вращаться и вращение продолжается по инерции. Есть другая точка зрения. Представьте себе Солнечную систему, которая еще очень молода и ее межпланетное пространство заполнено газом и пылью. Планеты или протопланеты, образующиеся в такой системе, будут замедляться трением, и их орбита будет постепенно приближаться к ее Солнцу, и в конечном итоге они могут упасть на Солнце из-за

комбинированного эффекта трения и гравитации. **Однако полного и исчерпывающего объяснения непрерывного вращения космических объектов наука не дает.**

Галактика это гравитационно-связанная система из звезд и звездных скоплений, газопылевой среды и темной материи. Все составляющие Вселенной, включая объекты Галактики «Млечный путь», находятся в постоянном движении (в различных направлениях и с различными скоростями), вызываемом гравитационными силами с изменяющимся гравитационным потенциалом в пространстве. Дьюи Б. Ларсон, внесший большой вклад в развитие науки о космосе, в книге «Ничего кроме Движения: структура физической Вселенной, Том I» [2], отметил что Вселенная – это не просто пространственно-временная структура вещества, как принято считать в традиционной науке. Он обнаружил, что Вселенная – это Движение, в котором пространство и время, просто два взаимообусловленных и не существующих друг без друга аспекта движения, и не имеют никакого другого значения. И все что он сделал – определил свойства, которыми обязательно должны обладать пространство и время во Вселенной, целиком проявленной из движения, и выразил их в форме ряда постулатов.

Но и Дьюи Б. Ларсон не объяснил причину вращения планет, звезд, галактик при их движении во Вселенной.

2. ГРАВИТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГАЛАКТИКИ

Движение космических объектов в составе, например, Галактики и их непрерывное вращение непосредственно связано с гравитацией (гравитационным потенциалом) – универсальным фундаментальным взаимодействием между всеми материальными телами гравитационно-связанной системы Вселенной, состоящей из галактик, звездных скоплений, планет, спутников, астероидов, межзвездного и межпланетного газа и пыли.

Примером наличия гравитационного потенциала может служить атмосфера Земли – плотность газов, составляющих атмосферу, изменяется

(уменьшается) с удалением от поверхности Земли. Также изменяется плотность газопылевых образований, разного рода материи относительно, например, плоскости симметрии галактического диска и центров спиральных рукавов Галактики. Как и в атмосферах планет, межзвездная среда плотнее всего «на дне» (например в плоскости галактического диска) и по мере удаления от него плотность уменьшается [3]. Пример распределения гравитационного потенциала в Галактике показан на рис.1 [3, рис. 5].

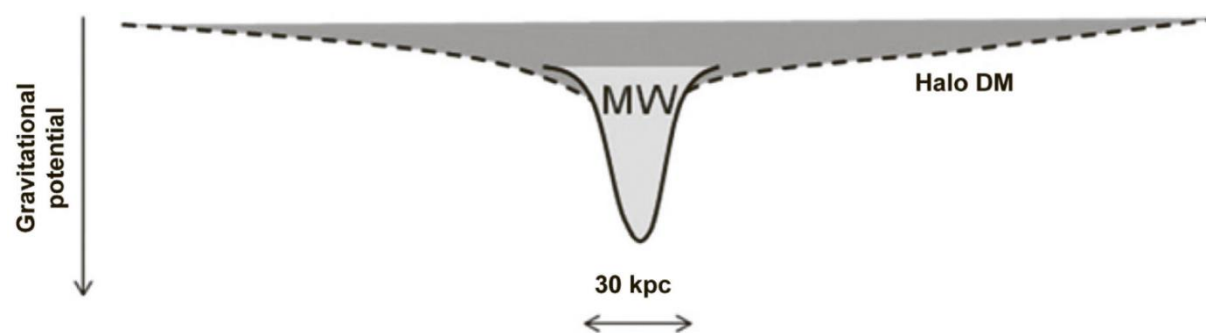


**Рис. 1. Распределение гравитационного потенциала в Галактике
«Млечный путь»**

Составляющая, обусловленная барионным веществом Галактики, обозначена MW (Milky Way), а составляющая обусловленная темным веществом (материей) обозначена «Halo DM» (Гало ТМ). Масштаб размеров Галактики – 30 килопарсек, размер темного гало примерно в десять раз больше. Именно поэтому, несмотря на более низкую плотность в центре, общая масса Гало ТМ превышает массу Галактики во много раз [4].

Факт движения объектов в космическом пространстве подтверждается не только астрономическими наблюдениями, но и расчетами скорости и направления их перемещения. Джордж Ф. Смут III в своей Нобелевской лекции 8 декабря 2006 года сказал: «Текущий наилучший наблюдаемый диполь (3.358 ± 0.017 мК) указывает на то, что Солнечная система движется со скоростью 368 ± 2 км/с относительно наблюдаемой Вселенной в направлении галактической долготы $l = 263.86^\circ$ и широты $b = 48.25^\circ$ » [5].

Силы гравитации между Солнцем и планетами, а также между планетами и их спутниками, уравниваются центробежными силами.

3. ВРАЩЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ИХ ДВИЖЕНИИ

Законы физики (механики) действуют одинаково – как на Земле, так и в Космосе. Начнем с рассмотрения простейших примеров, например, вращения колеса за счет силы сопротивления.

На рис. 2а показано как сила сопротивления зависит от материала трущихся поверхностей и от того, как эти поверхности взаимодействуют.

При приложении к колесу силы, перемещающей его в горизонтальном направлении, в данном примере влево, колесо за счет силы трения начинает вращаться против часовой стрелки. На рис. 2б показано частично погруженное в воду колесо, вращающееся при движении за счет результирующей дифференциальной силы лобового сопротивления: воздуха (выше уровня воды) и воды (в нижней части колеса).

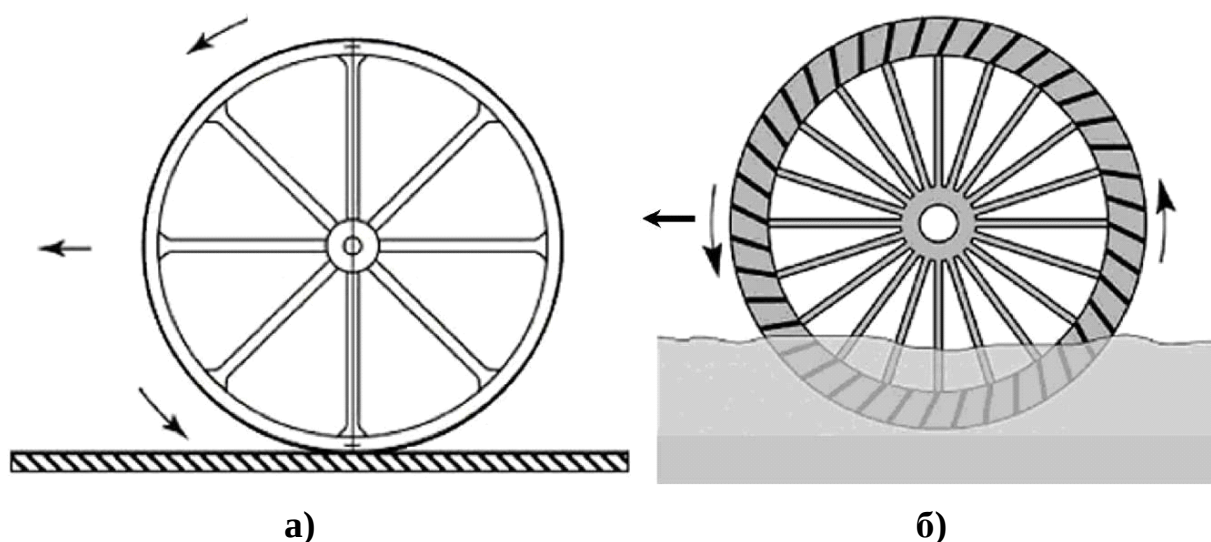


Рис. 2. Вращение колеса за счет силы трения при движении по твердой поверхности (а) и дифференциальной силы лобового сопротивления: воздуха (выше уровня воды) и воды (в нижней части колеса) (б)

Аналогично взаимодействуют космические объекты с межпланетной и межзвездной газопылевой средой.

На рис. 3 показан характер взаимодействия планеты (3а) и галактического диска (3б) с газопылевой средой переменной плотности (градиентом плотности) в которой происходит их движение.

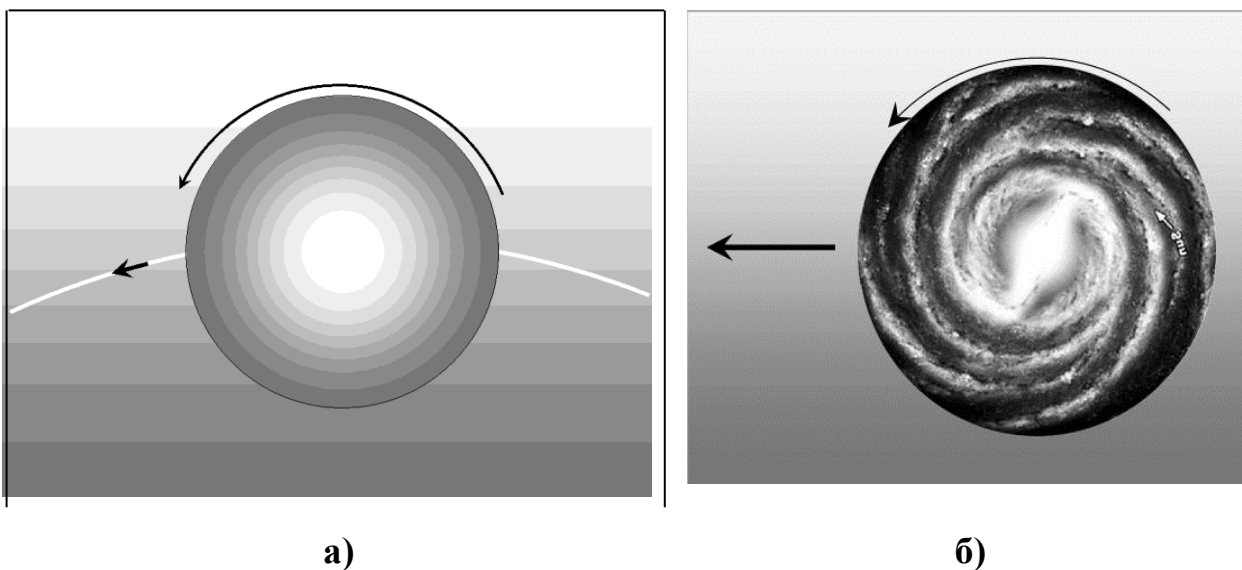


Рис. 3. Взаимодействие планеты (а) и галактического диска (б) с неоднородной (изменяющейся) плотностью (градиентом плотности) газопылевой среды в плоскости перпендикулярной направлению движения этих космических объектов

Нижние полусферы соответственно шара и галактического диска подвержены большим силам лобового сопротивления за счет большей плотности омывающей их газопылевой среды, чем верхние их полусферы.

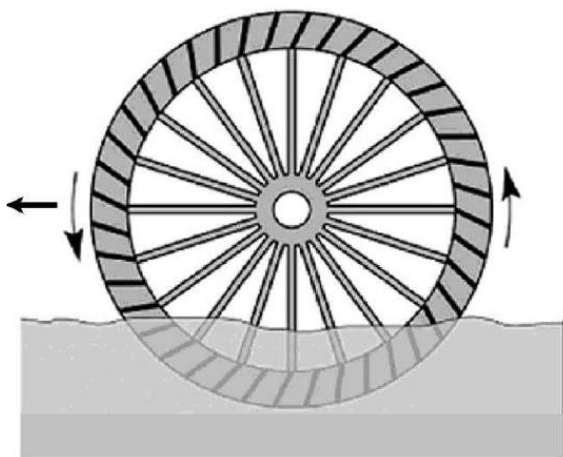


Рис. 2б. Вращение частично погруженного в воду колеса движущегося по стрелке влево

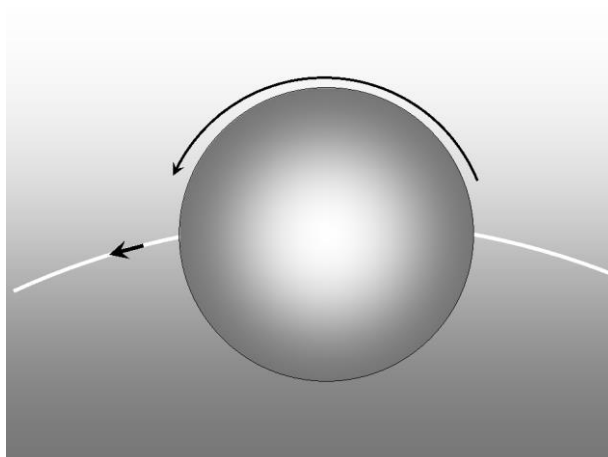


Рис. 3а. Вращение планеты движущейся влево по орбите в газопылевой среде с градиентом ее плотности относительно звезды

Сравнение объектов на рисунках 2б и 3а подтверждает единство природы их вращения, как на Земле так и в Космосе, при изменении плотности (градиенте плотности) среды, в которой они перемещаются: в нижней части вращающегося объекта показана более плотная среда, а в верхней части – среда с меньшей плотностью.

На рис. 4 показано, как результирующая сила лобового (фронтального) сопротивления ΔF обеспечивает поддержание вращения космического объекта при движении в газопылевой среде создающей его торможение.

Следовательно, в совокупности трение и дифференциальная (результатирующая) сила лобового (фронтального) сопротивления газопылевой среды, действующие на движущиеся в ней космические объекты, являются основной причиной поддержания их непрерывного вращения.

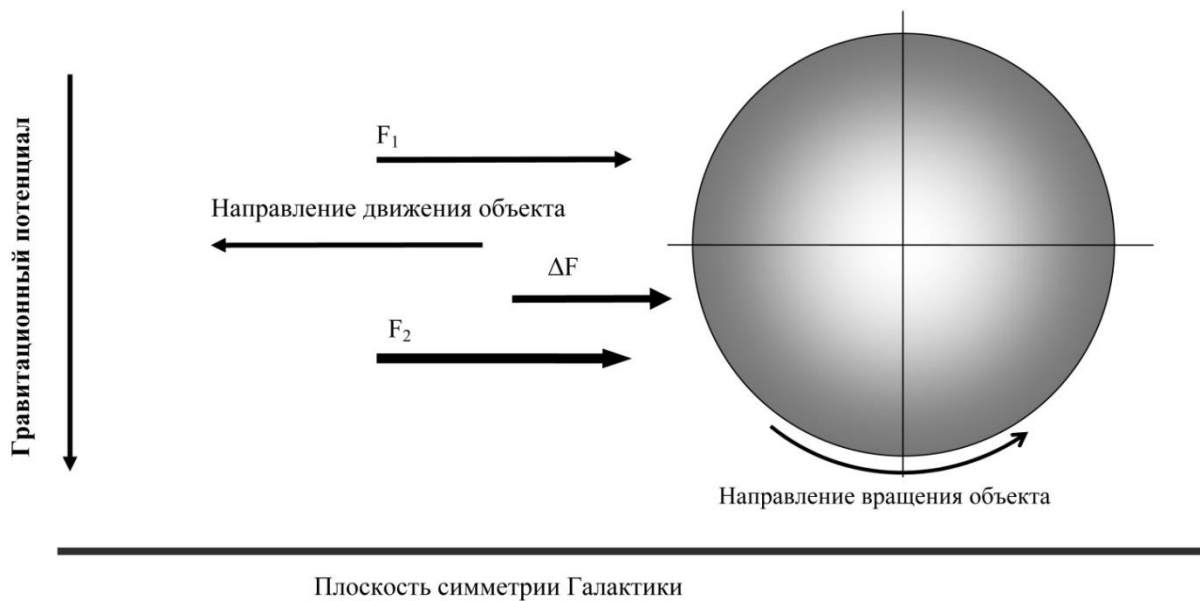


Рис. 4. Влияние результирующей силы лобового сопротивления газопылевой среды на вращение космического объекта при его движении
 F_1 – результирующая сила лобового сопротивления верхнего полушария;
 F_2 – результирующая сила лобового сопротивления нижнего полушария;
 $\Delta F = F_2 - F_1$ – результирующая сила лобового сопротивления газопылевой среды, действующая на космический объект и обеспечивающая его вращение

При движении в Галактике конкретная звездная система взаимодействует с конкретным (локальным) окружающим её межзвездным веществом. Примером является сформировавшаяся около 5 млрд. лет назад наша звездная система с Солнцем (Солнечная система) **с непрерывно вращающимися** вокруг своих осей и по орбитам планетами, спутниками и астероидами.

В связи с неоднородностью газопылевой среды в Галактике имеет место, например, колебание угловой скорости вращения (либрации) например, Земли, Луны.

Далее рассмотрим сам факт (механизм) вращения космического объекта.

Особую роль в изучении механики вращения планет и звезд сыграл **маятник Фуко** – маятник, используемый для экспериментальной демонстрации суточного вращения Земли. Наличие суточного вращения ответственно за постепенный поворот плоскости колебаний маятника.

Впервые эффект продемонстрирован Л. Фуко (1851 год), а в настоящее время в мире имеются действующие маятники Фуко используемые в демонстрационных целях.

При перемещении маятника Фуко на полюсах Земли плоскость его качания относительно звезд оказывается неподвижной, что стало очевидным свидетельством также неподвижности ядра Земли. Следовательно, ядра планет и звезд также как маятник Фуко на полюсах неподвижны относительно центра Галактики. **Отсюда следует, что непрерывному вращению подвержены только их оболочки (мантия, кора, атмосфера) за счет внешнего воздействия на соответствующий объект газопылевой среды, обладающей градиентом плотности.**

Подтверждением неподвижностью ядра объекта является, например, медленное вращение Венеры (один оборот за 243 земных суток вокруг собственной оси относительно звезд), а также дифференциальное вращение оболочки Солнца.

Таким образом, с позиции законов физики (механики) вращение космических объектов (их внешних оболочек) происходит при соблюдении двух условий:

- 1) объект перемещается (находится в движении) в космическом пространстве;
- 2) движение происходит в газопылевой среде с градиентом плотности, переменной (дифференциальной) плотностью, в плоскости перпендикулярной направлению движения объекта.

Исходя из этих условий истинной причиной непрерывного вращения Земли, планет Солнечной системы, Солнца и других **космических объектов** является взаимодействие двух сил:

– силы трения газопылевой среды по поверхности объекта, **тормозящей вращение объектов;**

– результирующей дифференциальной силы лобового (фронтального) сопротивления газопылевой среды с фактическим градиентом ее плотности в плоскости перпендикулярной направлению движения объекта, **обеспечивающей поддержание вращение объектов.**

4. ВЗАИМОВЛИЯЮЩИЕ НА ВРАЩЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ФАКТОРЫ

Скорость и направление вращения движущегося космического объекта зависит не только от действующего на него гравитационного потенциала окружающего пространства, но и от совокупности взаимовлияющих следующих факторов:

– состав и плотность межпланетной среды на орбите каждого объекта (планеты);

– градиент плотности этой среды (относительно Солнца, звезды) в плоскости перпендикулярной направлению движения каждой из планет по орбите;

– состав, плотность и градиент плотности межзвездной среды на орбите Солнца (звезды) относительно плоскости симметрии Галактики;

– свойства атмосферы и оболочек планет (например, на Венере межпланетная среда взаимодействует с плотной ее атмосферой, а не с твердой оболочкой планеты);

– свойства мантии планет (температура, плотность, вязкость);

– размер, масса и форма объектов.

В настоящее время по вышеперечисленным факторам в научной среде отсутствуют конкретные данные, относящиеся к орбите каждого индивидуального космического объекта, в связи с чем практически невозможно представить конкретные численные оценки его вращения. Имеются только средние значения плотности межзвездной газопылевой среды. Сведения по основному показателю для объяснения причины

вращения объектов, по градиенту плотности на орбите объекта, отсутствуют.

5. ЛОБОВОЕ (ФРОНТАЛЬНОЕ) СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРИ ДВИЖЕНИИ ОБЪЕКТОВ

При движении в жидкостях и газах объекты (тела) преодолевают силу лобового (фронтального) сопротивления. При наличии градиента плотности жидкости и газов лобовое их сопротивление является дифференциальным, поддерживающим вращение движущихся объектов (тел).

Лобовое сопротивление складывается из двух типов сил: сил касательного (тангенциального) трения, направленных вдоль поверхности тела, и сил давления, направленных по нормали к поверхности (*Википедия. Лобовое сопротивление, аэродинамика*).

Трение (англ. – friction) – механика фрикционного взаимодействия (трибомеханика) [7]. Сила трения – это сила, возникающая при соприкосновении двух тел и препятствующая их относительному движению, а причиной возникновения трения является шероховатость трущихся поверхностей тел и взаимодействие молекул этих поверхностей.

Сила давления (сопротивления), направленная против движения объекта, пропорциональна характерной фронтальной площади движущегося объекта и скоростному напору газопылевой среды (*ГОСТ 20058-80 «Динамика летательных аппаратов в атмосфере», пункт 89*):

$$X_a = c_{xa} S q = c_{xa} S \frac{\rho V^2}{2},$$

где: $q = \frac{\rho V^2}{2}$ – скоростной напор газопылевой среды;

ρ – плотность газопылевой среды, изменяющаяся в плоскости перпендикулярной направлению движения космического объекта;

V – скорость движения объекта в газопылевой среде;

c_{xa} – безразмерный коэффициент аэродинамического сопротивления.

Космические объекты при их движении вращаются, преодолевая силы трения газопылевой среды дифференциальным лобовым (фронтальным) сопротивлением с градиентом ее плотности как относительно плоскости симметрии Галактики, так и расстояния от соответствующей звезды, например от Солнца.

В связи с тем, что межпланетная газопылевая среда неоднородна ее плотность и, как следствие, градиент ее плотности на орбитах космических объектов периодически изменяется скорость их вращения, то есть имеет место либрация.

6. ВРАЩЕНИЕ ПЛАНЕТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

При движении в Галактике конкретная звездная система взаимодействует с конкретным (локальным) окружающим её межзвездным веществом. Примером является сформировавшаяся около 5 млрд. лет назад наша звездная система с Солнцем (Солнечная система) с непрерывно вращающимися вокруг своих осей и по орбитам планетами, спутниками и астероидами. В связи с неоднородностью газопылевой среды в Галактике имеет место, например, либрация (колебание угловой скорости вращения) Земли.

Основные характеристики вращающихся в Солнечной системе планет представлены в табл. 1.

Таблица 1

Название планеты	Диаметр планеты, 10^3 км	Радиус орбиты, 10^6 км	Наклон орбиты к Эклиптике, град	Наклон оси к Эклиптике, град	Период обращения по орбите, в земных сутках	Период вращения вокруг оси, час
Меркурий	4.9	57.9	-7	90.0	88	1408
Венера	12.1	108.2	-3.4	87.4	225	5833
Земля	12.8	149.6	0	66.5	365	23.9
Марс	6.7	227.9	1.9	64.8	687	24.6
Юпитер	143.8	778.4	1.3	87.0	4 331	9.9
Сатурн	120.4	1 427	2.5	64.7	10 747	10.7
Уран	51.3	2 872	0.8	8.0	30 589	17.2
Нептун	49.5	4 498	1.8	60.4	59 800	16.1

Оси вращения Солнца и планет имеют наклон к Эклиптике (плоскости орбиты Земли), а их вращение, как по орбитам, так и вокруг собственной оси происходит, как правило, против часовой стрелки, если смотреть со стороны северного полюса (рис. 5).



**Рис. 5. Вращение Солнца и планет относительно плоскости
орбиты Земли, Эклиптики**

Корона Солнца – внешняя часть его атмосферы, самая разреженная, горячая и близкая к нам, она простирается далеко от Солнца в виде постоянно движущегося от него потока плазмы – солнечного ветра. Вблизи Земли его скорость составляет в среднем 400-500 км/с, но порой достигает почти 1000 км/с. Распространяясь за пределы орбит Юпитера и Сатурна, солнечный ветер образует гелиосферу, граничащую с еще более разреженной межзвездной средой.

Относительно длительный период вращения планеты Меркурий вокруг оси можно, например, объяснить малым её диаметром и, как следствие, меньшим воздействием на её кору дифференциальной силы лобового (фронтального) сопротивления газопылевой среды на ее орбите

противодействующей силам трения, тормозящим вращение планеты в этой среде. При этом нестабильность градиента плотности газопылевой среды на орбитах, а также периодически изменяющееся взаимное расположение объектов, является одной из причин либрации как Меркурия, так и других космических объектов.

Медленное вращение (длительный период вращения, относительно низкая скорость) твердой оболочки Венеры вокруг своей оси обусловлено тем, что дифференциальное лобовое сопротивление межпланетной газопылевой среды на ее орбите действует не на твердую поверхность (оболочку), а на атмосферу планеты при давлении около 93 бар. При этом скорость атмосферы примерно в 60 раз превышает скорость вращения оболочки Венеры вокруг своей оси (243 суток).

Отклонение от общей закономерности для Урана (наклон оси его вращения) в научном сообществе пока не нашло объяснения, но может быть вызвано особенностями взаимодействия гравитационного потенциала Солнца и Галактики на значительном расстоянии от Солнца (в 20 раз больше, чем до Земли), отсутствием твердой оболочки планеты, свойствами атмосферы и межпланетной среды на его орбите. В верхних слоях атмосферы Урана действуют очень сильные ветры в направлении вращения достигающие скорости 240 м/с.

Нептун находится дальше от Солнца, чем Уран, поэтому на него в большей степени действует гравитационный потенциал Галактики (а не Солнца).

Что касается Луны (рис. 6), она делает один оборот вокруг своей оси при одном же обороте вокруг Земли. Следовательно, имеется причина такой стабильности. Очевидно, она заключается в том, что плотность ядра Луны больше чем плотность коры и мантии, поэтому её ядро относительно центра Луны смещено в сторону Земли, позволяя оставаться Луне с постоянно обращенной этой части к Земле. При этом Луна, как и другие космические объекты, также подвержена либрации.

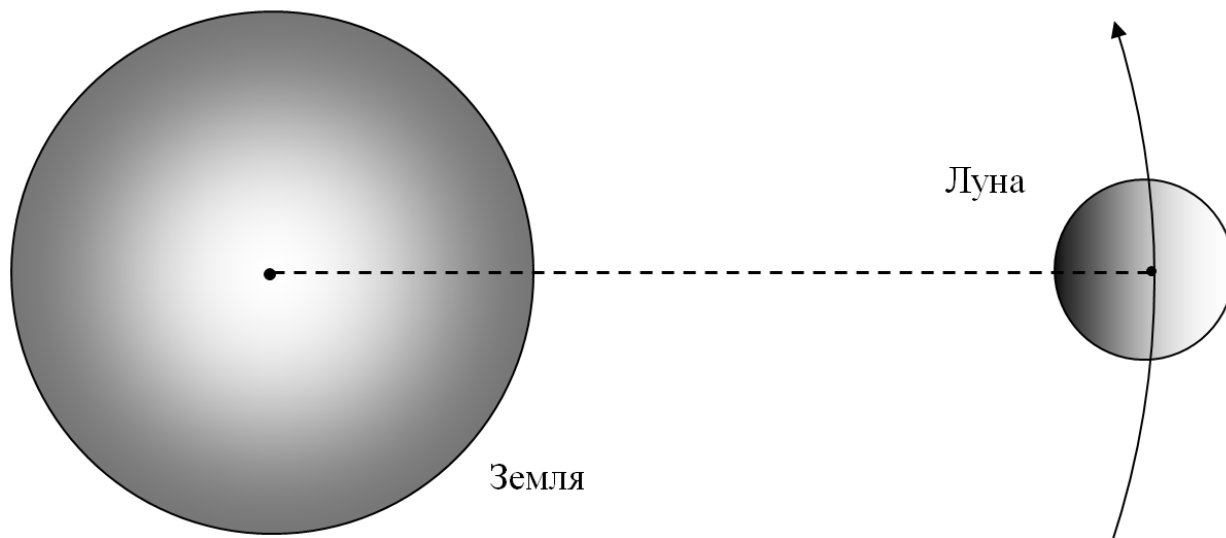


Рис. 6. Вращение Луны вокруг Земли

Несмотря на указанные различия находящиеся в движении космические объекты и их группы (планеты, звездные системы, галактики) приобрели определенную закономерность в своем движении, например, вращение вокруг своей оси и по околозвездным орбитам – действие силы дифференциального лобового сопротивления газопылевой среды с изменяющейся плотностью (градиентом плотности) в плоскости перпендикулярной направлению движения соответствующих объектов.

Рассмотрим характер вращения Солнца и планет Солнечной системы относительно плоскости симметрии Галактики. В пределах Галактики плотность газопылевой среды зависит как от скопления звездных систем, так и от формирования спиральных рукавов, являющихся областями повышенной ее плотности. При удалении от плоскости Галактики средняя плотность межзвездного газа уменьшается. На рис. 7 и 8 показана Солнечная система в газопылевой среде с изменяющейся средней плотностью (градиентом плотности) относительно плоскости симметрии Галактики.

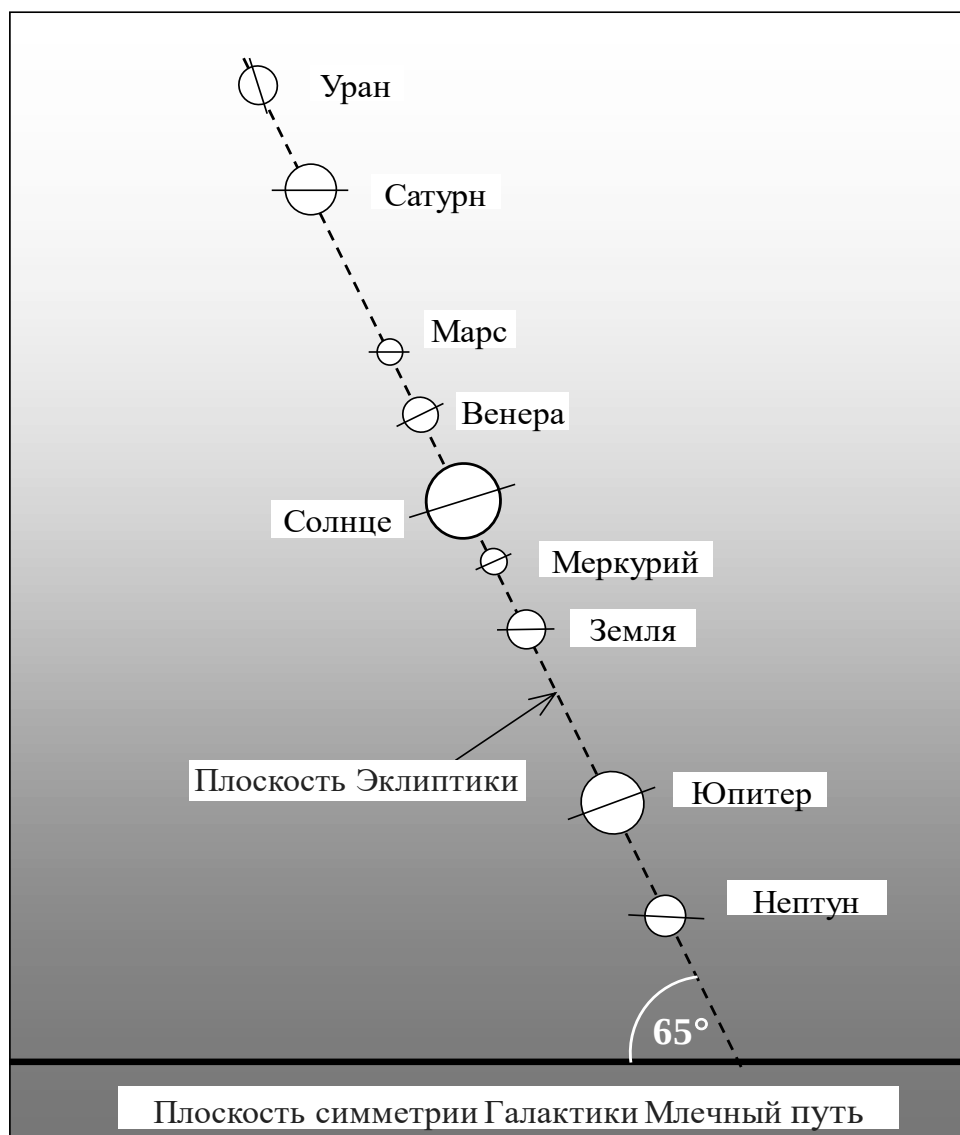


Рис. 7. Наклон Эклиптики к оси симметрии Галактики

На рис. 7 показаны наклон Эклиптики под углом 65° и изменяющаяся плотность (градиентом плотности) газопылевой среды относительно плоскости симметрии Галактики «Млечный путь».

Обращает на себя внимание то, что оси вращения Солнца и планет вокруг собственной оси параллельны плоскости симметрии Галактики (или близки к этому), а плотность газопылевой среды уменьшается при удалении от нее [4, рис. 5].

На рис. 8 показан вид на Солнечную систему со стороны Полярной звезды. Точками обозначены северные полюсы Солнца и планет. Гравитационный потенциал и, как следствие, плотность газопылевой среды Галактики уменьшается по мере удаления от оси симметрии ее плоскости.

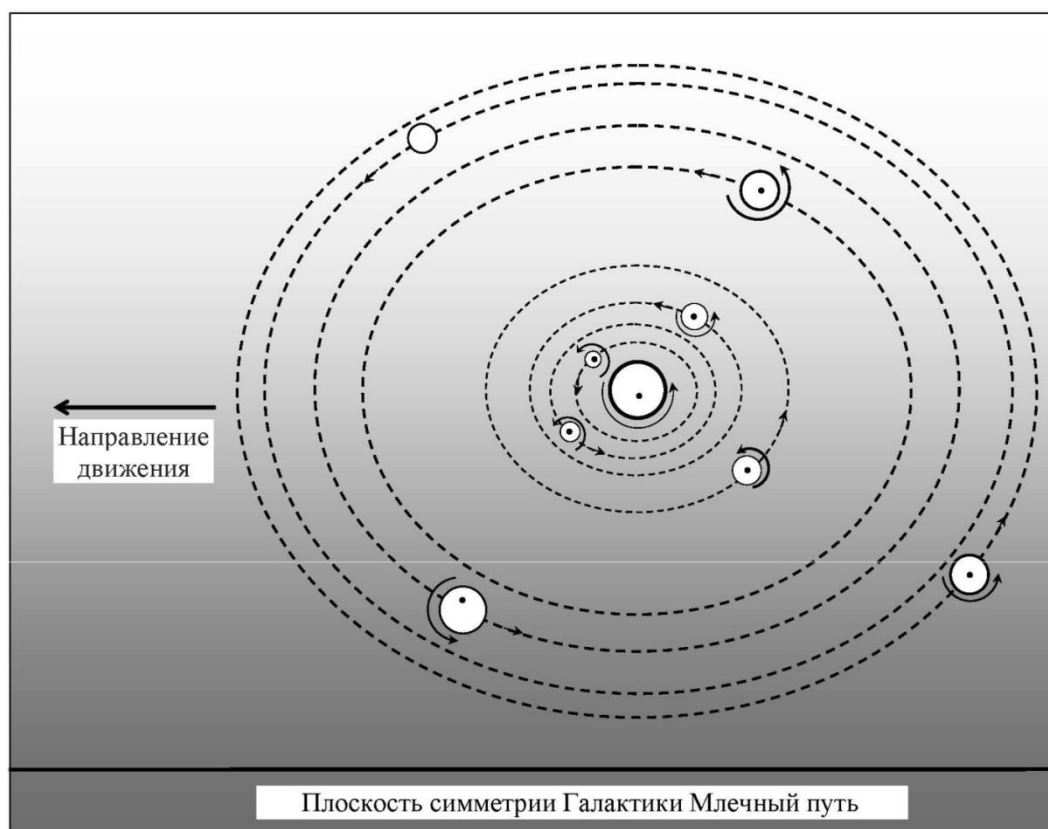


**Рис. 8. Вращение Солнца и планет в плоскости Эклиптики
(вид с Полярной звезды)**

При движении Солнечной системы в указанном стрелкой направлении имеет место вращение Солнца и планет против часовой стрелки вокруг своей оси. Планеты Солнечной системы вращаются против направления движения часовой стрелки и по собственным орбитам. Причиной их вращения как по орбитам так и вокруг собственной оси является преодоление сил лобового сопротивления газопылевой среды Галактики, плотность которой изменяется в плоскости перпендикулярной направлению движения Солнечной системы.

Обратимся к другим известным фактам, связанным с вращением в Солнечной системе. В рамках классической механики гравитационное взаимодействие между двумя материальными точками массы M и m описывается законом всемирного тяготения Ньютона:

$$F = GMm / R^2 ,$$

где: G – гравитационная постоянная, равная
 $G = 6.674184 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}$;

R – радиус орбиты планеты.

Сила гравитации между Солнцем и планетой $F_1 = GM_S m / R^2$, а действующая на планету центробежная сила $F_2 = mV^2 / R$.

Планеты удерживаются на орбите вокруг Солнца благодаря уравновешенным гравитационной (F_1) и центробежной (F_2) силам ($F = F_1 = F_2$):

$$F = GM_S m / R^2 = m V^2 / R ,$$

где: – масса Солнца: $M_S = 1.9885 \times 10^{30} \text{ кг}$;

– гелиоцентрическая гравитационная постоянная:
 $GM_S = 132\,712 \cdot 10^{15} \text{ м}^3 \text{ с}^{-2}$.

Значение гелиоцентрической гравитационной постоянной GM_S подтверждается расчетом по индивидуальным параметрам каждой из планет Солнечной системы, представленным в табл. 2.

Приведенные закономерности в целом указывают на единый механизм поддерживающий вращение Солнца и планет.

Среди имеющихся нерешенных в науке вопросов является особенности вращения Венеры – в отличие от других планет она вращается вокруг своей оси в обратном направлении.

Таблица 2

Планеты	Радиус орбиты R, 10 ⁶ км	Орбитальная скорость V, км/с	Гелиоцентрическая гравитационная постоянная $GM_s = RV^2 \cdot 10^{15} \text{ м}^3/\text{с}^2$
Меркурий	57.909	47.87	132 701
Венера	108.209	35.02	132 708
Земля	149.598	29.793	132 787
Марс	227.937	24.13	132 718
Юпитер	778.412	13.06	132 769
Сатурн	1 426.73	9.66	133 136
Уран	2 871.97	6.8	132 800
Нептун	4 498.26	5.44	133 120
Плутон	5 906.36	4.74	132 702

Аналогичное подтверждение получено и для геоцентрической гравитационной постоянной Земли: $GM_E = 398\,600 \text{ км}^3/\text{с}^2$ (табл. 3).

Таблица 3

Спутники Земли	Радиус орбиты спутника R, км	Орбитальная скорость V, км/с	Геоцентрическая гравитационная постоянная $GM_E = RV^2, \text{ км}^3/\text{с}^2$
Луна	384 467	1.02	400 000
Геостационарный спутник	42 242	3.07	398 127
МКС	6 772	7.672	398 597

7. ПРИЧИНА ОБРАТНОГО ВРАЩЕНИЯ ВЕНЕРЫ

Почему Венера вращается в обратном (ретроградном) направлении, против часовой стрелки? Этот вопрос волнует ученых уже не одно десятилетие. Однако до сих пор никто не смог ответить на него. Было много гипотез, но ни одна из них до сих пор не подтверждена.

Особенность Венеры – над ее экватором на высоте 65–70 км господствует постоянно ветер имеющий скорость 100 м/сек в направлении вращения оболочки (коры) планеты. То есть имеет место суперротация (супервращение) атмосферы Венеры – это вращение атмосферных слоёв со скоростью превышающей скорость вращения самой планеты.

Чем выше давление атмосферы на поверхности космического объекта, тем больше её взаимодействие с межзвездной и межпланетной газопылевой средой и тем меньше взаимодействия газопылевой среды на орбите объекта с его корой.

Радиолокационные наблюдения, проводившиеся в СССР, США и Англии с 1961 г., позволили определить период вращения планеты Венера [7]. Он оказался самым большим в Солнечной системе: 243.16 суток при обратном (ретроградном) направлении вращения. Орбитальный период Венеры – 225 суток.

С позиции законов механики сила лобового сопротивления, воздействующая на движущийся объект, зависит от плотности встречного потока газовой среды, а вращение объекта – от градиента плотности этой среды. Для того чтобы понять, почему планета осуществляет обратное (ретроградное – по часовой стрелке) вращение вокруг своей оси, нужно определиться с закономерностью градиента плотности среды в Солнечной системе.

Тот факт, что вращение Венеры и Земли вокруг своих осей разнонаправлены, говорит о том, что градиент плотности на границе между орбитами этих планет изменяет знак на обратный. То есть плотность межпланетной среды от Солнца до этой границы увеличивается, а затем, очевидно, уменьшается, вследствие чего вращение Земли вокруг своей оси осуществляется против часовой стрелки (рис. 3а). Низкую плотность межпланетной среды вблизи от Солнца и, как следствие, соответствующее имеющее место направление градиента плотности можно объяснить воздействием на нее мощного солнечного излучения и свойств солнечной атмосферы.

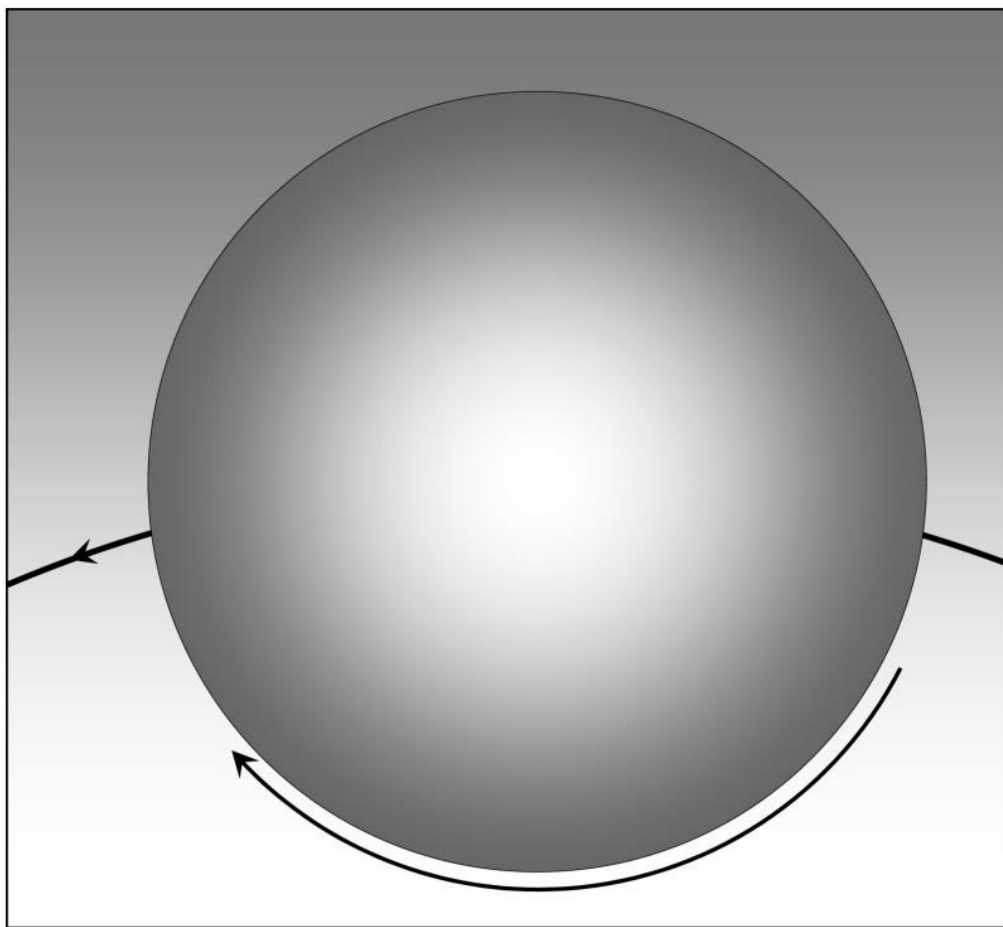


Рис. 9. Вращение Венеры по орбите вокруг Солнца против часовой стрелки и вокруг своей оси по часовой стрелке

Проанализируем этот вопрос подробнее, представив схему движения Венеры по своей орбите с характерным градиентом плотности межзвездной среды относительно оси симметрии плоскости Галактики и межпланетной среды вокруг Солнца (рис. 9) объясняющим ее вращение вокруг Солнца против часовой стрелки.

Выберем на пересечении экватора Венеры (рис. 10), например положение 1, с меридианом 0° точку для наблюдения (отмечено стрелками) в момент самого высокого положения Солнца над горизонтом.

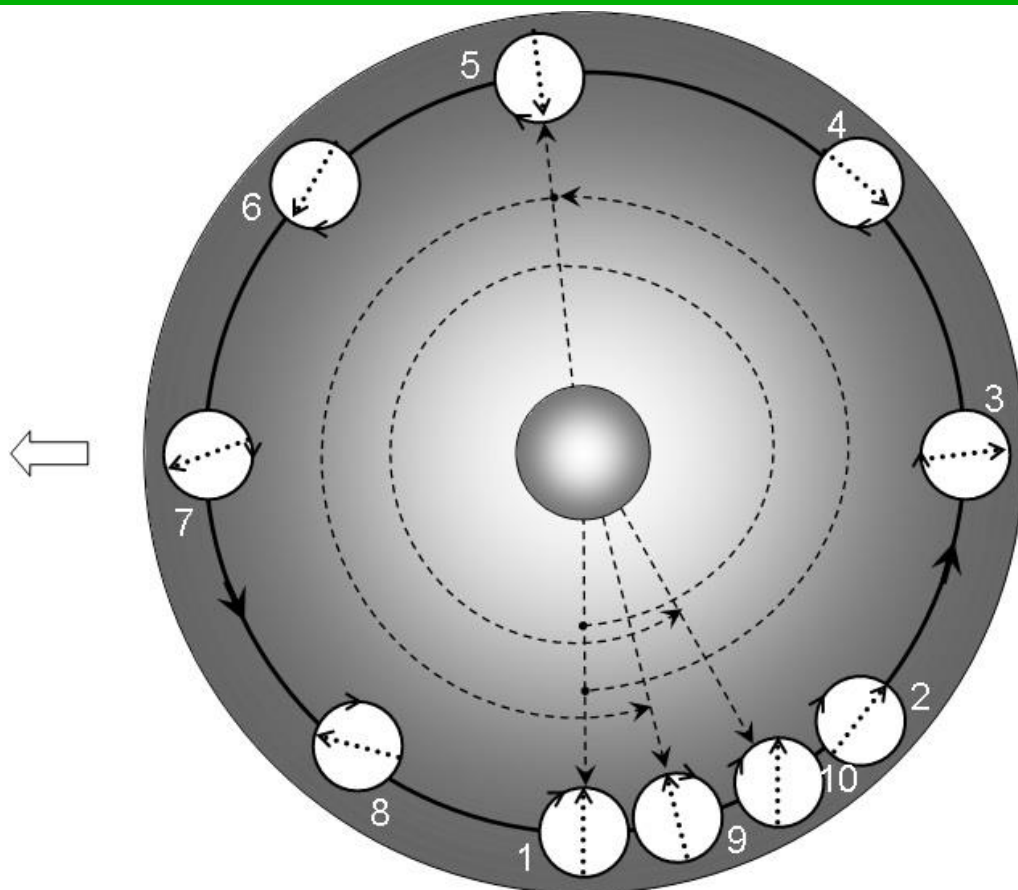


Рис. 10. Вращение Венеры по орбите вокруг Солнца при движении Солнечной системы в межзвездной среде

На рис. 10 показано:

- сидерический период обращения (последовательное перемещение вокруг Солнца по орбите 1 - 8 с возвратом в положение 1) – 224,7 земных суток;
- последовательное 1-5 и 5-9 перемещение планеты по орбите – солнечные сутки Венеры продолжительностью по 116,8 двух земных суток;
- перемещение планеты 1-10 – период вращения вокруг своей оси равный 243 земным суткам;
- направление вращения планеты показано спиралевидными стрелками – по направлению часовой стрелки).
- белой стрелкой показано направление движения Солнечной системы (влево) в межзвездной среде с градиентом плотности относительно плоскости симметрии Галактики.

При движении по орбите вокруг Солнца планета Венера последовательно (из положения 1 в положения 2 – 10) осуществляет по орбите обращение с сидерическим периодом равным 243 земным суткам.

Последовательное 1-5 и 5-9 перемещение планеты по орбите (направление вращения планеты показано спиралевидными стрелками – по направлению часовой стрелки) – солнечные сутки Венеры продолжительностью по 116,8 двух земных суток

Проведенный анализ подтверждает распространение на Венеру общей закономерности вращения планет – вращение вокруг своей оси за счет действия дифференциальных сил лобового сопротивления межпланетной среды с соответствующим направлением градиента ее плотности.

Таким образом, причиной ретроградного направления вращения Венеры вокруг ее оси является не особенности этой планеты, а противоположное (в сравнении с Землей, Марсом и другими планетами) направление градиента плотности межпланетной среды на ее орбите.

8. ВРАЩЕНИЕ СОЛНЦА

Рассмотрим подробнее особенности механизма вращения Солнца.

Если относительно планет Солнечной системы автором определен механизм их вращения, то о причинах (механизме) вращения самого Солнца не было никаких версий. Есть только наблюдательные факты, которые можно взять за основу для объяснения причины вращения Солнца.

Из наблюдений солнечных пятен давно известно, что поверхность (оболочка) Солнца – не твердое тело. В книге канадского астрофизика профессора Монреальского университета Ж.-Л. Тассуля [8] подведены итоги многолетнего развития теории вращения звезд. Установлено, что период вращения видимой внешней оболочки Солнца изменяется дифференциально в зависимости от гелиоцентрической широты – период вращения минимален на экваторе и постепенно увеличивается к полюсам. Средний период вращения на солнечном экваторе – 25 суток. Из выполненных в Гринвиче в течение

1878-1944 гг. наблюдений долгоживущих солнечных пятен Ньютон Г.У. и Нанн М.Л. вывели такую формулу для суточного смещения $^{\circ}(\varphi)$:

$$\xi(^{\circ}/сут) = 14.38^{\circ} - 2.77^{\circ}\sin^2\varphi.$$

На основе этой зависимости, автором статьи построен график дифференциального вращения поверхности (оболочки) Солнца (рис. 11).

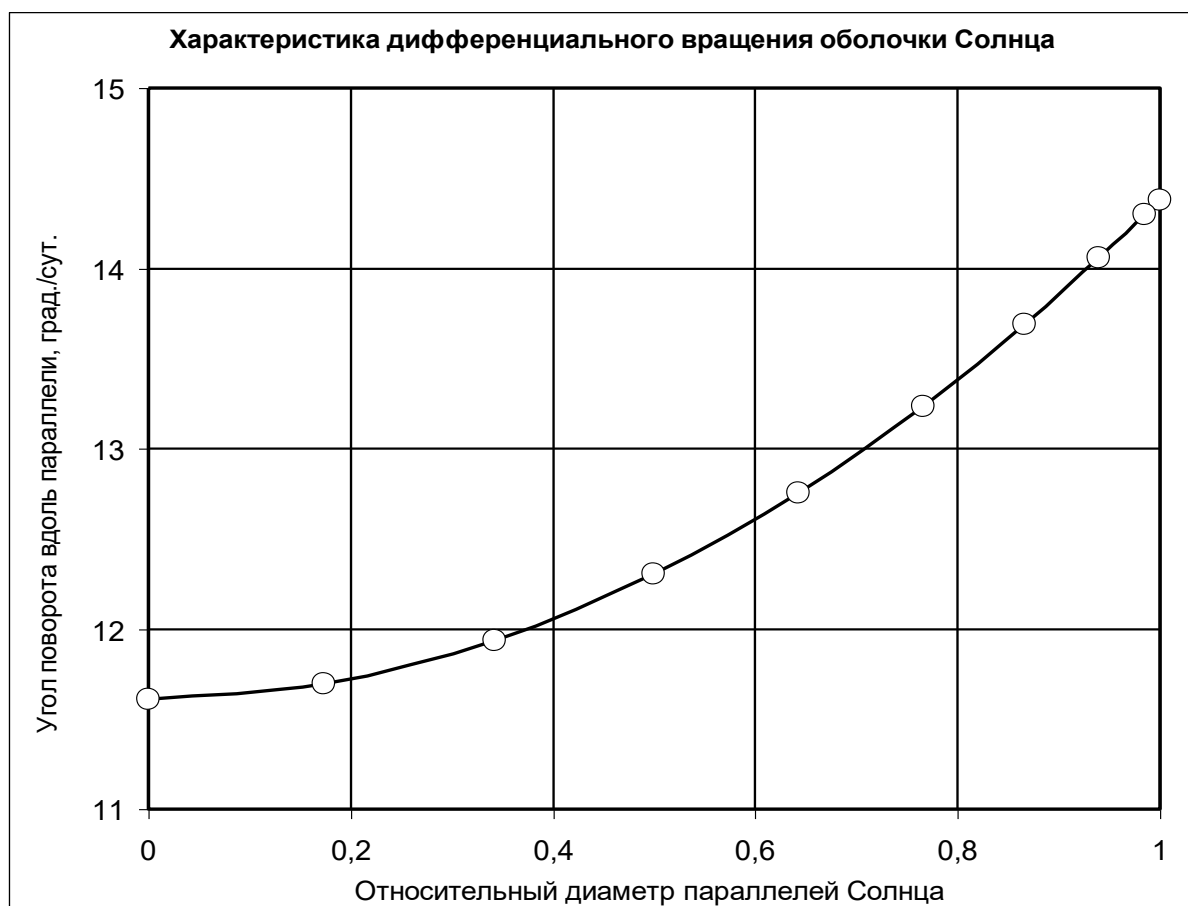


Рис. 11. Характеристика дифференциального вращения оболочки Солнца

Из графика видно, что максимальная скорость вращения оболочки ($14.38^{\circ}/сут$) приходится на экваториальную часть Солнца (относительный диаметр параллели равен 1.0) за счет наибольшего вращательного момента сил, создаваемого результирующей силой лобового сопротивления газопылевой среды при движении Солнечной системы в Галактике. При этом ядро Солнца, также как ядра планет, не вращается. Силы лобового сопротивления газопылевой среды ослабевают при уменьшении диаметра

параллелей, однако суммарная сила, приводящая оболочку Солнца во вращение, соответственно увеличивается.

Что касается **гелиосейсмологических исследований Солнца**, их результаты остаются сомнительными [9] – «Физические условия материи на Солнце относительно мягкие, отклонения от уравнения состояния идеального газа скромны, хотя все еще достаточно велики, чтобы их можно было исследовать с помощью **гелиосейсмологии**. Таким образом, возможно, небезосновательно надеяться, что даже наши простые модели могут дать разумное представление о свойствах солнечных недр, и это действительно казалось так, как обсуждалось в разделе 5.1.2, по крайней мере, до пересмотра солнечного изобилия (см. раздел 6.2). Однако такое **самодовольство явно наивно**, учитывая потенциал солнечного интерьера для сложностей, выходящих далеко за рамки наших простых моделей. Как обсуждается в разделе 5.1.4, происхождение нынешнего внутреннего вращения Солнца **не понятно...** Кроме того, следует иметь в виду, что даже относительно успешные модели, такие как модель S, показывают весьма **значительный отход от гелиосейсмических выводов** (см. рис. 39). Однако, возможно, в основном последствия для солнечных моделей пересмотра солнечного состава **послужили тревожным звонком для пересмотра основ солнечного моделирования**».

В связи с вышеизложенным является предпочтительным объяснение неподвижности (не вращающегося) ядра Солнца стабильностью положения маятника Фуко.

Силы лобового (фронтального) сопротивления межпланетной среды с соответствующим градиентом ее плотности аналогично поддерживают и вращение планет Солнечной системы.

Нет другого объяснения вращению Солнца и планет Солнечной системы. Если есть другая причина (другой механизм вращения), то почему за миллиарды лет, например, дифференциальный угол вращения всех частей оболочки Солнца не стал равным, одинаковым.

9. ВРАЩЕНИЕ АСТЕРОИДОВ

Астероидами Солнечной системы считаются небесные тела с диаметром превышающим 30 метров, которые вращаются вокруг Солнца, обладают неправильной формой и не имеют атмосферы. Тела меньших размеров причислены к метеороидам. Из примерно миллиона известных астероидов наибольшее их количество расположено между орбитами Марса и Юпитера, в главном поясе астероидов. Общая масса всех астероидов вместе взятых меньше массы Земной Луны. Считается, что астероиды диаметром $D > 15$ км имеют структуру “груды обломков”, в которой астероиды представляют собой гравитационно-связанные скопления без предполагаемого внутреннего сцепления. Следовательно, астероид из груды обломков не может вращаться слишком быстро, иначе центробежная сила преодолела бы гравитацию, что привело бы к распаду астероида.

Вращение астероидов, как планет (кроме Венеры) и комет Солнечной системы, происходит в одном направлении – против хода часовой стрелки, если смотреть с северного полюса мира [10], что также является подтверждением раскрытой автором причины непрерывного вращения космических объектов.

Из собранных периодов вращения было обнаружено, что предел скорости вращения астероидов С-типа (тёмные углеродистые объекты, наиболее распространённый класс астероидов), которые имеют меньшую объемную плотность, ниже, чем для астероидов S-типа (класс астероидов, в который входят объекты имеющие кремниевый (каменный) состав). Этот результат согласуется с общей картиной астероидов, похожих на груды обломков (т.е. более низкая объемная плотность, более низкий предел скорости вращения). Более того, распределение скоростей вращения астероидов размером $3 < D < 15$ км показывает устойчивое уменьшение по частоте для $f > 5$ оборотов в сутки, независимо от местоположения в главном поясе.

10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вселенная, бесконечная во времени и пространстве, состоит из материи, свойства которой можно познать. Это – находящиеся в подвижном состоянии межгалактический газ, пылегазовые скопления, галактики, звездные скопления, межзвездная среда (скрытая масса [4]). Галактики – гигантские гравитационно-связанные системы из звезд и звездных скоплений, межзвездного газа, пыли. Все это можно отнести к туманностям [11].

Постоянное вращение группы космических объектов, как правило, в одном направлении – одна из главных загадок современной науки – объясняется известными законами механики, в частности механикой фрикционного взаимодействия (трибомеханикой) с межпланетной и межзвездной средами.

Определяющим фактором вращения космических объектов является градиент плотности среды – дифференциальная зависимость (изменение) плотности межзвездной и межпланетной среды от гравитационного потенциала в зоне их нахождения. Для примера, плотность воздуха на Земле с высотой уменьшается, воздух становится более разреженным. Аналогичная закономерность, например, имеет место и в Солнечной системе [12].

Основанный на законах механики предложенный подход дал простое объяснение: при движении космических объектов (планет, Солнца, галактик) в среде с изменяющейся плотностью в плоскости перпендикулярной направлению их движения действует результирующая (дифференциальная) сила лобового (фронтального) сопротивления газопылевой среды, поддерживающая непрерывное вращение этих объектов, то есть уравнивающая силу трения среды по поверхности объекта, тормозящую его вращение.

Под вращением объектов (спутников, планет, звезд) в настоящей статье подразумевается вращение атмосферы, коры, мантии этих объектов, а не их ядра, которые преимущественно являются

неподвижными относительно центра Галактики благодаря их фиксации всесторонним совокупным воздействием на них электромагнитных волн, излучаемых другими объектами Вселенной. Исключением могут быть спутники планет, например Луна, и астероиды.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Выявлена и обоснована причина и характер вращения космических объектов. Непрерывное вращение космических объектов обеспечивается воздействием на них уравнивающих сил:

– силы трения газопылевой среды по поверхности объекта, тормозящей вращение космического объекта;

– результирующей дифференциальных сил лобового сопротивления газопылевой межзвездной и межпланетной среды с переменной (градиентной) плотностью на соответствующей орбите движения, изменяющейся в плоскости перпендикулярной направлению движения объекта.

2. Направление вращения Солнца и планет вокруг Солнца зависит от направления движения Солнечной системы и градиента плотности межзвездной среды относительно плоскости симметрии Галактики.

3. Направление вращения планет Солнечной системы вокруг своей оси зависит от градиента плотности межпланетной газопылевой среды на орбите каждой из планет, преимущественно, относительно Солнца.

4. Венера вращается в ретроградном, то есть в обратном относительно других планет, направлении. Следовательно, градиент плотности газопылевой среды на орбите Венеры также имеет противоположное значение по сравнению с градиентом плотности на орбитах других планет.

5. Характер вращения планет и Солнца свидетельствует о том, что вращается только их атмосфера, кора, оболочка и мантия. Ядра

спутников, планет, Солнца и других звезд – неподвижны относительно центра Галактики.

6. Силы трения и дифференциального лобового сопротивления газопылевой среды, препятствующих движению и вращению космических объектов, зависят от ее свойств на орбите соответствующего объекта.

7. Скорость и направление вращения движущегося космического объекта зависит не только от действующего на него гравитационного потенциала окружающего пространства, но и от совокупности взаимовлияющих следующих факторов:

– **состав, плотность и градиент плотности межпланетной среды на орбите каждого объекта (планеты);**

– **свойства атмосферы и оболочек планет (например, на Венере межпланетная среда взаимодействует с плотной ее атмосферой, а не с твердой оболочкой планеты);**

– **свойства мантии планет (температура, плотность, вязкость);**

– **размер, масса и форма объектов.**

Автор использовал теоретический метод физического исследования, который дает возможность опосредованно познать реальный объект или явление на основании изучения соответствующей мысленной модели. Численная оценка вращения космических объектов с учетом реальной дифференциальной плотности (градиента плотности) среды, в которой они перемещаются, – предмет отдельного исследования.

Список литературы

1. Коперник Н. // О вращении небесных сфер. Изд. «Наука», 1964. – 653 с. (Nicolai Copernici torinensis De revolutionibus orbium coelestium. Facsim. de l'éd. de: Norimbergae, J. Petreium, 1543). (Bruxelles, Culture et civilisation, 1966).

2. Dewey B.Larson // Nothing but motion: The Structure of the Physical Universe, vol. I.; North Pacific Publishers, Oregon, 1979.

3. Bart P. Wakker, Philipp Richter // Our Growing, Breathing Galaxy // *Mysteries of the Milky Way* - Scientific American Online - 2004 № 15. – P. 8-17.
4. Шустов Б.М. // Скрытая масса. Что это такое? «Наука в России», 2014, № 3. – С. 54-60. ISSN 0869-7078. (Shustov B.M. // Hidden mass. What is it? «Science in Russia», 2014, № 3. - P. 54-60. ISSN 0869-7078. (in Russian)).
5. George F. Smoot III // Cosmic Microwave Background Radiation Anisotropies: their Discovery and Utilization // Nobel Lecture, December 8, 2006. – P. 113-166.
6. Бронштэн В.А. Планеты и их наблюдение // 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука. 1979. – 240 с.
7. Горячева И.Г. // Механика фрикционного взаимодействия. – М.: Наука, 2001. – 478 с. ISBN 5-02-002567-4. (Goryacheva I.G. // Mechanics of friction interaction. - Moscow: Nauka, 2001. – 478 p. ISBN 5-02-002567-4. (in Russian)).
8. J.-L. Tassoul, Theory of rotating stars (Princeton Series in Astrophysics, Princeton, University Press, New Jersey 1978) (Тассуль Ж.-Л. Теория вращающихся звезд // Пер. с англ. – М.: Мир, 1982, 472 с.).
9. Jorgen Christensen-Dalsgaard, Living Reviews in Solar Physics, 2021, 18, Article number: 2.
10. Chang CK., Lin HW., Ip WH. et al. Asteroid spin-rate studies using large sky-field surveys. *Geosci. Lett.* 4, 17 (2017) (Chang CK., Lin, HW., Ip WH. и др. Исследования скорости вращения астероидов с использованием крупномасштабных съемок в небе. *Geosci. Lett.* 4, 17 (2017).
11. Туманности. Физика космоса: Маленькая энциклопедия // Под ред. Р.А. Сюняева. – 2-е изд. – М.: Советская Энциклопедия, 1986.
12. Яловенко С.Н. Черный предел. Часть 14.3. Природа физических явлений. Инвариант. Скорость гравитации // *Фундаментальные проблемы естествознания и техники. Серия: Проблемы исследования Вселенной. Международный Клуб Ученых.* 2016. т. 37. № 4. С. 373-386.

© В.А. Буланин, 2022

THE REASON FOR THE CONTINUOUS ROTATION OF SPACE OBJECTS

Bulanin Vladimir Anatolyevich

Abstract: The article considers the rotation of space objects moving in the Universe – galaxies, star systems, planets, satellites, asteroids. Due to the fact that space is filled with cosmic dust, gases, and free electrons, due to the friction forces they create on the surface of space objects, their rotation should have stopped over time. However, the rotation continues, therefore, there is some kind of mechanism supporting it. The answer is simple. Objects move in an interplanetary and interstellar gas-dust medium with a gradient of its density relative to stars and galaxy centers, similar to how the density of the Earth's atmosphere changes when moving away from its surface. The continuous rotation of space objects moving in a gas-dust medium is supported by the action of the differential force of frontal (frontal) resistance counteracting the friction forces that slow down the rotation of objects in this medium.

Key words: galaxy, solar system, earth, planet, satellite, asteroid, rotation, drag, gravity.

1. INTRODUCTION

Copernicus first wrote about the rotation of the Earth around its axis in his 1543 treatise «On the rotation of the celestial spheres» [1]. But the exact answer to the question of why this is happening has not yet been found. Many hypotheses have been put forward, but scientists have not yet come to a consensus. According to the most famous of the hypotheses related to the theory of the origin of the planets of the Solar system, the Earth was formed from clouds of cosmic dust, which «huddled together» and formed the core or center of the Earth. Further, other cosmic bodies were attracted to it, upon collision with which the planet began to rotate and the rotation continues by inertia. There is another point of view. Imagine

a solar system that is still very young, and its interplanetary space is filled with gas and dust. Planets or protoplanets forming in such a system would slow down due to friction, and their orbit would gradually approach the Sun, and eventually they could fall into the Sun due to the combined effect of friction and gravity. **However, science does not provide a complete and exhaustive explanation for the continuous rotation of space objects.**

A Galaxy is a gravitationally bound system of stars and star clusters, a gas-dust medium, and dark matter. All components of the universe, including the objects of the Milky Way Galaxy, are in constant motion (in different directions and at different speeds) caused by gravitational forces with a changing gravitational potential in space. Dewey B. Larson, who made a great contribution to the development of space science, in his book «Nothing but Motion: The Structure of the Physical Universe, Volume I» [2], noted that the Universe is not just a space-time structure of matter, as is commonly believed in traditional science. He discovered that the universe is Motion, in which space and time are just two interdependent and non-existent aspects of motion, and have no other meaning.

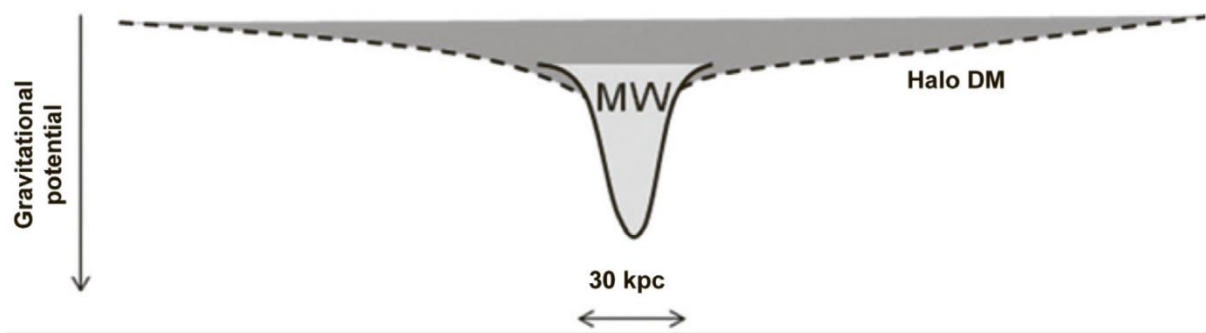
And all he did was to identify the properties that space and time must necessarily possess in the universe, entirely manifested from motion, and expressed them in the form of a series of postulates. **But Dewey B. Larson did not explain the reason for the rotation of planets, stars, galaxies during their movement in the Universe.**

2. THE GRAVITATIONAL POTENTIAL OF THE GALAXY

The motion of space objects in the composition of, for example, the Galaxy and their continuous rotation is directly related to gravity (gravitational potential) - the universal fundamental interaction between all material bodies of the gravitationally bound system of the Universe, consisting of galaxies, star clusters, planets, satellites, asteroids, interstellar and interplanetary gas and dust.

An example of the presence of a gravitational potential is the Earth's atmosphere - the density of gases that make up the atmosphere changes (decreases) with distance from the Earth's surface. The density of gas-dust formations, various

kinds of matter relative to, for example, the plane of symmetry of the galactic disk and the centers of the spiral arms of the Galaxy also changes. As in the atmospheres of planets, the interstellar medium is densest «at the bottom» (for example, in the plane of the galactic disk) and as you move away from it, the density decreases [3]. An example of the distribution of the gravitational potential in the Galaxy is shown in Fig. 1 [3, Fig. 5].



Rice. 1. Distribution of the gravitational potential in the Milky Way Galaxy

The component due to the baryonic matter of the Galaxy is designated MW (Milky Way), and the component due to dark matter (matter) is designated «Halo DM» (Halo TM). The scale of the size of the Galaxy is 30 kiloparsecs, the size of the dark halo is about ten times larger. That is why, despite the lower density in the center, the total mass of Halo TM exceeds the mass of the Galaxy many times [4].

The fact of the movement of objects in outer space is confirmed not only by astronomical observations, but also by calculations of the speed and direction of their movement. George F. Smoot III, in his Nobel lecture on December 8, 2006, said: «The current best observed dipole (3.358 ± 0.017 mK) indicates that the Solar System is moving at a speed of 368 ± 2 km/s relative to the observable Universe in the direction of galactic longitude $l = 263.86^\circ$ and latitude $b = 48.25^\circ$ » [5]. The forces of gravity between the Sun and the planets, as well as between the planets and their satellites, are balanced by centrifugal forces.

3. ROTATION OF SPACE OBJECTS WHEN THEY MOVE

The laws of physics (mechanics) act in the same way - both on Earth and in Space. Let's start by looking at the simplest examples, for example, the rotation of the wheel due to the resistance force.

In Fig. 2a shows how the resistance force depends on the material of the rubbing surfaces and how these surfaces interact.

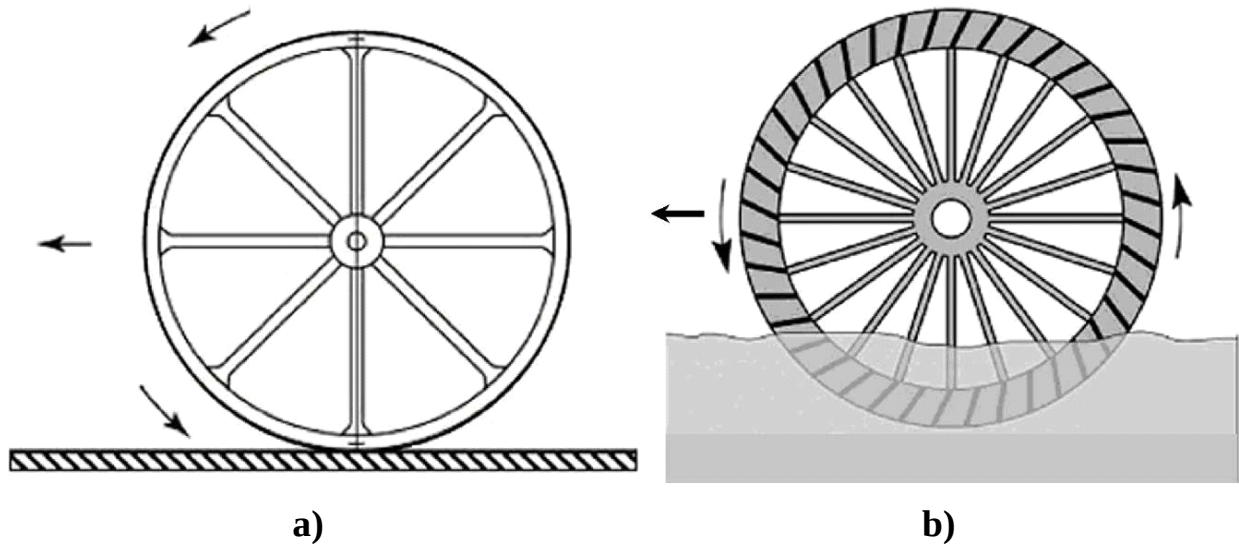
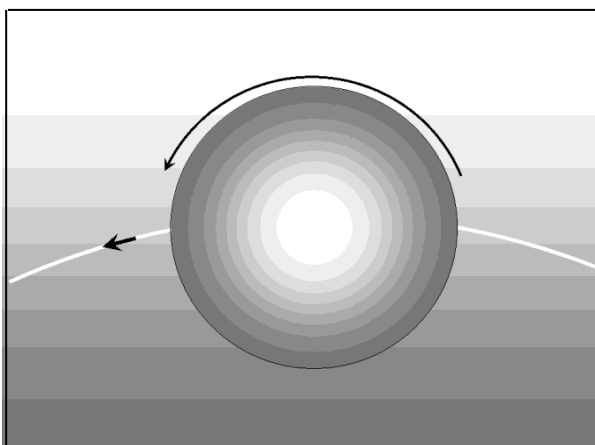


Fig. 2. Rotation of the wheel due to the friction force when moving on a solid surface (a) and the differential drag force: air (above the water level) and water (at the bottom of the wheel) (b)

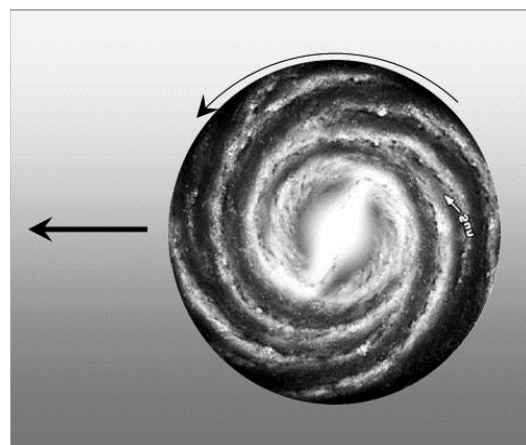
When a force is applied to the wheel that moves it in a horizontal direction, in this example to the left, the wheel begins to rotate counterclockwise due to the frictional force. In Fig. Figure 2b shows a partially submerged wheel that rotates when driving due to the resulting differential drag force: air (above the water level) and water (at the bottom of the wheel).

Similarly, space objects interact with the interplanetary and interstellar gas-dust media.

In Fig. Figure 3 shows the nature of the interaction of the planet (3a) and the galactic disk (3b) with a gas-dust medium of variable density (density gradient) in which their movement occurs.



a)



b)

Fig. 3. Interaction of a planet (a) and a galactic disk (b) with an inhomogeneous (changing) density (density gradient) of a gas and dust medium in a plane perpendicular to the direction of motion of these space objects

The lower hemispheres, respectively, of the ball and the galactic disk are subject to greater drag forces due to the greater density of the gas-dust environment washing them than their upper hemispheres.

A comparison of the objects in Figures 2b and 3a confirms the unity of the nature of their rotation, both on Earth and in Space, when the density (density gradient) of the environment in which they move changes: at the bottom of the rotating object a denser medium is shown, and in the upper part - a medium with a lower density.

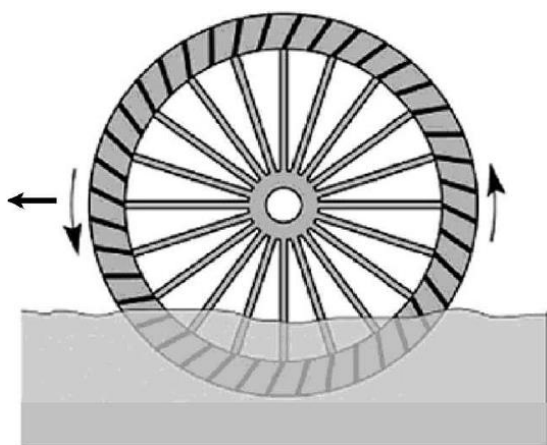


Fig. 2b. Rotation of a wheel partially submerged in water moving in the direction of the arrow to the left

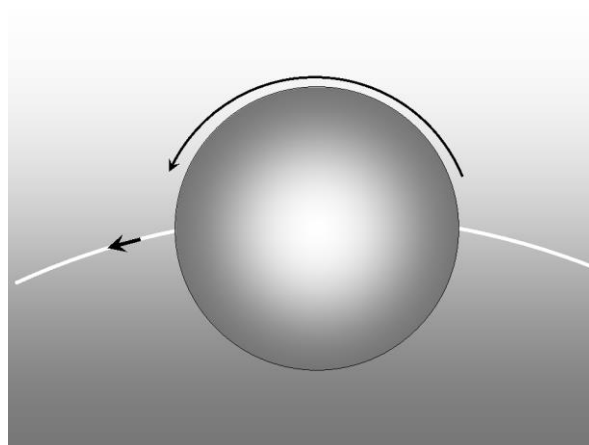


Fig 3a. Rotation of a planet moving to the left along its orbit in a gas and dust medium with its density gradient relative to the star

In Fig. 4 shows how the resulting force of frontal (frontal) drag ΔF ensures the maintenance of the rotation of the space object when moving in a gas-dust medium that creates its braking.

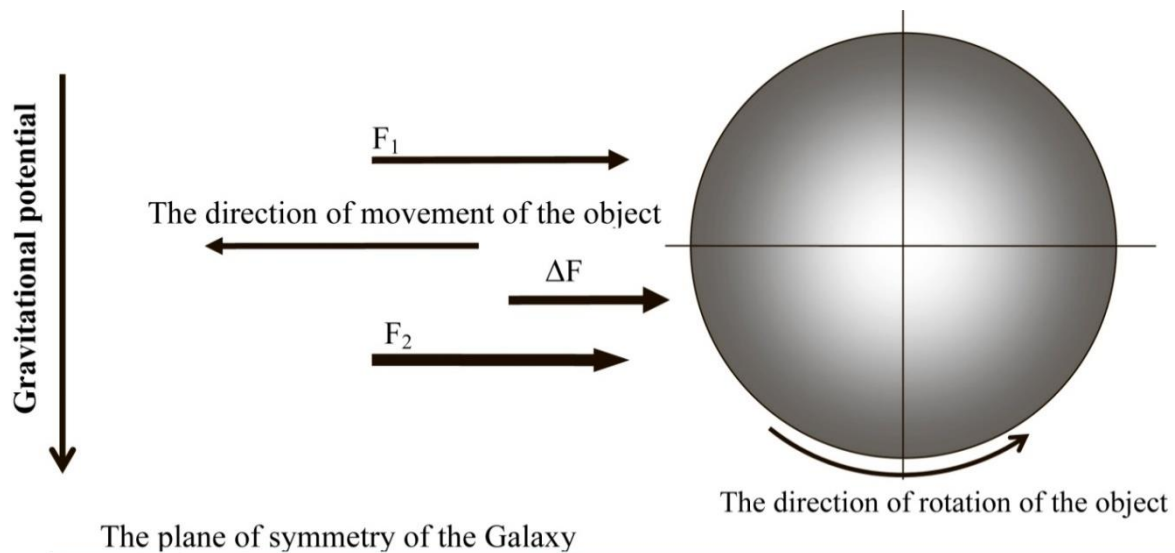


Fig. 4. Influence of the resultant drag force of the gas-dust medium on the rotation of a space object during its motion.

F_1 – the resulting drag force of the upper hemisphere;

F_2 – the resulting drag force of the lower hemisphere;

$\Delta F = F_2 - F_1$ is the resulting drag force of the gas and dust medium acting on a spherical space object and maintaining its rotation.

Consequently, together, friction and the differential (resultant) force of the frontal (frontal) resistance of the gas-dust medium acting on space objects moving in it are the main reason for maintaining their continuous rotation.

When moving in the Galaxy, a specific star system interacts with a specific (local) interstellar matter surrounding it. An example is our star system formed about 5 billion years ago with the Sun (Solar System) with planets, satellites and asteroids continuously rotating around their axes and in orbits.

Due to the heterogeneity of the gas-dust medium in the Galaxy, in the star system there is an oscillation of the angular velocity of rotation (libration), for example, of the Earth, the Moon.

Next, consider the very fact (mechanism) of rotation of a cosmic object.

A special role in the study of the mechanics of the rotation of planets and stars was played by the **Foucault pendulum**, a pendulum used to experimentally demonstrate the daily rotation of the Earth. The presence of diurnal rotation is responsible for the gradual rotation of the plane of oscillations of the pendulum.

For the first time the effect was demonstrated by L. Foucault (1851), and now in the world there are operating Foucault pendulums used for demonstration purposes.

When the Foucault pendulum moves at the poles of the Earth, the plane of its swing relative to the stars turns out to be stationary, which also became an obvious evidence of the immobility of the Earth's core. Consequently, the cores of planets and stars, as well as the Foucault pendulum at the poles, are stationary relative to the center of the Galaxy. **It follows that only their shells (mantle, crust, atmosphere) are subject to continuous rotation due to the external influence on the corresponding object of the gas-dust medium, which has a density gradient.**

Confirmation of the immobility of the core of the object is, for example, the slow rotation of Venus (one revolution in 243 Earth days around its own axis relative to the stars), as well as the differential rotation of the shell of the Sun.

Thus, from the standpoint of the laws of physics (mechanics), the rotation of space objects (their outer shells) occurs under two conditions:

- 1) the object moves (is in motion) in outer space;
- 2) motion occurs in a gas-dust medium with a density gradient, variable (differential) density, in a plane perpendicular to the direction of motion of the object.

Proceeding from these conditions, the true reason for the continuous rotation of the Earth, the planets of the Solar System, the Sun and other space objects is the interaction of two forces:

- the frictional force of the gas-dust medium on the surface of the object, which inhibits the rotation of objects;

– the resulting differential force of the frontal (frontal) resistance of the gas-dust medium with the actual gradient of its density in a plane perpendicular to the direction of motion of the object, ensuring the maintenance of the rotation of objects.

4. FACTORS MUTUALLY INFLUENCING THE ROTATION OF OBJECTS

The speed and direction of rotation of a moving space object depends not only on the gravitational potential of the surrounding space acting on it, but also on the totality of the following factors interacting:

- the composition and density of the interplanetary medium in the orbit of each object (planets, asteroids);
- the gradient of the density of this medium (relative to the Sun, star) in a plane perpendicular to the direction of motion of each of the planets in orbit;
- the composition, density and density gradient of the interstellar medium in the orbit of the Sun (star) relative to the center of the Galaxy;
- properties of the atmosphere and shells of planets (for example, on Venus, the interplanetary medium interacts with its dense atmosphere, and not with the solid shell of the planet);
- properties of the mantle of the planets (temperature, density, viscosity);
- the size, mass and shape of objects.

Currently, for the above factors, there are no specific data in the scientific community relating to the orbit of each individual space object, and therefore it is almost impossible to provide specific numerical estimates of its rotation. There are only average values of the density of the interstellar gas-dust medium. There is no information on the main indicator to explain the reason for the rotation of objects, on the density gradient in the orbit of the object.

5. FRONTAL (FRONTAL) RESISTANCE WHEN MOVING OBJECTS

When moving in liquids and gases, objects (bodies) overcome the force of frontal (frontal) resistance. In the presence of a density gradient of liquids and gases, their drag is differential, supporting the rotation of moving objects (bodies). Drag consists of two types of forces: tangential friction forces directed along the

surface of the body, and pressure forces directed normally to the surface (Wikipedia: Drag, aerodynamics).

Friction is the mechanics of frictional interaction (tribomechanics) [7]. The frictional force is a force that occurs when two bodies come into contact and prevents their relative motion, and the cause of friction is the roughness of the rubbing surfaces of the bodies and the interaction of the molecules of these surfaces.

The force of pressure (resistance) directed against the movement of the object is proportional to the characteristic frontal area of the moving object and the high-speed head of the gas-dust medium (GOST 20058-80 «Dynamics of aircraft in the atmosphere», paragraph 89. Drag coefficient):

$$X_a = c_{xa} S q = c_{xa} S \frac{\rho V^2}{2},$$

where: $q = \frac{\rho V^2}{2}$ – high-speed pressure of gas-dust medium;

ρ – the density of the gas-dust medium, changing in a plane perpendicular to the direction of motion of the space object;

V – the speed of movement of the object in a gas-dust medium;

c_{xa} – dimensionless drag coefficient.

Cosmic objects in their movement rotate, overcoming the frictional forces of the gas-dust medium by differential frontal (frontal) resistance with a gradient of its density both relative to the plane of symmetry of the Galaxy and the distance from the corresponding star, for example, from the Sun. Due to the fact that the interplanetary gas-dust medium is heterogeneous in its density and, as a result, the gradient of its plateau in the orbits of space objects periodically changes the speed of their rotation, that is, libration takes place.

6. ROTATION OF THE PLANETS OF THE SOLAR SYSTEM

When moving in the Galaxy, a specific star system interacts with a specific (local) interstellar matter surrounding it. An example is our star system formed about 5 billion years ago with the Sun (Solar System) with planets, satellites and asteroids continuously rotating around their axes and in orbits. Due to the

heterogeneity of the gas-dust medium in the Galaxy, for example, libration (oscillation of the angular velocity of rotation) of the Earth takes place.

The main characteristics of the planets rotating in the solar system are presented in Table 1.

Table 1

Planet name	Orbit radius, 106 km	Diameter, 103 km	The inclination of the orbit towards the ecliptic, hail	Tilt of the axis to the Ecliptic, hail	Orbital period, in earth days	The period of rotation around the axis, hour
Mercury	57.9	4.9	-7	90.0	88	1408
Venus	108.2	12.1	-3.4	87.4	225	5833
Earth	149.6	12.8	0	66.5	365	23.9
Mars	227.9	6.7	1.9	64.8	687	24.6
Jupiter	778.4	143.8	1.3	87.0	4331	9.9
Saturn	1427	120.4	2.5	64.7	10 747	10.7
Uranus	2872	51.3	0.8	8.0	30 589	17.2
Neptune	4498	49.5	1.8	60.4	59 800	16.1

The axes of rotation of the Sun and the planets have an inclination to the Ecliptic (the plane of the Earth's orbit), and their rotation, both in orbits and around their own axis, occurs, as a rule, counterclockwise, when viewed from the north pole (Fig. 5).

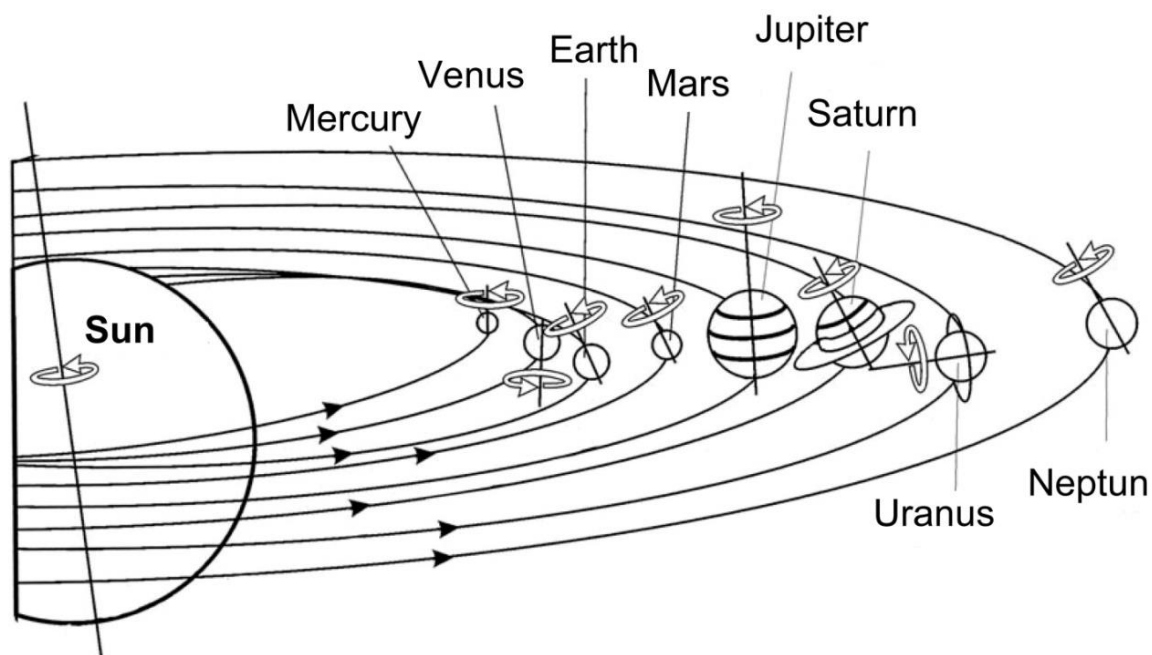


**Fig. 5. Rotation of the Sun and planets relative to the plane
of the Earth's orbit, the Ecliptic**

The corona of the Sun is the outer part of its atmosphere, the most rarefied, hottest and close to us, it extends far from the Sun in the form of a constantly moving stream of plasma from it – the solar wind. Near the Earth, its speed averages 400-500 km / s, but sometimes reaches almost 1000 km / s. Spreading beyond the orbits of Jupiter and Saturn, the solar wind forms a heliosphere bordering on an even more rarefied interstellar medium.

The relatively long period of rotation of the planet Mercury around the axis can, for example, be explained by its small diameter and, as a consequence, by a smaller effect on its crust of the differential force of the frontal (frontal) resistance of the gas-dust medium in its orbit counteracting the forces of friction that inhibit the rotation of the planet in this environment. At the same time, the instability of the density gradient of the gas-dust medium in orbits, as well as the periodically changing mutual arrangement of objects, is one of the reasons for the libration of both Mercury and other space objects.

The slow rotation (a long period of rotation, a relatively low speed) of the hard shell of Venus around its axis is due to the fact that the differential drag of the interplanetary gas-dust medium in its orbit acts not on the solid surface (crust, shell), but on the atmosphere of the planet at a pressure of about 93 bar. At the same time, the speed of the atmosphere is about 60 times higher than the speed of rotation of the shell of Venus around its axis (243 days).

Neptune is farther from the Sun than Uranus, so it is more affected by the gravitational potential of the Galaxy (and not the Sun).

As for the Moon (Fig. 6), it makes one revolution around its axis at the same revolution around the Earth. Hence, there is a reason for this stability. Obviously, it lies in the fact that the density of the core of the Moon is greater than the density of the crust and mantle, so its core relative to the center of the Moon is shifted towards the Earth, allowing the Moon to remain with this part constantly facing the Earth. At the same time, the Moon, like other space objects, is also subject to libration.

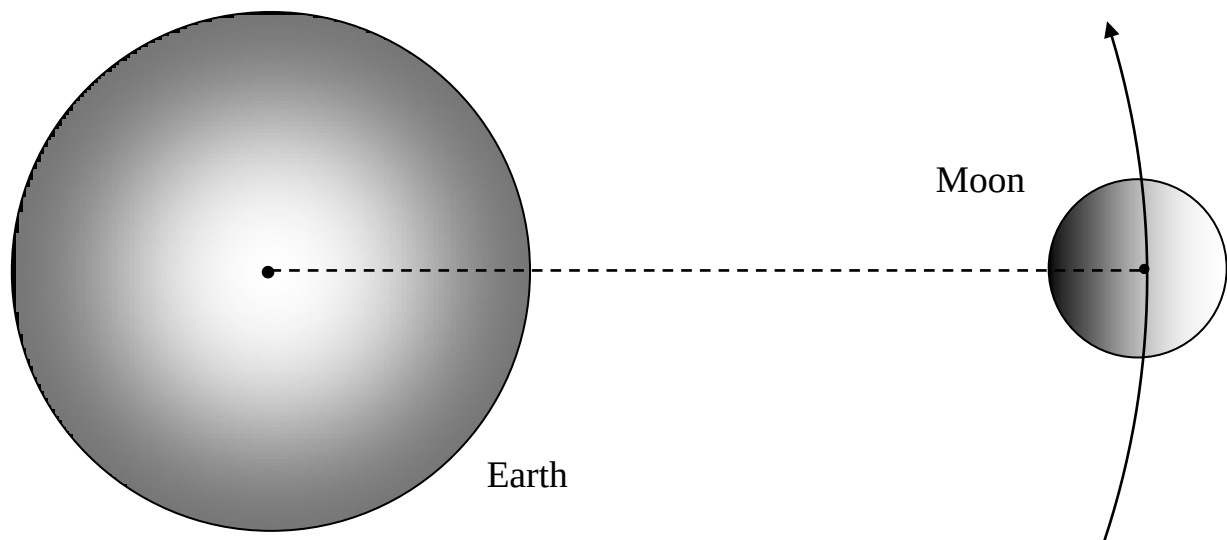


Fig. 6. Rotation of the Moon around the Earth

Despite these differences, space objects in motion and their groups (planets, star systems, galaxies) have acquired a certain regularity in their motion, for example, rotation around their axis and in circumstellar orbits - the action of the force of differential drag of a gas-dust medium with a changing density (density gradient) in a plane perpendicular to the direction of motion of the corresponding objects.

Consider the nature of the rotation of the Sun and the planets of the Solar System relative to the plane of symmetry of the Galaxy. Within the Galaxy, the density of the gas-dust medium depends both on the cluster of star systems and on the formation of spiral arms, which are regions of increased density. As you move away from the plane of the Galaxy, the average density of interstellar gas decreases.

In Fig. 7 and 8 show the solar system in a gas-dust medium with a varying average density (density gradient) relative to the plane of symmetry of the Galaxy.

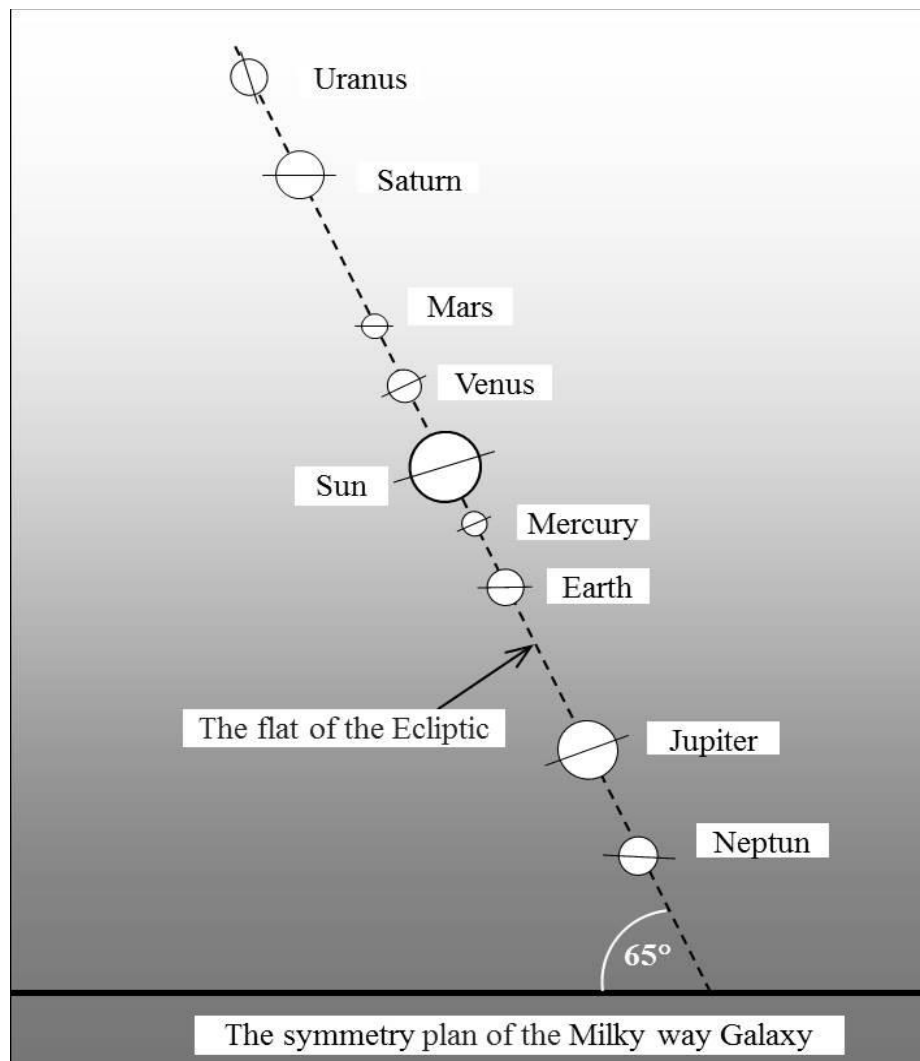


Fig. 7. The inclination of the Ecliptic to the axis of symmetry of the Galaxy

It is noteworthy that the axes of rotation of the Sun and the planets around their own axis are parallel to the plane of symmetry of the Galaxy (or close to it), and the density of the gas-dust medium decreases with a distance from it [4, Fig. 5].

In Fig. 8 shows a view of the Solar System from the Side of the North Star. The dots indicate the north poles of the Sun and the planets. The gravitational potential and, as a consequence, the density of the gas-dust medium of the Galaxy decreases as it moves away from the axis of symmetry of its plane.

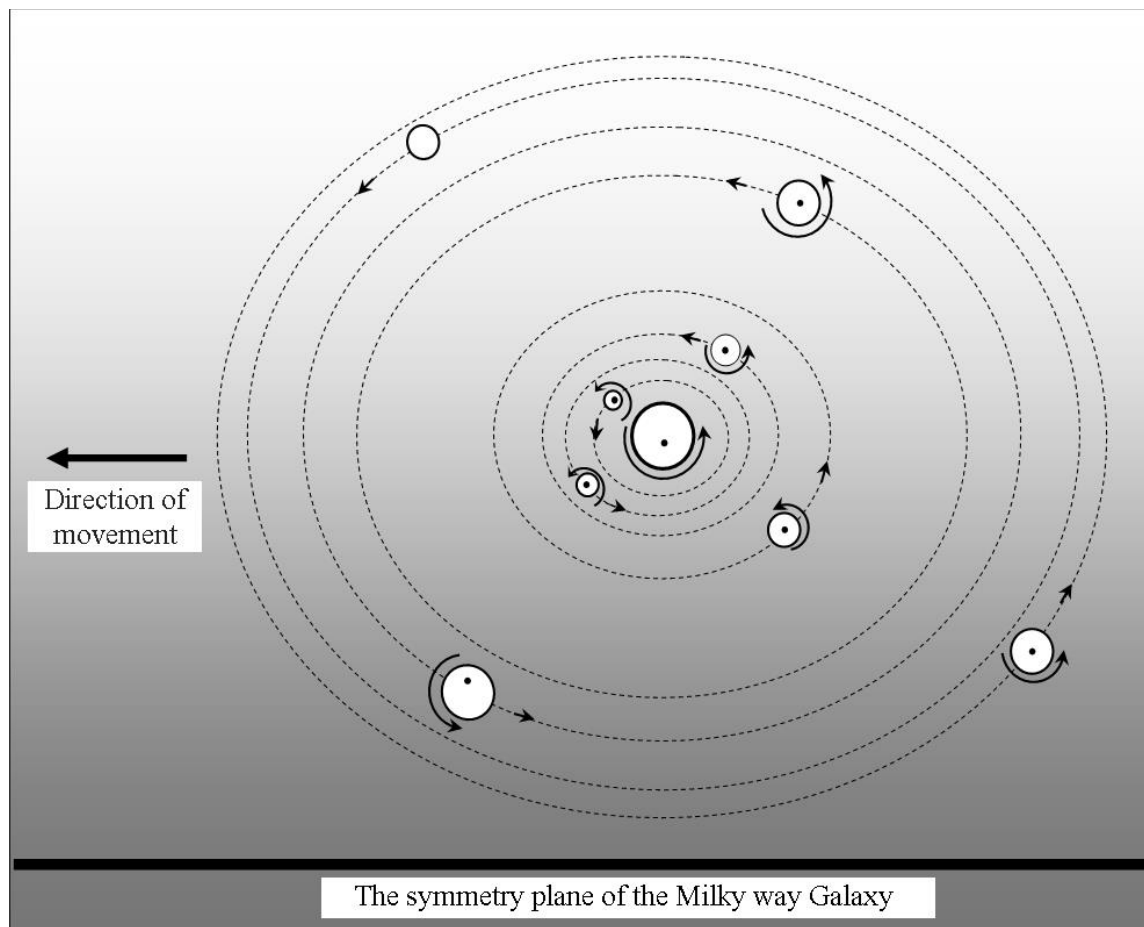


**Fig. 8. Rotation of the Sun and planets in the plane of the Ecliptic
(view from the North Star)**

When the Solar System moves in the direction indicated by the arrow, the Sun and the planets rotate counterclockwise around their axis. The planets of the solar system rotate counterclockwise and in their own orbits. The reason for their rotation both in orbits and around their own axis is to overcome the drag forces of the gas-dust environment of the Galaxy, the density of which varies in a plane perpendicular to the direction of motion of the Solar System.

Let's turn to other known facts related to rotation in the solar system. Within the framework of classical mechanics, the gravitational interaction between two material points of mass M and m is described by Newton's law of universal gravitation:

$$F = GMm / R^2,$$

where: G – the gravitational constant equal to $G = 6.674184 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} \text{ kg}^{-1}$;

R – the radius of the planet's orbit.

The gravitational force between the Sun and the planet is $F_1 = GM_S m/R^2$, and the centrifugal force acting on the planet is $F_2 = mV^2/R$.

The planets are kept in orbit around the Sun due to the balanced gravitational (F_1) and centrifugal (F_2) forces ($F = F_1 = F_2$):

$$F = GM_S m / R^2 = m V^2 / R,$$

where: – mass of the Sun: $M_S = 1.9885 \times 10^{30} \text{ kg}$;

– heliocentric gravitational constant: $GM_S = 132\,712 \cdot 10^{15} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$.

The value of the heliocentric gravitational constant GM_S is confirmed by the calculation of the individual parameters of each of the planets of the solar system, presented in table 2.

Table 2

Planets	Orbit radius R , 10^6 km	Orbital velocity V , km/s	Heliocentric gravitational constant $GM_S = RV^2 \cdot 10^{15} \text{ m}^3/\text{s}^2$
Mercury	57.909	47.87	132 701
Venus	108.209	35.02	132 708
Earth	149.598	29.793	132 787
Mars	227.937	24.13	132 718
Jupiter	778.412	13.06	132 769
Saturn	1 426.73	9.66	133 136
Uranus	2 871.97	6.8	132 800
Neptune	4 498.26	5.44	133 120
Pluto	5 906.36	4.74	132 702

A similar confirmation was obtained for the Earth's geocentric gravitational constant: $GM_E = 398,600 \text{ km}^3/\text{s}^2$ (Table 3).

Table 3

Earth satellites	Satellite orbit radius R , km	Orbital velocity V , km/s	Geocentric gravitational constant $GM_E = RV^2$, km^3/s^2
Moon	384 467	1.02	400 000
Geostationary satellite	42 242	3.07	398 127
ISS	6 772	7.672	398 597

The above regularities generally point to a single mechanism supporting the rotation of the Sun and planets.

These patterns generally indicate a single mechanism that supports the rotation of the Sun and the planets.

Among the existing unsolved questions in science are the features of the rotation of Venus - unlike other planets, it rotates around its axis in the opposite direction.

7. REASON FOR THE REVERSE ROTATION OF VENUS

Why does Venus rotate in the opposite (retrograde) direction, counterclockwise? This question has worried scientists for more than a decade. So far, however, no one has been able to answer it.

There have been many hypotheses, but none of them have yet been confirmed. The peculiarity of Venus is that over its equator at an altitude of 65–70 km the wind constantly dominates with a speed of 100 m/s in the direction of rotation of the shell (crust) of the planet. That is, there is a superrotation (super-rotation) of the atmosphere of Venus - this is the rotation of atmospheric layers at a speed exceeding the speed of rotation of the planet itself.

The higher the pressure of the atmosphere on the surface of a space object, the greater its interaction with the interstellar and interplanetary gas-dust medium and the less interaction of the gas-dust medium in the orbit of the object with its crust.

Radar observations conducted in the USSR, the USA and England since 1961 made it possible to determine the rotation period of the planet Venus [7]. It turned out to be the largest in the solar system: 243.16 days with the reverse (retrograde) direction of rotation. The orbital period of Venus is 225 days.

From the standpoint of the laws of mechanics, the drag force acting on a moving object depends on the density of the oncoming flow of the gas medium, and the rotation of the object depends on the gradient of the density of this medium. In order to understand why the planet carries out the opposite (retrograde - clockwise) rotation around its axis, it is necessary to determine the regularity of the density gradient of the medium in the solar system.

The fact that the rotation of Venus and Earth around their axes are multidirectional suggests that the density gradient at the boundary between the orbits of these planets reverses sign. That is, the density of the interplanetary medium from the Sun to this boundary increases, and then, obviously, decreases, as a result of which the rotation of the Earth around its axis is counterclockwise (Fig. 3a). The low density of the interplanetary medium near the Sun and, as a consequence, the corresponding direction of the density gradient can be explained by the impact on it of powerful solar radiation and the properties of the solar atmosphere.

Let us analyze this question in more detail by presenting a diagram of the motion of Venus in its orbit with a characteristic gradient of the density of the interstellar medium relative to the axis of symmetry of the plane of the Galaxy and the interplanetary medium around the Sun (Fig. 9) explaining its rotation around the Sun counterclockwise.

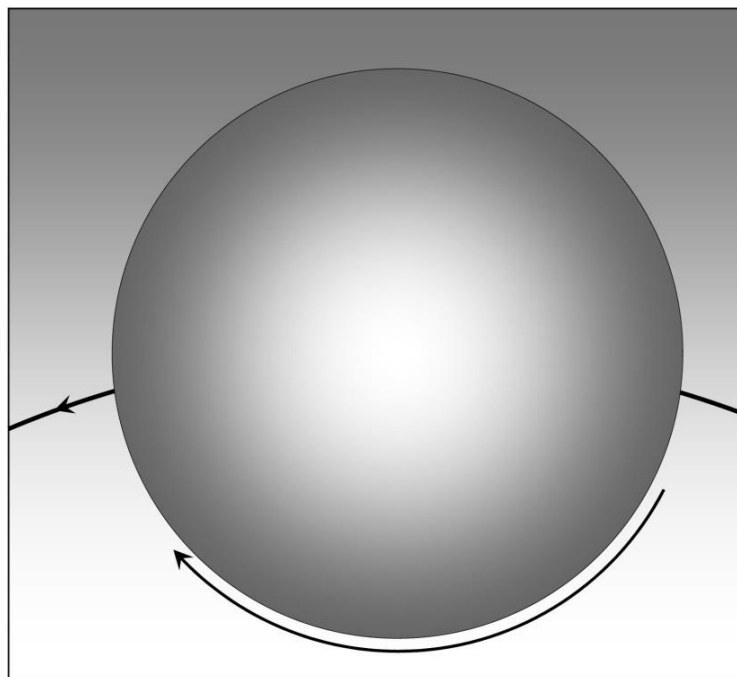


**Fig. 9. Rotation of Venus in an orbit around the Sun counterclockwise
and around its axis clockwise**

Choose at the intersection of the equator of Venus (Fig. 10), for example, position 1 with a meridian of 0 (the point to observe (marked with arrows) at the moment of the highest position of the Sun above the horizon.

When moving in orbit around the Sun, the planet Venus consistently (from position 1 to position 2 - 10) orbits the sidereal period equal to 243 Earth days.

Sequential 1-5 and 5-9 movement of the planet in orbit (the direction of rotation of the planet is shown by spiral hands - in the direction of the clockwise hand) - the solar day of Venus lasting 116.8 two Earth days.

The analysis confirms the spread to Venus of the general pattern of rotation of the planets - rotation around its axis due to the action of differential forces of the drag of the interplanetary medium with the corresponding direction of the gradient of its density.

Thus, the reason for the retrograde direction of Venus' rotation around its axis is not the features of this planet, but the opposite (in comparison with the Earth, Mars and other planets) direction of the gradient of the density of the interplanetary medium in its orbit.

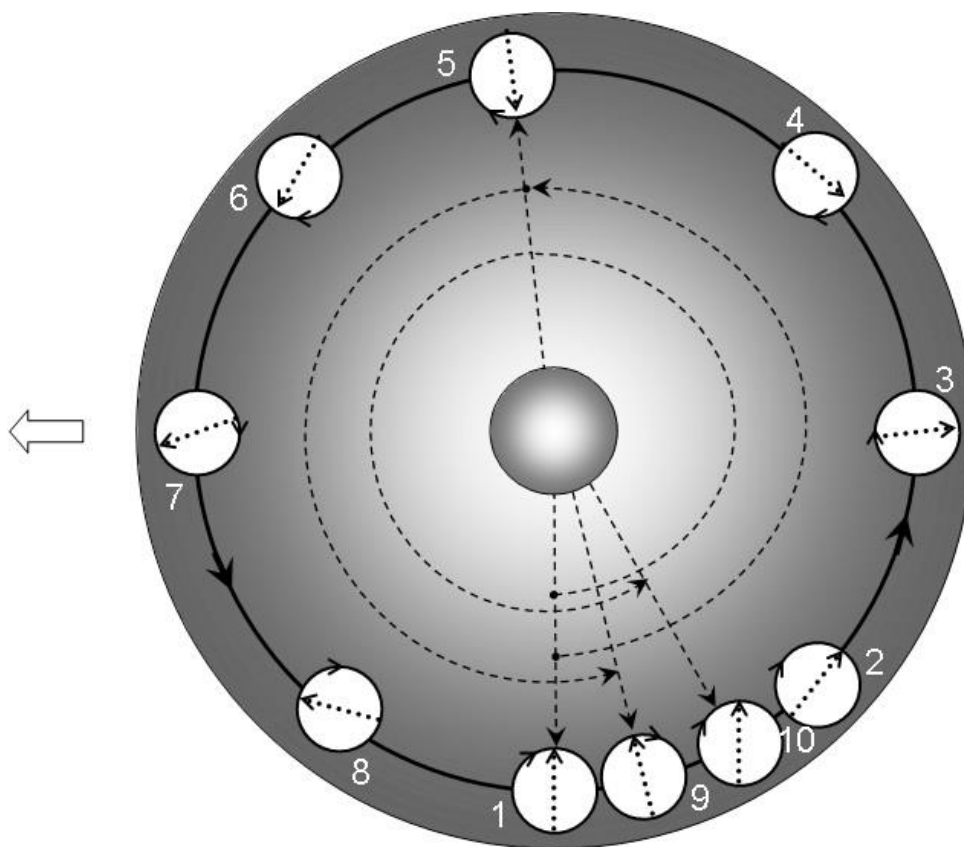


Fig. 10. Rotation of Venus in an orbit around the Sun during the movement of the solar system in the interstellar medium

Figure 10 shows:

- Sidereal period of revolution (sequential movement around the Sun in orbit 1 - 8 with a return to position 1 - 224.7 Earth days;
- Sequential 1-5 and 5-9 movement of the planet in orbit - the solar day of Venus lasting 116.8 two Earth days;
- The movement of the planet 1-10 - the period of rotation around its axis equal to 243 Earth days;
- The direction of rotation of the planet is shown in spiral hands - in the direction of the clockwise direction);
- A white arrow shows the direction of motion of the Solar System (to the left) in the interstellar medium with a density gradient relative to the plane of symmetry of the Galaxy.

8. ROTATION OF THE SUN

Let us consider in more detail the features of the mechanism of rotation of the Sun. If the author determined the mechanism of their rotation relative to the planets of the Solar System, then there were no versions of the causes (mechanism) of the rotation of the Sun itself. There are only observational facts that can be taken as a basis for explaining the reason for the rotation of the Sun. From observations of sunspots, it has long been known that the surface (shell) of the Sun is not a solid body. The book of the Canadian astrophysicist Professor of the University of Montreal J L. Tassul [8] summarizes the results of the long-term development of the theory of the rotation of stars. It is established that the rotation period of the visible outer shell of the Sun varies differentially depending on the heliocentric latitude - the rotation period is minimal at the equator and gradually increases towards the poles. The average rotation period at the solar equator is 25 days. From observations of long-lived sunspots made in Greenwich during 1878-1944, Newton G.W. and Nunn M.L. derived the following formula for daily displacement ((φ):

$$\xi(^{\circ} / \text{cym}) = 14.38^{\circ} - 2.77^{\circ} \sin^2 \varphi.$$

Based on this dependence, the author of the article builds a graph of the differential rotation of the surface (shell) of the Sun (Fig. 11). From the graph it can be seen that the maximum rotation speed of the shell (14.38 °/day) falls on the equatorial part of the Sun (the relative diameter of the parallel is 1.0) due to the greatest rotational torque of the forces created by the resulting force of the drag drag of the gas-dust medium during the movement of the Solar System in the Galaxy. At the same time, the core of the Sun, as well as the cores of the planets, does not rotate. The drag forces of the gas-dust medium weaken with a decrease in the diameter of the parallels, but the total force leading the shell of the Sun into rotation increases accordingly.

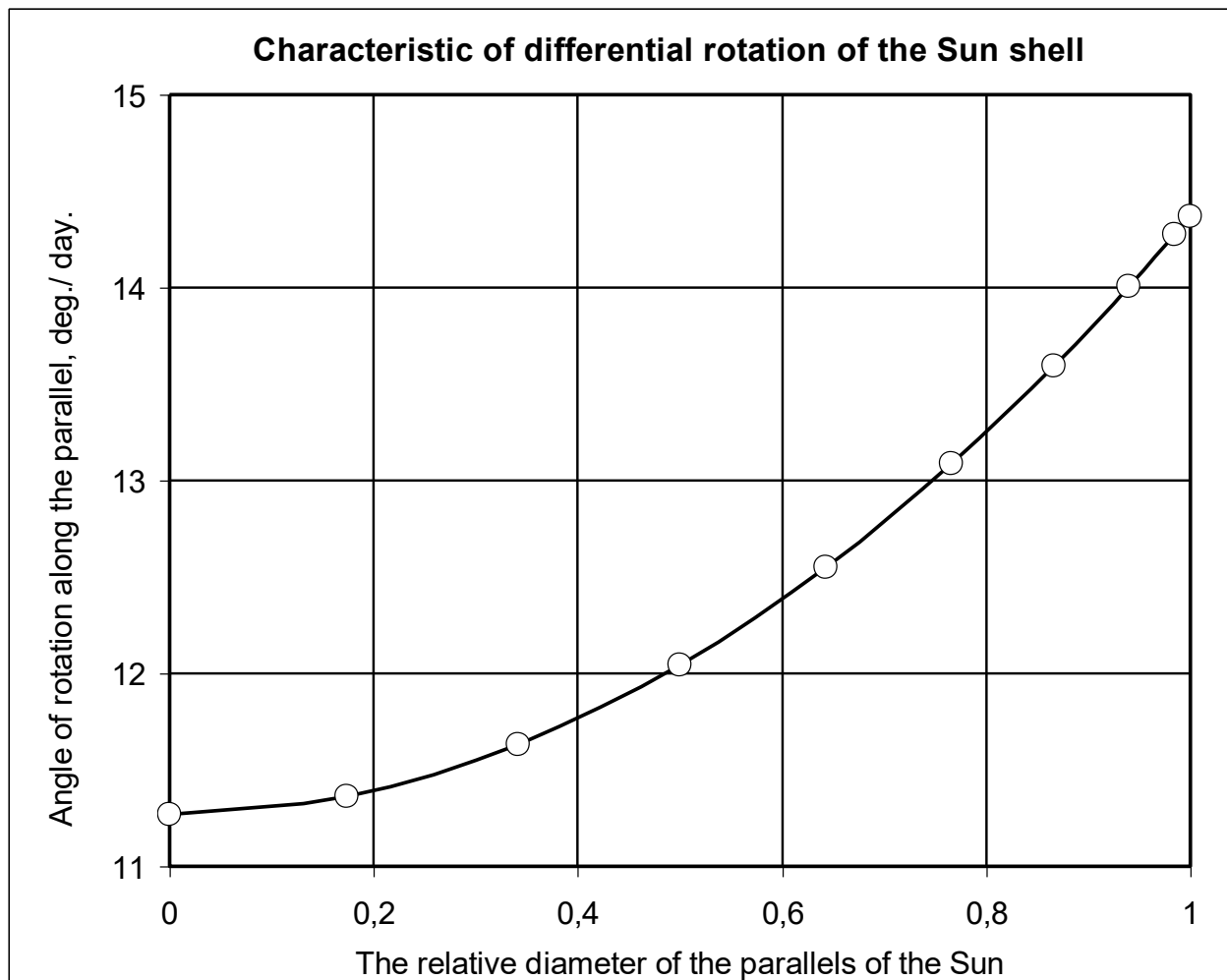


Fig. 11. Characteristic of the differential rotation of the solar envelope

As for the helioseismological studies of the Sun, their results remain doubtful [9] – «The physical conditions of matter on the Sun are relatively mild, and the deviations from the ideal gas equation of state are modest, though still large enough to be investigated using helioseismology. Thus, it may not be unreasonable to hope that even our simple models can provide a reasonable idea of the properties of the solar interior, and this really seemed as discussed in section 5.1.2, at least until the revision of solar abundance (see section 6.2). However, such complacency is clearly naïve, given the potential of the solar interior for complexities far beyond our simple models. As discussed in section 5.1.4, the origin of the current internal rotation of the Sun is not clear... In addition, it should be borne in mind that even relatively successful models, such as model S, show a very significant departure from helioseismic conclusions (see Fig. 39). However, it is possible that the consequences for solar models of the revision of solar composition served as a wake-up call for a revision of the fundamentals of solar modeling.»

In connection with the foregoing, it is preferable to explain the immobility of the (non-rotating) core of the Sun by the stability of the position of the Foucault pendulum.

The forces of the frontal (frontal) resistance of the interplanetary medium with the corresponding gradient of its density similarly support the rotation of the planets of the solar system. There is no other explanation for the rotation of the Sun and the planets of the Solar System. If there is another reason (another mechanism of rotation), then why over billions of years, for example, the differential angle of rotation of all parts of the shell of the Sun has not become equal, the same.

9. ROTATION OF ASTEROIDS

Asteroids of the Solar System are celestial bodies orbiting the Sun with a diameter exceeding 30 meters, which have an irregular shape and do not have an atmosphere. Smaller bodies are classified as meteoroids. Of the approximately one million known asteroids, the largest number is located between the orbits of Mars and Jupiter, in the main asteroid belt. The total mass of all asteroids taken together is less than the mass of the Earth's Moon. It is believed that asteroids with a

diameter of $D > 15$ km have the structure of a «pile of debris», in which asteroids are gravitationally bound clusters without a supposed internal coupling. Consequently, an asteroid from a pile of debris cannot rotate too fast, otherwise the centrifugal force would overcome gravity, which would lead to the disintegration of the asteroid.

The rotation of asteroids, like planets (except Venus) and comets of the solar system, occurs in one direction - counterclockwise, when viewed from the north pole of the world [10], which is also a confirmation of the reason for the continuous rotation of cosmic objects revealed by the author.

From the collected rotation periods, it was found that the rotation rate limit of C-type asteroids (dark carbonaceous objects, the most common class of asteroids), which have a lower bulk density, is lower than for S-type asteroids (a class of asteroids that include objects with a silicon (rocky) composition). This result is consistent with the overall picture of asteroids similar to piles of debris (i.e. lower bulk density – lower rotational speed limit).

Moreover, the distribution of rotational velocities of asteroids the size of $3 < D < 1515$ km shows a steady decrease in frequency for $f > 5$ revolutions per day, regardless of location in the main belt.

10. CONCLUSION

The universe, infinite in time and space, consists of matter whose properties can be known. These are intergalactic gas, dust and gas clusters, galaxies, star clusters, and the interstellar medium (latent mass) that are in a mobile state [4]. Galaxies are giant gravitationally bound systems of stars and star clusters, interstellar gas, and dust. All this can be attributed to nebulae [11].

The constant rotation of a group of space objects, as a rule, in one direction – one of the main mysteries of modern science – is explained by the well-known laws of mechanics, in particular the mechanics of frictional interaction (tribomechanics) with interplanetary and interstellar media.

The determining factor in the rotation of space objects is the gradient of the density of the medium - the differential dependence (change) of the density of the

interstellar and interplanetary medium on the gravitational potential in the zone of their location. For example, the density of air on Earth decreases with altitude, the air becomes more dispersed. A similar pattern, for example, occurs in the Solar System [12].

Based on the laws of mechanics, the proposed approach gave a simple explanation: when space objects (planets, asteroids, the Sun, galaxies) move in an environment with varying density in a plane perpendicular to the direction of their motion, the resulting (differential) force of the frontal (frontal) resistance of the gas-dust medium acts, which supports the continuous rotation of these objects, that is, it balances the frictional force of the medium on the surface of the object, inhibiting its rotation.

The rotation of objects (satellites, planets, stars) in this article means the rotation of the atmosphere, crust, mantle of these objects, and not their cores, which are predominantly stationary relative to the center of the Galaxy due to their fixation by the comprehensive cumulative effect on them of electromagnetic waves emitted by other objects of the Universe. An exception may be some satellites of planets, for example, the Moon, asteroids that do not have molten cores.

THE RESULTS OF THE RESEARCH:

1. The cause and nature of the rotation of space objects are identified and substantiated. The continuous rotation of space objects is ensured by the influence of balancing forces on them:

- the frictional forces of the gas-dust medium on the surface of the object, which inhibits the rotation of the space object;**
- is the resulting differential drag forces of the gas-dust interstellar and interplanetary medium with variable (gradient) density in the corresponding orbit of motion, changing in a plane perpendicular to the direction of motion of the object.**

2. The direction of rotation of the Sun and the planets around the Sun depends on the direction of motion of the Solar System and the density

gradient of the interstellar medium relative to the plane of symmetry of the Galaxy.

3. The direction of rotation of the planets of the Solar System around their axis depends on the gradient of the density of the interplanetary gas-dust medium in the orbit of each of the planets, mainly relative to the Sun.

4. Venus rotates in a retrograde, that is, in the opposite direction relative to other planets. Consequently, the density gradient of the gas-dust medium in the orbit of Venus also has the opposite meaning compared to the density gradient in the orbits of other planets.

5. The nature of the rotation of the planets and the Sun indicates that only their atmosphere, crust, shell and mantle rotate. The cores of satellites, planets, the Sun and other stars are stationary relative to the center of the Galaxy.

6. The forces of friction and differential drag of the gas-dust medium, which prevent the movement and rotation of space objects, depend on its properties in the orbit of the corresponding object.

7. The speed and direction of rotation of a moving space object depends not only on the gravitational potential of the surrounding space acting on it, but also on the totality of the following factors interacting:

- the composition, density and density gradient of the interplanetary medium in the orbit of each object (planet);

- properties of the atmosphere and shells of planets (for example, on Venus, the interplanetary medium interacts with its dense atmosphere, and not with the solid shell of the planet);

- properties of the mantle of the planets (temperature, density, viscosity); – the size, mass and shape of objects.

The author used the theoretical method of physical research, which makes it possible to indirectly know a real object or phenomenon on the basis of studying the corresponding mental model. A numerical assessment of the rotation of space objects, taking into account the real differential density (density gradient) of the environment in which they move, is the subject of a separate study.

References

1. Copernicus N. // On the rotation of celestial spheres. Ed. Nauka, 1964. – 653 p. (Nicolai Copernici torinensis De revolutionibus orbium coelestium. Fac-sim. de l'éd. de: Norimbergae, J. Petreium, 1543). (Bruxelles, Culture et civilisation, 1966).
2. Dewey B.Larson // Nothing but motion: The Structure of the Physical Universe, vol. I:, North Pacific Publishers, Oregon, 1979.
3. Bart P. Wakker, Philipp Richter // Our Growing, Breathing Galaxy // Mysteries of the Milky Way - Scientific American Online - 2004 № 15. – P. 8-17.
4. Shustov B.M. // Hidden mass. What's it? «Science in Russia», 2014, No 3. – S. 54-60. ISSN 0869-7078. (Shustov B.M. // Hidden mass. What is it? «Science in Russia», 2014, № 3. - P. 54-60. ISSN 0869-7078. (in Russian)).
5. George F. Smoot III // Cosmic Microwave Background Radiation Anisotropies: their Discovery and Utilization // Nobel Lecture, December 8, 2006. – P. 113-166.
6. Bronshten V.A. Planets and their observation // 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Nauka. 1979. – 240 p.
7. Goryacheva I.G. // Mechanics of frictional interaction. – M.: Nauka, 2001. – 478 p. ISBN 5-02-002567-4. (Goryacheva I.G. // Mechanics of friction interaction. - Moscow: Nauka, 2001. – 478 p. ISBN 5-02-002567-4. (in Russian)).
8. J.L. Tassoul, Theory of rotating stars (Princeton Series in Astrophysics, Princeton, University Press, New Jersey 1978) (Tassul J.-L. Theory of Rotating Stars // Trans. from English – Moscow: Mir, 1982, 472 p.).
9. Jorgen Christensen-Dalsgaard, Living Reviews in Solar Physics, 2021, 18, Article number: 2.
10. Chang CK., Lin HW., Ip WH. et al. Asteroid spin-rate studies using large sky-field surveys. Geosci. Lett. 4, 17 (2017). (Chang CK., Lin,HW., Ip WH b and others. Studies of the speed of rotation of asteroids using large-scale surveys in the sky. Geosci. Lett. 4, 17 (2017).

11. Nebulae. Physics of Space: A Little Encyclopedia // Ed. by R.A. Sunyaeva. - 2nd ed. – M.: Sovetskaya Entsiklopediya, 1986.

12. Yalovenko S.N. Cherny trek. Part 14.3. The Nature of Physical Phenomena. Invariant. The speed of gravity // Fundamental problems of natural science and technology. Series: Problems of Exploration of the Universe. International Club of Scientists. 2016. t. 37. № 4. S. 373 386.

© V.A. Bulanin, 2022

РАЗДЕЛ II.
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Глава 8.
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ
ОРГАНИЗАЦИЕЙ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ АСПЕКТЫ

Стрижакова Екатерина Никитична

д.э.н., профессор

Стрижаков Дмитрий Валерьевич

к.э.н., доцент

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Аннотация: Современный мир диктует новые условия для управления организацией. Использование традиционных приемов, подходов и методов не позволяет бизнесу быть конкурентоспособным. Авторы в работе постарались раскрыть сущность инновационных методов диагностики организации, формирования и реализации ее стратегии, при этом особое внимание уделено управлению изменениями.

Ключевые слова: управление, стратегия, метод, организация, цель, план

MODERN METHODS AND PRINCIPLES OF ORGANIZATION
MANAGEMENT: THEORETICAL AND APPLIED ASPECTS

Strizhakova Ekaterina Nikitichna

Strizhakov Dmitry Valerievich

Abstract: The modern world dictates new conditions for managing an organization. The use of traditional techniques, approaches and methods does not

allow a business to be competitive. The authors in the work tried to reveal the essence of innovative methods for diagnosing an organization, the formation and implementation of its strategy, while special attention is paid to change management.

Key words: management, strategy, method, organization, goal, plan

Для того, чтобы управлять организацией, на первом этапе необходимо проводить ее диагностику. Для этого менеджерами используются различные методы и модели, на наш взгляд одной из самых наглядных и, в тоже время, дающих объективные и точные результаты, является модель шесть ячеек Вайсборда. Согласно данной модели организация представляет собой открытую систему, состоящую из шести основных ячеек:

- 1) цель организации;
- 2) структура;
- 3) вознаграждение;
- 4) вспомогательные механизмы;
- 5) взаимоотношения;
- 6) лидерство (рис.1).

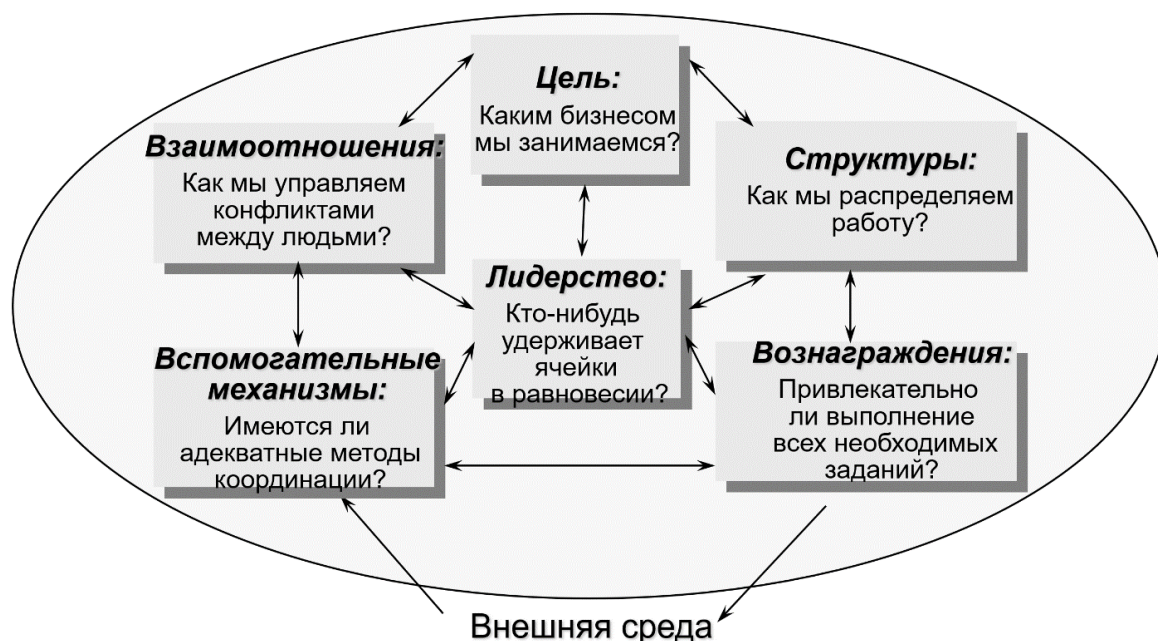


Рис.1. Модель шесть ячеек Вайсборда [1]

Процесс диагностики системы происходит в следующей последовательности: «цель → структура → вознаграждение → вспомогательные механизмы → взаимоотношения → лидерство». При этом происходит сопоставление того, насколько восприятие сотрудников и реальное положение дел соответствует идеальному варианту.

Главной ячейкой данной модели является лидерство, таким образом в процессе сканирования необходимо получить ответ на вопрос, кто управляет организацией и удерживает ее в равновесии. Однако, как известно, формальные и неформальные лидеры могут не совпадать, а также многие процессы и их видение на разных уровнях быть различными, так, например, руководство может считать систему мотивации оптимальной, в то время как работники, к которым она применяется, могут полагать ее несправедливой. Именно поэтому российские ученые Татарченко Л. и Филонович С. внесли существенное дополнение в указанную модель: при исследовании и диагностике организации следует разделять формальные и неформальные аспекты системы. Формальные представляют собой те механизмы или управляющие воздействия, которые должны присутствовать, а неформальные – реально существующие в настоящее время в организации (табл.1).

Таблица 1

Анализ «шести ячеек» модели М. Вайсборда [2]

«Ячейки»	Формальная система (что должно быть сделано)	Неформальная система (что и как реально происходит)
Цель организации	Формулировка понятных и достижимых целей	Соглашения относительно целей между заинтересованными сторонами
Структура	Тип ОСУ (линейная, функциональная, матричная)	Реальное распределение обязанностей, ответственности и функций
Вознаграждение	Определить, что представляет собой формальная (явная) система вознаграждения	Как сотрудники оценивают систему вознаграждения? В чем заключается неявное, психологическое вознаграждение?

Продолжение таблицы 1

Вспомогательные механизмы	Определить, как осуществляется планирование, бюджетирование, контроль, управление информацией и т.п.	Как используются эти механизмы? Как они реализуются на практике? Кто и как нарушает работу этих механизмов?
Взаимоотношения	Определить, кто с кем и по каким вопросам должен контактировать в организации	Какой характер имеют взаимоотношения между сотрудниками в реальности? Насколько эффективны взаимоотношения? Способы управления конфликтами?
Лидерство	Определить, какие функции выполняют (чем управляют) менеджеры высшего уровня	Как работают менеджеры? Насколько формализовано лидерство?

На следующем этапе управления организацией происходит разработка стратегии. Стандартным способом является SWOT-анализ, позволяющий оценить сильные и слабые стороны организации, ее возможности и угрозы со стороны внешней среды. На наш взгляд, следует использовать более совершенные инструменты, одним из которых является «5-П» стратегия, предложенная Г. Минцбергом в 1987 году. С точки зрения Минцберга, существующие трактовки термина «стратегия» являются неполными, соответственно, и при их разработке менеджеры упускают разнообразные важные составляющие. Согласно автору, стратегии и их создание должно базироваться на пяти основных подходах:

- 1) план (plan);
- 2) прием (ploy);
- 3) принцип поведения (pattern);
- 4) позиция (position);
- 5) перспектива (perspective).

Разработка стратегии как плана основывается на стратегическом планировании, главными элементами которого является формулирование миссии организации и долгосрочных целей. Создание миссии не только

позволяет выделить основные направления деятельности, но и сформировать долгосрочное видение смысла существования организации, ее предназначение, сути и принципов деятельности. Миссия создаётся в расширенном варианте, а также кратком - кредо. Расширенный вариант миссии обычно содержит цель деятельности компании, основные принципы, стиль, определенные обязательства по отношению к клиентам, акционерам, деловым партнерам, персоналу, обществу. Данный вариант миссии должен быть не очень длинным, не превышать 4-5 предложений, при этом вызывающим доверие со стороны всех заинтересованных лиц, однозначно трактоваться быть четким, понятным и при этом вдохновляющим и мотивирующим. Расширенный вариант миссии обычно используется внутри компании, а краткий – для публикации во внешних источниках информации. Краткий вариант миссии также должен быть четким и понятным, иметь однозначную трактовку, а также быть запоминающимся, должен помогать выделять компанию из ряда ее конкурентов. После формулировки миссии следует произвести ее декомпозицию по уровням. Так, например, компания Вкусвилл приводит следующую формулировку миссии на своем сайте: «Мы предлагаем людям натуральные здоровые продукты, честное отношение, а также дарим положительные эмоции. Мы получаем удовольствие от работы, а также помогаем нашим партнерам развиваться вместе с нами» [3]. Ниже приведена декомпозиция миссии компании по ценностям: честность, доверие, ответственность, взаимопомощь, достойная работа, социальная значимость. Использование данного приема позволяет связать во едином стратегические цели и миссию компании.

Разработка стратегии как приема позволяет компании использовать неожиданные приемы и стили поведения в бизнесе, которые конкуренты не могли бы ожидать от вашей компании. Иногда данный подход переводится как «уловка», что отражает использование определенных хитростей в процессе разработки стратегии. Такого рода уловками можно считать внезапное для конкурентов снижение цены на продукцию или разработку,

получение патента на инновационную технологию с последующей ее коммерциализацией. Однако следует отметить, что использование приемов должно дополнять основную стратегию компании и не использоваться как инструмент долгосрочного планирования стратегии.

Подход, предполагающий использование принципа поведения как основы для разработки стратегии основан на выявлении повторяющихся действий, шаблонов, следование которым уже позволило прийти компании к успеху. Например, использование бесплатной доставки вне зависимости от суммы заказа во время пандемии коронавируса позволило компании Wildberries стать безоговорочным лидером в своей отрасли: «выручка «Вайлдберриз» по итогам 2020 года, когда рост рынка e-commerce ускорила пандемия, увеличилась на 45,2%, до 169,77 млрд рублей» [4].

Использование подхода к формированию стратегии «позиция» основывается на методах, принципах и алгоритмах, следование которым позволит компании завоевать определенную долю рынка. Непосредственно позиция указывает, где компания находится относительно конкурентов в настоящее время, за счет чего планирует изменить свое положение. Можно выделить такие примеры позиций, как продажа продукции по самой низкой цене на рынке или, напротив, самой высокой, работа только с определённым сегментом рынка, например, продажа одежды для беременных женщин.

Разработка стратегии как перспективы основана на одновременном использовании двух разных точек зрения. Перспектива одновременно – это «взгляд вниз, на отметку "х", указывающую место встречи товара с покупателем, и вовне — на внешний рынок» и «обращена внутрь — внутрь организации, ..., но одновременно и вверх — в большое будущее предприятия» [5]. Следует отметить, что разработка стратегии как перспективы будет успешной, если все работники организации ее придерживаются.

Использование каждого из методов позволяет предприятию разработать максимально эффективную стратегию, учитывающую сильные и слабые стороны организации.

На следующем этапе управления организацией происходит установление целей. Как известно, стратегические цели должны прямо следовать из миссии, а также удовлетворять определенным требованиям. Методика установления целей в соответствии с указанными критериями получила название SMART – по первым буквам названия каждого из критерия на английском языке. Первый критерий носит название Specific, что в переводе на русский язык означает специфичный, конкретный или ясный. В соответствии с этим критерием устанавливаемые цели должны быть четкими, понятными, имеющие непосредственное отношение к компании. Второй критерий носит название Measurable – цели должны быть измеримыми. Соответствие этому критерию предполагает, что цели не должны быть абстрактными, они должны иметь четко измеримое значение в абсолютных или относительных величинах. Третий критерий называется Achievable, соответственно, цели должны быть достижимыми или достигаемыми. В соответствии с этим критерием цели должны быть с одной стороны очень значимыми для компании, находиться на границе ее возможностей, но с другой – компания должна иметь возможность их достичь. При выполнении данного критерия необходимо осуществить соблюдение баланса между возможностями, ресурсами, потенциалами и желаниями, между сложностью в достижении целей и легкостью в этом процессе. Четвертый критерий называется Relevant – релевантный, уместный, актуальный. Для того, чтобы цели удовлетворяли указанному критерию, они должны быть согласованы между собой, ресурсами и, конечно, содействовать выполнению миссии организации. Пятый критерий носит название Time bound, в соответствии с ним цели должны быть точно определены по времени. Следует устанавливать не только конечные сроки достижения стратегических целей, но и более короткие временные промежутки для оперативных и тактических целей и подведения промежуточных итогов и, при необходимости, внесения корректировок или осуществления управленческих воздействий.

Основными движущими силами современной экономики, ориентированной на устойчивое развитие как конкретной страны, так и отдельно взятой фирмы являются знания, изменения и глобализация конкуренции.

Если в отношении глобализации можно констатировать лишь возможность адаптивных мероприятий, программ, действий, поскольку повлиять на нее даже ведущим развитым странам мира практически невозможно, то в отношении знаний и изменений ситуация совсем иная. Стремительно меняющийся мир, повсеместная цифровизация, машинное обучение, аддитивные технологии, искусственные нейросети, интернет вещей, всеобъемлющий и вездесущий интернет – все это и многие другие реалии современных условий ведения предпринимательской деятельности накладывают отпечаток на стратегию развития фирмы в любой сфере деятельности. Умение воспользоваться уже имеющимися технологическими, продуктовыми, процессными преимуществами, иметь возможность разработать и внедрить новые, подготовиться и адаптироваться к перспективным направлениям развития обеспечивают менеджмент знаний и менеджмент изменений фирмы.

Как ни парадоксально, но стремление предпринимателей к состоянию равновесия является пагубной чертой, которую требуется искоренить, поскольку в нынешних реалиях жизни это путь к стагнации и закрытию бизнеса.

Организация ведения бизнеса, ориентированная на непрерывную генерацию изменений разного уровня - от распорядка рабочего дня до уровня стратегии, ориентация на постоянный поиск новых знаний, защиту и умелое использование имеющихся перспектив, является на сегодняшний день обязательным атрибутом эффективной фирмы, нацеленной на устойчивое развитие бизнеса и свою конкурентоспособность в будущем.

Если 50 лет назад основу капитализации фирмы составляли в основном осязаемые, материальные активы, то на сегодняшний день до 95 %

капитализации составляют неосязаемые, так называемые нематериальные ценности. Это и стоимость патентов на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, также стоимость гудвилл (деловой репутации), ноу-хау, товарных знаков, знаков обслуживания, программ и других результатов интеллектуальной деятельности. Таким образом, обязательным условием стратегии долгосрочной конкурентоспособности фирмы и ее устойчивого развития является обеспечение генерации новых знаний, а также их эффективное использование в своих бизнес-процессах. При этом под эффективным использованием подразумевается и возможность передачи или продажи знаний посредством лицензий, участие в совместных предприятиях, вертикальной и горизонтальной интеграции, бизнес-наставничества и т.п.

Главное, что остается неизменным, — это непрерывная генерация знаний, их эффективная защита и наиболее выгодное для фирмы их использование.

К сожалению, большинство хозяйствующих предприятий и организации России находятся только на начальном этапе формирования бизнеса, ориентированного на знания. Но осознание проблемы и объективной потребности в изменениях уже является первым шагом к позитивной трансформации. По крайней мере без попыток изменений шансов обеспечить конкурентоспособность не остается. Подтверждением данных слов может быть ответ на следующий вопрос «в каких видах экономической деятельности есть российские предприятия способные неравных конкурировать с ведущими зарубежными фирмами?». Ответ очевиден, что в очень немногих, касающихся прежде всего оборонно-промышленного комплекса, космоса и авиастроения.

Таким образом, как для Российской Федерации в целом, так и для любого региона России, отдельно взятой фирмы стратегически важно пройти путь к созданию эффективного механизма управления знаниями.

Если на уровне государства - это прежде всего обеспечение государственного заказа, формирование инфраструктуры поддержки, программы стимулирования создания и защиты результатов

интеллектуальной деятельности, трансферт знаний и технологий, то на микроуровне отдельно взятой фирмы - это организация ведения бизнеса по типу «организация-наставник».

«Организация-наставник» является наиболее желаемым способом ведения бизнеса, неким финальным результатом трансформации фирмы на пути организации эффективного управления знаниями.

Прежде чем достичь состояния «организации-наставника», «организации-тренера», необходимо пройти ряд других стадий.

Первая стадия – это «обучающаяся организация». В данной организации на особом месте находится процесс повышения квалификации действующего штата работников. Процесс обучения является непрерывным и обязательным для каждого, но он не сводится к состоянию «процесс ради процесса». Обучение означает, что учатся все, и каждая полученная дополнительная единица знаний имеет и создает новую ценность.

Следующим после «обучающейся организации» шагом является «обучающая организации». «Обучающая организация», помимо организации процесса обучения всех своих сотрудников выходит на уровень, при котором ее сотрудники способны обучать своих деловых партнеров. Обеспечение эффективного сотрудничества на основе организации наиболее продуктивного взаимодействия является целью данного обучения, что не маловажно, в процессе данного обучения фирма учится сама.

И, наконец, целевой стадией организации эффективного менеджмента знаний является «организация-коуч», «организация-тренер», «организация-наставник». Даная организация непрерывно обучает своих штатных работников, партнеров по бизнесу, получает дополнительные знания при обучении бизнес-партнеров, выступает для своих бизнес-партнеров тренером, наставником, обеспечивающим, чтобы деловые контакты, по крайней мере с фирмой-наставником, были взаимовыгодными и оптимальными, с учетом возможных рисков и их последствий. Данная фирма, «воспитав» своих бизнес партнеров, клиентов продолжает их опекать в дальнейшем. Здесь

немаловажно отметить, что в процессе обучения и взаимодействия с бизнес-партнерами, клиентами сама «фирма-наставник» может выступать в роли «опекаемой организации», но уже в моделях управления знаниями своих партнеров.

Итак, организация эффективного управления знаниями является обязательным условием и двигателем устойчивого развития фирмы. Следующим условием являются изменения, организация эффективного менеджмента изменений.

Под термином «изменения» будем понимать процесс, включающий ряд мероприятий, обеспечивающих переход от одного состояния («старого») к новому в соответствии с представлением о желаемом будущем. Термин охватывает и процесс, и результат, и перечень мероприятий, необходимых для этого.

Немаловажный аспект состоит в том, что изменения должны приносить дополнительную стоимость, ценность для фирмы.

Спрашивается, что является объектом для изменений? Ответом на поставленный вопрос может служить концепция «Кайдзен» - ничто не является статичным, все должно подвергаться постоянному пересмотру. Изменяться должны все аспекты деятельности фирмы. По крайней мере, как минимум, анализироваться на предмет сроков, когда этим изменениям необходимо наступить. Изменения затрагивают оргструктуру, стратегию, систему администрирования и управления, бизнес-процессы и персонал, корпоративную культуру, производство и т.п. Они могут выражаться в изменениях технологии, товарах и услугах, стратегии, структуры, ценностей, ожиданий, установок, убеждений, политики, целей, вознаграждений.

Модель управления изменениями Дж. Коттера предлагает следующий алгоритм внедрения изменений в организации (рис.2).

На первом этапе необходимо создать ситуацию объективной потребности в изменениях, в свою очередь также необходимо акцентировать, что удовлетворение данной потребности является крайне срочным мероприятием.

На втором этапе желательно создать группу, команду единомышленников, которые в дальнейшем будут генерировать идеи для дальнейших изменений.

На третьем этапе необходимо создание видения перемен, провести описание целевого состояния, как результата изменений.

На четвертом этапе необходимо сформировать понимание «видения» у сотрудников, созданного на предыдущем этапе. Это видение должно иметь возможность корректировки с учетом их мнения в процессе обсуждения. Основная задача на данном этапе – формирование состояния понимания, согласия, разделения и поддержки «видения» у сотрудников фирмы.



Рис. 2. Модель управления изменениями Дж. Коттера [6]

На пятом этапе необходимо приложить все силы на устранение препятствий и сопротивление изменениям, минимизировать последствия или нейтрализовать сценарий «подрыва» изменений как внутри, так и вне фирмы.

На шестом этапе важно провести декомпозицию, разделив конечную цель в конкретных изменениях на ряд промежуточных целей на пути к главной. Создание ощущения у сотрудников о том, что путь верен, придает уверенность в том, что он необходим и цель достижима.

На седьмом этапе успешный опыт изменений распространяется на всю организацию.

На восьмом этапе результаты изменений формализуются и переходят из статуса нововведений в статус регламентов и стандартов. На этом этапе важно создать эффективную систему достижений и вознаграждений, чтобы каждый сотрудник понимал причинно-следственную связь усилий и вознаграждения, а также конечную эффективность проводимых изменений.

При организации менеджмента изменений необходимо помнить о трех стратегически важных элементах: контекст изменений, содержание изменений, процесс изменений. Также, нельзя забывать, что по своей сути изменения являются инновацией, соответственно, гарантировать успех по их внедрению никто не в состоянии. Но это совсем не означает, что необходимо отказываться от изменений и инноваций, небольшая часть достигших положительного результата изменений компенсирует все расходы и издержки, связанные с усилиями по всем направлениям изменений и, самое главное, обеспечит конкурентное положение фирмы.

Готовность к изменениям, стремление к ним является признаком эффективной современной организации.

Методы организационных изменений часто подразделяют на три группы: ориентированные на персонал и корпоративную культуру; ориентированные на задачи и технологии; ориентированные на стратегию и структуру.

Методы, ориентированные на стратегию и структуру, решают, прежде всего вопрос создания адаптированной к изменениям структуры и стратегии организации.

Стратегически важно создать бизнес-систему, объединяющую операционную, проектную и инновационную деятельность фирмы. Данная система должна быть нацелена на достижение долгосрочных целей, в соответствии с установками собственников, а также должна быть способна находиться в состоянии непрерывного поиска улучшений, и при необходимости иметь возможность внесения корректив как в конкретные бизнес-процессы, так и стратегию в целом.

Список литературы

1. Попова Л.Ф. Роль организационной диагностической модели в системе управления адаптацией предприятия // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2013. № 5 (49). С. 85-90.
2. Татарченко Л., Филонович С. Проблемы системной диагностики целевой компании при планировании сделок M&A // Слияния & поглощения. №4 (26). 2005.
3. Официальный сайт компании Вкусвилл, <https://vkusvill.ru/mission/>
4. Официальный сайт Oborot, <https://oborot.ru/news/pribyl-wildberries-vyroslo-pochti-v-7-raz-i-156071.html>
5. Минцберг Г., Альстранд Б., Лампель Ж. Стратегическое сафари. Экскурсия по дебрям стратегического менеджмента. – М.: Альпина Паблишер, – 2017. – 550 С.
6. Официальный сайт Bitobe, <https://blog.bitobe.ru/category/management/>

Глава 9.

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ АКТИВИЗАЦИИ ЛОКАЛЬНЫХ
РЫНКОВ НЕПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ ОЧИЩЕННЫХ СТОКОВ**

Крупина Надежда Никифоровна

д.э.н., профессор

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский

государственный аграрный университет»

Аннотация: Дефицит пресной воды формирует понимание сточных вод как недооцененного и упускаемого экономического ресурса для получения непитьевой воды и активизации ее рыночного оборота. С позиции экосистемного подхода уточнены ключевые понятия и обоснована авторская концепция локального рынка непитьевой воды (предпосылки активизации хозяйственного оборота, виды потерь, показатели водоемкости общественного продукта, границы, масштабы, функции, участники, потребители, факторы ценообразования). Обсуждена роль домохозяйств и государственного администрирования в бережливом водопользовании. Представлена модель инфраструктуры рынка. Используются сравнительный графический, статистический и логический анализ, абстрагирование.

Ключевые слова: водопользование, непитьевая вода, потребительская ценность, локальный рынок, инфраструктура, стоки, водоочистка, производственные возможности водопользования, цифровизация.

**CONCEPTUAL BASIS THE ACTIVATION OF LOCAL MARKETS FOR
NON-DRINKING WATER FROM TREATED WASTEWATER**

Krupina N.N.

Abstract: The shortage of fresh water forms the understanding of wastewater as an undervalued and overlooked economic resource for obtaining non-drinking

water and activating its market turnover. From the position of the ecosystem approach, the key concepts are clarified and the author's concept of the local non-drinking water market is substantiated (prerequisites for the activation of economic turnover, types of losses, indicators of the water capacity of the public product, boundaries, scales, functions, participants, consumers, pricing factors). The role of households and public administration in lean water use is discussed. A model of the market infrastructure is presented. Comparative graphical, statistical and logical analysis, abstraction are used.

Key words: water use, non-drinking water, consumer value, local market, infrastructure, wastewater, water treatment, production capacity of water use, digitalization.

1. Предпосылки активизации оборота непитьевой воды

Пресная вода – незаменимое экосистемное благо, ограниченный, конечный, уязвимый и жизненно важный ресурс для выживания человечества и обеспечения здоровья людей. Ее дефицит связан с увеличением численности населения, урбанизацией, экономическим ростом, глобализацией торговли, изменением климата, интенсивным загрязнением окружающей среды [1]. Он вызывает кризисы и социальные катастрофы, экологический ущерб, «водный след», локальные конфликты [2-3].

Возрастающая ограниченность и неравномерность территориального распределения водных ресурсов актуализирует активизацию локальных рынков непитьевой воды. Водосберегающее поведение определено приоритетом национальной водной политики, что отражено в Водном Кодексе России, Водной Стратегии, федеральном проекте «Чистая Вода».

Гипотеза исследования: *рост стоимости и дефицит пресной воды, неодолимость ее потерь, необходимость превентивного сохранения и устойчивого воспроизводства водных ресурсов ориентируют общество на максимальную замену пресной воды питьевого качества в хозяйственных*

процессах на непитьевую воду. Рост экономического оборота ресурса предполагает использование нетрадиционных «серых вод» и развитие соответствующей рыночной инфраструктуры посредством комплекса организационно-административных мер стимулирования усилий всех заинтересованных сторон, не исключая инструменты понуждения.

Теоретико-методологической базой обоснования авторской гипотезы послужили фундаментальные и прикладные исследования в области водопользования и водных рынков, статистические и литературные данные. Развитие локальных рынков непитьевой воды оценивается как востребованная экосистемная услуга, как необходимое условие обеспечения национальной водной безопасности и конкурентных преимуществ России.

В силу объективной ограниченности пресной воды общество должно осознанно делать выбор между альтернативными продуктами (рис. 1). Для питьевой и непитьевой воды граница этих возможностей соответствует линии АБВГ, если не развивать рынок непитьевой воды, то максимальный объем питьевой воды будет соответствовать точке А, но если продуманно развивать оба рынка, то можно получать объемы двух благ в пропорциях, соответствующих точкам Б и В. При условии полного и технологически эффективного использования водного ресурса не возможно увеличить выпуск одного блага, не сократив производство другого блага. Любая точка внутри границы (Д) означает неполное или неэффективное использование ресурса, прежде всего, потери воды. Позиция за пределами границы (Е) означает недостижимую ситуацию водной экспансии.

При любых условиях должна обеспечиваться социальная норма водопользования, воспроизводство ассимиляционного потенциала природных водоемов, поддержание требуемого качества отводимых стоков. Операторы должны минимизировать издержки в «рентабельных» бизнес-процессах водоснабжения питьевой водой из традиционных источников, в большей степени отвечающих механизму рынка, а также оптимизировать совокупные издержки по всем водопотокам. Снижение прибыли в одном из звеньев логистической сети допустимо при условии, что это повлечет увеличение прибыли всей системы в целом.

В докладе (WWDR 2015) «Сточные воды: неиспользованный потенциал» эксперты ООН призывают поменять отношение к огромному количеству выбрасываемых ежедневно в окружающую среду сточных вод не как к дорогостоящей проблеме, а как к недооцененному ресурсу и увеличивать инвестиции в технологии очистки и повторного использования воды.

Определим ключевое понятие – *непитьевая вода*. Питьевая вода – это вода, в которой бактериологические, органолептические характеристики и показатели химических веществ находятся в пределах норм питьевого водоснабжения. Нормативного определения непитьевой воды нет.

А – полное отсутствие рецикла водного ресурса

Г – полное использование рецикла воды

Б, В – результативное использование первичного и вторичного ресурса

Д – наличие существенного резерва водного ресурса

Е – рекреационная дигрессия

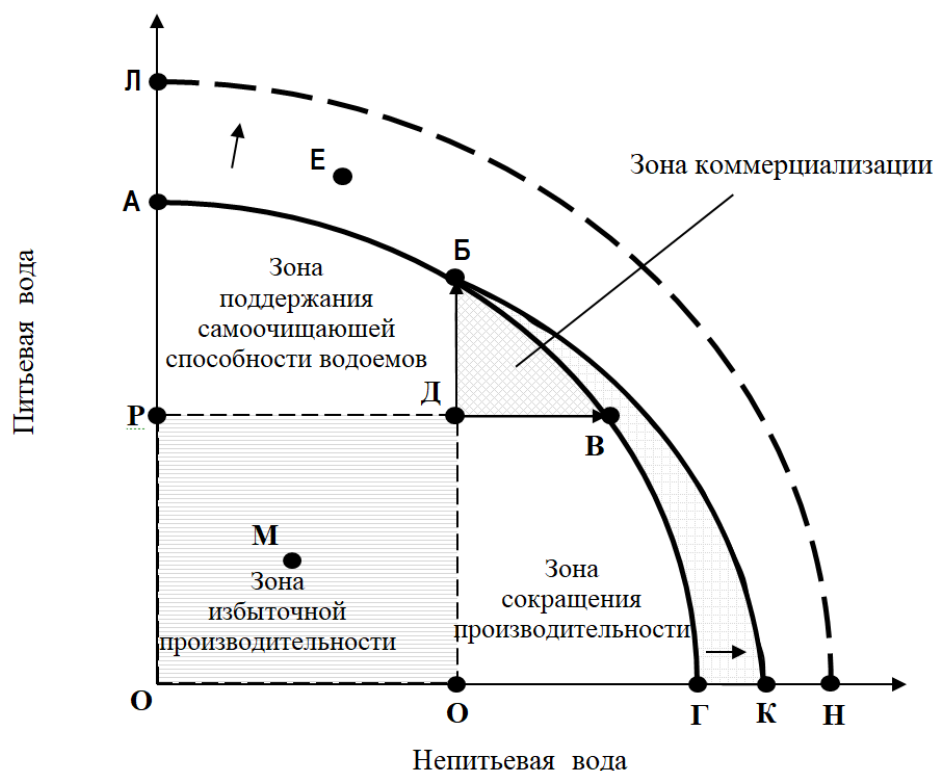


Рис. 1. Кривая производственных возможностей в системе водопользования (составлено автором)

В толковом словаре ее определяют как воду, подаваемую с использованием централизованной или нецентрализованной системы водоснабжения, которая не предназначена для питья и приготовления пищи. В действующих стандартах ресурс представлен как: а) вся вода, кроме питьевой и минеральной лечебной; б) кондиционированная вода, полученная из любого источника и применяемая в обрабатывающей промышленности; в) влага, которая обязательно проходить подготовку, чтобы ее состав и характеристики соответствовали стандартам или техническим условиям. По ГОСТ 25151-82 выделяют 10 категорий - исходную, питьевую, производственную, прямоточную, последовательно используемую, оборотную, подпиточную, условно чистые, очищенные и используемые повторно сточные воды.

По ГОСТ 17.1.1.04-80 по целям водопользования воду подразделяют на питьевую, техническую, теплоэнергетическую, промышленную и минеральную. На этом основании определим, что **«непитьевая вода»** - это любая пресная вода непитьевого качества, безвредная для человека и живых организмов, используемая как ресурс в экономической деятельности для хозяйственно-производственных и технологических нужд без негативных последствий для операционных процессов (например, агрессивной коррозии, солевых отложений, аварийного режима работы).

В целом общие требования к ресурсу следующие:

- водородный показатель pH в среднем составляет 5,5;
- отсутствие запаха и цвета, стабильность;
- сухой остаток должен быть как можно ниже;
- взвешенные вещества менее 5 мг/л (прозрачная вода);
- жесткость (мг-эквивалент/л): очень мягкая $\leq 1,5$; мягкая 1,5-3,0; средняя 3,0-6,0; жесткая 8,0-10,0; очень жесткая $> 10,0$;
- показатель окисляемости должен быть достаточно высоким;
- не должна способствовать развитию биологических обрастаний.

По мере восстановительного роста экономики и дефицита пресной воды общая потребность в непитьевой воде будет поступательно нарастать. Так, ежегодно на весеннюю очистку Москвы расходуется до 35 млн. м³ воды, а при строительстве жилья для приготовления 1 м³ бетонной смеси требуется 170 л

воды. Минимально необходимое водопотребление воды для нужд экономики и сохранения окружающей среды составляет 1700 куб. м в год. Основные потребители непитьевой воды – объекты публичного потребления для помывочных и поливочных работ, тушения пожаров (рис. 2). Потенциальные потребители – домохозяйства, которые в силу ограниченного дохода будут стремиться использовать техническую воду в ежедневных помывочных процессах. Перспективы открывает мировая практика утилизации дождевой воды: годовая потребности домохозяйств в 7300 млн. м³ пресной воды может быть покрыта в объеме 1600–2000 млн. м³ за счет дождевой воды. Реализация технологии сбора и хранения ливневой воды в городах может удерживать до 20% стоков, а установка дождевых резервуаров – сэкономить до половины объема потребляемой в городах воды.

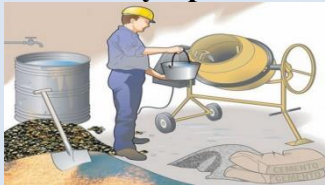
Сфера гражданского назначения (публичного жизнеобеспечения) 	Строительная индустрия 	Технические нужды 
– автомойки, мойка автобусов, вагонов, улиц, окон, зданий; – общественные туалеты; – очистка мостовых и тротуаров, – мойка памятников и скульптур; – фонтаны, декоративные водопады; – тушение пожаров и санитарно-гигиеническая очистка территории; – кондиционирование воздуха в общественных и жилых зданиях; – уборка промышленных, торговых, спортивных и складских площадок, зоопарков; – полив газонов, клумб, деревьев и кустарников.	– приготовление растворов, бетонов и замесов; – замачивание просадочного грунта; – как гидротранспорт; – промывка щебня, песка; – поливка кирпича перед оштукатуриванием; – поливка твердеющего бетона; – дорожное строительство; – пропарка бетонных и железобетонных изделий; – для работы котельных; – для бесперебойного функционирования строительных объектов.	– хладагент; – отопление зданий; – мытье различных средств, агрегатов и механизмов; – добавление в растворы; – применение в технологических процессах; – садоводческие товарищества; – заполнение пожарных водоемов; – тушение лесных пожаров

Рис. 2. Области безальтернативного использования непитьевой воды

Экстенсивное увеличение коммунального водопотребления приводит к повышению уровня загрязнения природных водоемов, что не соответствует устойчивому развитию (таблица 1).. Часть питьевой воды используется неразумно, теряется и просто загрязняется. В федеральных округах России доля изъятой и сброшенной без использования, но загрязненной воды изменяется от 8,8% (Центральный) и 14,3% (Приволжский) до 40% (Уральский и Сибирский) и 50% (Северо-Западный). Регион с наименьшим объемом хозяйственно-питьевого водопользования (Северо-Западный) сбрасывает бесполезно объем воды, как и регионы со значительным водопотреблением (Сибирский). На фоне рисков засухи объемы сброса воды без использования и потери могут стать потенциальным ресурсом и для покрытия этих рисков, и для активизации рынка непитьевой воды.

Таблица 1

Запасы подземных вод и их использование по федеральным округам
(ХПВ – хозяйственно-питьевое водоснабжение; ПТВ – производственно-техническое водоснабжение; ОРЗиП – орошение сельскохозяйственных угодий и пастбищ)

Округ	Запасы подземных вод, млн. м ³ /сутки (%)	Использование, тыс. м ³ /сутки				Сброс изъятой воды без использования	
		всего	в том числе			тыс. м ³ /сут.	% от извлеченной
			ХПВ	ПТВ	ОРЗиП		
РФ	86,93 (100,0)	19594,1	13800,7	4847,7	665,2	6167,3	23,2
ЦФО	27,35 (31,5)	6878,2	5248,4	1516,5	113,3	665,3	8,8
СЗФО	4,23 (4,9)	907,9	523,4	376,1	27,9	922,7	49,9
ЮФО	7,36 (8,5)	1530,8	1252,2	274,7	3,9	572,2	27,2
СКФО	5,84 (6,7)	1044,0	869,6	130,1	44,3	318,2	23,4
ПФО	16,91 (19,5)	3954,3	2576,5	1091,4	286,4	661,4	14,3
УФО	5,44 (6,3)	1338,6	1028,6	292,2	17,8	916,2	40,6
СФО	12,95 (14,9)	2747,1	1716,5	860,6	170,0	1826,1	39,9
ДФО	5,75 (6,6)	893,2	585,5	306,1	1,6	285,2	24,2
КрФО	1,11 (1,3)	нет данных					

Источник: отчеты Центра ГМСН ФГБУ «Гидроспецгеология» Роснедра

Водоемкость - объем воды, затраченный для получения единицы общественного продукта. Динамика показателя демонстрирует тенденции использования ресурса, совокупность сложных позитивных и негативных

изменений производства, общественных отношений водопользования. Сокращение водоемкости производства эквивалентно энергосбережению.

Водоемкость российского ВВП по расходу свежей воды равна 1,8 м³/тыс. руб., по совокупности свежей и оборотной – 6,1 м³/тыс. руб., что значительно выше показателя в странах с развитой экономикой [4]. Наши расчеты показали, что по федеральным округам страны по расходу свежей воды водоемкость изменяется от 0,54 до 7,77 м³/тыс. руб., а по объему отводимых стоков – от 0,4 до 2,23 м³/тыс. руб. По совокупности свежей и оборотной воды она колеблется от 3,22 (Дальневосточный) до 12,12 (Северо-Кавказский) м³/тыс. руб. Разброс данных объясняется высоким износом фондов, хозяйственной специализацией, ресурсами речного стока, разной численностью населения, применяемыми технологиями земледелия.

Высокая водоемкость объясняется, прежде всего, потерями ресурса, т.е. разницей между объемом изъятый из источника воды и объемом, соответствующим рациональной потребности в ней [5]. Утечки и неучтенные расходы являются следствием технической отсталости экономики, бесхозяйственности и безответственности водопользователей. По региональным водоканалам они составляют от 2 до 30%, в том числе потери воды при транспортировке – от 3,6 до 29,6%. Основные причины – высокая изношенность инженерных сетей, повышенное давление в водоводах, коррозия оборудования и трубопроводов; устаревшие приборы учета. Эксперты ОАО «МосводоканалНИИпроект» выделяют неустраняемые и потенциально устраняемые неизбежные годовые реальные потери воды, а исследователи – потребительские (потери реализованной продукции) и технологические (потери в процессах добычи, производства и транспортирования) [6]. Предлагаем группировать потери ресурса по критерию «предпосылки возникновения» [7]:

– *коммерческие*; разность абсолютных и технических потерь воды, неучтенные и теряемые ее объемы из-за погрешности средств измерения, неточности учетных приборов, потребления воды для собственных нужд;

– *технологические*; потери, обусловленные технико-технологическими или конструктивными решениями, типом применяемого оборудования, технологическим режимом процессов водоподготовки. Это сливы и утечки воды при промывке и запуске объектов после ремонта и при нарушении герметичности или избыточном давлении в водопроводе;

– *аварийные*; неконтролируемые видимые потери воды в результате внезапного отказа, разрушения, разрыва, нарушения целостности трубопроводов под воздействием механических нагрузок, коррозии, некачественного монтажа, нарушения правил эксплуатации, критического уровня износа или в результате природных катастроф;

– *бесполезные*; все виды непроизводительных потерь (разливы, переливы, утечки, хищения).

Неизмеряемые элементы водоемкости – водный след и водный стресс. ООН ввела Глобальный стандарт водного следа (Global Water Footprint Standard), а Международная организация по стандартизации включила его в оценку речных бассейнов (ISO 14046 Environmental management. Water Footprint (WF): principles requirements and guidelines).

Потребительская ценность непитьевой воды, как экосистемного блага, складывается из четырех стоимостей: прямого и косвенного использования, отложенной альтернативы (возможность устойчивого водопользования в будущем); существования (воспроизводство жизни и биоразнообразие). Нами предложена модель цепочки создания потребительской ценности, с учетом экосистемного характера услуги водоснабжения (рис. 3).

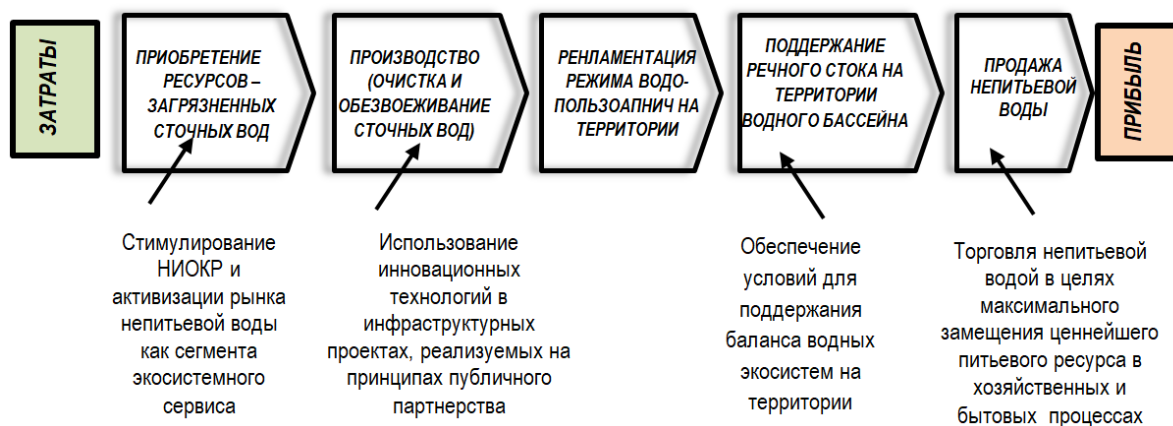


Рис. 3. Цепочка создания потребительской ценности непитьевой воды

По Дублинскому принципу вода имеет экономическую ценность во всех конкурирующих формах ее использования и должна быть призвана экономическим товаром. Рынок при определенном администрировании способен объединить усилия организаций, вовлеченных в воспроизводство водных ресурсов (вододобыча, сбор вторичной воды, водоочистка, хранение, транспортировка) центральное место занимает [8].

2. Сточные воды – основной источник производства непитьевой воды

Сточные воды – собирательный образ водных ресурсов, образующихся в колоссальных количествах в производстве и быту. При восстановительном росте экономики эти объемы вырастают на 10-15% в год. Однако после многэтапной очистки они являются достаточным вторичным экономическим ресурсом, потребительская ценность которого определяется экосистемной значимостью, сокращенным экологическим ущербом и востребованностью получаемой непитьевой воды. В регионах России забор воды изменялся от 2,3 до 12,5 млрд. м³, доля суточного сброса воды без использования - от 8,8 до 49,9 и в абсолютном значении – от 285,2 до 1826,1 м³ в год

Сточные воды бывают стоками без очистки, недостаточно очищенными и нормативно очищенными. Расчеты показывают, что на единицу ВРП объем стока по округам изменяется от 0,4 до 1,84 м³/тыс. руб., а доля загрязненных вод в общем объеме стока колеблется от 12 до 67,5%. Без очистки стоки сбрасываются во всех регионах, и эти объемы достигают наибольшей величины (млн м³) в Сибирском (1531,2), Южном (782) и Северо-Западном (588,1) округах.

Специалисты компании «Аквифер» отмечают тренд роста спроса на технологии водоподготовки. Наиболее высокими темпами (10,5–12,0 %) растет спрос на системы очистки бытовых стоков (доля рынка 35%); темпы роста продаж технологий очистки промышленных и производственных стоков составляют 7,0-9,0% (доля 20%); спрос на системы водоподготовки для жилого сектора ежегодно увеличивается на 7,5% (доля 16%).

Мировой рынок водоочистки равен 330 млн. дол., в том числе частные инвестиции – 100 млрд. дол. Эксперты венчурных фондов напоминают, что рынок рискованный, требуется поддержки стартапов на ранних этапах в виде финансовых, информационных, правовых и маркетинговых инструментов. Оборот российского сегмента рынка оценивается в 1700 млн. долл. Стоимость оборудования в общем объеме рынка составляет 70%, остальные 30% приходятся на услуги по проектированию, монтажным и пусконаладочным работам. Практика вододефицитных стран подтверждает отмеченные тенденции. Так, в Израиле доля очищенных вод в общем водопотреблении достигает 20%, а лидерами по опреснению морской воды выступают Объединённые Арабские Эмираты и Саудовская Аравия.

Переработку стоков осуществляют последовательно по этапам: механическая → физико-химическая → биотехнологическая очистка. Каждая стадия представлена альтернативными технологиями, имеющими свои преимущества и недостатки, стоимость, диапазон изменения затрат, степень очистки, качество получаемой непитьевой воды. Очистка стоков – дорогостоящий комплекс инженерно-технических мер по извлечению загрязнений и обеззараживанию. Схема включает: подготовку стока, его усреднение, нейтрализацию, охлаждение горячих стоков, извлечение взрывоопасных газов. На этапе механической очистки производят осаждение в отстойниках, центрифугирование, удаление масел, жира, нефтепродуктов, фильтрование через нейтрализующие, абсорбирующие и тканевые материалы, реагентную обработку стоков коагулянтами, аэрацию для извлечения сероводорода, аммиака, углекислого газа, диоксида серы.

Выбор технологий очистки и водоподготовки, а также способов транспортировки воды представляют огромную наукоемкую проблему. По прогнозу экспертов компании Research and Markets объем мирового рынка технологий очистки стоков увеличится от 38 до 54 млрд. дол., ежегодные темпы роста 7,4% (сайт журнала WaterMagazinr.ru). Поставщиками технологий водоснабжения и очистки сточных вод являются компании AECOM, Aquatech, Black & Veatch, CH2M HILL, Dow Water & Process

Solutions, Evoqua Water Technologies, GE Water, Kurita, Schlumberger, Suez. Лидеры рынка – США и Китай. Проблема активизации рынка инновационных технологий водоочистки носит глобальный характер, ее решение требует объединение усилий всех государств.

3. Инфраструктура и функции рынка непитьевой воды

Классический механизм «рынка» состоит в выгоде товарно-денежного обмена для продавцов и покупателей. Разделение и специализация труда приводят к росту производительности и объема товара, сокращают удельные издержки производства, но вызывают дополнительные затраты на складское обслуживание, хранение, транспортировку и продажу. Когда рост затрат на обращение товара превысит экономию от увеличения масштабов его производства, рынок насытится, емкость рынка стабилизируется. Неоклассики (А. Маршалл, У. Джевонс, А. Курно) указывают на ценовой механизм регулирования спроса и предложения, определяющий границы однородного товарного рынка. В отношении воды эти подходы идеализированы, так как не учитывают определяющие факторы - природу происхождения товара, его уникальность, систему административных правил и ограничений в сфере водопользования.

Если исходить из пространства и объекта товарного обмена, то рынок непитьевой воды, полученной путем очистки стоков, относится к локальным рынкам. Исследованию сущности таких рынков посвящено достаточное число публикаций (Булыга С.Н., Власов В.В., А.Н. Демьяненко, Олейник А.Н., Рожкова Д.В., Цветкова Г.С., Черкасов В.А., и другие).

К основным функциям локальных рынков отнесены отношения собственности и конкуренции, развитие внутренней структуры и межрегиональных связей, содействие в повышении уровня благосостояния и качества жизни местного сообщества. Наряду с качеством инфраструктуры, характером административных ограничений и природно-климатическими условиями эти функции определяют баланс спроса и предложения, а в целом эффективность развития конкурентной среды. Отмечается, что при

функционировании локальных рынков действует принцип сравнительных издержек Д. Рикардо, прежде всего транспортных.

Принципиальным моментом в понимании принципов формирования и функционирования локального рынка непитьевой воды является определение его границ с учетом специфики производства товара и обеспечения его качества, особенностей потребительского спроса, уровнем развития рыночной инфраструктуры и наличием институциональных барьеров.

Локальный рынок отличается высокой степенью неопределенности и риска, т.е. вероятности того, что рентабельность будет меньше предполагаемой величины, появляются убытки. Риски и конкуренция взаимосвязаны, потому что результативность одновременных действий многочисленных агентов рынка не представляется очевидной и имеет вероятностный характер. Под привлекательностью локального товарного рынка следует понимать такую координацию уровня конкуренции и роста рынка, которая оставляет возможность оператору получить желаемую динамику продаж и денежных потоков при наименьшей вероятности потерь ресурсов. Нами обозначены общие признаки локального рынка (рис. 4).



Рис. 4. Признаки рынка непитьевой воды (составлено вторым)

Что касается границ рынка, то в силу объективности гидрологических циклов критерием выделения пространства рынка выступают бассейны рек. Водопользование охватывает не административные, а бассейновые границы, потому что природный круговорот поддерживает стабильность пресноводных экосистем и среднегодовой сток рек. Любая организация водопользования в границах, не совпадающих с гидрографическими, влечет потерю управляемости, нарушение стабильности и равномерности водораспределения, экологические риски [9]. Факторами расширения границ со стороны предложения являются местоположение водных операторов, со стороны спроса – местоположение потребителей. Экономико-правовые границы водного рынка определяются финансово-экономической политикой государства в вопросах водопользования, характером экологической и социальной политики. В силу природных особенностей формирования водных ресурсов и коллективного характера их использования водный рынок ограничен гидрографическими границами.

Для определения стратегической зоны хозяйствования используют: а) индекс WSI (Water Stress Indicator), соответствующий норме изъятия пресной воды; б) норму изъятия стока воды; в) коэффициент экологической опасности стока, характеризующий объем свежей воды, необходимой для разбавления стока до установленных санитарных требований. Обратное водоснабжение продлевает жизни водоносных горизонтов, поэтому смягчение дефицита воды возможно за счёт широкомасштабного применения водосберегающих технологий. При этом по закону убывающей эффективности затраты на транспортировку воды в значительных масштабах ее применения претерпевают резкий скачок при пересечении границ бассейна.

Традиционно водный рынок рассматривается как организованный институт регулируемых рентных отношений в приобретении, трансформации, прекращении определенных прав по поводу текущего возмездного пользования водными объектами и ресурсами в системе хозяйственно-бытового и промышленного оборотного водопользования между

собственником водного фонда (государством), водопользователями и другими участниками этого рынка. В условиях дефицита ресурса рост потребности в нем превращает его в благо, требующее существенных затрат на производство, т.е. в товар, путем очистки ранее использованных вод.

Поскольку проблему водопользования дополняет проблема высокозатратной очистки сточных вод, должна существенно меняться системы общественных водных отношений. Эти отношения противоречивы: бизнес минимизирует затраты, ориентируясь на прибыль; потребители – на ценовую доступность продукта; государство – на социальные нормативы водопотребления и устойчивое воспроизводство водного фонда; гражданское общество – на предотвращение загрязнения и истощение водоемов. Сил рынка недостаточно для обеспечения устойчивости водопользования при возникновении дефицита воды, если он обусловлен малым количеством или низким качеством воды в природных источниках.

Отмечены две особенности рыночных отношений [10]. Во-первых, они всегда будут не более чем бассейновыми и смягчение дефицита воды возможно за счёт широкомасштабного применения водосберегающих технологий, отказа от производства водоёмкой продукции, изменения системы конечного потребления. Во-вторых, в водопользовании действует закон убывающей эффективности, а затраты на транспортировку воды в значительных масштабах ее применения претерпевают резкий скачок при пересечении границ бассейна. Рынок воды складывается в результате взаимодействия хозяйствующих субъектов в процессе воспроизводства пресной воды, как производственного и потребительского блага, обладающего уникальными свойствами и низкой эластичностью спроса по цене. В силу незаменимости воды водный рынок имеет границы, которые формируют не только платежеспособный спрос и предложение, но и определяют перспективы и возможности развития водного рынка и решение водной проблемы в будущем [11]. Рынок сочетает право пользования водными объектами, право на сброс сточных вод, право на торговлю квотами, что делает его квазирынком [12].

Водный рынок – это сфера деятельности профессиональных участников (водоканалов, частных операторов, инвесторов). Масштаб рынка формируется в зависимости от наличия природных водоемов, числа и хозяйственной специализации предприятий, перешедших на оборотное водопользование. Водопоток может подаваться в соседние регионы в водопровод, в накопительное водохранилище, путем транспортировки в цистернах или через питание водопроницаемых грунтов с целью последующего забора воды через колодцы. Развиваются сопутствующие услуги – проектные, строительно-монтажные, пусконаладочные, ремонтные, контрольно-измерительные, строительные работы. В части непитьевой воды границы распространяются и на соседние регионы в зависимости от приемов транспортировки: вода может подаваться непосредственно в питьевой водопровод либо в накопительное водохранилище, перевозиться водовозами.

Важный вопрос – механизм цено- и тарифообразования. Низкая цена на воду приводит к расточительному водопользованию, а полная рыночная цена есть категория многоуровневая, интегрирующая водоохранные затраты, производственную себестоимость, предпринимательскую прибыль, транзакционные издержки за приобретение права пользования водным объектом и сброс сточных вод [13]. Однако рыночный механизм не отражает реальную цену на водные ресурсы в части неотъемлемых социальных и экологических составляющих.

Выделены факторы, формирующие тариф на услуги водоканалов, - удаленность потребителей, объем и регулярность поставки (для постоянных клиентов устанавливают пониженные расценки), характеристики непитьевой воды (горячая вода стоит дороже), риски (напряженность графика, человеческий фактор, технические сбои). Например, АО «Мосводоканал» изменяет тарифы на техническую воду для разных категорий клиентов от 7,1 до 9,0 руб./м³ (транспортировка 3,01 руб./м³); тарифы на холодную питьевую воду – от 22,81 до 35,40 руб./м³; на услуги водоотведения – от 18,34 до 25.12 руб./м³. Средняя рыночная цена доставки воды водовозами по России

составляет 1000 руб./м³, а при обслуживании общественных туалетов она зависит от объема заказа и в интервале от 1 до 10 м³ снижается от 3000 до 1200 руб.

Коммерчески успешные операторы реализуют политику клиентоориентированности (Client-Centricity), что способствует росту рыночной стоимости активов за счет увеличения товарооборота [14]. Так, компания «Скарабей» ориентируется на долгосрочное сотрудничество с заказчиками и применяет гибкое ценообразование. Стоимость заказа объемом от 1 до 5 м³ изменяется от 1200 до 2500 руб.; выше 5 м³ – до 1000 м³. Ценообразование осуществляется затратным методом: средняя цена непитьевой воды в 4-5 раз ниже цены питьевой воды (рис 5).

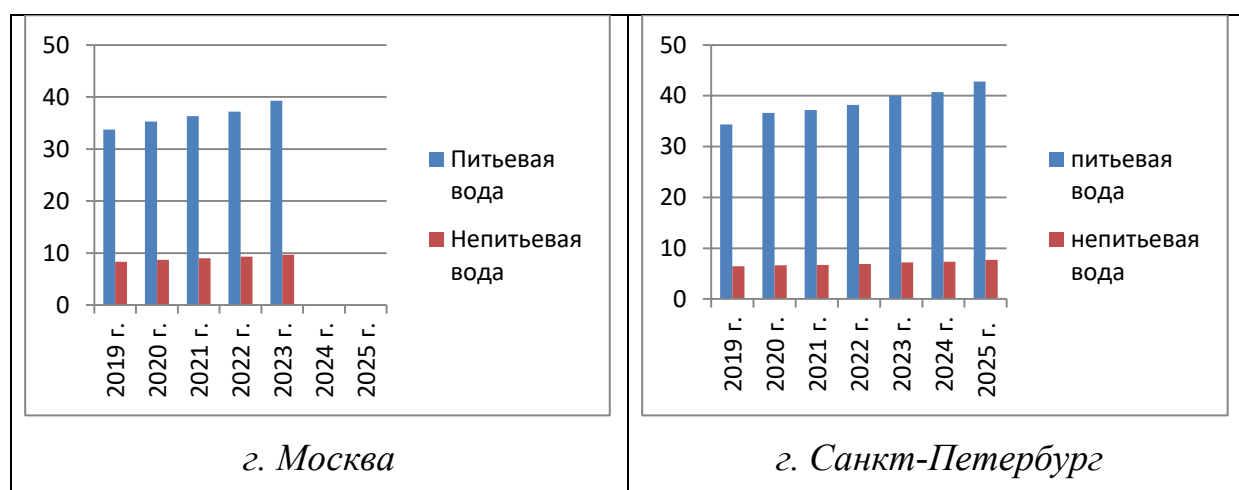


Рис. 5. Цены на непитьевую воду (составлено по данным сайтов)

Сокращение постоянных и отдельных видов переменных затрат происходит при условии опережающего темпа роста продаж по сравнению с ростом издержек. Оптимизацию может обеспечить правильный выбор технологии очистки стоков, основанной на учете положительного эффекта масштаба производствам (рис. 6).

По нашему мнению, если в сегменте питьевой воды целесообразно сохранять государственное регулирование тарифов и устанавливать их предельные индексы для населения и предприятий, то в части непитьевой

воды справедливо вводить цены, рассчитанные по методу доходности инвестиций в ресурсо- и капиталоемкий социально значимый инфраструктурный проект очистки сточных вод.

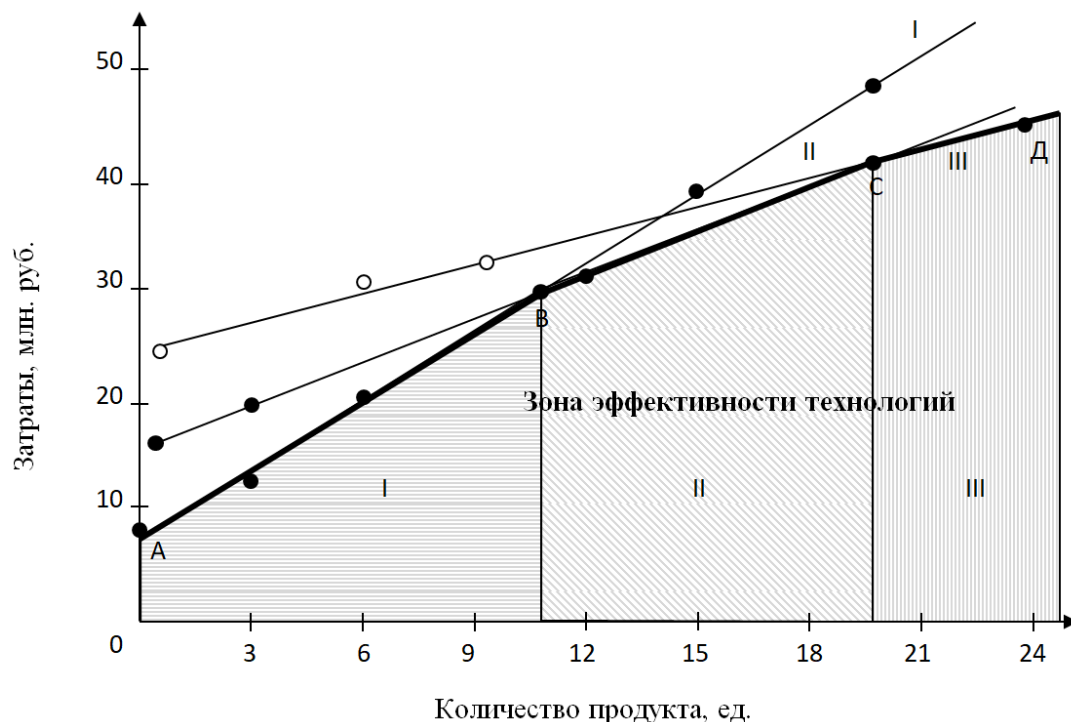


Рис. 6. Изменение затрат по мере роста выпуска (представлено автором)

Водосбережение должно иметь уровень приоритетной повседневной задачи управления водопользованием в границах конкретного речного бассейна, что допускает расширение полномочий и усиление ответственности местной власти. В Евросоюзе к решению таких проблем привлекаются стейкхолдеры, которым отведена роль «агентов перемен» и «акторов достижения устойчивого территориального развития» [15].

Рынок непитьевой воды выполняет ряд важных функций, которые охватывают более широкие отношения, чем купля-продажа воды, создают методологическую основу для системного и комплексного решения прикладных задач бережливого водопользования (рис. 7).

Рынок принято представлять, как тип ведения хозяйства, основанный на регулярном, преимущественно денежном, взаимовыгодном, добровольном и состязательном обмене товарами.



Рис. 7. Функции рынка непитьевого воды

В отношении непитьевого воды разумно обсуждать рыночный обмен, как социальный процесс, и представлять модель рынка в виде комплексного «организационного поля», в котором взаимодействие многочисленных агентов (стейкхолдеров) характеризуется следующими аспектами:

- производством одного продукта, выполнением сходных операций, использованием одинаковых ресурсов и нахождением в одной цепи поставок;
- жестко фиксированными условиями позиционирования и взаимодействия, возможностью создания правила рационального распределения ресурсов;
- заданной структурой, определяющей условия входа на рынок и динамику извлечения прибыли.

Совместная деятельность профильных специализированных и вспомогательных предприятий с присущими им многомерными связями и отношениями обеспечивает нормальную и непрерывную реализацию общих и

специальных функций рынка. При этом экосистемная функция носит высоко затратный и явно некоммерческий характер и предопределяет обязательное участие государства. Вспомогательные подотрасли поддерживают рыночный товарно-денежный обмен между операторами и водопользователями, а регулятор предоставляет формы, механизмы, инструменты администрирования и устанавливает «правила обмена».

Инфраструктура рынка непитьевой воды рассматриваем как непосредственное пространство товарообмена с единой сетью территориальных природных и техногенных водопотоков и совокупностью публичных институтов, которые наиболее целесообразным образом объединяют усилия заинтересованных агентов и создают благоприятные условия для поддержания и активизации их деловой активности [16]. Отправной точкой является справедливая экономическая оценка экосистемных услуг, которая определяет ограничения, регламенты и механизмы регулирования отношений водопользования в целях устойчивого развития. Рынок складывается в результате взаимодействия агентов, заинтересованных в воспроизводстве пресной воды, как блага, обладающего уникальными свойствами и низкой эластичностью спроса по цене, а также требующего существенных затрат на воспроизводство вторичного ресурса, полученного посредством специальных технологий очистки (рис. 8).

Водосбережение должно иметь уровень приоритетной повседневной задачи управления водопользованием в границах конкретного речного бассейна, что допускает расширение полномочий и усиление ответственности местной власти. В Евросоюзе к решению таких проблем привлекаются стейкхолдеры, которым отведена роль «агентов перемен» и «акторов достижения устойчивого территориального развития» [17]. Рынок непитьевой воды будет иметь стабильную положительную динамику уже в недалеком будущем, поэтому сегодня требуется повысить доступность наукоемких и длительно окупаемые технологий для операторов-товаропроизводителей. Снижение цены на очистное оборудование через фискальную поддержку

может дать заметный социально-экономический эффект в сочетании с экологическими выгодами, поскольку его стоимость составляет 60 % от капиталовложений [18].

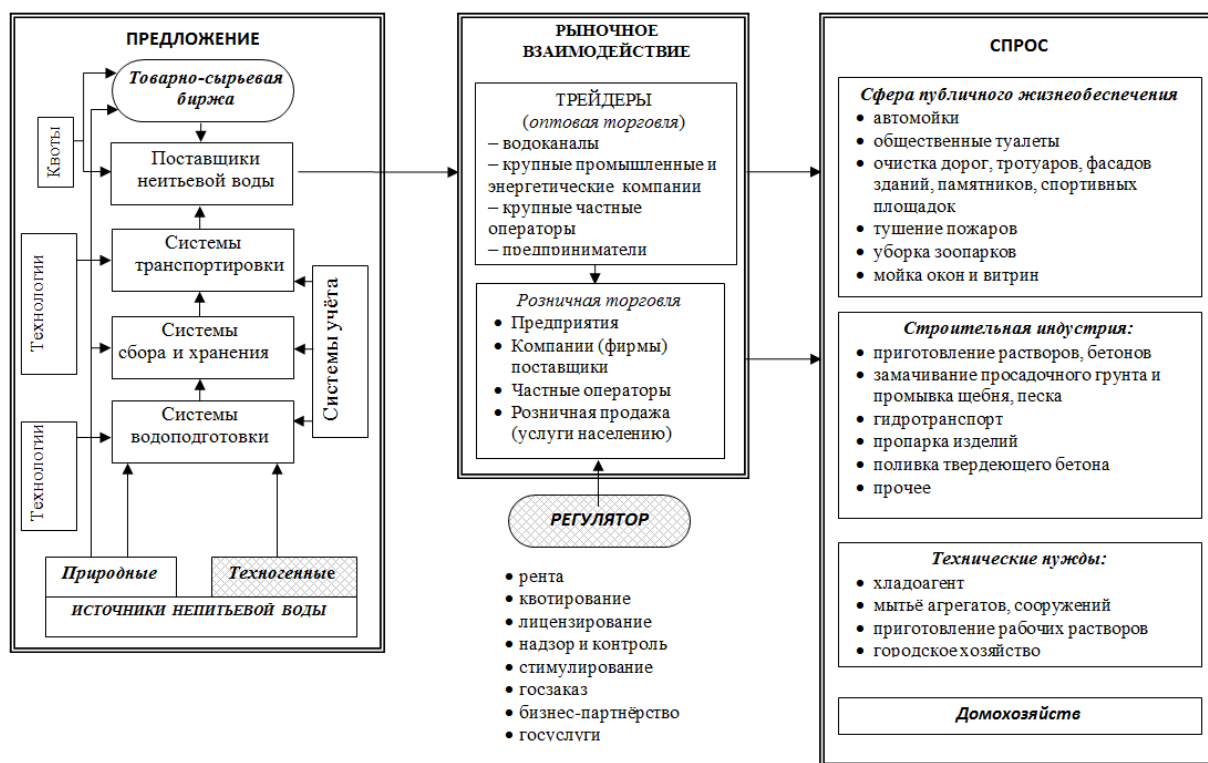


Рис. 8. Авторская модель рынка непитьевой воды (составлено автором)

Необходимо строить специальные транспортные системы (танкеры-водовозы, цистерны, плавучие контейнеры, терминалы-водохранилища), разрабатывать меры ценового стимулирования бережливое водопользование, внедрять способы проектного управления на принципах публичного партнерства. Позитивная и устойчивая динамика рынка питьевой бутилированной воды демонстрируют успешность «практики и идеологии маркетинга», что можно успешно использовать в комплексе маркетинговой поддержки непитьевой воды.

Перспективы развития водных рынков сегодня связаны с цифровизацией и становлением цифровой водной экономики (Digital Water). Благодаря появлению дистанционного зондирования, доступных датчиков и

систем искусственного интеллекта, применению технологий блокчейна и виртуальной реальности будут реализованы блоки оперативного контроля и мониторинга количества и качества воды в режиме реального времени, упрощены процедуры управления активами инфраструктуры, внедрены системы автоматического учета расхода воды. Цифровые решения преобразуют системы водоснабжения, помогут водоканалам стать более устойчивыми, эффективными и инвестиционно привлекательными.

Итак, глобальные вызовы заставляют переосмысливать традиционное расточительное отношение к пресной воде и ориентируют на прорывные технологии получения вторичного ресурса. Востребована максимально разумная замена ресурса питьевого качества на техническую воду по принципу - *рост предложения непитьевой воды равнозначен покрытию дефицита питьевой воды*. Формирование водного рынка с оптимальным соотношением питьевой и непитьевой воды в товарообороте следует рассматривать как безальтернативный вариант рационального водопользования, поддерживаемый государственным администрированием и гражданскими инициативами в водосбережении.

Список литературы

1. Quesnel, K.J., Ajami, N.K. Changes in water consumption linked to heavy news media coverage of extreme climatic events. Science advances. - 2017. – No 3(10).- 1-9 pp.
2. International Union for Conservation of Nature. 2013. The Water-Food-Energy Nexus: discussing solutions in Nairobi. Retrieved from <https://www.iucn.org/content/water-food-energy-nexus-discussing-solutions-nairobi>.
3. The World Bank. 2016, May 3. Climate-Driven Water Scarcity Could Hit Economic Growth by Up to 6 Percent in Some Regions, Says World Bank. Retrieved from <http://www.worldbank.org/en/news/press-release/2016/05/03/climate-driven-water-scarcity-could-hit-economic-growth-by-up-to-6-percent-in-some-regions-says-world-bank>.

4. Демин А.Н. Изменение водоемкости экономики России //Водные ресурсы. - 2010. - Т. 37. - № 6. - С. 739–751.
5. Ridoutt B.G., Huang J. Environmental Relevance – The Key to Understanding Water Footprints. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2012, May 29, vol. 109, no. 22, pp. 87–85. doi: 10.1073/pnas.1203809109.
6. Насонкина Н.Г., Маслак В.М., Голикова Ю.О. Потери воды из водопроводных систем и способы их снижения //Современное промышленное и гражданское строительство. - 2007. - Т. 3. - № 1. - С. 53–65.
7. Крупина Н.Н. Водоемкость общественного продукта как целевой ориентир Водной стратегии России (региональный аспект) //Региональная экономика: теория и практика – 2017.- Т. 15. – вып. 6 -. С. 1016–1033.
8. Макара С.В. Акценты развития экологической ситуации в России в период ее модернизации // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 21. С. 11–21.
9. Gregson N., Crang M. From waste to resource: the trade in wastes and global recycling economies //Annual Review of Environment and Resources. – 2015. - No. 40. - Pp. 151-76.
10. Данилов-Данильян В.И. Вода – стратегический фактор развития экономики России //Вестник Российской академии наук. - 2007. - Т. 77. - № 2. - С. 108–114.
11. Лихачева А.Б. Проблема пресной воды как структурный фактор мировой экономики //Экономический журнал ВШЭ. - 2013. – Т. 17. - № 3 - С. 497-523.
12. Лю Цин. Анализ создания рынка воды в условиях дефицита водных ресурсов //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2014. - №12. - С. 358-361.
13. Савина А.М. Теоретические аспекты управления водными ресурсами в регионе //Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. - № 13 (149). - С. 303-308.

14. Schulze C., Skiera B., Wiesel T. Linking Customer and Financial Metrics to Shareholder Value: The Leverage Effect in Customer-Based Valuation. Journal of Marketing. - 2012. - Vol. 76. - No 2. - P. 17–32.
15. Argyris Ch. The Capacity to Govern (Book Reviews) / Ch. Argyris // Political Science Quarterly. – 2003. - Vol. 118. - No 1, p. 175.
16. Крупина Н.Н. Сущность и объективная необходимость развития локальных рынков непитьевой воды //Региональная экономика: теория и практика – 2018.- Т. 17. – № 6 -. С. 1014–1033.
17. Tyagi S., Bhavtosh S., Singh P., Dobhal R. Water Quality Assessment in Terms of Water Quality Index. American Journal of Water Resources, 2013, vol. 1, iss. 3, pp. 34–38.
18. Kurbanov L.R. Price formation in water economy / L.R. Kurbanov // European Journal of economics and management. – 2017. – March. - Pp. 68-70.
19. Sarni W., Stinson C., Mung, A., Garcia B. 2018. Harnessing the Fourth Industrial Revolution for Water. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_WR129_Harnessing_4IR_Water_Online.pdf.
20. Digital Water Industry leaders chart the transformation journey. International Water Association: 2020, - 43 pp.; inspiring change www.iwa-network.org. Online.pdf.

Глава 10.

**ЗАЩИТА ПРАВ ЧЕЛОВЕКА ОТ МОРАЛЬНОГО ВРЕДА КАК
КОМПЛЕКСНО-ПРАВОВОЙ (МЕЖОТРАСЛЕВОЙ) ИНСТИТУТ**

Воробьев Сергей Михайлович

доктор юридических наук, доцент,
профессор кафедры теории государства и права,
международного и европейского права

Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний

Бобохонов Фаридун Аламшоевич

соискатель кафедры прав человека и сравнительного
правоведения юридического факультета
Таджикский национальный университет

Аннотация: в данной статье рассматривается проблема защиты прав человека как комплексно-правового (межотраслевого) института. Авторами на основе анализа мнений зарубежных и отечественных ученых обосновано, что проблема защиты прав человека, особенно морального вреда и возмещения морального вреда, не является предметом изучения только отрасли гражданского права, а имеет комплексно-правовой (межотраслевой) характер.

Авторы в результате своих исследований пришли к выводу, что вопросы защиты прав человека от морального вреда могут обсуждаться в различных отраслях права, в том числе в конституционном праве, гражданском праве, уголовном праве, административном праве, трудовом праве, гражданском процессуальном праве, уголовном процессуальном праве и т.д. В то же время этот вопрос является предметом научных исследований в области юридических наук, прежде всего прав человека, и социальных наук, прежде всего психологии.

Авторы считают, что институты морального вреда, возмещения морального вреда, особенно защиты прав человека от морального вреда, не

следует называть гражданско-правовым институтом, поскольку моральный вред и компенсация морального вреда возникают в результате нарушения личных прав и нематериальных благ человека, и они существуют в разных отраслях права.

По мнению авторов, права человека и нематериальные блага в большей степени регулируются в правовых источниках, связанных с правами человека, а в науке о правах человека проводятся диссертационные и монографические исследования о личных правах и нематериальных благах человека. Поэтому исследование вопроса защиты прав человека от морального вреда с точки зрения прав человека и теории государства и права не противоречит ни одной научной специальности.

Ключевые слова: защита прав человека, моральный вред, компенсация морального вреда, комплексно-правовое, межотраслевой, области права.

PROTECTION OF HUMAN RIGHTS FROM MORAL DAMAGE AS A COMPREHENSIVE LEGAL (INTER-BRANCH) INSTITUTE

**Vorobyov Sergey Mikhailovich
Bobohonov Faridun Alamshoevich**

Abstract: this article deals with the problem of protecting human rights as a complex legal (intersectoral) institution. Based on the analysis of the opinions of foreign and domestic scientists, the authors substantiate that the problem of protecting human rights, especially moral damage and compensation for moral damage, is not an institution of only the branch of civil law, but has a complex legal (intersectoral) character.

The authors, as a result of their research, came to the conclusion that the issues of protecting human rights from moral harm can be discussed in various branches of law, including constitutional law, civil law, criminal law, administrative law, labor law, civil procedural law, criminal procedural law, etc. At the same time,

this issue is the subject of scientific research in the field of legal sciences, primarily human rights, and social sciences, primarily psychology.

The authors believe that the institutions of moral harm, compensation for moral harm, especially the protection of human rights from moral harm, should not be called a civil law institution, since moral harm and compensation for moral harm arise as a result of violation of personal rights and intangible benefits of a person and they exist in different branches of law.

According to the authors, human rights and intangible benefits are largely regulated in legal sources related to human rights, and in the science of human rights, dissertations and monographic studies on personal rights and intangible benefits of a person were carried out. Therefore, the study of the issue of protecting human rights from moral harm from the point of view of human rights and the theory of state and law does not contradict any scientific specialty.

Key words: protection of human rights, moral harm, compensation for moral harm, complex legal, intersectoral, areas of law.

Национальная правовая система признает и защищает права человека от морального вреда на необходимом уровне в соответствии с требованиями современного развития общества. Прежде чем рассматривать защиту прав человека от морального вреда, необходимо определить некоторые понятия, в частности, понятия морального вреда, душевная боль, физическая боль, возмещение морального вреда, элементы морального вреда. Уточнение эти понятия позволяет определить наличие действий правонарушителя. Поэтому необходимо уточнить эти понятия.

а) моральный вред определяется как вред, причиненный в результате нарушения неимущественных прав и вреда духовному благополучию лица, порождению или по закону, и причинение лицу физических и душевных страданий. Либо моральный ущерб – душевные и физические страдания, в результате которых действия (бездействия) покушение на духовные блага от рождения или в силу закона (жизнь, здоровье, личное достоинство, деловую

репутацию, неприкосновенность частной жизни, личные и семейные тайны) или нарушение личных неимущественных прав (права на использование своего имени, авторских и иных неимущественных прав в соответствии с законодательством об охране прав интеллектуальной собственности) или имущественных прав гражданина;

б) душевная боль – это внутреннее ощущение того, что человек страдает от состояния душевного дискомфорта, его внутренний и внешний покой снижен, что сказывается на процессе его восприятия. Страдание приходит в форме страха, волнения, беспокойства, гнева, стыда, депрессии и так далее;

в) физическая боль – это физическое ощущение и психический дискомфорт, к которому относятся боль, головокружение, лихорадка и так далее. Они вызваны болезнями и травмами, а также негативными внешними факторами (высокая температура, токсины и др.);

г) возмещение морального вреда – это восстановление психического или физического состояния лица либо компенсация ему в результате нарушения нематериальных прав человека и морального вреда, причиненного ему правонарушителем, в установленном порядке;

д) элементы морального вреда можно классифицировать следующим образом:

– психологические элементы: толерантность, горе, страх, тревога, стыд, гнев, депрессия, одиночество, отчаяние, страдание, травма, психические расстройства и др.;

– физические элементы: боль, головокружение, тошнота, лихорадка, травма, зуд, жжение, кровотечение, астма, инфекции, различные заболевания и др.;

– дополнительные элементы: потеря работы, потеря здоровья, потеря близких, отсутствие возможности для свободной деятельности в общественной жизни и т.д.

Из сущности данных понятий следует, что они имеют комплексный характер и существуют в различных юридических и неюридических науках.

Так как вопрос защиты прав человека от морального вреда входит в сферу нематериальных и личных прав человека и носит комплексный характер, то они составляют предмет регулирования различных отраслей права. Ряд ученых думали в этом направлении и даже выполнили конкретные научные исследования. В частности по специальности 12.00.01 – С.М. Воробьев [10], Г.Г. Горшенков [12], Д.Г. Разинков [27], О.Г. Полежаева [26], М.А. Енгибарян [15], М.Л. Гаскарова [11], Д.Г. Дурнайкин [14], А.К. Сисакян [31] и др.; по специальности 12.00.02 – О.И. Осадчая [25], О.М. Сенин [30], Н.В. Вечканова [8] и др.; по специальности 12.00.03 – А.М. Эрделевский [37], В.В. Рябин [29], В.С. Романов [28] и др.; по специальности 12.00.05 – Г.Х. Шафикова [36] и др.; по специальности 12.00.08 – С.М. Воробьев [9], Н.В. Анисимкова [5], Е.Н. Гриценко [13] и др.; по специальности 12.00.09 – И.А. Сухаревский [33], Н.В. Кузнецова [22], В.М. Лебедев [23], С.В. Нарижный [24], С.В. Смирнов [32], В.В. Батуев [6], Е.М. Варпаховская [7], Н.В. Кривошеков [21] и др.; по специальности 12.00.14 – В.Д. Аветисян [1] и другие выполнили диссертационные исследования.

Как следует из вышеприведенного, предметом диссертационного исследования ученые сделали вопрос о моральном вреде и его возмещении, что в основном означает защиту прав человека, по разным специальностям, т.е. в разных отраслях права. Несмотря на то, что на эту тему выполнено больше исследований и диссертаций по специальности 12.00.03, то есть в области гражданского права, но в большинстве этих исследований отмечается, что моральный вред и его компенсация является межотраслевым (комплексно-правовым) институтом. Например, одним из видных ученых, защитивших кандидатские и докторские диссертации по проблеме морального вреда, является А.М. Эрделевский. По мнению А.М. Эрделевского, нормы защиты неимущественных личных прав существуют не только в гражданском праве, но и в других отраслях права [37, с. 32]. В другом месте он отмечал, что моральный вред, причиненный незаконным нарушением благ и нематериальных прав, охраняется различными отраслями права [22, с. 78].

К.В. Капустянский также отмечает, что нормы защиты нематериальных прав предусмотрены не только в гражданском праве, но и в других отраслях права [20, с. 52]. В.С. Романов поддержал это мнение и дополнительно перечислил следующие отрасли права: гражданское право, административное право, трудовое право и уголовное право [28, с. 96]. В.Д. Аветисян к отраслям права относил конституционное, административное, гражданское, семейное, уголовное и др. право [1, с. 11]. В другом месте исследователь перечисляет ряд нематериальных благ и указывает, что эти нематериальные блага образуют комплексный и межотраслевой объект правовой охраны [1, с. 77]. Как выясняется, все эти ученые признавали комплексно-правовой (межотраслевой) институт морального вреда, возмещения морального вреда и общую проблему защиты прав человека от морального вреда.

Одним из ведущих ученых в области защиты прав человека от морального вреда является С.М. Воробьев. В кандидатской диссертации он изучал вопрос защиты прав человека от причинения морального вреда в уголовно-правовых отношениях, т.е. по специальности 12.00.08, а в докторской диссертации изучал этот вопрос теоретически, т.е. по специальности 12.00.01. Ученый отмечает, что институт возмещения морального вреда, как было сказано ранее, является комплексно-правовым институтом, поэтому регулирование вопросов, связанных с правовыми основами возмещения морального вреда и его реализацией, относится к различным отраслям законодательства и соответствующим правовым актам [9, с. 141].

В другом месте он делает вывод по вопросу об институте компенсации морального вреда и отмечает, что институт компенсации морального вреда имеет комплексно-правовой характер [9, с. 172]. Другие ученые также признали эти точки зрения. Например, по мнению О.И. Осадчей, на основании классификации форм защиты прав человека от морального вреда подразделяется на конституционную, уголовную, уголовное судопроизводство, гражданскую, гражданское судопроизводство и

административную отрасли права [25, с. 117]. В связи с этим Г.Г. Горшенков очень хорошо отметил, что институту неимущественных прав, имеющему межотраслевой, комплексный характер, в науке юриспруденции уделялось особое внимание. Он включает в себя государственное, уголовное, уголовное судопроизводство, гражданскую, гражданское судопроизводство, административное, трудовое и ряд других отраслей права [12, с. 5-6]. Д.Г. Дурнайкин также предложил и обосновал комплекс неимущественных прав как объект межотраслевого правового регулирования в своем диссертационном исследовании [14, с. 9]. Аналогичные взгляды высказывали ряд ученых, таких как Н.В. Кузнецова [22, с. 15], О.И. Осадчая [25, с. 119, 124], О.М. Сенин [30, с. 34, 49] и др.

Следует отметить, что таджикские ученые, такие как У.А. Азиззода [2, 3, 4, 34, 35] и З.Х. Зокирзода [16, 17, 18, 19] в ряде своих исследований также признавали комплексно-правовой институт защиты прав человека от морального вреда и обсуждали проблему защиты прав человека от морального вреда как межотраслевую проблему. Мы также согласны с мнением этих ученых и рассматривали вопрос защиты прав человека от морального вреда в ряде наших исследований как межотраслевой вопрос.

Основа комплексно-правового явления защиты прав человека от морального вреда выражается в том, что он возникает в результате нарушения прав и свобод человека и деградации нематериальных благ человека, а эти права, свободы и блага являются предметом регулирования в различных отраслях права. Нематериальные блага, которые в результате их нарушения лицу причиняется моральный вред, и они признаются и охраняются международными документами и национальным законодательством Республики Таджикистан - это жизнь и здоровье, честь и достоинство, неприкосновенность частной жизни, личной и семейной тайны, свобода совести и убеждений, свобода передвижения и выбора места жительства, право на имя и авторские права и др. Стоит отметить, что этот перечень нематериальных прав и благ, хотя и предусмотрен Гражданским кодексом

Республики Таджикистан (статьи 140, 170), но берет свое начало в Конституции Республики Таджикистан (статья 5 и большая часть статей главы 2). Если обратиться к юридической литературе и исследованиям ученых, то становится ясно, что указанные выше нематериальные права и блага изучались учеными в различных областях юридической науки - конституционной, гражданской, уголовной, прав человека, процессуальной и т.д. В частности в литературе по науке о правах человека подробно проанализировано каждое из названных выше нематериальных прав и благ, по ним выполнены монографические и диссертационные исследования в науках о правах человека и конституционном праве. Эти мнения свидетельствуют о том, что защита прав человека от морального вреда действительно является комплексно-правовым (межотраслевым) явлением.

Несмотря на то, что права человека не признаны областью права, однако наука о правах человека развита на необходимом уровне, а большинство ее институтов подверглись обширным научным исследованиям. Права человека и нематериальные блага и их защита в этой науке очень хорошо представлены учеными в этой области. Права и нематериальные блага и их правовая защита обсуждались рядом исследователей как основная тема науки о правах человека, в частности, У.А. Азиззода, А.Г. Халикзода, Д.С. Рахмоном, А.М. Диноршохом, Э.Б. Буризода, А.И. Имамовым, Б.А. Сафарзода, И.И. Саидзода, Дж. Саадизода, Н.Ф. Сафарзода и др. Это еще раз доказывает, что защита прав человека от морального вреда является комплексно-правовым (межотраслевым) вопросом.

Таким образом, в результате исследования вопроса защиты прав человека от морального вреда как комплексно-правового (межотраслевого) института можно прийти к следующим выводам:

1. Проблема защиты прав человека от морального вреда, особенности институтов морального вреда и компенсация морального вреда не являются специфическими только для одной отрасли гражданского права, а являются комплексно-правовыми (межотраслевыми) институтами.

2. Вопрос защиты прав человека от морального вреда, особенности институтов морального вреда и компенсация морального вреда специфичны для различных отраслей права, в том числе конституционного, гражданского, уголовного, административного, трудового права, гражданского судопроизводства, уголовного судопроизводства и др., а в областях науки о правах человека, теории государства и права, психологии и т.д. также являются предметом научных исследований.

3. Полно и всесторонне исследовать вопрос защиты прав человека от морального вреда, особенности институтов морального вреда и компенсации морального вреда можно в рамках различных отраслей права страны.

4. Авторы считают, что институты морального вреда, возмещения морального вреда, особенно защиты прав человека от морального вреда, не следует называть гражданско-правовым институтом, поскольку моральный вред и компенсация морального вреда возникают в результате нарушения личных прав и нематериальных благ человека, и они существуют в разных отраслях права.

5. По мнению авторов, права человека и нематериальные блага в большей степени регулируются в правовых источниках, связанных с правами человека, а в науке о правах человека проводились диссертационные и монографические исследования о личных правах и нематериальных благах человека. Поэтому исследование вопроса защиты прав человека от морального вреда с точки зрения прав человека и теории государства и права не противоречит ни одной научной специальности.

Список литературы

1. Аветисян, В.Д. Административные и гражданско-правовые средства защиты личных неимущественных прав граждан [Текст]: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.03 и 12.00.14 / В.Д. Аветисян. – М., 2001. – 241 с.
2. Азиззода, У.А., Бобохонов, Ф.А. Основы криминализации клеветы и оскорбления в Республике Таджикистан [Текст] / У.А. Азиззода,

Ф.А. Бобохонов // Государствоведение и права человека. – 2021. – №4. – С. 88-107.

3. Азиззода, У.А., Бобохонов, Ф.А. Национальные и международно-правовые основы защиты прав человека от морального вреда [Текст] / У.А. Азиззода, Ф.А. Бобохонов // Научно-теоретический журнал «Вестник ТГУПБП». – 2021. – №3 (88). – С. 93-100;

4. Азиззода, У.А., Бобохонов, Ф.А. Защита прав человека от морального вреда в советской правовой системе [Текст] / У.А. Азиззода, Ф.А. Бобохонов // Вестник Филиала Московского государственного Университета имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе / Серия гуманитарных и экономических наук. – 2021. – №2 (18). – С. 50-64.

5. Анисимкова, Н.В. Возмещение вреда, причиненного преступлением: уголовно-правовой и уголовно-исполнительный аспекты проблемы [Текст]: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.08 / Н.В. Анисимкова. – Ставрополь, 2008. – 188 с.

6. Батуев, В.В. Возмещение ущерба потерпевшему [Текст]: дис... канд. юрид. наук: 12.00.09 / В.В. Батуев. – М., 1998. – 228 с.

7. Варпаховская, Е.М. Компенсация морального вреда потерпевшему в Российском уголовном процессе [Текст]: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.09 / Е.М. Варпаховская. – Иркутск, 2002. – 203 с.

8. Вечканова, Н.В. Конституционное регулирование и судебная защита личных прав и свобод в странах СНГ [Текст]: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.02 / Н.В. Вечканова. – Москва, 2014. – 254 с.

9. Воробьев, С.М. Моральный вред как одно из последствий преступного деяния [Текст]: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.08 / С.М. Воробьев. – Рязань, 2003. – 199 с.

10. Воробьев, С.М. Эволюция института компенсации морального вреда в российском праве: теоретико-правовое исследование [Текст]: дис. ... д-ра юрид. наук: 12.00.01 / С.М. Воробьев. – М., 2014. – 535 с.

11. Гаскарова, М.Л. Правовая защита чести и достоинства личности (Вопросы теории) [Текст]: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.01 / М.Л. Гаскарова. – М., 1999. – 151 с.
12. Горшенков, Г.Г. Моральный вред и его компенсация по Российскому законодательству [Текст]: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.01 / Г.Г. Горшенков. – Нижний Новгород, 1996. – 164 с.
13. Гриценко, Е.Н. Моральный вред как последствие преступлений против жизни и здоровья [Текст]: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.08 / Е.Н. Гриценко. – М., 2005. – 129 с.
14. Дурнайкин, Д.Г. Теоретико-правовые основы защиты личных неимущественных прав российских граждан [Текст]: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.01 и 12.00.03 / Д.Г. Дурнайкин. – М., 2008. – 218 с.
15. Енгибарян, М.А. Компенсация как институт права (общетеоретическое исследование) [Текст]: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.01 / М.А. Енгибарян. – Бегород, 2020. – 199 с.
16. Зокирзода, З.Х., Бобохонов, Ф.А. Криминализация и декриминализация клевета в Республике Таджикистан [Текст] / З.Х. Зокирзода, Ф.А. Бобохонов // Правовая позиция. – 2021. – №9. – С. 15-25.
17. Зокирзода, З.Х., Бобохонов, Ф.А. Некоторые вопросы криминализации и декриминализации клеветы в уголовном законодательстве Республики Таджикистан [Текст] / З.Х. Зокирзода, Ф.А. Бобохонов // Вестник Таджикского национального университета / Серия социально-экономических и общественных наук. – 2022. – № 3. – С. 207-214.
18. Зокирзода, З.Х., Бобохонов, Ф.А. Актуальные проблемы уголовного права Республики Таджикистан: [Матн] монография / З.Х. Зокирзода, Ф.А. Бобохонов. – Душанбе, 2022. – 212 с.
19. Зокирзода З.Х., Бобохонов Ф.А. Защита прав человека от морального вреда в уголовно-правовых отношениях // Вестник Таджикского национального университета / Серия социально-экономических и общественных наук. – 2021. – №4. – С. 220–228.

20. Капустянский, К.В. Правовые основы компенсации морального вреда [Текст]: дис. ... юрид. наук: 12.00.03 / К.В. Капустянский. – М., 2005. – 187 с.
21. Кривошеков, Н.В. Моральный вред, устанавливаемый в ходе производства по уголовному делу (на стадии предварительного расследования) [Текст]: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.09 / Н.В. Кривошеков. – Красноярск, 2004. – 205 с.
22. Кузнецова, Н.В. Проблемы компенсации морального вреда в уголовном процессе [Текст]: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.09 / Н.В. Кузнецова. – Ижевск, 1997. – 174 с.
23. Лебедев, В.М. Судебная власть на защите конституционного права граждан на свободу и личную неприкосновенность [Текст]: автореф. дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.09 / В.М. Лебедев. – М., 1998. – 26 с.
24. Нарижный, С.В. Компенсация морального вреда: уголовно-процессуальный аспект [Текст]: дис... канд. юрид. наук: 12.00.09 / С.В. Нарижный. – СПб., 1999. – 206 с.
25. Осадчая, О.И. Особенности конституционно-правовой защиты прав человека от последствий причинения морального вреда в Российской Федерации [Текст]: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.02 / О.И. Осадчая. – М., 2006. – 203 с.
26. Полежаева, О.Г. Становление и развитие института возмещения вреда в России (историко-правовое исследование) [Текст]: автореф. дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.01 / О.Г. Полежаева. – Владимир, 2005. – 22 с.
27. Разинков, Д.Г. Теоретико-правовые основы защиты личных неимущественных прав российских граждан [Текст]: автореф. дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.01 / Д.Г. Разинков. – СПб., 2010. – 26 с.
28. Романов, В.С. Моральный вред как институт гражданского права [Текст]: дис ... канд. юрид. наук: 12.00.03 / В.С. Романов. – М., 2006. – 129 с.
29. Рябин, В.В. Защита неимущественных прав личности посредством компенсации морального вреда [Текст]: дис ... канд. юрид. наук: 12.00.03 / В.В. Рябин. – М., 2004. – 210 с.

30. Сенин, О.М. Конституционное право на свободу и личную неприкосновенность [Текст]: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.02 / О.М. Сенин. – М., 2009. – 181 с.

31. Сисакьян, А.К. Конституционно-правовые основы компенсации морального вреда, причиненного вследствие совершения террористического акта [Текст]: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.01 / А.К. Сисакьян. – Челябинск, 2011. – 234 с.

32. Смирнов, С.В. Проблемы реализации в уголовном процессе права на возмещение ущерба, причиненного преступлением, в условиях перехода государства к рыночной экономике [Текст]: автореф. дисс. ... канд. юрид. наук: 12.00.09 / С.В. Смирнов. – Н. Новгород, 1994. – 24 с.

33. Сухаревский, И.А. Компенсация морального вреда в уголовном судопроизводстве [Текст]: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.09 / И.А. Сухаревский. – Краснодар, 2003. – 173 с.

34. Теоретические и прикладные проблемы науки о человеке и обществе: монография [Текст] / У.А. Азиззода и др. – Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2022. – 494 с.

35. Теоретические и прикладные проблемы науки о человеке и обществе: монография [Матн] / У.А. Азиззода и др. – Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2022. – 494 с.

36. Шафикова, Г.Х. Компенсация морального вреда, причиненного работнику [Текст]: автореф. дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.05 / Г.Х. Шафикова. – Екатеринбург, 2000. – 189 с.

37. Эрделевский, А.М. Проблемы компенсации за причинение страданий в Российском и зарубежном праве [Текст]: дис. ... д-ра юрид. наук: 12.00.03 / А.М. Эрдалавский. – М., 2000. – 350 с.

Глава 11.

**РАЗВИТИЕ НАУКИ НА КУРОРТАХ:
НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ТУРИЗМ**

Баранова Алла Юрьевна

к.э.н., доцент, доцент кафедры экономики и финансов
Сочинский государственный университет, г. Сочи

Аннотация. Начиная с XVIII века, когда в 1717 г. Петр I издал указ «О приискании в России минеральных вод», курорты рассматриваются как места для оздоровления, отдыха и развития туризма. В настоящее время туризм представляет собой не просто путешествие, это область интересов многих наук и дисциплин: истории, философии, географии, социологии, психологии, экономики, экологии, рекреологии, культурологии, бальнеологии и др. Каждая из них изучает туризм по-своему, но ни одна – в целом, хотя в наше время необходим целостный взгляд на туризм, в котором были бы синтезированы все аспекты его изучения. Президентом Российской Федерации перед Правительством Российской Федерации поставлена задача – разработать и реализовать план мероприятий и источники финансирования по развитию научно-популярного туризма, определение которого отсутствует в нормативно-правовой базе. Целью исследования является рассмотреть науки, способствующие развитию курортов; определить суть научно-популярного туризма, его объекты и субъекты, особенности развития на курортных территориях. Современные курорты нуждаются не только в государственной поддержке и финансировании, а также в научном подходе, что обеспечит их инновационное развитие. В исследовании применялись методы: сравнение, обобщение, анализ, логика.

Ключевые слова: научно-популярный туризм, курортные территории, туризмология, курортология, бальнеология, рекреация.

**DEVELOPMENT OF SCIENCE IN RESORTS:
POPULAR SCIENCE TOURISM**

Baranova Alla Yurievna

Abstract. Since the 18th century, when in 1717 Peter I issued a decree "On the search for mineral waters in Russia," resorts are considered as places for health improvement, recreation and tourism development. Currently, tourism is not just a journey, it is the area of interest of many sciences and disciplines: history, philosophy, geography, sociology, psychology, economics, ecology, recreation, cultural studies, balneology, etc. Each of them studies tourism in its own way, but none in general, although in modern times a holistic view of tourism is needed, in which all aspects of its study would be synthesized. The President of the Russian Federation set a task for the Government of the Russian Federation - to develop and implement an action plan and sources of financing for the development of popular science tourism, the definition of which is not in the regulatory framework. The aim of the study is to consider the sciences that contribute to the development of resorts; determine the essence of popular science tourism, its facilities and subjects, development features in resort areas. Modern resorts need not only state support and funding, as well as a scientific approach, which will ensure their innovative development. The study used methods: comparison, generalization, analysis, logic.

Key words: popular science tourism, resort areas, tourism, balneology, balneology, recreation.

Наука в современном понимании начала складываться с XVI—XVII веков. В ходе исторического развития она превратилась в социальную систему, оказывающую значительное влияние на все сферы общества. Для науки характерны критерии: предметность, воспроизводимость, объективность, эмпирическая и теоретическая обоснованность, логическая доказательность и полезность [1].

Науки не стоят на месте, в своём развитии они неизбежно вторгаются в поле других наук, вызывая, рано или поздно, необходимость проведения дифференциации или интеграции. Что же происходит с туризмологией, под которой понимают комплексное научное познание о туризме [2, С.7].

Зарождению туризмологии способствовали социально-экономические предпосылки. В античные времена основными мотивами путешествия были торговля, образовательные цели, паломничество, лечение. В Древней Греции зародились спортивные поездки, ежегодно на Олимпийские игры стекались тысячи спортсменов, любителей спорта и почитателей искусств из разных государств Средиземноморья. К этому периоду относится и сооружение специальных больших домов, в которых размещались спортсмены и зрители. В период расцвета Римской империи путешествия в Грецию приобрели образовательный и развлекательный характер. Особенно охотно посещались места с теплыми минеральными источниками. Римские императоры много внимания уделяли развитию дорог и сооружению гостиниц. Появились карты дорог с указанием гостиниц и кратчайших маршрутов до конкретных городов, где описывались достопримечательности местности. Римляне же одни из первых начали использовать климатические лечебные курорты, строя виллы на берегу моря.

В средние века усиливается религиозный фактор путешествия – поклонение святыням христианства и мусульманства.

Во времена великих географических открытий (XV–XVII вв.) появились новые места для путешествий и отдыха - Южная Америка, Антильские острова, Куба, Гаити, Ямайка и Пуэрто-Рико, центральная часть Багамского архипелага, большинство Малых Антильских островов от Доминики до Виргинских включительно, а также Тринидад и ряд мелких островов в Карибском море.

Развитию элитарного туризма (начало XIX века – начало XX века) способствовали революционные изменения в развитии транспорта: изобретение парохода Фултоном в 1807г., паровоза – Стефенсом в 1814г.,

совершенствование почтовой связи, сопровождавшееся расширением сети дорог в Европе. Все это обусловило больше надежности и скорость передвижения при снижении расходов на путешествия.

Важным для развития туризма и туристского бизнеса стал тот факт, что в 1840 г. английские профсоюзы добились от работодателей ежегодного оплачиваемого отпуска. В период массового туризма (начало XX века – до начала Второй мировой войны, современный этап) в маршруты все чаще включалось посещение исторических мест, памятников культуры [3].

В имперский период в России потребностей в научных исследованиях туризма не отмечалось. Она появилась вместе с ростом массовости туризма в Советском Союзе, когда 8 марта 1930 г. появилось Всесоюзное добровольное общество пролетарского туризма и экскурсий. Особое внимание уделялось нагрузкам в туристских походах, так как только, будучи оптимальными, они приводят к тренированности организма, повышению его работоспособности после отдыха, проводилось медицинское обследование участников походов. Научное изучение туризма, начатое в нашей стране физиологами 80 лет назад, сегодня представляет собой многочисленную совокупность научных дисциплин, каждая из которых нашла свой предмет исследования в туризме.

Среди массы представленных наук следует отметить, что туризмология, как наука, зарождалась из общественных наук. Ее основой послужили искусствоведение, история, краеведение, этнография, культурология, психология, социология, история философии. С появлением объектов коммерческой деятельности в туризме, туризмология вовлекла следующие науки: географию, экономику, архитектуру, медицину в части курортологии, лингвистику, на современном этапе добавились информатика и технологии, юриспруденция, экология. Поэтому можно представить туризмологию как совокупность общественных, гуманитарных, естественных и технических наук с выделением следующих укрупненных блоков: физиология и курортология, история туризма, география туризма, экономика туризма, менеджмент в туризме, маркетинг туризма и др.

Туризмологию можно рассматривать как структуру, включающую следующие подсистемы:

- 1) фундаментальные аспекты: познавательная, рекреационная, социально-культурная, предпринимательская и инновационная деятельности;
- 2) уровни научного знания: теория, практика, дисциплина, область знания и т. п.;
- 3) институты, способствующих осуществлению научной деятельности в сфере туризма: кафедры и лаборатории ВУЗов, НИИ, наукограды и т.п.;
- 4) сферы приложения инноваций: разработка туристского маршрута, формирование тура, научные разработки в санаторно-курортной сфере и т.п.;
- 5) функций: прогностическая, материально-производственная, информационная, образовательная и др.

В туристской науке можно выделить три основных направления в научных исследованиях: фундаментальные – это глубокое и всестороннее исследование предмета с целью получения новых основополагающих знаний, а также с целью выяснения закономерностей выясняемых явлений; прикладные – используемые для решения практических задач, создания и совершенствования технологий; научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки (НИОКР), в результате чего происходит соединение науки с производством соответствующих товаров и оказания услуг.

Туризмология как наука обладает научным методом, имеющим следующую структуру [4]:

1. Наблюдение фактов и измерение количественных качественных показателей деятельности организаций в сфере туризма.
2. Анализ результатов наблюдения — их систематизация, вычленение значимого и второстепенного.
3. Обобщение (синтез) и формулирование гипотез, теорий.
4. Прогноз развития предпринимательской и инновационной деятельности организаций в сфере туризма.

Туризмология как наука дает импульс развитию организационно-управленческой, педагогической, предпринимательской и научно-исследовательской деятельности на территории, где есть предпосылки развития туризма.

Особое внимание заслуживает развитие науки в курортных территориях. История развития курортной инфраструктуры в России началась в начале XVIII века при правлении Петра I, когда по возвращению из Европы, в 1717 г. он издал указ «О приискании в России минеральных вод». Первый курорт России – Марциальные воды зародился в 1719 г. близ города Петрозаводска. В те времена под курортом (в переводе с нем. Kur - лечение и Ort - место) понималось «наличие природного источника (минеральных вод, лечебных грязей и т.п.), парка для прогулок и жилых домов, которые снимали отдыхающие» [5].

С развитием курортов связана наука курортология – медицинская дисциплина, которая использует данные фундаментальных наук для изучения механизма воздействия климата, погоды, минеральных вод и грязей на организм человека, способствуя развитию бальнеологии, рекреологии, климатологии и смежных дисциплин: физиологии, биологии, психологии, эстетики, экологии, географии и др. В результате развития курортологии культивировался и создавался образ санаторно-курортного лечения как неотъемлемого элемента образа жизни граждан [6, С.5].

Курортология как наука базируется на следующих направлениях:

- бальнеология – наука о лечебных водах, бальнеотерапия – использование минеральной воды в лечебных целях;
- климатология – учение о климате; климатотерапия – использование климата в лечебных и оздоровительных целях;
- гелиология – наука о солнце, гелиотерапия – использование солнечных лучей в лечебных и оздоровительных целях;
- аэрология – учение о воздухе, аэротерапия – использование воздуха в лечебных и оздоровительных целях;

- талассология – учение о море; талассотерапия – лечение морским климатом и купаниями в сочетании с солнечными ваннами;

- диетология – учение о питании, диетотерапия – использование питания в лечебно-оздоровительных целях и др. [7, С. 11-12; 8].

Основой зарождения курортов принято считать бальнеологию (от лат. *balneum* — баня и греч. *Logos* — наука), являющуюся разделом медицинской науки, изучающей физические и химические свойства минеральных вод, методы их использования в лечебных целях [9]. Несмотря на то, что освоение первых курортов началось в XVIII веке, однако более ста лет бальнеология не была объединена в научную доктрину и представляла собой свод эмпирических наблюдений и практических знаний из области народной медицины. Научный этап развития бальнеологии принято считать с момента основания первого в России Русского бальнеологического общества (РБО) 17 июля 1863 г. в г. Пятигорск. РБО, являясь единственным общественным центром, издавало печатные издания на основе сочинения русских врачей и перевода иностранных книг по бальнеологии, осуществляло ведущую научно-практическую деятельность в области курортологии, развивая смежные науки – гидрогеологию, климатологию, метеорологию, сейсмологию и др. В этот период бальнеология выделилась в самостоятельную науку и отрасль медицины. С самого начала своей деятельности РБО предприняло попытки научного обоснования механизма действия курортных факторов на организм человека. Накопленный научный опыт членами РБО позволил составить инструкции для врачей при направлении пациентов на курорты. Благодаря деятельности РБО, бальнеология как наука в России была окончательно сформирована, а наследие общества передано в 1931 г. вновь созданному Пятигорскому бальнеологическому институту [10].

В период существования СССР изучением вопросов бальнеологии при поддержке государства занимались научно-исследовательские институты курортологии и физиотерапии союзных республик. К середине 1980-х гг. в России функционировало 14 тысяч санаториев – главных потребителей

минеральных вод. Были созданы мощные агломерации: Большой Сочи, Большая Ялта, Кавказские Минеральные Воды. Но переход российской экономики на рыночные отношения (после 1991 г.) привел к потере множества здравниц. В настоящее время курорты из мест бальнеолечения переориентировались в полифункциональные оздоровительные центры, предлагая услуги культурно-развлекательного характера и СПА-процедуры. В последние годы целями санаторно-курортных организаций является «выживание» в условиях слабой финансовой поддержки со стороны государства, в результате чего услуги бальнеолечения перестают быть доступными для рекреантов.

Еще одной целью посещения курортов является отдых или рекреация (от лат. *recreatio* – восстановление), – комплекс мероприятий, направленных на восстановление здоровья и трудоспособности человека в свободное от работы время. Различают лечебно-оздоровительную, познавательную, садово-дачную и другие виды рекреации [8].

Таким образом, современный туризм представляет собой не просто путешествие, это область интересов многих наук и дисциплин: истории, философии, географии, социологии, психологии, экономики, экологии, рекреологии, культурологии, бальнеологии и др. Каждая из них изучает туризм по-своему, но ни одна – в целом, хотя в наше время необходим целостный взгляд на туризм, в котором были бы синтезированы все аспекты его изучения.

В соответствии с п. 4 Перечня поручений по итогам совместного заседания Государственного Совета и Совета при Президенте РФ по науке и образованию, состоявшегося 24 декабря 2021 года, Правительству Российской Федерации при участии органов исполнительной власти субъектов РФ, на территориях которых расположены значимые объекты научно-исследовательской и образовательной инфраструктуры, поручено разработать и реализовать план мероприятий ("дорожную карту") по развитию научно-популярного туризма, в том числе определив источники его финансирования [11].

Поскольку в отечественной нормативно-правовой базе отсутствует определение «научно-популярный туризм», а в публикациях российских и зарубежных экономистов встречается понятие «научный туризм», то, в соответствии с нашим исследованием, рассмотрим понятийный аппарат научного туризма с целью выявления имманентных свойств, которые может в себя включать научно-популярный туризм (табл. 1).

Таблица 1

Современные трактовки и суть научного туризма

Трактовки научно-популярного туризма	Авторы
«Научный туризм – это отдельное направление в сфере популяризации науки и образования, одна из форм научной дипломатии с целью привлечения в Россию большего количества ученых и студентов, внебюджетных источников финансирования, инвестирования в науку». Отличительной особенностью научного туризма от обычного туризма является программа, содержащая тематическое посещение образовательных, научных и иных профессиональных учреждений, лабораторий, встречи с российскими учёными и специалистами, организацию и участие в научных экспедициях, а также и культурные мероприятия.	Крылова Е. А. [12, С. 3-4]
«Научный туризм – это путешествие без извлечения туристом материальной выгоды в целях сбора научной информации, проведения научных исследований, посещения научных мероприятий».	Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года [13]
Научный туризм – это образовательная форма туризма, дополняющая традиционный туризм, целью которой является получение знаний и более подробной информации о новых технологиях. Наиболее успешной формой научного туризма выступает промышленный туризм, например, посещение автомобильных концертов: Hyundai в Южной Корее, Toyota в Японии, Renault в Франция и Volkswagen в Германии.	Wei Guo, Da-Fang Wu, Yue Li, Feng-Xi Wang, Yong-Qi Ye, Hua-Wei Lin and Chi-Fang Zhang [14, С. 1-2]

Продолжение таблицы 1

Под научным туризмом понимают тип туризма, целями которого являются: - участие в научных программах, конгрессах, симпозиумах и совещаниях без извлечения туристом материальной выгоды; - изучение природы, ее флоры и фауны благодаря помощи ученого персонала. Как понятие, «научный туризм» включает в себя познавательный, экологический, этнокультурный, подводный и многие другие виды туризма. «Научный туризм – это осуществление исследовательской (научной) деятельности на конкретной территории, не являющейся местом постоянного проживания туриста в период от 24 часов до 6 месяцев подряд без извлечения материальной выгоды, отличительным признаком которого является активное участие туриста в программе тура, а не просто получение интересной информации и созерцании объектов».	Холодилина Ю.Е. [15, С. 500]
«Научный туризм – это совокупность ознакомительного туризма, когда туристы сами принимают активное участие в научном познании объекта».	Любарская М. А., Любарский А. Н. [16, С. 181]
«Научный туризм как самостоятельное направление, возникшее в 1980 г. по инициативе президента Географического общества СССР (в настоящее время Русское Географическое общество) академика А. Ф. Трешникова, целью которого являлись: - проведение экспедиционной и исследовательской работы по выявлению перспективных районов и объектов туризма в России, изучение этих районов, описание выявленных объектов и памятников, разработка новых туристских маршрутов и экскурсий, составление отчетов, туристических карт, путеводителей; - мониторинг тенденций развития внутреннего и зарубежного туризма: научного, историко-познавательного, паломнического, промыслового, спортивного и др.; - организация и проведение конференций, семинаров, докладов, способствующих развитию туризма; - взаимодействие и координация действий со всеми заинтересованными в развитии туризма организациями.	Иванова Р. Н. [17, С. 74]
Научный туризм – это: - совокупность четырех теоретических форм «разведка и приключения», «научные исследования», «образование и обучение», «культура и интерпретация»; - это стратегический путь, основанный на ценности местных культур и самобытности, эффективном использовании достижений науки и техники.	Bourlon F., Torres R. [18, С. 4]
Термин «научный турист» впервые был использован в 1881 г. как название путеводителя по научным курьезам в Британии, а в литературе по туризму он стал применяться в конце 1980-х годов. Практика свидетельствует о том, что торговля, европейские представления о природе и культурном разнообразии в мире, наука переплетены с начала века исследований.	West P. [19, С. 597-598]

Обобщив мнения авторов с учетом нормативно-правовой базы РФ в сфере туризма, представленные в табл. 1, **научно-популярный туризм** можно представить как временные выезды граждан в период от 24 часов до 6 месяцев подряд без извлечения материальной выгоды, с целью осуществления научно-исследовательской деятельности на конкретной территории, где турист, принимая активное участие в познании объекта или научно-образовательных мероприятиях, результаты своего труда предоставляет сообществу в виде публикаций или научно-исследовательских разработок, что способствует решению приоритетных социально-экономических, экологических и производственных задач; сохранению исторического, культурного и природного наследия данной дестинации [20].

Объекты научно-популярного туризма представлены на рис.1.

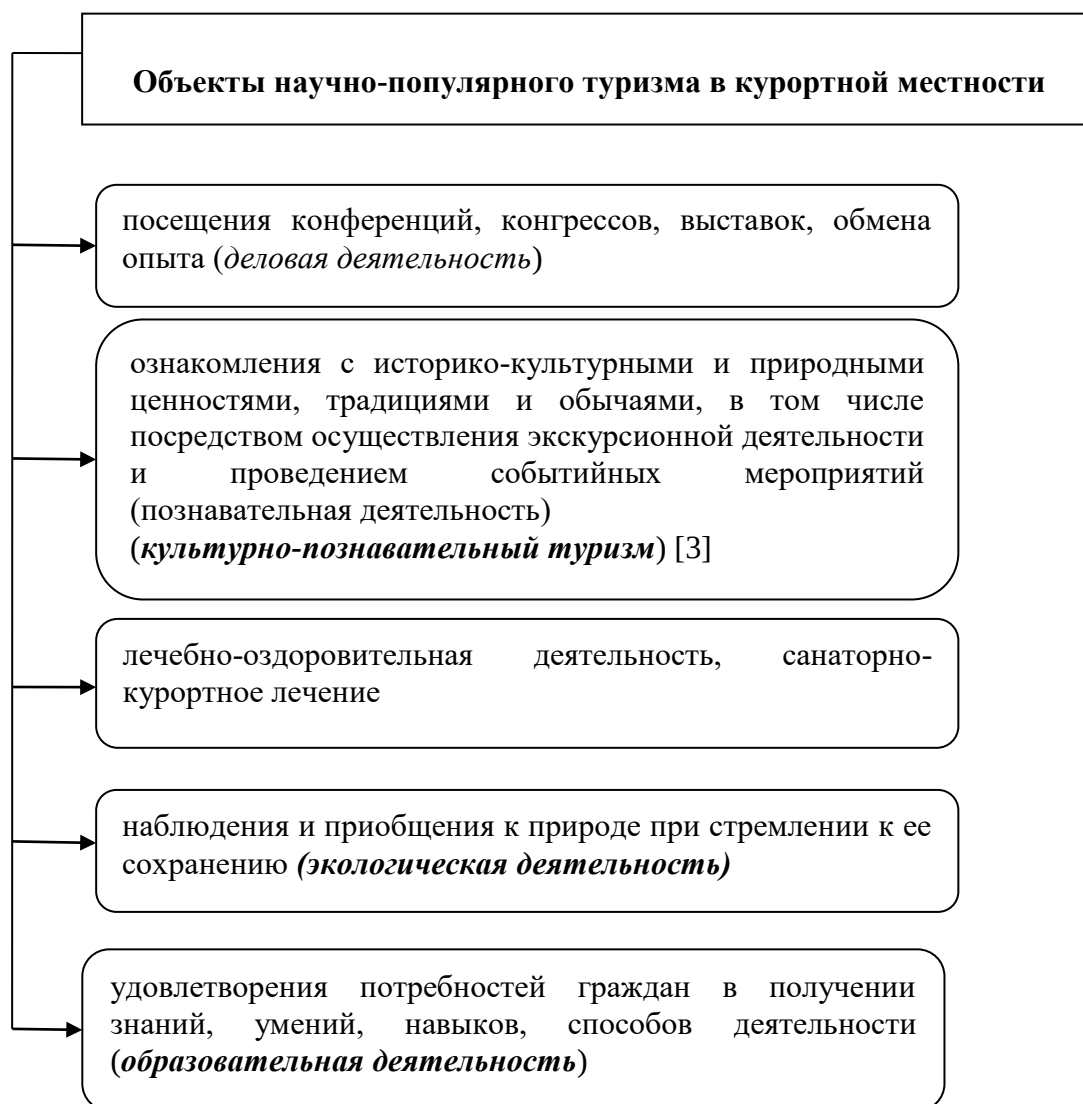


**Рис. 1. Объекты научно-популярного туризма в курортной местности
(составлено автором)**

Далее рассмотрим основных участников-субъектов, играющих ключевую роль в организации, поддержке и популяризации научно-популярного туризма (табл. 2).

Таблица 2

Основные участники-субъекты, играющих ключевую роль в организации и поддержке научно-популярного туризма (составлено автором)

Субъекты научно-популярного туризма	Задачи субъектов-участников научно-популярного туризма	Меры поддержки и популяризации научно-популярного туризма
ФГБУ «Российская академия наук»	- обеспечить надежную и привлекательную основу для развития научно-популярного туризма; - повысить престиж научной, научно-технической и инновационной деятельности в обществе	- обеспечение поддержки научных мероприятий для широкой аудитории посредством организации конференций, фестивалей науки, вебинаров, выставок, чтение лекций ведущими учеными; - разработка методических материалов по популяризации научно-технической и инновационной деятельности в субъектах Российской Федерации; - изучение мирового опыта научно-технического прогресса, обобщение лучших мировых практик и их адаптация под российскую реальность и др.

**ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ НАУКИ:
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ**

Продолжение таблицы 2

Высшие учебные заведения, научные и образовательные организации	- вовлечение молодежи в научную, научно-техническую и инновационную деятельность; - подготовка кадров для научно-популярного туризма; - осуществление научно-исследовательских разработок и научных публикаций	- поддержка издания научно-популярных изданий по естественным и гуманитарным наукам, информационным технологиям, приоритетным направлениям экономических видов деятельности; - разработка методики проектирования и проведения туров, обеспечение подготовки квалифицированных специалистов для организаций, организующих научные туры; - разработка магистерской программы "Научная журналистика" для направлений подготовки "Журналистика"; - разработка образовательной программы "Коммуникации в сфере науки и технологий, коммуникационный менеджмент" для направлений подготовки "Реклама и связи с общественностью"; - организация повышения квалификаций научно-педагогических кадров по тематике популяризации научно-технической и инновационной деятельности; - обеспечения мер по стимулированию научно-педагогических сотрудников и студентов к проведению научных исследований и мероприятий и др.

**ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ НАУКИ:
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ**

Продолжение таблицы 2

<i>Органы власти:</i> Министерство экономического развития Российской Федерации Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Министерство просвещения Российской Федерации Министерство промышленности и торговли Российской Федерации Министерство культуры Российской Федерации Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации Федеральное агентство по делам молодежи Федеральная служба по интеллектуальной собственности	Поддержка научно-туристских инноваций на законодательном уровне	- издание нормативно-правовых актов, стимулирующих научно-педагогических сотрудников и студентов к проведению научных исследований и разработок; - освещение в средствах массовой информации достижений науки и техники для широкой аудитории; - обеспечение поддержки научно-популярных мероприятий для широкой аудитории посредством организации конференций, фестивалей науки, вебинаров и выставок по отраслям и сферам деятельности и др.
<i>Научные фонды и корпорации:</i> АО "Российская венчурная компания", АНО "Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов", ФГБУ "Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере", НО "Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий", Фонд инфраструктурных и образовательных программ Внешэкономбанк, АО "РОСНАНО", ГК "Ростех"	- вовлечение молодежи в научную, научно-техническую и инновационную деятельность; - рост информированности общества о значимых достижениях науки, выдающихся ученых, инженерах, технологических предпринимателях	- обеспечение мер по поддержке авторов посредством грантов, стипендий и т.п., участвующих в научно-исследовательских разработках и создающих материалы для научно-популярных изданий; - обеспечение инвестиционной поддержки технологического предпринимательства и др.

Источники: [21,22,23]

В соответствии с Программой популяризации научной, научно-технической и инновационной деятельности, утвержденной Минэкономразвития России, финансирование мероприятий по популяризации научного туризма должно осуществляться за счет средств:

- федерального бюджета в рамках государственных программ и национальных проектов Российской Федерации: «Развитие образования», «Развитие науки и технологий», «Туризм и индустрия гостеприимства» и др.;
- бюджетов субъектов Российской Федерации в рамках целевых программ;
- государственных институтов развития и компаний с государственным участием в рамках формирования государственных заданий для научных организаций и высших учебных заведений;
- частных инвесторов, желающих получить инновационные продукты [4].

Таким образом, в настоящее время туризм представляет собой не просто путешествие, это область интересов многих наук и дисциплин: истории, философии, географии, социологии, психологии, экономики, экологии, рекреалогии, культурологии, бальнеологии и др. Развитие научно-популярного туризма в курортной местности будет способствовать решению приоритетных социально-экономических, экологических и производственных задач; сохранение исторического, культурного и природного наследия территории, развитие техники и технологий, создание инновационных товаров и услуг.

Список литературы

1. Лебедев С.А. Философия науки: Словарь основных терминов [Электронный ресурс]. – URL: <https://nshaucheba.ru/v35225/%D0%BB%8> (дата обращения: 10.09.2022).
2. Федорченко В. К. Туризмология как наука. Основные парадигмы теории туризма // Вестник РМАТ. 2013. №2 (8). URL: <https://cyberleninka.ru/>

article/n/turizmologiya-kak-nauka-osnovnye-paradigmy-teorii-turizma (дата обращения: 10.09.2022).

3. Вавилова Е.В. Основы международного туризма [Текст] / Е.В. Вавилова.- М.: Гардарики, 2005. – 52 с.

4. Лебедев С.А. Структура науки // Вестник Московского университета. Серия 7. Философия. 2010. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-nauki> (дата обращения: 10.09.2022).

5. Борисова А. В., Иерусалимский Ю. Ю. История развития санаторно-курортного дела в России // Современные проблемы сервиса и туризма. 2009. №3. С. 33 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-razvitiya-sanatorno-kurortnogo-dela-v-rossii> (дата обращения: 20.09.2019).

6. Разумов А. Н. Методологические и научные основы курортологии на современном этапе развития науки // Курортная медицина. – 2020. – №. 4. – С. 5. [Электронный ресурс]. – URL: <https://skfmba.ru/files/docs/kurortmed/2020/kurortmed-4-2020.pdf#page=5> (дата обращения: 20.09.2019).

7. Ветитнев А.М. В39 Курортное дело: учебное пособие /А.М. Ветитнев, Л.Б. Журавлева. -М.: КНОРУС, 2006. 528с.

8. Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс]. – URL: <https://bigenc.ru/medicine/text/2125837> (дата обращения: 20.09.2019).

9. Большая медицинская энциклопедия [Электронный ресурс]. – URL: <http://bigmeden.ru/article/%D0%91%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F> (дата обращения: 20.09.2019).

10. Ефименко Н.В., Глухов А.Н. Колыбель Российской бальнеологии // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2014. №3. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kolybel-rossiyskoj-balneologii> (дата обращения: 20.09.2019).

11. Перечень поручений по итогам совместного заседания Государственного Совета и Совета при Президенте по науке и образованию (утв. Президентом РФ 10.02.2022 N Пр-290) [Электронный ресурс]. – URL:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_409165/ (дата обращения: 17.02.2022).

12. Крылова Е. А. Научный туризм как одна из форм научной дипломатии России //Аллея науки. – 2018. – Т. 1. – №. 2 (18). – С. 365. [Электронный ресурс]. – URL: https://alley-science.ru/domains_data/files/3February2-181/nauchnyy%20turizm%20kak%20odna%20iz%20form%20nauchnoy%20diplomatii%20rossii.pdf (дата обращения: 17.02.2022).

13. Распоряжение Правительства РФ от 20.09.2019 N 2129-р «Об утверждении Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года» (ред. от 07.02.2022) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=409150#08gVI1TmK8KWy6UI1> (дата обращения: 01.03.2022).

14. Wei Guo , Da-Fang Wu * , Yue Li, Feng-Xi Wang, Yong-Qi Ye , Hua-Wei Lin and Chi-Fang Zhang Suitability Evaluation of Popular Science Tourism Sites in University Towns: Case Study of Guangzhou University Town // Sustainability 2022, 14, 2296. [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.3390/su14042296> (дата обращения: 28.03.2022).

15. Холодилина, Ю.Е. Теоретические аспекты развития научного туризма в регионе // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – №. 13 (132). – С. 500-505. [Электронный ресурс]. – URL: [https://scholar.google.ru/teoreticheskie-aspekty-razvitiya-nauchnogo-turizma-v-regione%20\(1\).pdf](https://scholar.google.ru/teoreticheskie-aspekty-razvitiya-nauchnogo-turizma-v-regione%20(1).pdf) (дата обращения: 29.03.2022).

16. Любарская, М.А., Любарский, А.Н. Факторы развития экологического, экстремального и научного туризма в полярных областях // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. 2013. №4 (18). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/factory-razvitiya-ekologicheskogo-ekstremalnogo-i-nauchnogo-turizma-v-polyarnyh-oblastyah> (дата обращения: 28.03.2022).

17. Иванова, Р. Н. Содержание и объекты научного туризма в Якутии // Вестник СВФУ. 2012. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-i-obekty-nauchnogo-turizma-v-yakutii> (дата обращения: 28.03.2022).

18. Bourlon F., Torres R. Scientific tourism a tool for tourism development in Patagonia. – 2016. [Электронный ресурс]. – URL: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01954694/document> (дата обращения: 28.03.2022).

19. West P. Tourism as science and science as tourism: Environment, society, self, and other in Papua New Guinea //Current anthropology. – 2008. – Т. 49. – №. 4. – С. 597-626. [Электронный ресурс]. – URL: <https://scholar.google.ru/Downloads/586737.pdf>. (дата обращения: 28.03.2022).

20. Баранова А.Ю. Научно-популярный туризм // Управленческий учет, № 4. С. 237-243.

21. Программа популяризации научной, научно-технической и инновационной деятельности" (утв. Минэкономразвития России) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=317772&dst=100002#IYWUI1TGmsfzbt3v> (дата обращения: 17.02.2022).

22. Жуковская, И.Ф., Генералова, Г.Г. Образовательный туризм: сущность, цели, перспективы развития в России //Глобальный научный потенциал. – 2017. – №. 11. – С. 80. [Электронный ресурс]. – URL: [http://globaljournals.ru/assets/files/journals/global-scientific-potential/80/g-n-p-11\(80\)](http://globaljournals.ru/assets/files/journals/global-scientific-potential/80/g-n-p-11(80)) (дата обращения: 30.03.2022).

23. Цзин Н. Международное регулирование сферы туризма и его экономико-финансовые инструменты. – 2021. [Электронный ресурс]. – URL: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/267805/1/467-469.pdf> (дата обращения: 29.03.2022).

РАЗДЕЛ III.
ОБЩИЕ И ЧАСТНЫЕ ВОПРОСЫ
СОВРЕМЕННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

УДК 159.9.07

Глава 12.
ВЛИЯНИЕ ТРАВМАТИЧЕСКОГО СОБЫТИЯ НА АЛЕКСИТИМИЮ
У ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА, ПЕРЕНЕСШИХ
ИНФЕКЦИЮ COVID-19

Улюкин Игорь Михайлович

к.м.н., научный сотрудник

Орлова Елена Станиславовна

к.м.н., старший научный сотрудник

Сечин Алексей Александрович

начальник научно-исследовательской лаборатории

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова»

Аннотация. С середины декабря 2019 года началась и пока еще не закончилась пандемия коронавирусного заболевания, названного «COVID-19–инфекция», наиболее поразившего Азию, Европу и Америку подобно атипичной пневмонии в 2003 году, у которой к настоящему времени выявлена и интерференция с респираторными инфекциями; на этом фоне появляются новые штаммы вируса SARS–CoV–2. В настоящее время инфекция COVID-19 отражает не только соматические, но и психологические сложности как у больных, так и у медицинских работников, которые могут привести к дальнейшим проблемам вследствие психологического стресса, как это было показано на примере поражения вирусом SARS.

Цель – рассмотреть влияние травматического события на алекситимию у лиц молодого возраста, перенесших инфекцию COVID-19.

Материалы и методы. В экспериментально-психологическом исследовании приняло участие 196 человек, в том числе 95 мужчин (группа «М» - 48,5%) и 101 женщина (группа «Ж» - 51,5%), перенесших инфекцию COVID-19 12-14 месяцев назад, в среднем возрасте $18,85 \pm 0,63$ года ($M=19,0 \pm 0,59$, $Ж=18,71 \pm 0,63$, $p=0,033$). Основными клиническими формами заболевания были инаппарантная форма и острое респираторное заболевание. Клинико-лабораторное обследование, медикаментозное и физиотерапевтическое лечение, выписка больных из стационара, реабилитация проводились в соответствии с нормативными документами. Психометрическое измерение выраженности специфических реакций человека на травматическое событие в виде перенесенного заболевания – инфекции COVID-19 – было проведено по «Шкале IES-R» [Тарабрина Н.В., 2001]. Показатели алекситимии были изучены по русскоязычной версии 20-пунктовой Торонтской шкале алекситимии (Toronto Alexithymia Scale, TAS-20-R) [Старостина Е.Г. и др., 2010].

Результаты. Наибольшее значение из возникших реакций на травматическое событие в виде заболевания инфекцией COVID-19 имел показатель «Избегание», что, вероятно, свидетельствует о возможности смягчения или избегания переживаний, связанных с возможным травмирующим событием в виде лечения заболевания. Показатели посттравматических реакций на фоне успешно проведенной реабилитации согласно действующих нормативных документов после перенесенной 12-14 месяцев назад COVID-19-инфекции невысокие; это свидетельствует о хорошем уровне адаптации к перенесенному заболеванию, и о том, что у мужчин и женщин психологическая адаптация к перенесенному заболеванию прошла конструктивно сходным образом. Данный факт, вероятно, находит свое отражение и в невысоких показателях факторов алекситимии (при этом СБ методики TAS-20-R, на который рекомендуют делать акцент разработчики

теста, не превышает норматив, определённый отечественными и зарубежными исследователями). При оценке взаимосвязи данных Шкалы IES-R и методики TAS-20-R в группах «М» и «Ж» отмечено, что в группе «М» корреляционная связь между показателями СБ TAS-20-R и IES R при обеих клинических формах особо не выражена (при инаппарантной форме она слабая, $r=0,23$; при остром респираторном заболевании очень слабая, $r=0,1$), тогда как в группе «Ж» она умеренная ($r=0,3$ и $r=0,32$, соответственно), что, вероятно, отражает особенности адаптации к неопределённости ситуации у мужчин и женщин.

Выводы. Полученные в настоящем исследовании данные могут позволить более дифференцированно подойти к психологическому сопровождению лечебного процесса и построению коррекционной работы с лицами молодого возраста, перенесшими COVID-19-инфекцию.

Ключевые слова: инфекция COVID-19, лица молодого возраста, «Шкала оценки влияния травматического события (Impact of Event Scale – IES)», алекситимия, 20-пунктовая Торонтская шкала алекситимии (Toronto Alexithymia Scale, TAS-20-R), психологическое благополучие, медико–психологическое сопровождение.

THE IMPACT OF A TRAUMATIC EVENT AND ALEXITHYMIA IN YOUNG PEOPLE WHO HAVE HAD COVID-19 INFECTION

**Ulyukin Igor Mikchaylovich
Orlova Elena Stanislavovna
Sechin Alexey Alexandrovich**

Abstract. Since mid-December 2019, the pandemic of the coronavirus disease has begun and has not yet ended, called «COVID-19 infection», which most affected Asia, Europe and America, like SARS in 2003; against this background, new strains of the SARS-CoV-2 virus are emerging. Currently, COVID-19 infection reflects not only somatic but also psychological challenges for both patients and

healthcare workers, which can lead to further problems due to psychological stress, as was shown in the case of the SARS virus.

The purpose of the study – to consider the impact of a traumatic event on alexithymia in young people who have had a COVID-19 infection.

Materials and methods. 196 people took part in the experimental psychological study, including 95 men («M» group – 48,5%) and 101 women («F» group – 51,5%) who had COVID-19 infection 19 12-14 months ago, at an average age of 18.85 ± 0.63 years («M»= $19,0 \pm 0,59$, «F»= $18,71 \pm 0,63$, $p=0,033$). The main clinical forms of the disease were the inapparent form and acute reparative disease. Clinical and laboratory examination, medical and physiotherapeutic treatment, discharge of patients from the hospital, rehabilitation were carried out in accordance with regulatory documents. Psychometric measurement of the severity of a person's specific reactions to a traumatic event in the form of a past illness - infection with COVID-19 - was carried out according to the «IES-R Scale» [Tarabrina N.V., 2001]. The indicators of alexithymia were studied using the Russian version of the 20-item Toronto Alexithymia Scale (TAS-20-R) [Starostina E.G., et al., 2010].

Results. The most important of the reactions to the traumatic event in the form of COVID-19 infection was the «Avoidance» indicator, which probably indicates the possibility of mitigating or avoiding experiences associated with a possible traumatic event in the form of treatment for the disease. Indicators of post-traumatic reactions against the background of successful rehabilitation in accordance with current regulatory documents after suffering COVID-19 infection 12-14 months ago are low; this indicates a good level of adaptation to the disease, and that in men and women, psychological adaptation to the disease was structurally similar. This fact is probably also reflected in the low levels of alexithymia factors (at the same time, the GPA of the TAS-20-R method, which the test developers recommend focusing on, does not exceed the standard determined by domestic and foreign researchers). When assessing the relationship between the data of the IES-R Scale and the TAS-20-R methods in groups «M» and «F», it was noted that in the «M» group, the correlation between the indicators of GPAs TAS-20-R and IES R

for both clinical forms was not particularly significant expressed (with inapparent form it is weak, $r=0,23$; with acute respiratory infections it is very weak, $r=0,1$), while in the «F» group it is moderate ($r=0,3$ and $r=0,32$, respectively), which probably reflects the peculiarities of adaptation to the uncertainty of the situation in men and women.

Conclusions. The data obtained in this study may allow a more differentiated approach to the psychological support of the treatment process and the construction of corrective work with young people who have had COVID-19 infection.

Key words. COVID-19 infection, young adults, Impact of Event Scale (IES), alexithymia, 20-point Toronto Alexithymia Scale (TAS-20-R), psychological well-being, medical and psychological support.

Введение. Известно, что с середины декабря 2019 года началась и пока еще не закончилась пандемия коронавирусного заболевания, названного «COVID-19–инфекция», наиболее поразившего Азию, Европу и Америку подобно атипичной пневмонии в 2003 году [1], у которой к настоящему времени выявлена и интерференция с респираторными инфекциями [2]; на этом фоне появляются новые штаммы вируса SARS–CoV–2 [3, 4].

По разным данным, частота постковидного синдрома (post-COVID syndrome, long COVID; по МКБ–10 код U09.9 – состояние после COVID-19) оценивается в 10-35%, тогда как у госпитализированных больных она может достигать 85% [5]. Важно подчеркнуть, что даже у молодых пациентов без сопутствующих заболеваний, перенесших COVID-19, даже при легком и бессимптомном его течении, могут развиваться такие психосоматические последствия, как дистресс, тревога, соматизация и некоторые другие [6], что требует пристального медико–психологического сопровождения этих реконвалесцентов, которое должно быть на должном уровне с целью своевременного выявления и купирования постковидного синдрома.

Но в настоящее время инфекция COVID-19 отражает не только соматические, но и психологические сложности как у больных, так и у

медицинских работников, которые могут привести к дальнейшим проблемам вследствие психологического стресса, как это было показано на примере поражения вирусом SARS [7], даже после того, как вспышка COVID-19 закончится. Факторы тяжелого психологического стресса с большой вероятностью могут вызвать серьезные психические заболевания и, в частности, способствовать развитию посттравматического стрессового расстройства (ПТСР), с последующим аутоиммунным поражением, которое может возникнуть после серьезного травматического события или травмы [8]; предполагается, что ПТСР соответствует двухфазной модели реакции на стресс (острый стресс может отражать усиление иммунного ответа, тогда как хронический стресс может отражать подавление иммунного ответа с повышенной восприимчивостью к инфекциям); это наблюдается как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе при ПТСР.

Разными авторами показано, что пожилые пациенты, пациенты с сопутствующими хроническими заболеваниями, получающие лечение иммунодепрессантами, или пациенты с иммунодепрессивным состоянием могут страдать от сниженного иммунного ответа и большей восприимчивости к опасным для жизни вирусным инфекциям, в частности, COVID-19 [9, 10]. Кроме того, есть мнение, что иммуносупрессия (вторичная по отношению к заболеванию или лечению) на сегодняшний день является наиболее известным фактором риска развития тяжелой вирусной пневмонии, вызванной различными семействами респираторных вирусов [11]. Более того, скорость прогрессирования пневмонии увеличивается даже в зависимости от факторов риска, связанных со степенью иммуносупрессии (например, лимфопения, ранний пост-трансплантационный период, использование иммунодепрессантов), вследствие чего может возникнуть порочный круг, включающий иммуносупрессию, вызванную COVID-19 и ПТСР [12].

Считается, что во время такого стрессового периода психологическое обеспечение и кризисные вмешательства необходимы на ранней стадии расстройства почти во всех группах для уменьшения ПТСР и для смягчения

текущих острых стрессовых реакций отдельных лиц и пациентов и снижения заболеваемости психическими нарушениями для предотвращения иммуносупрессии, тем самым нарушая порочный круг. Доказательная медицина имеет большое значение для проведения популяционных психиатрических исследований симптоматики таких изменений [13]. Кроме того, полагают, что, в частности, нейровизуализация поможет обеспечить эвристическую основу для преодоления разрывов между таламокортикальной нейросхемой и депрессивными симптомами при ПТСР [14]. Так, есть мнение о том, что когнитивные нарушения при инфекции COVID-19 являются результатом стрессового или травматического воздействия [15]. Однако в настоящее время трудно определить, связан ли когнитивный дефицит с поражением головного мозга вирусом SARS-CoV-2 или же он был вызван стрессовым характером пандемии в целом / индивидуальным опытом болезни; так, в ряде исследований пациенты с выраженными когнитивными жалобами не имели выраженных нервно-психических нарушений [16]. Поэтому, как свидетельство нейрокогнитивных последствий инфекции COVID-19, психологическая травма не должна быть упущена из виду при проведении исследования когнитивных функций как важный фактор, влияющий на нейропсихологическую устойчивость и качество жизни пациентов. Тем не менее, данный вопрос изучен недостаточно.

Цель исследования – рассмотреть влияние травматического события на алекситимию у лиц молодого возраста, перенесших инфекцию COVID-19.

Материалы и методы. В плане достижения заявленной цели нами в собственном экспериментально-психологическом исследовании проведено обследование 196 человек, перенесших инфекцию COVID-19 12-14 месяцев назад, в том числе 95 мужчин (группа «М» – 48,5%) и 101 женщина (группа «Ж» – 51,5%) в среднем возрасте $18,85 \pm 0,63$ года («М» – $19,0 \pm 0,59$ лет, «Ж» – $18,71 \pm 0,63$ лет, $p=0,03$).

Основными клиническими формами (КФ) инфекции COVID-19 были инapparантная форма (ИФ) – 157 человек («М» = 75, «Ж» = 82; 80,1%), острая

респираторная вирусная инфекция (ОРЗ) – 35 человек («М» = 17, «Ж» = 18; 17,86%), пневмония без дыхательной недостаточности (П) – 4 человека («М» = 3, «Ж» = 1; 2,04%). Ввиду малого количества реконвалесцентов группа «П» из дальнейшего обследования была исключена. Остальные клинически выраженные формы заболевания были легкого и среднетяжёлого течения, осложнений, вызванных основным заболеванием, не диагностировано. Клинико-лабораторное обследование, медикаментозное и физиотерапевтическое лечение, выписка больных из стационара, реабилитация проводились в соответствии с нормативными документами [17].

«Шкала оценки влияния травматического события (Impact of Event Scale – IES)» была создана в 1979 г. М. Горовицем и соавторами с целью исследования особенностей реагирования людей на травматические стрессоры [18]. Изначально авторами рассматривались две специфические реакции человека на стрессоры: «вторжение» и «избегание» (симптомы вторжения проявляются в ночных кошмарах, навязчивых чувствах, образах или мыслях; для реакции избегания характерны попытки смягчения или избегания переживаний, связанных с травматическим событием, снижение реактивности), которые, как считалось, и измеряли степень влияния травматического события на психику человека.

Позже исследователи пришли к выводу, что методика IES может быть более полезной, если она будет способна диагностировать также и симптомы гипервозбуждения, которые являются составной частью психологической реакции на травматическое событие [19], для чего оригинальную методику IES дополнили субшкалой «физиологическая возбудимость (гипервозбуждение)» (для получения информации о таких характеристиках личности, как злость и раздражительность; гипертрофированная реакция испуга; трудности с концентрацией; психофизиологическое возбуждение, обусловленное воспоминаниями, бессонница). Кроме использования оценок, полученных по субшкалам, авторы предложили интегральный показатель, который представлял собой сумму всех трех субшкал. В результате такого

преобразования методика IES получила название «Шкала оценки влияния травматического события – пересмотренная» (Impact of Event Scale – Revised, IES-R).

Психометрическое измерение влияния травматического события в нашем исследовании было проведено по «Шкале IES-R», которая была адаптирована в России Н.В. Тарабриной [20].

«Шкала IES-R» включает 3 субшкалы и интегральный показатель:

1) «Вторжение» (IN) – отмечает у испытуемого ночные кошмары, навязчивые чувства, образы или мысли, связанные с возможным воздействием травмирующего события;

2) «Избегание» (AV) – отмечает у испытуемого симптомы избегания, включающие попытки смягчения или избегания переживаний, связанных с возможным травмирующим событием;

3) «Физиологическая возбудимость» (AR) – отмечает у испытуемого злость и раздражительность; гипертрофированную реакцию испуга; бессонницу; трудности с концентрацией; психофизиологическое возбуждение, обусловленное воспоминаниями о травмирующем событии;

4) «Интегральный показатель» (IES R) – это общая шкала оценки влияния психотравмирующего воздействия; позволяет выявлять у испытуемого наличие неблагоприятных эмоционально-личностных особенностей, развившихся как следствие субъективного восприятия травмирующего события.

С применением этой методики был выполнен целый ряд исследований на различных группах населения (Таблица 1).

Таблица 1

Средние значения Шкалы IES-R у лиц молодого возраста, $M \pm m$ [20]

Обследованные лица	Субшкалы IES R			IES R
	IN	AV	AR	
Студенты	10,2±8,22	12,17±8,79	7,23±7,46	29,61±21,76
Примечание: IN – субшкала «вторжение», AV - субшкала «избегание», AR - субшкала «физиологическая возбудимость», IES R - интегральный показатель (суммарный балл, СБ).				

Психометрические измерения выраженности дефицита когнитивной переработки и регуляции эмоций у обследованных лиц проводились по русскоязычной версии 20-пунктовой Торонтской шкале алекситимии (Toronto Alexithymia Scale, TAS-20-R), разработанной Е.Г. Старостиной и соавт. [21], которая описывает три фактора, отражающих основные компоненты алекситимии: трудности идентификации чувств (ТИЧ), трудности с описанием чувств другим людям (ТОЧ) и внешне-ориентированный (экстернальный) тип мышления (ВОМ); хотя в TAS-20 нет фактора воображения, полагают, что ВОМ косвенно отражает этот аспект алекситимии [22, 23]. Правда, есть мнение, что TAS-20 является показателем психологического дистресса, а не алекситимии [24]. И здесь важно подчеркнуть, что единого понимания того, что же представляет собой алекситимия, в настоящее время не существует, как нет и единой концепции терапии алекситимии.

Однако изучение этого параметра важно в том плане, что алекситимия связана с целым рядом распространенных соматических и психических нарушений, в этиопатогенезе которых, вероятно, играет роль недостаточная способность к модулированию эмоционального возбуждения посредством когнитивной переработки [25]. Показатели отечественного исследования – в котором состав респондентов может рассматриваться как выборка терапевтических больных в широком смысле [21] – сходны с данными, полученным зарубежными авторами [26, 27]. Подобные результаты были получены и у практически здоровых людей [28], которые авторы проведенного исследования считают нормативными (Таблица 2). Пороговым значением для наличия алекситимии считается 60 баллов и более [29].

Таблица 2

Показатели методики TAS-20-R и ее факторных шкал (балл, $M \pm m$)

Факторы алекситимии	Группы [28]		Группы [21]	
	М	Ж	М	Ж
	средний балл ($M \pm m$)			
ТИЧ	14,51 $\pm$ 5,22	14,27 $\pm$ 5,20	17,88 $\pm$ 6,22	19,35 $\pm$ 7,0
ТОЧ	13,16 $\pm$ 4,10	11,96 $\pm$ 4,21	12,8 $\pm$ 3,9	13,22 $\pm$ 4,06
ВОМ	19,62 $\pm$ 4,67	17,93 $\pm$ 4,63	20,58 $\pm$ 4,35	20,06 $\pm$ 4,76
СБ	47,30 $\pm$ 11,32	44,15 $\pm$ 11,19	51,25 $\pm$ 11,36	52,62 $\pm$ 12,74

Авторы методики TAS-20-R, как и другие исследователи [30], рекомендуют опираться только на суммарный балл теста (СБ) и не использовать факторные шкалы в качестве независимых показателей, ибо, в частности, полагают, что использование TAS-20 в целом требует осторожности, так как только факторы «трудность идентификации чувств» и «трудность описания чувств» представляют алекситимию, в отличие от фактора «внешне-ориентированное мышление», который не оценивает ни ключевые признаки алекситимии, ни связанные с ней конструкты [31]. Вместе с тем показано, что на средний балл теста достоверно влияют пол, уровень образования, место жительства, трудовой статус, уровень дохода, параметры имеющейся болезни [32].

В настоящем исследовании принимали участие учащиеся 1-2 курсов государственного бюджетного учреждения высшего медицинского образования. Исследование проводилось групповым способом в течение 40 мин. У всех обследованных было получено добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Исследование осуществлялось в соответствии с принципами доказательной медицины, было нерандомизированным, открытым. Работа выполнена в соответствии с положениями существующих нормативных документов о защите личности в связи с автоматической обработкой персональных данных [33].

Особенностью исследования был факт невозможности подбора контрольной группы. Поэтому сравнение психологических показателей проводилось между различными клиническими формами COVID-19.

Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета прикладных программ «Statistica for Windows» в соответствии с общепринятыми методами вариационной статистики [34].

Результаты и обсуждение. Показатели влияния травматического события, и выраженности дефицита когнитивной переработки и регуляции эмоций у лиц, перенесших инфекцию COVID–19, приведены в Таблице 3.

При оценке травматического события по Шкале IES-R достоверное различие между группами «М» и «Ж» отмечено только в группе «ИФ» между параметрами «Избегание» ($p<0,05$) и «Физиологическая возбудимость» ($p=0,046$), что, вероятно, отражает большую эмоциональность женщин в ситуации неопределённости.

Таблица 3

**Показатели шкал IES-R и TAS-20-R у лиц,
перенесших инфекцию COVID–19, $M\pm m$**

КФ COVID- 19	группы	субшкалы теста IES-R				субшкалы теста TAS-20-R			
		IN	AV	AR	IES R	ТИЧ	ТОЧ	ВОМ	СБ
ИФ	М	2,08± 2,16	5,6± 4,87	1,57± 1,54	3,08± 3,19	11,53± 1,17	8,37± 2,96	18,76± 2,5	12,89± 4,26
	Ж	3,0± 2,54	8,82± 5,89	2,45± 2,3	4,76± 4,38	12,17± 1,74	8,57± 2,96	18,34± 2,43	13,03± 4,24
ОРЗ	М	2,0± 1,53	6,65± 5,58	2,06± 1,96	3,57± 3,49	12± 1,76	8071± 2,16	19,88± 2,48	13,53± 4,58
	Ж	2,72± 2,91	6,22± 5,41	2,44± 2,97	3,8± 3,91	12,06± 1,39	8,06± 1,64	17,44± 2,67	12,52± 3,72
Примечание IN – субшкала «вторжение», AV - субшкала «избегание», AR - субшкала «физиологическая возбудимость», IES R - интегральный показатель.									

В группе «М» при «ИФ» наибольшее значение имел показатель «Избегание» ($p<0,05$), что, вероятно, свидетельствует в отсутствие

клинических проявлений болезни возможности смягчения или избегания переживаний, связанных с возможным травмирующим событием в виде лечения заболевания. При этом отмечена средняя корреляционная связь этого показателя с показателями «Вторжение» и «Физиологическая возбудимость» ($r=0,64$ и $r=0,53$, соответственно). Корреляционная связь между показателями «Вторжение» и «Физиологическая возбудимость» расценивалась как сильная ($r=0,71$).

При «ОРЗ» в группе «М» наибольшее значение также имел показатель «Избегание» ($p=0,02$), причины, вероятно, те же даже при наличии клинических проявлений. Но в данном случае корреляционная связь между этим показателем и показателями «Вторжение» и «Физиологическая возбудимость» расценивалась уже как сильная ($r=0,7$ и $r=0,8$, соответственно), что свидетельствует о большей тяжести переживаний. Корреляционная связь между показателями «Вторжение» и «Физиологическая возбудимость» расценивалась средняя ($r=0,6$).

Сходные тенденции отмечены и в группе «Ж». При «ИФ» и «ОРЗ» наибольшее значение имел показатель «Избегание» ($p<0,05$ и $p<0,06$, соответственно), однако корреляционная связь между этим показателем и показателями «Вторжение» и «Физиологическая возбудимость» расценивалась в группе «ИФ» как средняя и умеренная ($r=0,54$ и $r=0,4$, соответственно), а в группе «ОРЗ» как средняя и слабая ($r=0,53$ и $r=0,24$, соответственно),

Данный факт, вероятно, находит свое отражение и в невысоких показателях факторов алекситимии (при этом СБ методики TAS-20-R, на который рекомендуют делать акцент разработчики теста, не превышает норматив, определённый отечественными и зарубежными исследователями). «Алекситимичных» пациентов в исследовании не было выявлено, что, возможно, следует отнести на счет тестирования, проведенного при отборе для поступления в учебное заведение. Необходимо отметить и отсутствие достоверных различий между цифровыми значениями показателей ТИЧ, ТОЧ,

ВОМ при различных клинических формах COVID-19–инфекции ($p>0,05$) в обеих обследованных группах.

Корреляционная взаимосвязь факторов алекситимии в группе «М» при различных КФ расценивалась как слабая и очень слабая при достоверно различных показателях ($p<0,01$).

В группе «Ж» корреляционная взаимосвязь факторов алекситимии ТИЧ и ТОЧ при различных КФ расценивалась как умеренная ($r=0,39$ и $r=0,45$, соответственно), между остальными показателями – как слабая и очень слабая при достоверно различных показателях ($p<0,01$).

При оценке взаимосвязи данных Шкалы IES-R и методики TAS-20-R в группах «М» и «Ж» отмечено, что в группе «М» корреляционная связь между показателями СБ TAS–20–R и IES R при обеих КФ особо не выражена (при ИФ она слабая, $r=0,23$; при ОРЗ очень слабая, $r=0,1$), тогда как в группе «Ж» она умеренная ($r=0,3$ и $r=0,32$, соответственно), что, вероятно, отражает особенности адаптации к неопределенности ситуации у мужчин и женщин. Это, надо полагать, находит свое отражение и во взаимосвязях отдельных субшкал методик.

Так, в группе «М» при ИФ заболевания выявлена умеренная корреляционная связь между показателями «Вторжение» и «ТОЧ» (трудности с описанием чувств другим людям) ($r=0,38$), а также между «ТОЧ» и показателем «Физическое возбуждение» ($r=0,34$). Корреляционные взаимосвязи между остальными показателями были слабыми и очень слабыми. В тоже время при заболевании в форме ОРЗ выявлена средняя корреляционная связь между показателями «Вторжение» и «ТОЧ» ($r=0,53$), и умеренная между показателями «ТОЧ» и «Избегание» ($r=0,49$), между показателями «Физическое возбуждение» и «ТИЧ», «ТОЧ», «ВОМ» ($r=0,37$, $r=0,37$, $r=-0,32$, соответственно). Корреляционные взаимосвязи между остальными показателями были слабыми и очень слабыми.

В группе «Ж» при ИФ заболевания выявлена умеренная корреляционная связь между показателями «Вторжение» и «ТОЧ» ($r=0,33$), а также между

показателем «Физическое возбуждение» и «ТИЧ», «ТОЧ» ($r=0,36$ и $r=0,35$, соответственно). При заболевании в форме ОРЗ у женщин выявлена средняя отрицательная корреляционная связь между показателями «Физическое возбуждение» и «ТИЧ» (трудности идентификации чувств) – ($r=-0,59$), умеренная отрицательная – между показателями «Физическое возбуждение» и «ТОЧ» ($r=-0,32$). Корреляционные взаимосвязи между остальными показателями в группах были слабыми и очень слабыми.

Поэтому здесь важно еще раз подчеркнуть традиционные требования в постковидном периоде к проведению медицинской реабилитации (своевременность, адекватность) и основные её принципы (раннее начало, этапность, непрерывность и последовательность, комплексность, персонализация, активное участие самого пациента).

Заключение. В проведенном нами исследовании показано, что наибольшее значение из возникших реакций на травматическое событие в виде заболевания инфекцией COVID-19 имел показатель «Избегание», что, вероятно, свидетельствует о возможности смягчения или избегания переживаний, связанных с возможным травмирующим событием в виде лечения заболевания. Показатели посттравматических реакций на фоне успешно проведенной реабилитации согласно действующих нормативных документов после перенесенной 12-14 месяцев назад COVID-19-инфекции невысокие; это свидетельствует о хорошем уровне адаптации к перенесенному заболеванию, и о том, что у мужчин и женщин психологическая адаптация к перенесенному заболеванию прошла конструктивно сходным образом. Данный факт, вероятно, находит свое отражение и в невысоких показателях факторов алекситимии (при этом СБ методики TAS-20-R, на который рекомендуют делать акцент разработчики теста, не превышает норматив, определённый отечественными и зарубежными исследователями). При оценке взаимосвязи данных Шкалы IES-R и методики TAS-20-R в группах «М» и «Ж» отмечено, что в группе «М» корреляционная связь между показателями СБ TAS-20-R и IES R при обеих КФ особо не

выражена (при ИФ она слабая, $r=0,23$; при ОРЗ очень слабая, $r=0,1$), тогда как в группе «Ж» она умеренная ($r=0,3$ и $r=0,32$, соответственно), что, вероятно, отражает особенности адаптации к неопределенности ситуации у мужчин и женщин. Это, надо полагать, находит свое отражение и во взаимосвязях отдельных субшкал методик. Вместе с тем, в плане комплексного лечения считается, в частности, что все применяемые психотерапевтические методы улучшают депрессивное состояние пациентов (потому что алекситимия является фактором риска его развития), но методы когнитивно-поведенческой терапии (cognitive behavioral therapy) и экзистенциальной психотерапии (existential psychotherapy) являются более действенными, чем поддерживающее консультирование (supportive counseling); при том, что показатели алекситимии больных после психотерапии не улучшаются [35].

Это важно с той точки зрения, что, в частности, в результате 2-летних ретроспективных когортных исследований лиц, перенесших инфекцию COVID-19 показано, что увеличение частоты аффективных и тревожных расстройств было преходящим (расстройство настроения на 457-й день, тревожное расстройство на 417-й день без общего превышения этих диагнозов по сравнению с другими респираторными инфекциями), тогда как повышенный риск психотического расстройства, когнитивного дефицита, деменции, эпилепсии, судорог сохранялся на протяжении всего периода наблюдения [36]; выявленный авторами факт, что неврологические и психические исходы во время дельта- и омикронных волн инфекции были схожими, указывает на то, что нагрузка на систему здравоохранения может продолжаться даже при менее тяжелых в других отношениях вариантах заболевания.

Полученные в настоящем исследовании данные могут позволить более дифференцированно подойти к психологическому сопровождению лечебного процесса и построению коррекционной работы с лицами молодого возраста, перенесшими COVID-19-инфекцию.

Список литературы

1. Zhu Y., Chen L., Ji H., Xi M., Fang Y., Li Y. The Risk and Prevention of Novel Coronavirus Pneumonia Infections Among Inpatients in Psychiatric Hospitals // *Neurosci. Bull.* – 2020. – Vol. 36, N. 3. – P. 299-302. doi: 10.1007/s12264-020-00476-9.
2. Беляков Н.А., Боева Е.В., Симакина О.Е., Светличная Ю.С., Огурцова С.В., Серебрякова С.Л., Эсауленко Е.В., Загдын З.М., Язенок А.В., Лиюзнов Д.А., Стома И.О. Пандемия COVID-19 и ее влияние на течение других инфекций на Северо-Западе России // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии.* – 2022. – Т. 14, № 1. – С. 7–24, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2022-14-1-7-24>.
3. Araf Y., Akter F., Tang Y.D., Fatemi R., Parvez M.S.A., Zheng C., Hossain M.G. Omicron variant of SARS-CoV-2: Genomics, transmissibility, and responses to current COVID-19 vaccines // *J. Med. Virol.* – 2022. – Vol. 94, N. 5. – P. 1825-1832. doi: 10.1002/jmv.27588.
4. El-Shabasy R.M., Nayel M.A., Taher M.M., Abdelmonem R., Shoueir K.R., Kenawy E.R. Three waves changes, new variant strains, and vaccination effect against COVID-19 pandemic // *Int. J. Biol. Macromol.* – 2022. – N. 204. – P. 161-168. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2022.01.118.
5. Pavli A., Theodoridou M., Maltezou H.C. Post-COVID Syndrome: Incidence, Clinical Spectrum, and Challenges for Primary Healthcare Professionals // *Arch. Med. Res.* 2021. – Vol. 52, N. 6. – P. 575-581. doi: 10.1016/j.arcmed.2021.03.010.
6. Улюкин И.М., Киселева Н.В., Рассохин В.В., Орлова Е.С., Сечин А.А. Психосоматические нарушения (дистресс, депрессия, тревога, соматизация) у лиц молодого возраста, перенесших COVID-19 // *Медицинский академический журнал.* – 2021. – Т. 21, № 3. – С. 63–72. doi: <https://doi.org/10.17816/MAJ79127>.
7. Lee A.M., Wong J.G., McAlonan G.M., Cheung V., Cheung C., Sham P.C., Chu C.M., Wong P.C., Tsang K.W., Chua S.E. Stress and psychological

distress among SARS survivors 1 year after the outbreak // *Can. J. Psychiatry*. – 2007. – Vol. 52, N. 4. – P. 233-40. doi: 10.1177/070674370705200405.

8. Song H., Fang F., Tomasson G., Arnberg F.K., Mataix-Cols D., Fernández de la Cruz L., Almqvist C., Fall K., Valdimarsdóttir U.A. Association of Stress-Related Disorders With Subsequent Autoimmune Disease // *JAMA*. – 2018. – Vol. 319, N. 23. – P. 2388-2400. doi: 10.1001/jama.2018.7028.

9. Yang Y., Peng F., Wang R., Yange M., Guan K., Jiang T., Xu G., Sun J., Chang C. The deadly coronaviruses: The 2003 SARS pandemic and the 2020 novel coronavirus epidemic in China // *J. Autoimmun.* – 2020. – N. 109. – P. 102434. doi: 10.1016/j.jaut.2020.102434.

10. Hoffmann M., Kleine-Weber H., Schroeder S., Krüger N., Herrler T., Erichsen S., Schiergens T.S., Herrler G., Wu N.H., Nitsche A., Müller M.A., Drosten C., Pöhlmann S. SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor // *Cell*. – 2020. – Vol. 181, N. 2. – P. 271-280.e8. doi: 10.1016/j.cell.2020.02.052.

11. Gattarello S., Rello J. Severe viral pneumonia in adults: what is important for the ICU physician? // *Hosp. Pract. (1995)*. – 2017. – Vol. 45, N. 4. – P. 131-134. doi: 10.1080/21548331.2017.1345280.

12. Liang X., Zhu Y., Fang Y. COVID-19 and post-traumatic stress disorder: A vicious circle involving immunosuppression // *CNS Neurosci. Ther.* – 2020. – Vol. 26, N. 8. – P. 876-878. doi: 10.1111/cns.13431.

13. Zhou Q., Wu Z.G., Wang Y., Liu X.H., Chen J., Wang Y., Su Y.S., Zhang C., Peng D.H., Hong W., Fang Y.R. Clinical characteristics associated with therapeutic nonadherence of the patients with major depressive disorder: A report on the National Survey on Symptomatology of Depression in China // *CNS Neurosci. Ther.* – 2019. – Vol. 25, N. 2. – P. 215-222. doi: 10.1111/cns.13030.

14. Jeon S., Lee Y.J., Park I., Kim N., Kim S., Jun J.Y., Yoo S.Y., Lee S.H., Kim S.J. Resting State Functional Connectivity of the Thalamus in North Korean Refugees with and without Posttraumatic Stress Disorder // *Sci. Rep.* – 2020. – Vol. 10, N. 1. – P. 3194. doi: 10.1038/s41598-020-59815-5.

15. Bäuerle A., Teufel M., Musche V., Weismüller B., Kohler H., Hetkamp M., Dörrie N., Schweda A., Skoda E.M. Increased generalized anxiety, depression and distress during the COVID-19 pandemic: a cross-sectional study in Germany // *J. Public Health (Oxf.)*. – 2020. – Vol. 42, N. 4. – P. 672-678. doi: 10.1093/pubmed/fdaa106.

16. Almeria M., Cejudo J.C., Sotoca J., Deus J., Krupinski J. Cognitive profile following COVID-19 infection: Clinical predictors leading to neuropsychological impairment // *Brain Behav. Immun. Health*. – 2020. – N. 9. – P. 100163. doi: 10.1016/j.bbih.2020.100163.

17. Временные методические рекомендации. *Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)*. Версия 15 (22.02.2022). М.: МЗ РФ, 2022. 245 с.

18. Horowitz M., Wilner N., Alvarez W. Impact of Event Scale: a measure of subjective stress // *Psychosom. Med.* – 1979. – Vol. 41, N. 3. – P. 209-18. doi: 10.1097/00006842-197905000-00004.

19. Weiss D.S., Marmar C.R., Metzler T.J., Ronfeldt H.M. Predicting symptomatic distress in emergency services personnel // *J. Consult. Clin. Psychol.* – 1995. – Vol. 63, N. 3. – P. 361-8. doi: 10.1037//0022-006x.63.3.361.

20. Тарабрина Н.В. *Практикум по психологии посттравматического стресса*. — СПб: Питер, 2001. — 272 с.

21. Старостина Е.Г., Тэйлор Г.Д., Квилти Л.К., Бобров А.Е., Мошняга Е.Н., Пузырева Н.В., Боброва М.А., Ивашкина М.Г., Кривчикова М.Н., Шаврикова Е.П., Бэгби Р.М. Торонтская шкала алекситимии (20 пунктов): валидизация русскоязычной версии на выборке терапевтических больных // *Социальная и клиническая психиатрия*. – 2010. – Т. 20, № 4. – С. 31-38.

22. Bagby R.M., Taylor G.J., Parker J.D. The Twenty-item Toronto Alexithymia Scale--II. Convergent, discriminant, and concurrent validity // *J. Psychosom. Res.* – 1994. – Vol. 38, N. 1. – P. 3-40. doi: 10.1016/0022-3999(94)90006-x.

23. Bagby R.M., Parker J., Taylor G.J. 25 years with the 20-item Toronto alexithymia scale // *J. Psychosom. Res.* – 2020. – Vol. 131, N. 4. – P. 109940. doi: 10.1016/j.jpsychores.2020.109940.

24. Leising D., Grande T., Faber R. The Toronto alexithymia scale (TAS-20): a measure of general psychological distress // *J. of Research in Personality.* – 2009. – Vol. 43, N. 4. – P. 707–710. doi: 10.1016/j.jrp.2009.03.009.

25. Taylor G.J., Bagby R.M., Parker J.D.A. *Disorders of affect regulation: alexithymia in medical and psychiatric illness.* – Cambridge: Cambridge University Press, 1997. – 359 p. [https://doi.org/10.1002/1099-0879\(200007\)7:3<240::AID-CPP245>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/1099-0879(200007)7:3<240::AID-CPP245>3.0.CO;2-7).

26. Lumley M.A., Smith J.A., Longo D.J. The relationship of alexithymia to pain severity and impairment among patients with chronic myofascial pain. Comparison with self-efficacy, catastrophizing, and depression // *J. Psychosom. Res.* – 2002. – Vol. 53, N. 3. – P. 823–830. doi: 10.1016/s0022-3999(02)00337-9.

27. De Gucht V. Stability of neuroticism and alexithymia in somatization // *Compr. Psychiatry.* – 2003. – Vol. 44, N. 6. – P. 466–471. doi: 10.1016/S0010-440X(03)00143-3.

28. Parker J.D., Taylor G.J., Bagby R.M. The 20-Item Toronto Alexithymia Scale. III. Reliability and factorial validity in a community population // *J. Psychosom. Res.* – 2003. – Vol. 55, N. 3. – P. 269-75. doi: 10.1016/s0022-3999(02)00578-0.

29. Aluja A., Malas O., Urieta P., Worner F., Balada F. Biological correlates of the Toronto Alexithymia Scale (TAS-20) in cardiovascular disease and healthy community subjects // *Physiol. Behav.* – 2020. – N. 227. – P. 113151. doi: 10.1016/j.physbeh.2020.113151.

30. Carnovale M., Taylor G.J., Parker J.D.A., Sanches M., Bagby R.M. A bifactor analysis of the 20-item Toronto Alexithymia Scale: Further support for a general alexithymia factor // *Psychological Assessment.* – 2021. – Vol. 33, N. 7. – P. 619–628. <https://doi.org/10.1037/pas0001000>.

31. Veirman E., Van Ryckeghem D.M.L., Verleysen G., De Paepe A.L., Crombez G. What do alexithymia items measure? A discriminant content validity study of the Toronto-alexithymia-scale-20 // *Peer J.* – 2021. – N. 9. – e11639. doi: 10.7717/peerj.11639.
32. Türkmen A., Hintistan S. Determination of the alexithymia in patients with myocardial infarction // *Bezmialem Science.* – 2020. – Vol. 8, N. 1. – P. 39-47.
33. Совет Европы: *Конвенция о защите личности в связи с автоматической обработкой персональных данных.* 2-е изд., доп. – СПб: Гражданский контроль, 2002. – 36 с.
34. Юнкеров В.И., Григорьев С.Г., Резванцев М.В. *Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований.* – СПб.: ВМА, 2011. – 318 с.
35. Yılmaz O., Mirçık A.B., Kunduz M., Çombaş M., Öztürk A., Deveci E., Kırpınar İ. Effects of Cognitive Behavioral Therapy, Existential Psychotherapy and Supportive Counselling on Facial Emotion Recognition Among Patients with Mild or Moderate Depression // *Psychiatry Investig.* – 2019. – Vol. 16, N. 7. – P. 491–503. doi: 10.30773/pi.2019.03.14.
36. Taquet M., Sillett R., Zhu L., Mendel J., Camplisson I., Dercon Q., Harrison P.J. Neurological and psychiatric risk trajectories after SARS-CoV-2 infection: an analysis of 2-year retrospective cohort studies including 1 284 437 patients // *Lancet Psychiatry.* – 2022. – S2215-0366(22)00260-7. doi: 10.1016/S2215-0366(22)00260-7.

© И.М. Улюкин, Е.С. Орлова, А.А. Сечин. 2022

УДК 101.1

Глава 13.
ЗДОРОВЬЕ: ОСОБЫЙ ПРЕДМЕТ ИЗУЧЕНИЯ
И ЕГО СОЦИАЛЬНЫЕ СМЫСЛЫ

Ушаков Евгений Владимирович
кандидат философских наук, доцент
ФГБОУ ВО «Российская Академия Народного Хозяйства и
Государственной Службы при Президенте Российской Федерации»
(Северо-Западный институт управления)

Аннотация. В статье рассматриваются основные аспекты понятия здоровья. Здоровье преломляется в общественном сознании во множестве значений. Здоровье как благо, право, обязанность и товар являются основными интерпретациями данного понятия. Множество направлений социальных исследований призваны прояснить смысл этого термина. В статье делается вывод о том, что здоровье является комплексным феноменом, изучение которого представляет собой открытую проблему для философии медицины, биоэтики и других научных областей.

Ключевые слова: философия медицины, биоэтика, здравоохранение, моральные проблемы медицины, клиническая медицина, основания медицинской профессии

HEALTH: A SPECIAL SUBJECT OF STUDY
AND ITS SOCIAL MEANINGS

Ushakov Evgeniy Vladimirovich

Abstract: The article discusses the main aspects of the concept of health. Health is understood in the public consciousness in a variety of meanings. Health as

a good, right, duty and commodity are the basic interpretations of this concept. Many areas of social research are designed to clarify the meaning of this term. The article concludes that health is a complex phenomenon, the study of which is an open problem for the philosophy of medicine, bioethics and other fields.

Key words: philosophy of medicine, bioethics, health, moral issues of medicine, clinical medicine, foundations of medical professions

С древних времен людей привлекала загадка здоровья. Что такое здоровье, которое нельзя купить, легко потерять и так трудно восстановить? Почему один человек здоров и выдерживает сложные нагрузки, а у другого - здоровье ослаблено, он периодически страдает от того или иного недуга, с трудом выдерживает бремя жизненных ситуаций?

Если признаки явной болезни сравнительно очевидны (во многих случаях), когда происходит манифестация заболевания, то признаки настоящего здоровья оказываются не так легко определимы. Тема здоровья является предметом активного интереса популярной литературы и прессы: к атрибутам здоровья типично относят физическую привлекательность, длительную молодость, работоспособность и выносливость, бодрое настроение, энергичный жизненный стиль и т.п.

Специфически научный взгляд на здоровье стремится проникнуть глубже этих расхожих представлений и понять подлинные причины, механизмы и признаки здоровья как общего, неспецифического потенциала жизнедеятельности организма. Здоровье все больше становится предметом специального изучения. Ему дают определения, а в ходе своеобразной «измерительной революции» в медицинской науке его пытаются определять и в количественном выражении [1].

Здоровье можно предварительно охарактеризовать через способность - а именно через способность организма справляться с нагрузками и эффективно адаптироваться к изменениям среды. В общем виде здоровье можно представить как определенное динамическое и комплексное состояние:

1. Сегодня считается, что здоровье является не каким-то абсолютным и постоянным качеством, а динамическим взаимодействием человека и окружающей его среды. Здоровье индивида удовлетворительно поддерживается, если параметры этого взаимодействия находятся в некотором оптимальном диапазоне. С другой стороны, это взаимодействие может иметь и некий субоптимальный вид, и тогда запас здоровья нарушается, «растрачивается».

2. Кроме того, здоровье человека есть не только биологическая характеристика (как физиологическая норма, отсутствие патологии), но имеет многомерный характер. В понятие здоровья, со времен определения ВОЗ (1948), включают такие факторы благополучия человека, как способность выполнять профессиональные задачи, поддержание социальных связей, субъективное чувство комфорта и другие [2].

В современных исследованиях здоровья большое значение придается такой теме, как ресурсы здоровья. Важную роль играет изучение тех факторов, которые определяют хорошее состояние здоровья и длительное сохранение его «запаса». Эти составляющие имеют различную природу. Среди главных составляющих можно указать ресурсы биологические, экологические, социальные и личностные.

Биологические ресурсы здоровья являются пока недостаточно разработанной темой. Медико-биологические науки генерировали в основном знания о факторах риска и механизмах патогенеза. Что же касается неспецифической резистентности, закономерностей восстановления и выздоровления, саморегуляции адаптивной способности, т.е. базисных «процессов здоровья» (саногенез, салютогенез), то это в настоящее время только возникающая область исследований. Известно, что важный вклад в процессы генерации и поддержания здоровья вносят наследственность (которая привлекает все большее внимание с продвижением генетики), конституция, история перенесенных заболеваний.

Экологические ресурсы включают условия жизни, работы, питания человека и другие факторы окружающей среды.

К социальным ресурсам можно отнести социальный статус индивида, родственные и социальные связи, взаимную поддержку.

Огромную роль играют личностные ресурсы человека. К ним относятся персональные установки индивида, его система убеждений, собственная «жизненная философия», уровень духовного развития.

Важное влияние на здоровье оказывает то, как человек реагирует на события жизни, что они лично для него значат, какой он придает им смысл. Имеются исследования, которые показывают, что в числе значимых личностных ресурсов здоровья находятся оптимизм как «жизненная философия», эмоциональная стабильность, склонность реагировать на сложные ситуации скорее позитивно (как на задачу, которую нужно решать), чем негативно (как на непоправимое событие), вера в собственные силы, достаточная степень самоуважения, чувство собственной значимости и др.

В качестве примера теорий, подчеркивающих значимость личностного компонента как ресурса здоровья, можно назвать работы известных исследователей В. Франкла и А. Антоновски.

Так, в своей философской и психотерапевтической концепции В. Франкл выводит на первый план обладание смыслом как фундаментальный атрибут человеческого бытия. Чувство смысла помогает человеку выжить в экстремальных ситуациях, и наоборот, утрата смысла, абсурдность происходящего снижают общий жизненный потенциал человека, ведут к заболеваниям, страданию, личному поражению [3], [4].

А. Антоновски тоже развивает идеи об осмысленности жизни. Он пишет о чувстве «связности», «когеренции» как некоторой «глобальной ориентации» человека в мире. Данная ориентация предполагает доверие к окружающему миру, осмысленность событий, установку на то, что с личными проблемами можно справиться. Во многих странах получил популярность разработанный А. Антоновски специальный вопросник для исследования «глобальной ориентации» человека [5].

То, что здоровье человека во многом зависит от него самого, от его собственного поведения, известно давно. Еще Гиппократ изучал образ жизни,

и вместе с ним античная медицина придавала большое значение «правильному», здоровому жизненному укладу человека.

Diaeta находилась в центре мировоззрения античной медицины. Под «диетой» понимался не только особо подобранный рацион питания, но, более широко - надлежащий образ жизни вообще, включая физические упражнения, процедуры ухода за телом, режим дня [6].

Разумеется, образ жизни имеет и объективную составляющую, мало зависящую или совсем не зависящую от индивидуальных усилий человека. Сюда относятся, к примеру, общий уровень экономического благополучия страны, качество питьевой воды и продуктов питания, культурные особенности данного общества. Однако определенная степень свободы выбирать и следовать тому или иному образу жизни имеется у человека практически всегда.

Уже сегодня, благодаря достигнутому уровню научных знаний, многое известно о предотвратимых или в значительной степени контролируемых факторах риска, связанных непосредственно с образом жизни человека. Конечно, важная задача медицинской науки на будущее состоит в дальнейшем продвижении в этой области. Методы эпидемиологии, социальных наук (количественные и качественные) и других научных исследований должны улучшить понимание взаимосвязи образа жизни и здоровья.

Проблематика здоровья как отдельного предмета изучения была институционализирована на уровне Всемирной организации здравоохранения. Возрастающий интерес ВОЗ к теме здоровья выразился в том, что в 1986 году была впервые проведена международная конференция по проблеме укрепления здоровья (Оттава, Канада).

Широко известная «Оттавская хартия», которая явилась итогом обширной предварительной работы в ряде стран с начала 80-х годов, признала условия жизни, образование, питание, уровень доходов, здоровую окружающую среду, социальную справедливость и равные социальные

возможности в качестве фундаментальных условий и определяющих моментов здоровья [7].

В этом документе был определен ряд главных ресурсов здоровья (с точки зрения общественного здравоохранения).

С Оттавской конференции берет начало ныне широко признанная и активно развивающаяся концепция поддержки здоровья (health promotion) как модель стратегически важного направления деятельности международного и национального здравоохранения.

Поворот в XX веке к теме здоровья как самостоятельного предмета изучения следует рассматривать как имеющий фундаментальное значение с точки зрения оснований медицины. Традиционный ракурс медицины был в преобладающей мере нозоцентрический, т.е. медицине долгое время была свойственна нацеленность на научное исследование и практическую помощь в отношении заболеваний.

Теперь широко признано, что в фокусе внимания медицины и здравоохранения должно находиться также здоровье как таковое. Этот новый, валеоцентрический ракурс нужно расценивать как принципиальное дополнение и корректировку концептуальных оснований медицинской науки и практики.

Для развития науки практики, для развертывания разнообразных стратегий по поддержке здоровья огромную роль играют его основные интерпретации, или социальные смыслы. Они отражают то, как в обществе воспринимается само здоровье, а также связанные с ним проблемы и задачи. Следует отметить, что тема социальных смыслов здоровья остается пока недостаточно изученной.

Среди базисных социальных смыслов здоровья на первое место следовало бы поставить истолкование здоровья как важнейшей ценности и блага.

Более того, здоровье сегодня выступает в качестве важнейшего показателя общественного благополучия в целом - социального и

экономического. Не только уровень ВВП, темпы экономического роста и другие макроэкономические параметры, но и показатели здоровья населения все отчетливее становятся в современных условиях критериями принадлежности государств к «высоко» или «не высоко» развитым странам.

Доклад Мирового банка реконструкции и развития (1993) стал новой точкой отсчета в установлении общественного здоровья как фундаментальной ценности. Он продемонстрировал растущее признание - в том числе среди влиятельных международных органов - важности проблематики здравоохранения и критически значимой роли здравоохранения в современном мире [8].

Озабоченность общественным здоровьем, выстраивание национальных приоритетов, политическая воля и эффективность в принятии соответствующих мер по улучшению здоровья оказываются базисными характеристиками государственного управления.

Помимо того, что здоровье рассматривается как индивидуальное и социальное благо, в нынешних политических условиях здоровье становится также международно признанным правом человека.

Так возникает еще один ракурс здоровья: правовой (или политико-юридический). В правовых системах современных государств закрепляются такие права, как право на медицинскую помощь, право на охрану здоровья и здоровую окружающую среду [9]. Они устанавливаются также в актах международного права.

Тем самым общество получает легитимную возможность добиваться их выполнения. У государства возникают определенные обязательства по поддержанию общественного здоровья и по обеспечению населения доступной и качественной медицинской помощью.

Правда, здесь остается широкое пространство для выбора того или иного варианта организации национальных систем медицинской помощи.

Права в сфере здоровья становятся предметом политической борьбы - в программах соперничающих политических партий, в проектах действий

общественных движений и ассоциаций и т.п., темой политических обсуждений и акций. Гражданское общество критикует власть за невыполнение тех или иных обязательств, нарушение прав человека в сфере охраны здоровья.

На индивидуальном уровне, при взаимодействии с медицинской системой или властями граждане требуют обеспечения своих прав в сфере здоровья (например, прав на льготное лекарственное обеспечение, на доступ к медицинской помощи и т.п.).

Несколько менее заметен еще один социальный смысл здоровья - здоровье как обязанность. Общество выделяет определенные ресурсы на обеспечение задач здравоохранения и медицинской помощи, и расходование этих ресурсов становится экономической, политической и моральной проблемой. Ресурсы всех стран ограничены в отношении предоставления медицинской помощи.

Поэтому исподволь возникает такой моральный смысл здоровья - человек обязан перед обществом (если уж не перед самим собой) в максимальной мере поддерживать и сохранять свое здоровье, вести здоровый образ жизни, избегать тех факторов риска, которые зависят лично от него (таких как несоблюдение правил гигиены, курение, злоупотребление алкоголем, переедание и др.). Своим заболеванием и расходами на него больной отбирает общественные ресурсы, препятствуя тем самым решению других социальных задач.

Роль пациента с точки зрения данной концепции предполагает важную роль его личного поведения. Все больше признается, что адресат медицинской помощи и заботы должен выступать не пассивным потребителем предоставляемых социальных благ, а активной и ответственной личностью.

Более того, сама социальная роль больного, как она установилась в развитых странах с формированием современного социального института медицины, предполагает определенную обязанность гражданина в случае заболевания стремиться к профессиональной помощи, желать улучшения своего здоровья.

При соблюдении этих условий общество легитимирует роль пациента. Врач выносит свое профессиональное суждение (т.е. признает, что здесь действительно имеет место заболевание), пациент освобождается от некоторых социальных обязанностей (например, от трудовых), но взамен этого он должен лечиться и стремиться «вернуться в строй».

Эта модель социальной роли больного была описана в классических работах американского социолога Т. Парсонса [10].

Понимание здоровья как обязанности продвигается и в государственной политике по поводу оплаты расходов на лечение. В последнее время в развитых странах наблюдается тенденция оценивать некоторые заболевания (алкоголизм, ожирение и др.) как состояния, в которых виноват сам пациент, т.е. он рассматривается в известном смысле не как «жертва», а как «виновник» своего состояния.

Отсюда общество получает моральное право не обеспечивать такого пациента бесплатной медицинской помощью, а перекладывать бремя расходов на него самого. Это, разумеется, должно стимулировать «виновников» к осознанию своего неправильного поведения и изменению образа жизни. Иными словами, если здоровье - это предмет ответственности, то заболевание (для определенного класса состояний) расценивается как социальная безответственность.

В настоящее время за рубежом имеется обширная литература, посвященная теме так называемой медицины образа жизни, или медицины жизненного стиля (lifestyle medicine).

Интерпретация здоровья как обязанности перед обществом несет спорные следствия - в частности, такое понимание здоровья создает новые основания для дискриминации (по признаку социально порицаемых заболеваний), вносит в современное общество некий принудительный характер практик здравоохранения, вмешивается в сферу индивидуальных свобод, выборов, образов жизни. (А социально порицаемых заболеваний может быть неограниченное количество).

Поэтому ряд социальных критиков медицины протестовали и протестуют против придания здоровью как социальной ценности обязывающего характера (И. Иллич, Т. Шаш, И. Гоффманн, Ф. Базалья и др.).

Однако с другой стороны, что реально можно противопоставить этой принуждающей тенденции в условиях резкого роста затрат на медицинскую помощь даже для развитых стран, ограниченности ресурсов и нерешенности многих острых социальных проблем?

В условиях конкурентной экономики и глобального рынка здоровье неминуемо выступает также как товар.

Вторая половина XX века в индустриальных государствах отмечена нарастающей коммерциализацией в медицинской сфере.

Уже не первое десятилетие обсуждается проблема пересмотра объемов бесплатной помощи и нарастания коммерческого компонента в структуре национальных систем здравоохранения [11]. Фактически это ведет к дальнейшему расслоению общества: материально обеспеченные слои общества получают совсем другую медицинскую помощь, чем необеспеченные. Бедные группы, помимо урезанных социальных перспектив по выходу из своего состояния, приобретают также проблемы сниженного здоровья и недоступности медицинской помощи.

Эти тенденции связаны с рядом обстоятельств. Среди них можно указать на процессы глобализации, которыми подрываются социальные программы здравоохранения, традиционные для ряда стран Западной Европы. Следует также указать на известное разочарование в реальных эффектах от проектов организации равного доступа к медицинской помощи.

Оптимистические представления о том, что медицинская помощь есть некое неистощимое и дармовое социальное благо, все больше разрушаются. Они уступают место более жесткому рыночному, индивидуалистически ориентированному подходу.

Интерпретация здоровья как товара имеет неоднозначные следствия самой различной природы - моральной, экономической, политической.

Медицина как сфера социального служения сращивается со сферой бизнеса. В итоге представления о моральном долге медицины как самой благородной из профессий (*medicina nobilissima*, согласно известному афоризму Гиппократа) утрачивают свою силу [12], [13].

Здоровье – критически важный ресурс экономического роста; кроме того, здоровье выступает сложным предметом для оценок. Создание адекватного экономического контекста для поддержания общественного здоровья оказывается трудной научной и социально-политической задачей. С политической точки зрения, здоровье является юридически закрепленным правом; оно не должно превращаться в откровенный предмет купли - продажи. Все эти противоречия создают постоянное поле проблем в сфере организации здравоохранения и медицинской помощи.

Итак, здоровье является ценностно насыщенной категорией. Основные социальные смыслы, связанные с понятием здоровья - здоровье как ценность и общественное благо, право, социальная обязанность и товар - определяют на фундаментальном уровне отношение индивидов и общества к проблемам здоровья, что в свою очередь разворачивается в такие направления, как государственная политика здравоохранения, политическая борьба за здоровье и его правовая защита, рыночные предложения в сфере охраны здоровья, личные стратегии в отношении здоровья.

В продолжающемся процессе развития науки, технологии, рациональной организации общественной жизни, здоровье постепенно перестает быть просто естественным и индивидуальным благом человека. С нарастанием возможностей медицинской помощи, широких социальных мер по охране здоровья, гражданско-общественных рычагов, воздействующих на формирование политики здоровья оно все больше становится предметом социального, политического, юридического, экономического, морального мышления.

Следовало бы отметить еще один нюанс. Здоровье является важной социальной ценностью, однако означает ли это, что оно является высшим

благом вообще? В области заботы о здоровье (индивидуальном, общественном) существует такая опасность, как придание здоровью характера универсальной и самой главной цели. Например, поддерживая собственное здоровье, человек может перейти некую грань разумности. Можно сделать здоровый образ жизни и правильный режим дня содержанием всего дня. Еще Платон иронизировал по поводу некоего учителя гимнастики Геродика, который до глубокой старости терзал себя гимнастическими упражнениями, стремясь поддержать здоровье любой ценой.

Легко представить такой образ жизни, когда забота о здоровье вытесняет все остальное: на второй план отходят профессиональные обязанности, семейная жизнь, родственные и социальные связи, культурные потребности и увлечения. Вся жизнь заполнена выполнением рекомендаций врачей, занятиями физической культурой, соблюдением диет, ежедневным взвешиванием, оценкой самочувствия, прогулками и пробежками на свежем воздухе и т.п.

Можно представить такую же перспективу и на социальном уровне - общество, которое фанатически озабочено здоровьем и гигиеной ежедневно и повсеместно. Преувеличенная установка на поддержание здоровья (характерная для многих развитых стран) сегодня подвергается критике под такими названиями, как «хелсизм», «тоталитаризм здоровья», «общество фитнеса» и т.п. [14]. Стоит согласиться с тем, что здоровье как благо, которое, хотя и ценно само по себе, не должно становиться предельной и единственной целью.

Здоровье нужно рассматривать как ресурс, средство для достижения человеком и обществом других фундаментальных целей - в духовной, культурной, социальной сферах.

Итак, здоровье представляет собой комплексный феномен, включающий множество аспектов социальной жизни – институциональные установки, культурные отношения, моральные ценности. Здоровье выступает в качестве предмета междисциплинарного изучения, разнообразные аспекты которого подлежат дальнейшим исследованиям.

Список литературы

- 1 Wold C. Health Indicators: A Review of Reports Currently in Use. Washington, DC: The State of the USA, 2008
- 2 Устав (Конституция) принят Международной конференцией здравоохранения, проходившей в Нью-Йорке с 19 июня по 22 июля 1946 г., подписан 22 июля 1946 г. представителями 61 страны (Off. Rec. Wld Hlth Org., 2, 100) и вступил в силу 7 апреля 1948 года
- 3 Франкл В. Человек в поисках смысла. - М.: Прогресс, 1990.
- 4 Франкл В. Логотерапия и экзистенциальный анализ: Статьи и лекции. - М: Альпина нон-фикшн, 2016.
- 5 Antonovsky A. Unraveling The Mystery of health. How People Manage Stress and Stay Well. San Francisco, Jossey-Bass Publishers, 1987.
- 6 Йегер В. Пайдейя. Воспитание античного грека. - М.: Греко-латинский кабинет, 1997.
- 7 Оттавская хартия по укреплению здоровья. ВОЗ, Женева, 1986.
- 8 Тульчинский Т.Г., Вараваикова Е.В. Новое общественное здравоохранение: введение в современную науку. - Иерусалим: Beseder, 1999.
- 9 Pillai N. Right to Health and the Universal Declaration of Human Rights// The Lancet, 2008, 372 (9655): 2005-2006
- 10 Парсонс Т. Социальная система. - М.: Академический проект, 2018.
- 11 Fuchs V.R. Who Shall Live? Health, Economics And Social Choice. Wspc., 2011.
- 12 Ушаков Е.В. Биоэтика. - М.: Юрайт, 2020
- 13 Needleman J. A Philosopher's Reflection on Commercialism in Medicine. Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics. 2007; 16: 433- 438.
- 14 Turrini M. A genealogy of "healthism": Healthy subjectivities between individual autonomy and disciplinary control. Eä - Journal of Medical Humanities & Social Studies of Science and Technology, Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto de Estudios en Salud Sociedad Ciencia y Tecnología, 2015, Healthism & Self-Care: Reconfiguring Body & Life through Science & Technology, 7 (1), pp.11- 27.

УДК 101.1

Глава 14.
**ЭТИКА ЗАБОТЫ: МОРАЛЬНЫЕ ОСНОВАНИЯ
ПОМОГАЮЩИХ ПРОФЕССИЙ**

Ушаков Евгений Владимирович

кандидат философских наук, доцент

ФГБОУ ВО «Российская Академия Народного Хозяйства и
Государственной Службы при Президенте Российской Федерации»
(Северо-Западный институт управления)

Аннотация. В статье рассматриваются основания одного из направлений биоэтики – этики заботы. Этика заботы представляет собой существенно новое течение биоэтической мысли. Более традиционные подходы биоэтики (утилитаризм, деонтологическая этика, этика добродетелей) интегрируются в данное русло. Забота является фундаментальной категорией человеческого бытия. В статье обсуждаются основные модусы заботы и проясняются главные характеристики данного вида деятельности.

Ключевые слова: биомедицинская этика, биоэтика, медицина и общество, философия помощи, моральные проблемы медицины

**ETHICS OF CARE: THE MORAL FOUNDATIONS
OF CARING PROFESSIONS**

Abstract: The article examines the foundations of one of the directions of bioethics – the ethics of care. The ethics of caring represents an essentially new trend of bioethical thought. More traditional approaches of bioethics (utilitarianism, deontology, ethics of virtues) are integrated into this field. Caring is a

fundamental concept of human existence. The article discusses the key modes of care and clarifies the main characteristics of this type of activity.

Key words: biomedical ethics, bioethics, medicine and society, philosophy of care, moral issues of medicine

Этика заботы (ethics of care) – одно из современных направлений этической мысли. Этика заботы стала также основой новых течений моральной и политической философии [1], [2].

При этом забота понимается не только в русле человеческих взаимоотношений, но и как важнейший компонент институциональных и организационных практик.

Приверженцы такого направления, как этика заботы, подчеркивают, что объектом заботы выступают не только индивиды, но и общины, группы, территории, окружающая среда в целом.

Забота – это общечеловеческая категория, отражающая сложный контекст социальных связей, отношений, взаимодействий. На сегодняшний день в различных направлениях биомедицинской этики и этики помогающих профессий (социальная работа, клиническая психология, конфликтология и др.) этика заботы формируется как некий новый тип морального мышления.

В данной работе заботу мы будем понимать обобщенно: как особый тип деятельности, реализующийся на разных уровнях – индивидуальном (например, забота о ребенке), групповом (забота о представителях общин, о ближайшем территориальном благоустройстве), системном (забота о природе, благополучии общества и т.п.).

Забота (нем. die Sorge) как фундаментальная категория человеческого бытия получила обоснование в работах крупнейшего философа XX века Мартина Хайдеггера.

В его учении забота является одним из важнейших модусов темпоральности, к которой в конечном счете сводимо человеческое бытие-здесь, или Dasein [3].

Этика заботы призвана прояснить смысл помогающих профессий, а также разрешить ряд проблем, связанных с этими видами деятельности. Если говорить конкретно о медицинской профессии, то следует отметить, что врачебное и сестринское дело сегодня подвергается многим вызовам.

Такие разнонаправленные тенденции, как коммерциализация, стандартизация, бюрократизация, деинституционализация, депрофессионализация, технологизация медицины разрушают аутентичную основу взаимоотношений медицинского работника и пациента и сказываются губительным образом на основаниях врачебного дела.

В этой связи полезно вспомнить о следующем моменте. В биоэтической литературе уже несколько десятилетий продолжаются дискуссии о том, что является (или должно являться) опорой медицинской профессии.

Известные представители направления биоэтики, ведущие отсчет морального мышления от античной традиции, от школы Гиппократов - Д. Томазм и Э. Пеллегрини. Они подчеркивают значимость внутреннего, имманентного смысла медицинской практики; с точки зрения этих авторов для обоснования медицинской деятельности нет необходимости привлекать «внешние» моральные теории или привходящие нормативные требования: уже сама специфика медицинской помощи предполагает ряд внутренних норм и ценностей, без которых этот вид деятельности был бы невозможен [4], [5].

Однако следует отметить, что точка зрения Д. Томазм и Э. Пеллегрини не является преобладающей в свете современных биоэтических теорий.

Так, среди влиятельных биоэтических подходов значительное место (особенно в англосаксонских странах) занимает утилитаризм. При всех достоинствах утилитаризма, которые наиболее ярко проявляются на уровне теорий и практик общественного здравоохранения, данное течение сталкивается с множеством критических замечаний [6].

Здесь следует вспомнить о том, что утилитаризм (восходящий к идеям И. Бентама) предполагает некий абстрактный, крайне обобщенный взгляд на благо, ценности, смыслы человеческой деятельности – в том числе путем

подсчета полезностей (что выражается, например, в конкретных техниках экономического анализа: cost – effectiveness, cost – utility и т.п.) [7].

Этика заботы стала в последние годы одним из наиболее существенных оппонентов утилитаризму.

Этика заботы подчеркивает непреходящую ценность человеческих отношений, которые не могут быть сведены к «моральной арифметике» Бентама.

Что касается других направлений моральной философии, ставших базисом биоэтики, то деонтологическая этика (основанная на идеях И. Канта) и этика добродетелей (А. Макинтайр и др.) пока недостаточно разработаны, хотя и вносят свой вклад в обсуждение моральных оснований медицинской профессии.

В частности, деонтологическая этика базируется на абстрактном, универалистском подходе к пониманию долга *per se*, отражающем европейское мировоззрение эпохи Просвещения.

Этика заботы – это реляционно-процессуальное видение задач и смыслов медицинской помощи (и других помогающих профессий).

Забота – деятельность, восприимчивая к потребностям объекта заботы (пациента, клиента, семьи и т.п.). Кроме того, это деятельность меняющаяся, чутко реагирующая на изменения нужд и состояний объекта заботы.

Для лучшего понимания потребностей объекта заботы необходимы специальные исследования – чувствительные к аспектам гендера, возрастным, этническим, культурным и т.п.

К базисной структуре (framework) заботы *per se* можно отнести следующие компоненты.

1 Постоянный контакт с объектом заботы. В различных ситуациях это может выражаться в таких формах, как мониторинг, коммуникация, получение обратной связи и т.п.

Например, в области сестринского дела огромную роль играет непрерывное взаимодействие с пациентом, установление постоянных, эмоционально насыщенных связей.

2 Обеспечивающая деятельность.

К этой категории относятся такие задачи, как удовлетворение текущих потребностей и нужд, а также различные корректирующие воздействия (интервенции) – например, реакции на изменение состояния пациента.

3 Опережающий (проактивный) подход. Под данную рубрику можно подвести различные виды деятельности (в зависимости от специфики той или иной сферы): прогнозирование, предвидение, профилактику (которая в медицине распределяется по трем уровням), стратегическое планирование и т.д.

К данному модусу относятся и различные упреждающие действия, которые преследуют цель недопущения, предотвращения неблагоприятных событий или исходов.

Кроме того, к опережающему подходу следует отнести разнообразные решения «на перспективу», или готовность к будущему.

Для этого необходимы действия не только направленные на решение текущих проблем, но и заранее нацеленные на то, что может понадобится в дальнейшем, создающие актуальную основу для будущих состояний объекта заботы. (Примером могут служить финансовые решения, которые родители принимают в отношении будущего образования своего ребенка).

4 Совершенствование. Под этим понимается накопление опыта и знаний в процессе заботливой деятельности для ее улучшения и лучшего познания объекта заботы. Совершенствование деятельности в настоящее время эксплицируется в терминах рефлексивных практик (в области здравоохранения, педагогики, прикладной психологии, социальной работы и др.) [8].

Заботливая деятельность привлекает необходимые дополнительные знания (на чем настаивает, например, движение доказательной медицины), заимствует лучшие практики, активно применяет бенчмаркинг и т.п.

Существенным аспектом любой этической теории является ее способность содействовать принятию практических решений. В этом плане

этика заботы может служить морально-концептуальной поддержкой децизионной (принимающей-решения) составляющей профессиональной деятельности. Этика заботы задает общее направление для принятия решений, устанавливает базисное видение задач помогающих профессий.

Забота всегда предполагает некую концепцию (хотя бы имплицитную) блага для объекта заботы.

В любом случае, субъект заботы должен иметь представление о том, что было бы наилучшим для объекта.

Разумеется, на практике обоснование таких представлений может представлять трудную задачу, так как преследование блага часто сопряжено с динамичной, сложной природой объекта заботы.

Более того, слишком прямолинейная концепция блага может привести к самым нежелательным последствиям.

Так, наука и практика общественного здравоохранения занимаются только текущими задачами, в то время как разработка вопросов на тему «здорового общества» или «общества фитнеса» может привести к таким крайним направлениям, как евгеника (которая практиковалась, например, в США еще в первой половине XX века).

Благо для объекта заботы как отдельный концепт может включать в себя разнообразные аспекты.

Такие исторически сложившиеся ориентиры биоэтики, как автономия, самоопределение, информированное добровольное согласие, справедливость – вполне совместимы с подходом с точки зрения заботы.

Новое понятие, которое возникает в русле этики заботы – это *переживание ответственности*. Ответственность за объекты заботы (детей, пациентов, окружающую среду, ландшафты, животных, будущие поколения и т.д.) в данном русле моральной философии воспринимается не как абстрактные или формальные установления.

Переживание ответственности – это и традиция экзистенциальной философии, которая, может быть, в значительной мере утеряна со времен Альбера Камю (который был «совестью Запада»).

Переживание ответственности – наверное, самое главное, что должно присутствовать в помогающих профессиях.

Это заставляет вспомнить теорию «моральных чувств» эпохи Просвещения (в особенности англо-шотландскую традицию). На современном этапе концепция переживания ответственности становится все более актуальной.

Переживание ответственности связано с такими моральными аспектами, как равнодушие, эмпатия, вовлеченность.

Необходимость в заботе, как правило, не требует подтверждения.

Объект заботы по определению обладает характеристиками, не позволяющими ему самостоятельно решить свои нужды (дети, уязвимые группы и др).

Обсуждению подлежат другие вопросы: в каких условиях забота достигнет своих целей, какие навыки необходимы для осуществления полноценной заботы, какие наилучшие практики можно использовать.

Забота – основа медицины и других помогающих профессий. В частности, взаимная забота стала одним из позитивных итогов пандемии COVID.

На эту тему уже вышло большое число публикаций [9]. Страны, в которых практиковались солидарность, единство, взаимопомощь, гораздо эффективнее справились с эпидемией коронавируса.

Этика заботы в биомедицинской этике в основном была разработана представителями (представительницами) феминистического направления моральной философии [10].

Однако следует еще раз подчеркнуть, что забота – это общечеловеческая категория. В этой связи можно привести пример из области новых течений в экономической науке.

Такое направление гетеродоксальной экономики, как гендерная экономика, связано с уточнением и разработкой ряда специфических концептов: неоплачиваемый труд, забота о близких, семейные обязанности и т.п.

Гендерная экономика – развивающаяся область современной экономической мысли (хотя и остающаяся на обочине зарубежного экономического истеблишмента).

Данное направление поддерживает Нобелевский лауреат по экономике индийский экономист и философ Амартия Сен. В трудах А. Сена четко прослеживается неразрывная моральная связь между экономикой, политикой и этикой, которая выветрилась с нарастанием неолиберализма и формального подхода в экономической науке [11].

Таким образом, значение гендерной экономики выходит далеко за рамки феминистической ориентации.

Аналогичным образом, этика заботы в феминистском исполнении страдает тем, что сводит заботу к гендерным аспектам. Забота, еще раз хотелось бы подчеркнуть, – это общечеловеческая категория, не сводимая к основанным на гендере ролям, функциям или профессиональным практикам.

В английском языке термины «помощь» и «забота» (care) не различаются. Это сам по себе примечательный языковой факт, еще раз высвечивающий смысл медицинской профессии.

Этика заботы – это тип мышления, который по крайней мере частично пересекается с социально-философской и этической теорией коммунитаризма. В этой связи следует вспомнить коммунитаристскую политическую теорию (А. Этциони и др.).

В частности, с 1997 года коммунитаризм стал основой политической философии в Великобритании (в правление Т. Блэра). Лейбористское правительство тех лет – один из наиболее ярких примеров реформистских начинаний в контексте коммунитаризма (и консультанты из США во многом этому способствовали). Лейбористское правительство повело решительное (и как показывает новейшая история, может быть и последнее) наступление лейбористов, которые, как исторически сложилось, были призваны защитить права малоимущих и средних слоев общества.

Как известно, данное начинание Т. Блэра и его сподвижников (наверно, не последнюю роль здесь сыграло участие Великобритании в войне с Ираком) провалилось.

Однако коммунитаризм был и остался перспективным направлением социальной теории. Это направление (которое всегда было полемически заострено против неолиберализма) подчеркивает, что человек в течение всей жизни связан с сообществами. Семья, соседства, школа, круг близких знакомых играют огромную роль.

Социальные связи, в которых важнейшее значение имеет взаимная забота, являются основой общественной жизни.

Понятие заботы до сих пор еще недостаточно эксплицировано. С нашей точки зрения, понятие заботы отличается следующими характеристиками.

1 Это ценностно насыщенное, личностное отношение. В заботе всегда присутствует персонифицированный вклад, она не сводима к формальным взаимоотношениям.

2 В этом понятии предполагается, что в принципе неопределенным остается вопрос о «достаточном уровне» заботы. Или, другими словами, субъект заботы *всегда может сделать что-то еще*. Это не означает прямой обязанности, но только сферу возможного - возможности выполнить еще некоторые действия.

В этом плане совокупность действий, подпадающих под понятие заботы, всегда остается открытой.

3 Из вышесказанного вытекает ненормируемость личных усилий. Субъект заботы вовлечен в особую деятельность, которая не сводится к тем или иным стандартам (экономическим, организационным, административным, правовым и т.д.).

4 Объект заботы. Предполагается, что объект нуждается в заботе, и основания этого не обсуждаются. Более того, объект заботы рассматривается как абсолютная самоценность.

Для иллюстрации этого тезиса не нужно приводить излишние примеры.

Современная этика заботы все более расширяет этот подход – от совершенно очевидных феноменов (забота родителя о ребенке, забота о пожилых членах семьи и т.п.) до заботы на государственном уровне (помощь уязвимым группам, межпоколенная экономика и др.).

В процессе заботы сливаются воедино комплекс обязанностей субъекта заботы комплекс и потребностей, нужд со стороны объекта заботы. В итоге возникает сложное сплетение обязанностей, потребностей, проблем. С точки зрения реализации заботы это выражается в плотных, личностных отношениях (медицинская сестра – пациент, социальный работник – клиент и т.п.).

Если вернуться к классической парадигме Иммуниила Канта, то категорический императив оказывается вполне естественным базисом этики заботы.

Объект заботы – не средство, а цель. Более того, ценность как основание выборов и действий (ценностно рациональный тип мышления, по М. Веберу) является непосредственным и действенным, *in actu*, фактором, определяющим (и одновременно ограничивающим) процесс принятия решений.

Конечно, в некоторых дискурсах обоснование заботы оказывается довольно сложным, спорным предметом рассмотрения.

Примером может служить длительная дискуссия о правах животных, которая в последние десятилетия стала поддерживаться целым научным направлением о благополучии животных (*animal welfare science*).

С точки зрения этики заботы, действия субъекта должны быть направлены (может быть, они еще недостаточно отрефлексированы) на создание наилучших возможностей для объекта заботы, удовлетворение его витальных потребностей.

В ракурсе длительной полемики патернализма и непатернализма (последний в настоящее время в основном принял форму неолиберализма) все проблемы надлежащего отношения к объекту профессиональной деятельности интегрируются в этику заботы и получают свое разрешение.

Этика заботы допускает широкий диапазон реляционных установок – от патернализма (вынужденного обстоятельствами – как, например, тяжелый больной) до максимальной автономии объекта заботы.

Иными словами, объект заботы имеет собственные нужды, потребности, и субъект заботы охватывает это в своей единой заботливой деятельности учитывая специфику конкретных ситуаций.

Этика заботы проясняет смысл всей помогающей деятельности, которая сложилась со времен Гиппократов. Ежедневные посещения больных, письменное ведение истории болезни (*anamnesis morbi*), выяснение предшествующих событий (*anamnesis vitae*), реакция на изменения состояния больного – все это многовековая медицинская традиция, забота о пациенте.

Забота как модус человеческого бытия является основополагающей не только в профессиональном плане для многих специальностей (врачебное дело, социальная работа, психологическая помощь, конфликтология, социальная педагогика и т.п.), но и в общечеловеческом. Забота – важнейшая этическая категория, фундаментальный атрибут «бытия-человеком».

Такие направления этики, как консеквенциализм (вариантом которого является утилитаризм), этика добродетелей (А. Макинтайр и др.), деонтологическая этика Канта, этика «обеспечения возможностей» Амартьи Сена, Марты Нуссбаум и др., этика солидарности общественного здравоохранения, феминистская этика вполне встраиваются в этику заботы как объемлющую теорию моральной философии.

Иными словами, этика заботы вполне способна интегрировать другие направления биоэтической мысли. Утилитаризм как стремление оценить последствия действий получает свое новое измерение в этике заботы, т.к. последствия действий индивидов, групп, коллективов очень важны.

Деонтологическая этика, предполагающая, что главное – это долг (что со своей стороны является базисным смыслом заботы *per se*) тоже получает свое значение в этике заботы.

Этика добродетелей, нацеленная на личностные качества специалиста (забота есть персональное отношение) вполне естественным образом становится компонентом этики заботы.

И, вспомнив достаточно последовательную критику медицинской профессии, которая началась примерно с 60-х годов XX века (Рене Дюбо, Томас Мак-Коун, Иван Иллич, Мишель Фуко и др.), следует отметить, что она остается в принципе верной. Бурное развитие биоэтики во второй половине XX в. было во многом следствием данного направления социальной критики медицины.

В этой связи следует отметить, что рассмотрение медицинской профессии как заботы могло бы прояснить ряд моральных проблем медицины.

Таким образом, забота – это фундаментальная категория, которая с точки зрения моральной философии подлежит дальнейшему развитию. Понимание медицинской деятельности и других помогающих профессий с точки зрения заботы является перспективным подходом для дальнейшего развития этических основ этих профессий.

Список литературы

- 1 Engster D. The Heart of Justice: Care Ethics and political Theory. Oxford University Press, 2007.
- 2 Held V. The Ethics of Care: Personal, Political and Global. Oxford University Press, 2005
- 3 Хайдеггер М. Бытие и время / Пер. С нем. В.В. Бибихина. – М.: Академический проект, 2010.
- 4 Pellegrino E. D. , Thomasma D. C. The Virtues in Medical Practice. Oxford University Press, 1993.
- 5 Pellegrino E.D., Thomasma D.C. Helping and Healing. Religious Commitment in Health Care. Georgetown University Press, 1997
- 6 Smart J.J.C. Utilitarianism: For and against. Cambridge University Press, 1973.

- 7 Neumann P.J., Weinstein M.C. Legislating against use of cost-effectiveness information // N Engl J Med. 2010; 363(16):1495–7
- 8 Schön D.A. The reflective practitioner: how professionals think in action. New York: Basic Books, 1983
- 9 Pandemic Solidarity: Mutual Aid During the Covid-19 Crisis / Sitrin M., Sembrar C. (eds). Pluto Pr, 2020
- 10 Groenhout R. E. Care Ethics and Social Structures in Medicine. Routledge, 2019.
- 11 Сен А. Развитие как свобода. – М.: Новое издательство, 2004

Глава 15.

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ЭВТАНАЗИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Риффель Алексей Владимирович

кандидат медицинских наук

ФГБУ «Поликлиника №1» УДП РФ

Аннотация: В работе проводится правовой анализ эвтаназии в мире и в РФ, раскрывается юридический и философский смысл понятия эвтаназии. Проблема признания права на смерть, религиозные, философские, медицинские и этические аспекты эвтаназии являлись давно предметом спора ученых во всем мире.

Ключевые слова: Эвтаназия, право на смерть, человеческая жизнь.

LEGAL ASPECTS OF EUTHANASIA IN THE RUSSIAN FEDERATION

Riffel Alexey Vladimirovich

Abstract: The paper provides a legal analysis of euthanasia in the world and in the Russian Federation, reveals the legal and philosophical meaning of the concept of euthanasia. The problem of recognizing the right to death, religious, philosophical, medical and ethical aspects of euthanasia have long been the subject of dispute among scientists around the world.

Key words: Euthanasia, right to death, human life.

В связи с прогрессом биомедицинской науки и внедрением новейших технологий в практику здравоохранения в настоящее время наблюдается реальная угроза стирания нравственных границ в медицинской деятельности, установленных ранее. Существует специальное учение, называемое биоэтикой, которое призвано защищать фундаментальные моральные

ценности общества, игнорируемые в процессе деятельности человека в медицине и биологии. Одним из вопросов, рассматриваемых биоэтикой, является эвтаназия. Современная медицина достигла такого уровня развития, что может в течение длительного периода времени искусственно поддерживать жизнь даже смертельно больных пациентов. В связи с этим возникает вопрос: допустима ли помощь лицу в добровольном уходе из жизни? [4].

Достаточно давно среди юристов и философов множатся аргументы «за» и «против» эвтаназии, выявляющие недостатки той и другой позиции. В это же время складывается парадоксальная ситуация: не решенная теоретически, продолжающая быть предметом дискуссии как проблема, эвтаназия уже внедряется в жизнь, в медицинскую практику, в юридические законы. Практика подгоняет теорию, опережает ее, не оставляет времени для долгого обсуждения, она опровергает теорию, корректирует её, торопится апробировать все результаты. Подобное «забегание вперед» приводит к большому количеству ошибок и злоупотреблений, того, чего можно избежать, подведя прочную теоретическую базу, придав легальный статус новому праву человека – «праву на смерть». Проблема эвтаназии до настоящего времени рассматривалась в большинстве случаев в рамках медицинской науки либо в рамках биоэтики и философии. Для сложившихся подходов к проблеме характерен унитарный взгляд на эвтаназию, которая рассматривается не как совокупность разнородных общественных отношений, а как единое неделимое понятие. Теория права позволяет взглянуть на эту проблему под иным углом, изменить сложившиеся стереотипы и сформировать приемлемые правовые решения. Рассмотрение эвтаназии с точки зрения теории права – относительно новый подход к данной проблеме. В современной юридической науке отсутствуют однозначные и бесспорные подходы к самой эвтаназии, её понятию, рамкам осуществления. Однако практическая потребность в решении данной проблемы и её актуальность в современном обществе делают это направление перспективным для исследования [32].

Впервые термин «эвтаназия» упоминается древнеримским историком Светонием, который описал, как император Август, «умирающий быстро и без страданий, в объятиях своей жены Ливии», подвергся эвтаназии, которую он так желал. Известно, что эвтаназия в различных интерпретациях существовала в разные исторические периоды и в разных государствах. Истории человечества знакомы такие аналоги эвтаназии, как, например, умерщвление больных членов общины или семьи, имеющее определенное сходство с современным пониманием процесса эвтаназии. Принято считать, что первым термин «эвтаназия» в его современной трактовке описал британский философ Фрэнсис Бэкон. Сделал он это в своем труде «О достоинстве и приумножении наук» в 1605 г. Как утверждает Н. С. Волкова, «революционной для медицинского сообщества стала изданная в 1887 г. лондонским врачом Уильямом Мунком (William Munk) работа под названием “Эвтаназия или медицинское обеспечение легкой естественной смерти” (Euthanasia, or Medical Treatment in aid of an Easy Natural Death), где автор обосновал идею квалифицированной и “сочувственной” помощи умирающему пациенту». Все вышеуказанные факты говорят о том, что эвтаназия – явление далеко не новое, в том числе и для правовой действительности [4].

Сегодня все страны в мире условно можно разделить на две группы: те, которые не исключают возможности применения эвтаназии, и те, которые категорически не приемлют этот вариант решения вопроса об окончании жизни больного. Российская Федерация относится ко второй группе, и законодательно закрепила запрет на осуществление эвтаназии. Пионером законодательного разрешения эвтаназии выступили Нидерланды, приняв в апреле 2002 года национальный закон, оговаривающий саму процедуру и вопросы «юридической безопасности медиков». Фактически открыто эвтаназия практиковалась в этой стране с 1997 года. Немцы (ФРГ) допускают собственную «пассивную» форму эвтаназии. По просьбе безнадежно больного человека медики могут прекратить с помощью медикаментов продлевать ему жизнь. «Пассивная» эвтаназия практикуется довольно давно в Швейцарии. В

соответствии с законодательством штата Индиана (США) действует так называемое прижизненное завещание, в котором пациент официально подтверждает свою волю на то, чтобы его жизнь не продлевалась искусственным образом при определенных обстоятельствах. В 1977 году в штате Калифорния (США) после долгих лет обсуждений на референдумах был принят первый в мире закон «О праве человека на смерть», по которому неизлечимо больные люди могут оформить документ с изъявлением желания отключить реанимационную аппаратуру. Хотя пока этот закон «не работает» ввиду отказа медицинского персонала на проведение эвтаназии. Число сторонников эвтаназии, считающих, что каждый человек имеет право на достойную и легкую смерть, неизменно растет. 10 апреля 2001 г. Парламент Голландии утвердил закон, освобождающий от уголовной ответственности врачей, помогающих уходить из жизни страдающим безнадежно больным людям. Таким образом, Голландия стала первой страной, узаконившей активную эвтаназию. В марте 2002 г. Верховный Суд Великобритании предоставил «право достойной смерти» 43-летней парализованной женщине [31]. Еще одним важным элементом, который нельзя оставить без внимания при рассмотрении международно-правового статуса эвтаназии и ассистированного самоубийства, являются решения Европейского суда по правам человека, рассматривающего дела данной категории. Именно на основании решений данного органа судебной власти часто и формируется судебная практика по спорным вопросам. В своих решениях ЕСПЧ в большинстве случаев занимает позицию недопущения применения эвтаназии как способа прекращения страданий больного [4].

Исследований по поводу эвтаназии проведено достаточно много – все они являются всесторонними и носят фундаментальный характер [13, 17, 27, 32]. В качестве примера – диссертация доктора юридических наук О.С. Капинус «Эвтаназия как социально-правовое явление (уголовно-правовые проблемы)», даёт расширенное толкование рассматриваемой темы [6]. Казалось бы, проблемы эвтаназии уже полностью рассмотрены

отечественными и зарубежными учёными, однако некоторые спорные вопросы заставляют нас обращаться к ней вновь и вновь.

Современный анализ проблем, связанных с эвтаназией невозможен без рассмотрения взглядов на жизнь и смерть в Российском и международном праве. Жизнь возникает вне государственных велений, и биологическое рождение ребёнка меньше всего нуждается в наличии публичных институтов [26]. Право на жизнь – первое фундаментальное естественное право человека, без которого все права теряют смысл. Объективно оно выступает точкой отсчёта, критерием всего института прав и свобод в демократическом обществе. И когда утверждается, что права человека являются высшей ценностью, при этом имеется ввиду и сам человек как носитель этих прав. Без человека, вне человека, в отрыве от него любые права превращаются в ничего не значащую абстракцию. Человек, его жизнь, здоровье, честь, достоинство, безопасность – это базовые, основополагающие ценности, с которыми должны соотноситься все правовые системы. Право на жизнь даётся человеку природой (в некоторых концепциях – богом), но никогда – государством или властью. Последние обязаны лишь признавать, уважать и всемерно защищать эту ценность, которая доминирует над всеми остальными [7]. Закрепляя в Конституции РФ (ст. 20) право на жизнь, государство вкладывает определённый смысл в это субъективное право, выражающийся в определённом юридическом значении [26]. Само существование права на жизнь никем не оспаривается (так как это закреплено законодательно), предметом дискуссии сохраняется лишь трактовка содержания этого права [8,20,33]. В отличие от него, право на смерть остаётся предметом спора Российских юристов.

Смерть – неизбежное явление, связанное с окончанием существования любого живого существа, в том числе и принадлежащего к роду *Homo sapiens*. Однако смерть – не только биологический процесс, в человеческом обществе он приобретает и социальный характер. Действительно, стиль и образ жизни могут обусловить определённый вид или особенности смерти, но, с другой

стороны, неизбежность смерти детерминирует жизнь человека. Кроме того, смерть – это правовое состояние, которое среди правовых состояний занимает особое место. И это связано не только с психологическим отношением человека к смерти, а с тем, что она является специфическим правовым явлением [3]. Право на смерть известно с глубокой древности. Некоторые первобытные племена имели обычай, согласно которому старики, ставшие обузой для семейства, выбирали смерть, уходя из племён. Самостоятельный уход из жизни поощрялся в Спарте, Древней Греции, допускался в Древнем Риме, осуждался в эпоху средневековья. Эволюция данного права по своей направленности практически противоположна эволюции права на жизнь, которому удалось проделать долгий путь к абсолютному признанию и безусловному закреплению во всем мире. В то время, когда право на жизнь провозглашалось в международных актах и Конституциях различных государств, право на смерть было оттеснено «в тень», утратив признание и закрепление. Данное ограничение выражается в следующем: при допущении возможности самостоятельного ухода из жизни (практически ни в одном государстве не сохранилось законодательных запретов суицида), закон исключает возможность подобного ухода при помощи других лиц [32].

Закреплено ли право на смерть (в том числе с помощью других лиц) в Конституции РФ? Прямого запрета на это в ней нет. О.Е. Кутафин отмечал, что, признавая право каждого на жизнь, Конституция РФ не признаёт право на уход из жизни (право на смерть) [21]. Схожей позиции придерживается и В.Д. Карпович, отмечая, что наличие у человека права на жизнь не означает, что у него есть и юридическое право на смерть [22]. Так ли это на самом деле? Действительно, в Конституции РФ нет прямого указания о наличии такого права для человека и гражданина как право на смерть (в том числе с помощью других лиц). Однако в соответствии с п. 1 ст. 55 Конституции РФ перечисление в Конституции Российской Федерации основных прав и свобод не должно толковаться как отрицание или умаление других общепризнанных прав и свобод человека и гражданина. Является ли для человека право на

смерть общепризнанным? Если да, то мы вправе по своему усмотрению реализовывать это право, а обязанностью государства является разработка механизма реализации данного права (признание и защита прав и свобод человека и гражданина – обязанность государства ст.2 Конституции РФ).

Среди многочисленных естественных и неотчуждаемых прав человека можно выделить группу таких, которые основываются на уверенности и праве человека распоряжаться своим телом: совершенствовать его, изменять функциональные возможности и расширять их медикаментозными средствами или с помощью новейших технологий. К этим правам мы можем отнести право на смерть, право на изменение пола, на трансплантацию органов, тканей и генов человека, на искусственное оплодотворение, на стерилизацию и аборт, на клонирование и «объёмное» виртуальное моделирование. Отдельные из этих прав известны с древности, а некоторые актуализированы временем и вызывают шок в сознании современного человека [10]. В юридической литературе право на смерть описывается в неразрывной связи с правом на жизнь. Так, М.И. Ковалёв отмечает, что нет никаких веских аргументов против того, чтобы провозгласить, что человек имеет право на жизнь и на смерть. Оба этих человеческих права так тесно связаны, что являются как бы двумя сторонами одной медали, при этом такой деликатной и хрупкой, что требуется особая осторожность в обращении с ней. Однако с правом на смерть возникает значительно больше проблем, чем с правом на жизнь [9]. Г. Никитин считает, что право на смерть может, скорее, рассматриваться как отказ от права на жизнь (в качестве нематериального блага, регулируемого гражданским законодательством), которое в соответствие со ст. 9 Гражданского кодекса РФ не означает прекращение этого права [19]. Т.К. Сацкевич полагает, что Конституционное установление права человека на жизнь логически означает юридическое закрепление права человека на смерть. Вопрос жизни и смерти должен решаться человеком индивидуально [29]. По мнению А.И. Кузнецовой реализация права на жизнь осуществляется лицом индивидуально и предполагает распоряжение жизнью по своему

усмотрению, включая и добровольное принятие решения о прекращении жизни. Возможность самостоятельного распоряжения своей жизнью, в том числе решения вопроса о её прекращении, является одним из правомочий права человека на жизнь [12]. А. Малиновский указывает, что юридически невозможно себе представить, чтобы человек, имея право жить, не имеет права умереть, что он свободен на законных основаниях распоряжаться своей собственностью, но не своей жизнью. Непризнание за человеком права на смерть превращает право на жизнь в обязанность жить. Если человек не имеет права на смерть, значит ни государство, ни общество не обязаны признавать и уважать это право. Следовательно, любого человека, совершающего самоубийство, необходимо принудительно вернуть к жизни [14]. С.В. Тасаков считает, что возможность самостоятельного распоряжения своей жизнью, в том числе решение вопроса о её прекращении, является одним из правомочий права человека на жизнь [31]. Позиция М.Н. Малевой заключается в том, что субъект личного неимущественного права имеет правомочия по владению, пользованию и распоряжению объектом (нематериальным благом). Она утверждает, что содержание права на жизнь складывается из правомочия на сохранение жизни (индивидуальности) и правомочия на распоряжение жизнью [15]. И.А. Михайлова указывает, что право на жизнь и право на смерть неразрывно связаны между собой, причём, поскольку смерть неизбежна, право на смерть как единственная форма правомочия на распоряжение жизнью является, по существу не более чем правом сознательно выбрать подходящий управомоченному субъекту – конкретному гражданину – способ и момент ухода из жизни, действуя «по своему усмотрению», «своей волей и в своём интересе», как это законодательно закреплено в виде одного из фундаментальных принципов гражданского права – принципа диспозитивности, представляющего всем физическим лицам свободу в осуществлении и распоряжении принадлежащими им правами (п.2 ст.1, п.1 ст.9 ГК РФ), в том числе важнейшим из них – правом на жизнь [16]. В противоположность этой точке

зрения Г.Б. Романовский считает, что право на жизнь ни в коей мере не может служить основанием для провозглашения субъективного права на смерть. Во-первых, право на жизнь – Конституционное право, которое нельзя оценивать только исходя из принципов гражданского права – в некоторых аспектах они неприменимы. Во-вторых, жизнь и смерть – противоположные явления: если живое смертно, то умерший никогда не оживёт [26].

Можно ли на основании изложенного с уверенностью утверждать, что право человека на смерть является общепризнанным. Скорее да, чем нет. Это так же подтверждается 39 Декларацией Всемирной Медицинской Ассамблеи (ВМА) 1987 г. (Россия является участником ВМА и в соответствии с ч. 4 ст. 15 Конституции РФ общепризнанные принципы и нормы международного права и международные договоры Российской Федерации являются составной частью её правовой системы): «Эвтаназия, т.е. акт преднамеренного прерывания жизни пациента, даже сделанная по просьбе самого пациента или по просьбе его близких родственников, является неэтичной. Это не исключает необходимости уважительного отношения врача к желанию больного не препятствовать течению естественного процесса умирания в терминальной фазе заболевания». ВМА осуждает активную эвтаназию, допуская её пассивную форму. К числу международных правовых актов, регулирующих право на жизнь и тем самым косвенно затрагивающих вопрос о возможности отказа от жизни, относятся, в частности, Всеобщая декларация прав человека от 10 декабря 1948 г., Международный пакт о гражданских и политических правах от 16 декабря 1966 г., Европейская конвенция по защите прав человека и основных свобод ETS №005, принятая в Риме, 4 ноября 1950 г. и другие нормативные правовые акты [32]. Таким образом, нельзя отрицать тот факт, что правовая система России признаёт право человека и гражданина на смерть (в том числе с помощью других лиц).

С позиции О.С. Капинус, возникновение, становление и развитие эвтаназии как социально-правового явления в истории учений о праве и государстве включает три этапа. Первый вобрал в себя политико-правовые

учения Древнего мира, когда эвтаназия рассматривалась как благо и неизбежность в определенных случаях. Второй обусловлен развитием политико-правовой мысли в Средневековье, в котором господство христианского религиозного мировоззрения привело к отрицательному отношению общественности к идеям эвтаназии. Третий начинается в период Нового времени, продолжается в Новейшее время и связан с нарастанием плюрализма мнений в отношении эвтаназии, появлением новой аргументации в пользу её легализации. Решающее влияние на историческое развитие норм права, связанных с эвтаназией, оказывает религиозный фактор. В древности в разных обществах и государствах юридические обычаи допускали и регулировали те или иные формы эвтаназии, которая достаточно широко практиковалась в условиях как восточных, так и западных цивилизаций, однако с развитием системы писаного права эвтаназия не получила в нем своего закрепления. Это было связано с рядом факторов, прежде всего с распространением основных мировых религий: христианства, ислама, буддизма, которые, как правило, отрицательно относятся к эвтаназии, рассматривая её как разновидность убийства либо самоубийства. Под эвтаназией (по мнению О.С. Капинус) следует понимать умышленное причинение смерти неизлечимому больному, осуществленное по его просьбе медицинским работником, а также иным лицом по мотиву сострадания к больному и с целью избавления его от невыносимых физических страданий. Научные основы двухзвенной классификации форм эвтаназии представлены в двух – активной и пассивной составляющей. Активная форма – умышленное причинение неизлечимо больному по его просьбе быстрой и легкой смерти с целью избавления его от мучительных физических страданий, осуществленное по мотиву сострадания. Пассивная форма – отказ от начатого жизнеподдерживающего лечения по просьбе неизлечимо больного для умышленного и весьма скорого причинения смерти посредством воздержания от выполнения действий, направленных на поддержание жизни, с целью избавления его от мучительных физических страданий, осуществленное по

мотиву сострадания. При этом не являются активной эвтаназией: 1) так называемое убийство из милосердия, когда врач, при отсутствии просьбы безнадежно больного, видя его мучительные страдания, которые обязательно в скором времени приведут к смерти и, будучи не в силах их устранить, совершает деяние, в результате которого наступает смертельный исход; 2) самоубийство, ассистируемое врачом, когда врач только помогает неизлечимо больному человеку покончить с жизнью. Не является убийством и не может считаться эвтаназией прекращение реанимации в случаях, когда состояние церебральной смерти больного необратимо (лечение уже не дает никакого результата, а лишь продлевает время агонии) [6]. Определение эвтаназии, данное О.С. Капинус отражает как нельзя лучше всю сущность и понятийный смысл её содержания. Определения, данные другими учёными (например, Н.Е. Крыловой) в качестве «исполнителя» эвтаназии указывают только на медицинских работников [11]. Понятия «иное лицо» многими не признаётся, а их действия, направленные на осуществление эвтаназии предлагается квалифицировать как убийство.

Некоторые авторы выделяют другие формы эвтаназии. Так А.Я. Иванюшкин различает прямую и непрямую эвтаназию, отражающую мотивацию профессиональных решений врача. Прямая эвтаназия – когда врач имеет намерение сократить жизнь пациента, непрямая эвтаназия – когда смерть больного ускоряется как косвенное (побочное) следствие действий врача, направленных к другой цели [5]. Ю.Д. Сергеев выделяет 4 формы эвтаназии:

1. Эвтаназия без укорочения жизни. Целенаправленное и многоплановое облегчение физических и психических страданий умирающего пациента применением болеутоляющих и успокаивающих средств (медикотаназия). Данная группа мероприятий является практически общепринятой в медицинской деятельности и из гуманных соображений широко применяется в конечных стадиях ряда болезней безнадежно больным;

2. Оставление для умирания. Отказ от активных мер по поддержанию или продлению жизни пациенту, страдающему неизлечимым заболеванием и переносящему тяжёлые физические и духовные мучения (например, агонирующий больной неоперабельной формой рака);

3. С укорачиванием жизни как побочным эффектом. Действия врачей, направленные на облегчение страданий без умысла на укорочение жизни пациента, могут в определённой мере понизить сопротивляемость организма и тем самым способствовать или даже ускорить наступление смерти (например, при введении больших доз наркотических анальгетиков);

4. С целенаправленным укорачиванием жизни. Действия врачей, заключающиеся в умышленном причинении смерти больному из сострадания или по просьбе самого умирающего либо его близких [30].

В соответствии со ст. 45 Федерального закона «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 22 ноября 2011 г. № 323-ФЗ медицинским работникам запрещается осуществление эвтаназии – удовлетворение просьбы больного об ускорении его смерти какими-либо действиями или средствами, в том числе прекращением искусственных мер по поддержанию жизни [2]. Лицо, которое сознательно побуждает больного к эвтаназии и (или) осуществляет эвтаназию, несёт уголовную ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации. Уголовный кодекс РФ не содержит особого состава преступления, связанного с осуществлением или с побуждением к эвтаназии, т.е. особого наказания за совершение медицинскими работниками акта эвтаназии не установлено. Однако следствием эвтаназии является смерть пациента, что позволяет применять к данной ситуации ст. 105 (убийство) Уголовного кодекса РФ.

Медицинская деятельность по своей сути – это самый гуманный вид деятельности. Но иногда во благо больного сначала необходимо причинить ему боль (под медикаментозным контролем), чтобы в последующем избавить от мучений. Когда болезнь побеждает организм и уже никто ни в силах спасти человеческую жизнь очень часто встаёт вопрос – зачем ежечасно подвергать

организм мукам, если исход уже предрешён? Однако тут же возникает возражение – а возможна ли «врачебная» ошибка, насколько верен прогноз заболевания, может, где-нибудь в мире существуют новые подходы и способы лечения? Дать однозначный ответ на это достаточно трудно.

Как предлагают многие отечественные юристы – назрела необходимость в принятии Федерального закона «Об эвтаназии» или Кодекса «Об эвтаназии» с закреплённым механизмом реализации права человека на добровольный уход из жизни с помощью других лиц. Вопрос, кто будет «исполнителем» эвтаназии довольно противоречив. В основном, в тех странах, где она разрешена, указывается, что это должны быть медицинские работники, что является очень серьёзной этической проблемой. Быть «доктором смертью» захотят лишь единицы. И как потом с этим жить, не возникнет ли у «исполнителей» тяги к «активной» эвтаназии?! По нашему мнению, медицинские работники вообще ни при каких обстоятельствах не должны иметь отношение ни к «пассивной» и тем более к «активной» эвтаназии. Изначально профессия врача предназначалась для спасения и продления человеческой жизни [23-25]. Да, на их долю выпадали «этапы» эвтаназии в древности. Но это неправильно. Мы сейчас живём в цивилизованном обществе или стремимся к этому. Если мы учим будущего врача спасать человеческую жизнь и одновременно узаконили эвтаназию, то тогда необходимо обучать эскулапов и лишать человека жизни!? И какого выпускника мы получим? Считаем, что применительно к нашей стране с её устоями и традициями возводить врача в ранг «убийцы» неправильно, по какому бы пути не развивалось законодательное изменение проблемы эвтаназии. Да, врач должен давать полную и достоверную информацию о состоянии здоровья пациента, заключение должно носить коллегиальный характер, но быть исполнителем не врач, не фельдшер и не медицинская сестра ни при каких условиях не должны. В противном случае мы сами «плодим» убийц в белых халатах. Исходя из сказанного, нет необходимости менять ст. 45 Федерального закона «Об основах охраны здоровья граждан в

Российской Федерации» от 22 ноября 2011 г. № 323-ФЗ – медицинские работники не должны осуществлять эвтаназию. Тогда из определения эвтаназии необходимо исключить понятие «медицинские работники» и оно должно звучать следующим образом: Эвтаназия – это умышленное причинение смерти неизлечимому больному, осуществленное по его просьбе специально уполномоченным лицом по мотиву сострадания к больному и с целью избавления его от невыносимых физических страданий. А обязанностью законодателя в этом случае будет установление «специально уполномоченного лица».

Следующей проблемой будет определение круга пациентов, в отношении которых может быть применена эвтаназия. Такие критерии как неотвратимость летального исхода, истощанность всех возможных медицинских средств и продолжительность применения медикаментозного лечения не должны быть положены в основу включения пациентов в число лиц, в отношении которых может быть применена эвтаназия. Наука непрерывно движется вперёд и всё, что с утра было недостижимо, к вечеру становится обыденным. Медицина не стоит на месте и понятие бесперспективности необходимо применять очень осторожно. Практикам известны случаи самоизлечения, в том числе и от онкологических заболеваний, хотя многими учёными данный факт не признаётся.

Проблема эвтаназии до сих пор остаётся противоречивой. У человека на сегодняшний момент есть право умереть собственной смертью, но нет права на процесс, ускоряющий её. В случае законодательной легализации эвтаназии многие так же будут считать, что она не имеет право на существование. Крайне велика опасность недобросовестного соблюдения всех этапов осуществления эвтаназии. Основная причина этому – человеческий фактор. С другой стороны, нельзя отрицать, что эвтаназия уже фактически существует в нашей жизни. Реальный взгляд на сегодняшнюю ситуацию в стране, определяемую во многом её экономическим состоянием, даёт основание утверждать о наличии пассивной латентной эвтаназии [28]. Сторонники

законной процедуры эвтаназии аргументируют свою позицию, прежде всего, тем, что каждый имеет право распоряжаться своим телом и жизнью. Более того, справедливо возникает вопрос о том, насколько с нравственной стороны является правильным мучить больного человека ежедневными болезненными ощущениями? Другие считают данную процедуру недопустимой. Сторонниками данной точки зрения являются, прежде всего, представители религиозных общин. Так, во всех мировых религиях данная процедура запрещена. Более того, намеренное ускорение смерти или умерщвление неизлечимого больного является нарушением клятвы врача. Каждый врач в Российской Федерации клянется «проявлять высочайшее уважение к жизни человека, никогда не прибегать к осуществлению эвтаназии». Также существует мнение, что легализация эвтаназии может повлечь за собой криминализацию медицины [18].

С развитием трансплантологии появляются новые проблемы, напрямую связанные с эвтаназией. Речь идёт о возможной трансплантации органов от одного потенциально погибающего человека другому. Каков путь решения в этой ситуации? Потерять две человеческие жизни или дать шанс одному из двух пациентов? Как врач, автор против эвтаназии в принципе и по сути, но как юрист – за возможность выбора пациентом своей судьбы и дальнейшего продолжения (прекращения) жизни – человеку всегда надо давать право выбора. Схожую позицию занимает Л.Н. Линик, исходя из того, что важнейшим моральным принципом, который насколько это возможно, должен быть, возведён в закон, является право свободы выбора, так как вмешательство в свободу действия индивида морально не оправдано в том случае, если его действия не приносят вреда другим. Если человек решает ускорить наступление своей смерти, не причиняя при этом вреда другим, то акт прекращения жизни является возможным проявлением индивидуальной свободы и не должен запрещаться законом [13].

Можно отметить существенную разницу в правовом регулировании вопроса применении эвтаназии законодательством различных государств.

Первый подход заключается в запрете эвтаназии и полном приравнивании ее к убийству в контексте уголовного права. Именно этого подхода на данный момент придерживается Россия, страны СНГ, Китай и т.д. Вторым подходом является запрет эвтаназии, при котором она рассматривается в качестве специального состава преступления, предусматривающего более мягкое наказание в сравнении с убийством. Такой подход установлен законодательством Германии, Японии, Южной Кореи и других государств. Самый либеральный подход, разрешающий процедуру проведения эвтаназии, предусмотрен законами таких государств, как Нидерланды, Бельгия и Швейцария и т.д. Первый подход характеризуется высоким уровнем консерватизма, третий – высоким уровнем либерализма. Второй подход видится переходной стадией, которая необязательна для смены подхода с первого на третий. Полагаем, что законодательная власть в прогрессивных государствах в ближайшем будущем будет лоббировать именно третий подход, признавая право каждого неизлечимо больного пациента на прекращение его страданий в безвыходной ситуации. Уже в настоящее время преобладающей является позиция, признающая отсутствие в процедуре эвтаназии криминального элемента. Лишь признание права на эвтаназию может в полной мере гарантировать больным право на смерть без боли и страданий. Если в стране гражданина возможность проведения эвтаназии отсутствует, велика вероятность, что такой человек прибудет в другое государство исключительно для того, чтобы свести счеты с жизнью. Практика применения «суицидального туризма» постоянно расширяется и происходит это именно из-за того, что пациенты не могут реализовать свое право в стране, гражданами которой они являются. Второй подход представляет собой полумеру, так как лицо, совершившее эвтаназию, также подлежит уголовной ответственности, но с менее строгим наказанием [4].

Подводя итоги, необходимо отметить, что многочисленные вопросы реализации права человека на смерть, в том числе применения эвтаназии, до сих пор остаются, и возможно будут оставаться спорными в РФ. Для

обеспечения прав граждан государство должно предпринимать все условия для их реализации, так как за этим механизмом стоят сотни и тысячи человеческих жизней.

Список литературы

1. Бабаджанов И.Х. Гражданско-правовые проблемы права на жизнь и здоровье. Дис. ... канд. юрид. наук. Душанбе, 2004. – 175 с.
2. Ведомости СНД РФ и ВС РФ. 1993. № 33. Ст. 1318; Основы Законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан. М., 1993.
3. Демичев А.А., Исаенкова О.В. Смерть с точки зрения права // Государство и право. Москва, 2008. - №8. – С. 86.
4. Елисеева Г.В. Эвтаназия: отечественный и зарубежный опыт правового регулирования // Сибирское юридическое обозрение. 2022. Т. 19, - № 1. – С. 23–38.
5. Иванюшкин А.Я. Профессиональная этика в медицине (философские очерки). Москва, 1990. – С. 150-151.
6. Капинус О.С. Эвтаназия как социально-правовое явление (уголовно-правовые проблемы). Дис. ... докт. юрид. наук. Москва, 2006. – 500 с.
7. Капинус О.С., Макринская В.И. Право на жизнь и система смежных прав личности // Современное право. Москва, 2005. - №9. – С. 12.
8. Кальченко Н.В. Гражданские права человека: современные проблемы теории и практики. Моногр. / Под ред. Ф.М. Рудинского. Волгоград, 2004. – С. 75.
9. Ковалёв М.И. Право на жизнь и право на смерть // Государство и право. – Москва, 1992. - № 7. – Стр. 71.
10. Крусс В.И. Личностные («соматические») права человека в Конституционном философско-правовом измерении: к постановке проблемы // Государство и право. Москва, 2000. - №10. С. – 43.
11. Крылова Н.Е. Эвтаназия: уголовно-правовой аспект // Вестник московского университета. Серия 11. Право. Москва, 2002. - №2. – С. 17-36.

12. Кузнецова А.И. Эвтаназия. Право на смерть. // Проблемы современного права. Материалы международной научно-практической конференции молодых учёных, посвящённой памяти д.ю.н. И.Я. Дюрягина. Челябинск, 2007. – С. 128.
13. Линик Л.Н. Конституционное право граждан Российской Федерации на жизнь. Дис. ... канд. юрид. наук. Москва, 1993. – 157 с.
14. Малиновский А. Имеет ли человек право на смерть? // Российская юстиция. Москва, 2002. - №8. – С. 54-55.
15. Малеина М.Н. Личные неимущественные права граждан: понятие, осуществление, защита. Москва, 2003. – С. 62.
16. Михайлова И.А. Право на жизнь: актуальные проблемы законодательства, теории и практики // Российский судья. Москва, 2005. - №8. – С. 18.
17. Михайлова И.А. Гражданская правосубъектность физических лиц: проблемы законодательства, теории и практики. Дисс. ... доктора. юрид. наук. Москва, 2006. – 498 с.
18. Мустафаев С.Э.- оглы. Эвтаназия: легализация и уголовная ответственность // Актуальные проблемы Российского права. Москва, 2016. - №3(64). – С. 130-135.
19. Никитин Г. Жизнь в своих руках // Домашний адвокат. Москва, 2001. - №21. – С. 14.
20. Перевозчикова Е.В. Конституционное право на жизнь и репродуктивные права человека. Дисс. ... канд. юрид. наук. Казань, 2006. – 137 с.
21. Постатейный научно-практический комментарий к Конституции Российской Федерации / Под рук. О.Е. Кутафина. Москва, 2003 г. – С. 48.
22. Постатейный комментарий к Конституции Российской Федерации / Под общ. ред. В.Д. Карповича. Москва, 2002 г. – 959 с.
23. Риффель А.В. Избранные вопросы медицинского права: Монография – М.: Издательство «Академия Естествознания», 2008. – 108 с.

24. Риффель А.В. Юридические аспекты «Клятвы Гиппократата» / А.В. Риффель // Журнал Известия высших учебных заведений. Правоведение. – С-Петербург, 2006. -№5(268). – С. 199-204.

25. Риффель А.В. Медицинские и юридические аспекты эвтаназии в российской федерации / А.В. Риффель // Научно-практический журнал Современное право. – Москва, 2009. - № 12 – С.102-106.

26. Романовский Г.Б. Право на жизнь в Российском Конституционном праве // Современное право. Москва, 2006. - №9. – С. 48.

27. Рыбин В.А. Философские основания проблемы эвтаназии: методологический анализ. Дисс. ... доктора. философ. наук. Екатеринбург, 2006. – 264 с.

28. Сальников В.П., Кузнецов В.Э., Старовойтова О.Э. Право на смерть в системе соматических прав человека / Современное медицинское право. Сборник научных трудов. Москва, 2003. – С. 356-366.

29. Сацкевич Т.К. Право человека на жизнь и проблема эвтаназии // Материалы IV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Ставрополь, 2010. – 405 с.

30. Сергеев Ю.Д. Профессия врача: юридические основы. Киев, 1988. – С. 19-80.

31. Тасаков С.В. Запрет эвтаназии унижает человеческое достоинство // Российская юстиция. Москва, 2003. - №2. – С. 8.

32. Фомичёв Е.К. Эвтаназия как форма реализации права на смерть (общетеоретический аспект). Дис. ... канд. юрид. наук. Тамбов, 2006. – С. 4-7.

33. Фомичёва Т.М. Конституционно-правовые проблемы обеспечения в РФ права на жизнь в свете стандартов Совета Европы. Дисс. ... канд. юрид. наук. Москва, 2004. – 137 с.

© А.В. Риффель, 2022

РАЗДЕЛ IV.
АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОГО
ГУМАНИТАРНОГО ЗНАНИЯ

УДК 316.6

Глава 16.
КОММУНИКАЦИЯ КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Биль Ольга Николаевна

к.ф.н., доцент

Белгородский государственный
национальный исследовательский университет

Аннотация. Работа посвящена рассмотрению темы «Коммуникация как объект исследования». Данный материал предназначен для иностранных обучающихся направления обучения «Филология». Материал условно разделена теоретическую часть и практические задания после каждого аспекта. Кратко изложены следующие вопросы: определение коммуникации, виды и формы коммуникации, функции коммуникации, два подхода к процессу коммуникации, коммуникативный акт. Система заданий после теоретического материала направлена на самостоятельное осмысление теоретического материала, использование различных методов и способов решения поставленных задач, формирование творческой деятельности обучающихся.

Ключевые слова. Коммуникация, виды коммуникации, функции коммуникации, коммуникативный акт.

COMMUNICATION AS AN OBJECT OF RESEARCH

Bil Olga Nikolaevna

Abstract. The paper is devoted to the topic "Communication as an object of research". This material is intended for foreign students of the field of study "Philology". The material is conditionally divided into the theoretical part and practical tasks after each aspect. The following issues are briefly outlined: the definition of communication, types and forms of communication, communication functions, two approaches to the communication process, a communicative act. The system of tasks after the theoretical material is aimed at independent comprehension of the theoretical material, the use of various methods and methods of solving the tasks, the formation of creative activity of students.

Key words. Communication, types of communication, communication functions, communication act.

Тема «Коммуникация как объект исследования» условно делится на несколько вопросов. Таких, как:

1. Определение коммуникации.
2. Виды и формы коммуникации.
3. Функции коммуникации.
4. Два подхода к процессу коммуникации.
5. Коммуникативный акт.

Кратко рассмотрим каждый из них и представим систему заданий после каждого аспекта.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОММУНИКАЦИИ

Понятие коммуникация (communication) происходит от латинского слова communicatio (сообщение, передача).

В обыденном употреблении коммуникация – это «общение».

В научной области это термин, который имеет несколько значений, объясняющих многомерность коммуникации как объекта изучения.

1) Коммуникация – это общение, передача информации (сообщения) через систему сигналов между источником и получателем.

2) Коммуникация – это выражение некоторой внешней по отношению к самим участникам информации, внутреннего эмоционального состояния, а также статусных ролей, в которых участники коммуникации пребывают друг относительно друга.

3) Коммуникация – социальное взаимодействие, сводимое к информированию, приказу, запросу и экспрессии в их различных сочетаниях.

4) Коммуникация – один из модусов, с помощью которых можно войти в самые глубинные слои отношений, существующих в общественной жизни.

5) Коммуникация – процедуры, посредством которых одна сущность («механизм») воздействует на другую.

6) Коммуникация – передача сообщений, знаков, «изготовленных» человеком, с помощью которых один разум может изменить контролируемый план действий другого.

7) Коммуникация – конститутивный элемент культуры, деятельности и социальных отношений, обуславливающий речевые акты и дискурс, передаваемые и принимаемые (выводимые) коммуникативные значения и смыслы

Коммуникация – это многомерное понятие, потому что:

1) Коммуникация протекает между какими-то участниками;
2) Участники используют нечто, посредством чего происходит общение;

3) Средство общения всегда некоторым образом осмысленно (имеет свою семантику);

4) Общение всегда целенаправленно и вызывает ответную реакцию;

5) Общение протекает в определенных условиях и создает некие условия для дальнейшего взаимодействия и т.д.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Найдите в словаре определения «коммуникация». Напишите несколько определений. Выберите то, которое наиболее отражает данное понятие. Заполните таблицу.

Термин	Определение
Коммуникация – это	
	
	
	
	

2. Дайте определение следующих понятий.

Общение – это

Объект – это

Информация – это

Источник – это

Сообщение – это

Взаимодействие – это

Экспрессия – это

Культура – это

Деятельность – это

Дискурс – это

3. Дайте положительный или отрицательный ответ.

	ДА	НЕТ
Понятие коммуникация происходит от слова сообщение, передача.		
В обыденном употреблении коммуникация – это «общение».		
Термин «коммуникация» однозначный.		
Коммуникация – это общение, передача информации через систему сигналов между источником и получателем.		
Коммуникация – это многомерное понятие		
В коммуникации обязательно есть участники коммуникации		
Участникам коммуникации не нужно средство общения		
Средство общения всегда имеет значение.		
Общение всегда целенаправленно и вызывает ответную реакцию		

4. Прочитайте текст. Озаглавьте его.

Мы разговариваем друг с другом, обмениваемся своими мыслями, выступаем с докладами и сообщениями, пишем заметки в газету, слушаем, читаем книги, иначе говоря – общаемся. Мы общаемся дома и в школе, на улице и во дворе. Общаемся с друзьями и взрослыми, с родителями и учителями.

Общение – это обмен мыслями, чувствами с кем-либо.

Что же нужно, чтобы возникло общение? Прежде всего надо, чтобы были участники общения – говорящий и слушающий. Но общаться могут не только говорящий и слушающий. Мы общаемся и тогда, читаем романы Александра Сергеевича Пушкина, Льва Николаевича Толстого, Николая Васильевича Гоголя, Ивана Сергеевича Тургенева – мы разговариваем с ними, слышим их живые голоса. Сейчас многие люди общаются с помощью компьютера.

Итак, для общения нужны: говорящий – слушающий; пишущий – читающий.

5. Прочитайте текст. Скажите, кто с кем общается.

а) Бывает так: никто ничего не говорит. Никто ни единого звука не слышит и даже не слушает. И всё же люди оживлённо беседуют. Они великолепно понимают друг друга: отвечают, возражают, спорят...

б) Вы читаете то, что я написал. Выражая мои мысли, я изобразил эти мысли на бумаге много времени тому назад и за много километров от того места, где вы живёте. Вы не знаете меня; я никогда в жизни не видал вас. Вы ни разу не слышали моего голоса. Тем не менее мы вступили в беседу. Я рассказываю вам то, что думаю, и вы узнаете мои мысли по поводу различных вещей (Л. Успенский).

6. Прочитайте текст. Скажите, как оценивает автор роль книги в общении с миром. Как вы понимаете приведённое в тексте сравнение?

Для того, чтобы узнать себя, нужна книга. Для того, чтобы узнать других, нужна книга. Народ без книги похож на человека, идущего с завязанными глазами: он не видит мира. Народ без книг похож на человека без зеркала: ему нельзя увидеть своего лица. (Р. Гамзатов, народный поэт Дагестана)

7. Назовите слова, однокоренные со словом *общение*. Запишите их.

8. Прочитайте текст. Вступите в общение, используя примеры задания. Придумайте свои примеры.

Люди общаются, чтобы рассказать что-либо или спросить о чём-либо, согласиться или возразить, посоветоваться или поблагодарить, попросить или потребовать, иначе говоря, когда у них есть цель общения. Люди вступают в общение с разными целями, например, для того, чтобы спросить: «Сколько стоит эта книга?»; попросить: «Будьте добры, передайте, пожалуйста, книгу»; поблагодарить: «Спасибо за помощь»; посоветовать: «Прочитайте обязательно эту книгу!»; предложить: «Садись, пожалуйста».

9. Вспомните и скажите, с кем вы общались вчера. Кто был говорящим, слушающим, а кто пишущим, читающим. С помощью каких слов вы вступили в общение?

10. Прочитайте текст. Для того чтобы люди могли общаться, надо, чтобы они владели одним общим языком. Ведь вы не сможете поговорить с американцем, если не знаете английского языка, а он не владеет русским или вашим родным языком. Познакомьтесь с библейской легендой о Вавилонской башне, в которой рассказывается о том, почему люди стали говорить на разных языках.

Это было так давно, что уже никто не помнит, когда это было. В те времена все люди говорили на одном языке, и все друг друга понимали. И настолько они ощущали себя сильными и смелыми, что решили выстроить высокую, до неба, башню, чтобы приблизиться к Богу.

Выбрали высокую гору и приступили к строительству башни - столпа. Все работают, всем весело, все поют песни.

Целый город вырос вокруг горы, на которой строилась башня. Город Вавилон.

А на горе всё выше поднималась красавица башня.

И вот башня почти готова. Но Богу не понравилась эта затея – не хотел он, чтобы люди добрались до самого неба.

– Это оттого они умудрились свою башню выстроить, – подумал он, – что у них один язык и всякий человек понимает другого. Вот они и договорились.

И наслал Бог на землю великую бурю. Пока буря бушевала, ветер унёс все слова, которые люди привыкли говорить друг другу.

Вскоре буря утихла, и люди снова принялись за работу. Но они перестали понимать друг друга. И, конечно, ни о каком строительстве башни-столпа уже не могло быть и речи.

И разошлись люди в разные концы земли, каждый народ в свою сторону – строить свои города. (По К. Чуковскому)

**Легенду о строительстве Вавилонской башни чаще называют легендой о Вавилонском столпотворении. Первоначальное значение слова столпотворение – творение, постройка башни-столпа. Сейчас вавилонским столпотворением называют беспорядок при большом стечении народа.*

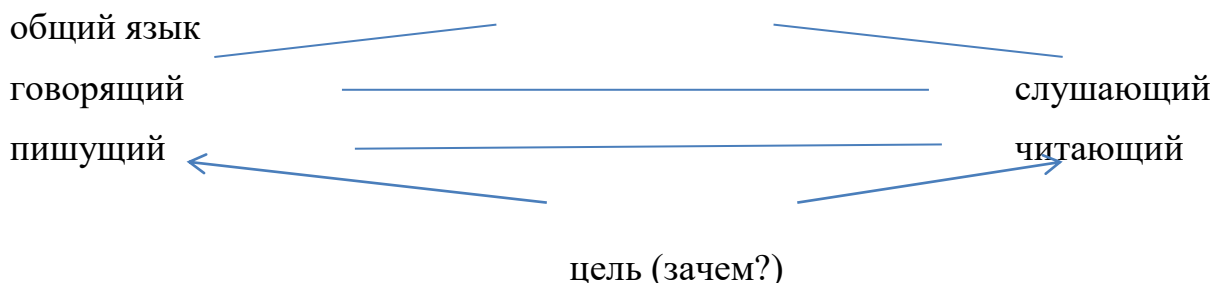
11. Составьте план, перескажите легенду.

12. Разумеется, предание о Вавилоне – лишь наивная легенда, однако она интересна тем, что объясняет важность одного из обязательных условий общения. Назовите это условие.

13. Как выдумаете, хорошо или плохо, что на Земле живут разные народы, каждый своим языком, своей культурой, своими обычаями? Докажите своё мнение.

14. Как вы думаете, нужен ли единый язык общения в государстве, в котором живут народы, говорящие на разных языках.

15. Изучите схему. Расскажите, что нужно для того, чтобы состоялось общение.



16. Прочитайте текст.

Наша речь может быть устной и письменной. Мы пользуемся устной речью, когда говорим или слушаем говорящего, письменной – когда пишем или читаем.

Письмо – величайшее изобретение человечества. Ведь то, что сказано, существует совсем недолго. Оно может быть услышано только теми, кто находится рядом. Записанное же сохраняется очень долго и может пересылаться на какое угодно расстояние. Даже радио и телевидение не могут заменить газет и книг, которые можно читать в любое удобное время, возвращаться, если нужно, к прочитанному. Мы в своей жизни гораздо больше узнаем из учебников и книг, чем из лекций и объяснений преподавателя.

Но устная речь имеет свои преимущества. В письменной речи мы более строго следуем правилам языка, употребляем более сложные конструкции. Устная же речь отличается простотой. В ней мы можем отступать от строгих

норм письменной речи, она может быть более яркой, эмоциональной. В устной речи чувства мы передаём при помощи интонации, мимики*, жеста*.

Мы чаще говорим, чем пишем. Вы, конечно, без труда можете вспомнить такие дни в своей жизни, в течение которых не написали ни слова. Но немного найдётся людей, которые, живя среди людей, провели хотя бы один день в полном молчании. Человек постоянно хочет передать свои чувства, рассказать собеседнику о чём-то важном, интересном. (По В. Ветвицкому)

*мимика – движение мышц лица, выражающее внутреннее, душевное состояние.

*жест – движение рукой или движения тела, которые что-то обозначают или сопровождают речь.

17. Прочитайте текст еще раз. Запишите в тетрадь качества устной речи, а затем письменной.

18. Скажите, что общего у письменной и устной речи. Чем они различаются?

19. Какой речью – устной или письменной – вы пользуетесь чаще? Что вам легче – выразить свои мысли устно или изложить их на листе бумаги? Почему? Подумайте и скажите, какая речь – устная или письменная – старше.

20. В старину устами называли рот, губы. Отсюда: *устная речь, устный ответ, устное народное творчество, узнать из первых уст* (непосредственно от кого-нибудь), *передавать что-либо из уст в уста*. Составьте предложения с этими словами.

21. Скажите, какое преимущество потеряла письменная речь в наши дни, когда появились магнитофоны, диктофоны, компьютеры.

22. Прочитайте пословицы. Как вы их понимаете? О какой речи говорится в них? Есть ли в вашем языке такие пословицы? Назовите их.

Что написано пером, не вырубишь топором.

Слово – не воробей, вылетит – не поймаешь.

Грамоте учиться – всегда пригодится.

23. В устной речи чувства передаются при помощи интонации, мимики и жеста. Как передают чувства в письменной речи?

24. Как вы думаете, почему большинство людей предпочитают слушать и говорить, а не читать и писать? Почему сейчас люди стали меньше читать и писать?

ВИДЫ И ФОРМЫ КОММУНИКАЦИЙ

В зависимости от сочетания различных способов, приемов и стилей общения принято выделять три основных вида коммуникации:

Вербальная – это языковое общение, выражающееся в обмене мыслями, информацией, эмоциональными переживаниями собеседников. Вербальная коммуникация может проходить преимущественно в двух формах:

Диалог – это форма общения, состоящая из обмена высказываниями двух взаимодействующих сторон или партнеров.

Монолог – это речевая форма, рассчитанная на пассивное и опосредованное восприятие, поскольку произносится одним человеком при обращении к другому или многим людям.

Невербальная – это совокупность неязыковых средств, символов и знаков, использующихся для передачи информации и сообщений в процессе общения. Невербальные способы передачи информации появились в жизни людей раньше, чем вербальные. Невербальная коммуникация включает в себя:

- Движения и позы тела

- *Выражения лица*
- *Зрительный контакт*
- *Жесты*
- *Личное пространство*
- *Прикосновения*

Паравербальная – это совокупность звуковых сигналов, которые сопровождают устную речь, принося в нее дополнительные значения. Это, например, интонация, сигнализирующая о вопросительном характере предложения, сарказме, отвращении, юморе. Паравербальная коммуникация передается через голосовые оттенки, которым в разных языках придается определенный смысл.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Ответьте на вопросы.

- 1) Какие выделяют виды коммуникации?
- 2) Что такое вербальная коммуникация?
- 3) Что такое невербальная коммуникация?
- 4) Что такое паравербальная коммуникация?
- 5) В каких формах существует вербальная коммуникация?
- 6) Что включает невербальная коммуникация?
- 7) Как передается паравербальная коммуникация?

2. Найдите соответствие: термин – определение.

**ВЕРБАЛЬНАЯ
КОММУНИКАЦИЯ**

эта коммуникация проходит в форме диалога и
монолог

совокупность звуковых сигналов, которые
сопровождают устную речь, принося в нее
дополнительные значения.

**НЕВЕРБАЛЬНАЯ
КОММУНИКАЦИЯ**

эта коммуникация включает жесты, позы, движения

совокупность неязыковых средств, символов и знаков, использующихся для передачи информации и сообщений в процессе общения.

**ПАРАВЕРБАЛЬНАЯ
КОММУНИКАЦИЯ**

языковое общение, выражающееся в обмене мыслями, информацией, эмоциональными переживаниями собеседников.

эта коммуникация осуществляется через интонацию

ФУНКЦИИ КОММУНИКАЦИИ

Общение многогранно и может выполнять весьма разнообразные функции.

Информационная функция. Информация – это обмен между людьми различного рода знаниями и сведениями. Здесь коммуникация играет роль посредника. Она представляет собой обмен сообщениями, мнениями, замыслами, решениями. **Социальная функция** – формирование и развитие культурных навыков взаимоотношения людей. Эта функция формирует наши мнения, мировоззрение, реакции на те или иные события. **Экспрессивная функция**, то есть стремление партнеров по коммуникации выразить и понять эмоциональные переживания друг друга. Это выражение чувств, эмоций в процессе коммуникации через вербальные и невербальные средства. **Прагматическая функция**, которая позволяет регламентировать поведение и деятельность участников коммуникации, координировать их совместные действия. **Интерпретативная функция** служит для понимания своего партнера по коммуникации, его намерений, установок, переживаний, состояний.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Ответьте на вопросы.

- 1) Какие функции выполняет общение?
- 2) Что такое информация?
- 3) Какую роль играет коммуникация в информационной функции?
- 4) Что такое социальная функция?
- 5) Что формирует социальная функция?
- 6) Что выражают партнёры согласно экспрессивной функции?
- 7) Что позволяет регламентировать прагматическая функция?
- 8) Для чего служит интерпретативная функция?

2. Напишите назывной и вопросный планы текста. Заполните таблицу.

Вопросный план	Назывной план
1.... 2.... 3....	1.... 2.... 3....

ДВА ПОДХОДА К ЯВЛЕНИЮ КОММУНИКАЦИИ

Существует два подхода к понятию коммуникации:

Механистический (трансляционный, коммуникация как передача). В механистическом подходе под коммуникацией понимается односторонний процесс кодирования и передачи информации от источника и приема информации получателем сообщения.

Деятельностный (интеракционный, коммуникация как взаимодействие). В деятельностном подходе коммуникация понимается как совместная деятельность участников коммуникации (коммуникантов), в ходе которой вырабатывается общий (до определенного предела) взгляд на вещи и действия с ними.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Дайте положительный или отрицательный ответ.

	ДА	НЕТ
Коммуникация – это передача. Это деятельностный подход.		
Коммуникация – это взаимодействие. Это механистический подход.		
Коммуникация – это односторонний процесс кодирования и передачи информации от источника и приема информации получателем сообщения. Это механистический подход.		
Коммуникация – это совместная деятельность участников коммуникации. Это деятельностный подход.		
Коммуникация – односторонний процесс. Это деятельностный подход.		
Коммуникация – это двусторонний процесс. Это механистический подход.		

2. Напишите вопросы к тексту (минимум 5 вопросов).

.....????

КОММУНИКАТИВНЫЙ АКТ

Коммуникативный акт – это фрагмент коммуникации (например, реплика одного из собеседников в диалоге).

Схема коммуникативного акта в процессе речевой коммуникации может быть представлена следующим образом:

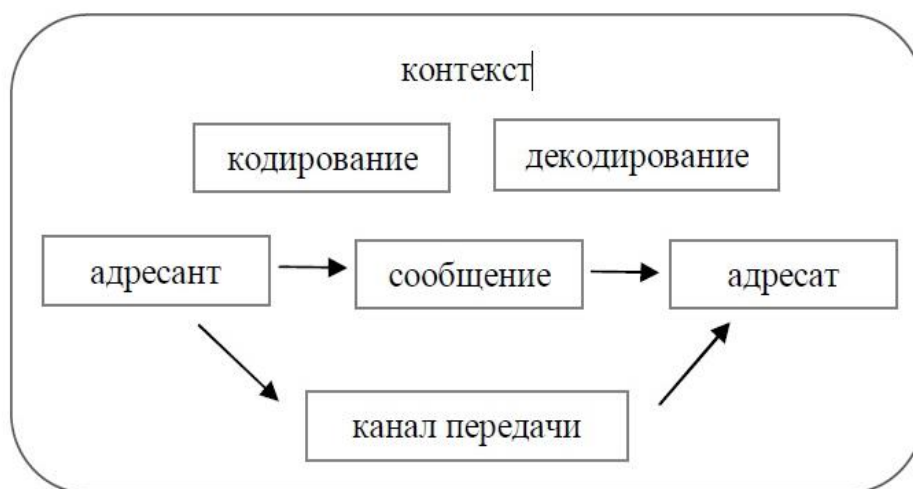


Рис. 1. Схема коммуникативного акта

Адресант – это говорящий или пишущий.

Адресат – это слушающий или читающий.

Сообщение – это процесс и результат порождения речи, т.е. текст.

Код – это тот язык или его разновидность (диалект, сленг, стиль), который используют участники данного коммуникативного акта.

Канал связи – это способ передачи информации получателю.

Контекст – это обстоятельства, в которых происходит конкретное событие.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Прочитайте текст. Расскажите, что вы узнали.

2. Какие термины есть в данном тексте. Найдите в словаре их толкование.

3. Приведите примеры коммуникативных актов.

Данная система заданий с кратким изложением основных теоретических данных может быть использована на занятиях с иностранными студентами при изучении курса «Введение в теорию коммуникации». Завершить изучение темы можно следующим контрольным заданием:

	ДА	НЕТ
Вербальное общение используется постоянно при взаимодействии с людьми.		
Вербальное общение используется в специальной коммуникации		
Вербальная коммуникация подразумевает только говорение.		
Вербальная коммуникация подразумевает только слушание.		
Вербальные средства коммуникации включают в себя речь, язык, слово.		
Язык - как способ общения для людей и передачи информации - появился очень давно. Он является инструментом коммуникации.		
Слово - это знаковый символ, который может иметь несколько значений одновременно.		
Речь – это говорение.		

*ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ НАУКИ:
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ*

Невербальное общение является внешней формой проявления внутреннего мира человека.		
Вербальные и невербальные средства коммуникации соотносятся в одном сообщении в разной степени.		
Вербальные и невербальная средства существуют отдельно друг от друга.		
Вербальные и невербальная средства могут дополнять друг друга, сопровождать, противоречить или заменять.		
Невербальная коммуникация занимает очень важное место в общении людей.		
невербальная коммуникация не имеет большого значения в жизни людей.		
Главная особенность невербальной взаимосвязи заключается в сложности контроля над собственными движениями телом, руками, мимикой и другими важными элементами такого общения.		

Таким образом, данная система работы помогает иностранным обучающимся освоить основные положения теории коммуникации, модели и форматы коммуникации; а также корректно применять специальную терминологию в профессиональной деятельности.

Глава 17.

**ЗНАЧИМОСТЬ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ СФЕРЫ И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ
ОЦЕНКИ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СУБЪЕКТОВ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Самсонова Анна Владимировна

старший преподаватель кафедры иностранных языков
Московский университет МВД России им. В.Я. Кикотя

Аннотация: В статье подробно рассматривается зарубежный опыт классификации уровней аффективной сферы в процессе обучения; дается сравнительный анализ составляющих когнитивной и аффективной областей. Основное внимание уделяется особенностям постановки целей, затрагивающих эмоциональную сферу обучающегося и их оценке во взаимодействии субъектов образовательного процесса.

Ключевые слова: когнитивная сфера, аффективная сфера, таксономия, обратная связь, взаимодействие, образовательный процесс.

**THE IMPORTANCE OF THE AFFECTIVE SPHERE AND
PECULIARITIES OF ITS ASSESSMENT IN THE INTERACTION
OF THE EDUCATIONAL PROCESS SUBJECTS**

Samsonova Anna Vladimirovna

Abstract: The article is devoted to the foreign experience of classifying the levels of the affective sphere in the learning process; a comparative analysis of the components of the cognitive and affective spheres is given. The main attention is paid to the peculiarities of setting goals affecting the emotional sphere of the student and their assessment in the interaction of the subjects in the educational process.

Key words: cognitive sphere, affective sphere, taxonomy, feedback, interaction, educational process.

Процесс передачи знаний и контроля их усвоения невозможен без обратной связи между теми, кто вовлечен в этот процесс. Важности обратной связи на уровне задачи, на уровне процесса, на уровне взаимодействия между преподавателем и обучающимся (вертикальное взаимодействие) и самими обучающимися (горизонтальное взаимодействие) в последнее время уделяется много внимания и со стороны российской, и со стороны зарубежных методических школ [4]. В далеком 1948 году группа психологов и педагогов, работающих над проблемами особенностей тестирования прогресса учащихся, встретилась на съезде американской психологической ассоциации в Бостоне. Результатом их встречи стало долгосрочное взаимодействие, в процессе которого были заложены основы оценки когнитивной сферы и разработана классификация оценивания, которая легла в основу всех современных западных методик суммативного и формативного тестирования [2]. Однако эмоциональная сфера оставалась за пределами этой таксономии. Какие виды образовательного опыта порождают те или иные виды образовательного развития? Какие виды образовательного развития хорошо сохраняются, а какие нет? Какова связь между интеллектом и различными видами образовательного прогресса? Какова ценность переноса различных видов образовательных результатов? Кажется очевидным, что каждый человек, проявляя ответную реакцию, с одной стороны, опирается на разум (когнитивная – познавательная - сфера), а с другой, - на чувства (аффективная – эмоциональная - сфера). Многочисленные исследования, посвященные способностям и интересам, показывают сравнительно небольшую корреляцию между способностями и интересами. Аналогичным образом, значимая часть исследований, посвященных взаимосвязи между когнитивными достижениями и позицией и ценностями, показывает, что они являются статистически независимыми. Тем не менее, любому преподавателю известно,

что предложенная тема может «зацепить» учащихся, и тогда работа над изучаемым материалом будет проходить максимально эффективно. А значит, возникает вопрос: как сделать так, чтобы обучающийся был заинтересован в изучении предложенной темы? Как вовлечь эмоциональную сферу и как оценить степень ее воздействия?

Исследователи эмоциональной сферы говорят о том, существует характерный вид размывания, при котором первоначальный замысел курса или образовательной программы, в котором разработчики первоначально закладывали некие эмоциональные аспекты, «истирается», и содержанию курса можно легко научить через вербальные методы (лекции, беседы, чтение материалов и т.д.). Это - реальный сдвиг в намерениях, который приходит со временем. Достижение, умения и навыки, результативность и так далее рассматриваются как публичные вопросы. В отличие от этого, убеждения, позиция, ценности и личностные характеристики человека, скорее всего, будут рассматриваться как частные вопросы. Тем не менее, хорошо известно, что образование - триединый подход, включающий три взаимосвязанных аспекта: обучение, воспитание и развитие личности. Именно этот подход был положен в основу советской методической школы, и сегодня многие открывают его для себя заново.

Оценку эмоциональной сферы трудно проводить и по причине того, что цели эмоционального свойства достигаются в течение длительного периода. Даже довольно сложным навыкам можно научиться в течение одного семестра или годичного курса, и свидетельства этого обучения можно увидеть на экзамене по окончании курса. В отличие от этого, интересы, жизненная позиция и личностные характеристики формируются относительно медленно и будут видимыми при использовании оценочных методик только по прошествии длительных периодов времени, возможно, даже лет.

При формулировке когнитивных целей нередко используются такие термины, как «критическое мышление», «решение проблем», «применение принципов», «интерпретация данных», «умение распознавать допущения» и

т.д. Эти термины дополнительно определены поведением, что позволяет преподавателям анализировать экзаменационную или оценочную методику для определения того, оценивает ли данная методика виды требуемых образовательных результатов. Эффективность учебного опыта в помощи учащимся достичь выбранных целей также становится более понятной благодаря использованию соответствующих оценочных инструментов в педагогических исследованиях. При этом лишь малая часть оценки эмоциональной сферы выражается с помощью формулировки целей. Ниже приводятся несколько целей, которые касаются изложения результатов в эмоциональной сфере: «Развивать у учащихся веру в силу разумного аргумента и в методы эксперимента и обсуждения»; «Развивать у учащихся положительное отношение к самокритике в вопросах эффективного высказывания и правильной формы изложения в письменном виде»; «Развивать у учащихся восприятие прав и чувств других людей»; «Учащийся должен обладать глубокими источниками чувств, которые проявляются в неприязни несправедливости и нежелании быть пассивным наблюдателем при наличии острых социальных вопросов»; «Вырабатывать у учащихся твердую гражданскую позицию»; «Прививать интерес к хорошим книгам». Следует отметить, что в каждом из этих утверждений есть общий термин, какой как «отношение», «интерес», «восприятие», «понимание», за которым следует объект, такой как книги, гражданская позиция, чувства, люди и т.д. То, что подразумевается под словом «интерес», у учащихся может варьировать от простого понимания того, что объект существует, до страстной преданности этому типу объекта или виду деятельности. Например, возможные толкования цели, касающейся интереса к хорошим книгам, могут быть следующими: Учащийся должен уметь проводить различия между хорошими и не очень хорошими книгами; он должен хотеть узнать больше о том, что делает книгу хорошей и читать все больше и больше книг, которые эксперты классифицируют как хорошие; учащийся должен выражать желание читать больше хороших книг и стремиться приобретать хорошие книги.

Если цели и задачи, имеющие отношение к эмоциональной сфере, должны быть реализованы, они должны быть четко определены; должен быть обеспечен учебный опыт, помогающий обучающемуся развиваться в нужном направлении; и должен существовать какой-то систематический метод оценки степени прогресса. В постановке целей оценки эмоциональной сферы, как и когнитивной, существует иерархическая структура. Однако представляется маловероятным, что принципы «от простого к сложному» и «от конкретного к абстрактному» могли бы обеспечить надлежащую основу для структурирования эмоциональной сферы так, как они используются для когнитивной области. На основе проведенного специалистами анализа было предложено следующее: цели, связанные с интересами, описывают спектры поведения, начиная от того, что учащийся просто осознает, что данное явление существует (так что он, по крайней мере, обратит на него свое внимание, когда столкнется с таким явлением), через поведение, где он все больше и больше хочет присутствовать и реагировать на явление, к поведению, где он, как ожидается, страстно стремится к тому или иному явлению и полностью им поглощен. На всем этом спектре поведения, ожидается, что учащийся будет положительно настроен к явлению, но, в конце концов, произойдет интренализация данного явления. Был предложен термин «отношение», характеризующий широкий спектр ответной реакции на данный феномен, объект, событие или явление. С одной стороны, этот термин используется для описания вовлечения учащегося, который готов представить доказательства позитивного ощущения, с другой стороны, ожидается, что его приверженность такова, что он старается изо всех сил выразить ее и даже ищет случаи, когда он может донести ее до других. Цели, касающиеся того или иного отношения, часто требуют от человека иметь четкое представление о своем отношении, которое он может изложить словами. Термин «признательность», как выражение мнения о достоинстве чего-либо, как и термин «интерес», может относиться к такому простому поведению, как поведение человека, осведомленного о явлении и способного его

воспринимать. Из этого ясно, сначала следует обеспечить уровень, на котором присутствует стимул, чтобы учащийся мог воспринять его и открыться ему. Соответственно, должен быть обеспечен ряд уровней, описывающих степень взаимодействия человека с явлением, и ту основу, исходя из которой, он это делает. Сворачивает ли учащийся с привычного пути, чтобы показать это взаимодействие? Делает ли он это только тогда, когда ситуация давит на него так, что провоцирует какое-то поведение? Что сделать, чтобы его поведение становилось все более осознанным? На некоей точке континуума создаются условия для первого появления эмоционального качества, являющегося отличительной чертой целей, связанных с признательностью, отношением, ценностью, согласованием в эмоциональной сфере. И наконец, должен присутствовать диапазон типов поведения, которые нужно охватить, и способов, которыми они организованы в системы ценностей и в жизненные философии, что предполагает различные уровни организации подачи информации.

Таким образом, континуум эволюционировал от уровня, на котором обучающийся просто осведомлен о явлении и способен воспринять его. На следующем уровне он с готовностью уделяет внимание этому явлению, затем он реагирует на это явление с положительным ощущением. В конце концов, он может испытывать достаточно сильное чувство, чтобы свернуть со своего пути, чтобы отреагировать. В какой-то момент процесса он осмысливает свое поведение и свои ощущения и организует это осмысление в структуру. Такая структура прирастает сложностью и становится его жизненным мировоззрением. Это упорядочивание компонентов описывает процесс, на основании которого данное явление или ценность переходит с уровня обычной осведомленности к некоей точке зрения, способной направлять или контролировать поведение человека. Если оно проходит через все стадии, в которых играет все возрастающе значимую роль в жизни человека, оно станет доминирующим и будет контролировать определенные аспекты жизни и все больше и больше поглощаться внутренней контролирующей структурой,

становясь частью личности человека. Понятие интернализации определяется как «интегрирование ... в пределах (для самого себя)» или «принятия в качестве своего собственного», что подчеркивает главный аспект этого явления» [English&English, 1958, p.272]

Старая образовательная аксиома гласит, что «рост происходит изнутри». Термин «интернализация» относится к этому внутреннему росту, который происходит там, где есть принятие индивидуумом установок, кодексов, принципов или одобрения, которые становятся частью его самого в формировании оценочных суждений или при определении его поведения. Этот рост происходит по-разному. Одним из таких способов является повышение эмоционального воздействия жизненного опыта. На самых низких уровнях интернализационного континуума в поведении встречается мало эмоций. В этой точке человек, как правило, просто воспринимает явление. На средних уровнях распознается эмоциональная реакция и критическая часть поведения, когда он активно реагирует. Еще один аспект роста - это степень, в которой внешний контроль со стороны окружающей среды приводит к внутреннему контролю, по мере того, как человек движется вверх вдоль континуума. Таким образом, на самой низкой точке континуума внутренний контроль служит только для непосредственного внимания. На более высоких уровнях внутренний контроль позволяет дать соответствующую ответную реакцию, но только под воздействием внешнего авторитета. На еще более высоких уровнях внутренний контроль позволяет дать требуемую ответную реакцию даже при отсутствии внешнего авторитета. Существует переход от внешнего контроля к внутреннему. Есть эмоциональная составляющая, которая увеличивается до определенной точки на континууме. Наконец, есть аспекты от сознательного – к бессознательному и когнитивные аспекты организации компонентов, связанных с отношением к чему-либо.

Процесс начинается, когда внимание учащегося приковано к какому-то явлению, признаку или ценности. Обращая внимание на явление, характеристику или ценность, учащийся отличает его от остальных объектов,

присутствующих в поле его восприятия. С дифференциацией приходит стремление узнать больше об этом явлении, по мере того, как учащийся постепенно придает ему эмоциональное значение и приходит к его оценке. По мере того как разворачивается процесс, обучающийся связывает это явление с другими явлениями, на которые он реагирует, и которые также имеют ценность.

Даже из этого абстрактного описания видно, что процесс интернализации представляет собой непрерывную модификацию поведения человека от его осознания явления до всепроникающего взгляда на жизнь, который влияет на все его действия. Таким образом, самая низкая категория - восприятие - делится на три подкатегории. На первом уровне - уровне осознания - внимание человека обращено на стимул. Вторая подкатегория - готовность или желание воспринимать - описывает состояние, в котором человек отличает эти стимулы от других и готов уделить им свое внимание. На следующем уровне - избирательное (произвольное) внимание - учащийся ищет эти стимулы в процессе своей деятельности. На следующем, более высоком уровне – на уровне ответной реакции – отклика - учащийся воспринимается как человек, регулярно отвечающий на эмоциональные стимулы. На самом низком уровне ответной реакции, на уровне подчинённого отклика, он просто сравнивает эти стимулы со своими собственными. На следующем, более высоком уровне, т.н. добровольный отклик, он в большей степени отвечает на внутреннее побуждение. На уровне, названном удовлетворение от отклика, он также реагирует эмоционально, получая удовольствие от процесса работы, начиная искать стимулы, придавать им эмоциональную значимость и ценить их.

По мере того как растет удовлетворение от процесса, происходит переход на следующий, третий, это - ценностные ориентации. Данный уровень описывает все возрастающую интернализацию, а так как поведение человека достаточно логично, он приходит к поддержанию этой ценности. Все начинается с принятия ценностной ориентации (например, непрерывное

стремление развивать полученное умение и более решительно его придерживаться), затем вырабатывается предпочтение ценности (например, любовь к чтению классической литературы), перерастающее в приверженность (например, веру в силу разума). По мере того, как учащийся «впитывает» -интернализует - ценности, он сталкивается с ситуациями, для которых значимыми будут не одна, а несколько ценностей. Это требует организации ценностей в систему, т.е. переход к четвертому уровню – организации ценностных ориентиров. И поскольку предпосылка взаимосвязывания ценностей – это их концептуализация в форме, которая позволяет организовать, этот уровень делится на два подуровня: концептуализация ценности (например, желание оценить книги, которые нравятся) и организация системы ценностей. И наконец, интернализация и организационные процессы достигают точки, где индивид реагирует очень последовательно на ситуации, ориентированные на взаимосвязанный набор ценностей, на структуру, на взгляд на окружающий мир. Таксономическая категория, описывающая это поведение, это категория, названная предпочтением на основе ценности или ценностного комплекса. В нее входят две подкатегории: обобщенная установка (например, взгляд на все проблемы в отношении их эстетических аспектов, или готовность пересмотреть суждения и изменить поведение в свете приведенных данных) и предпочтение (например, выработка последовательной философии жизни).

Таким образом, вышесказанное предлагается структурировать следующим образом:

I уровень: Восприятие (направленность внимания):

1.1. Осознание

1.2. Готовность или желание воспринимать

1.3. Избирательное (произвольное) внимание

II уровень: Ответная реакция (отклик):

2.1. Подчинённый отклик

2.2. Добровольный отклик

2.3. Удовлетворение от отклика

III уровень: Ценностные ориентации:

3.1. Принятие ценностной ориентации

3.2. Предпочтение ценностной ориентации

3.3. Приверженность ценности

IV уровень: Организация ценностных ориентаций:

4.1. Концептуализация ценности

4.2. Организация системы ценностей

V уровень: Предпочтение на основе ценности или комплекса ценностей:

5.1. Обобщенная установка

5.2. Предпочтение.

Таким образом, существуют образовательные цели, в которых интерпретация термина «интерес» колеблется от осознания учащимся того, что явление существует, до поведения человека, страстно ищущего встречи с таким явлением. Это явление начинается с таксономической категории «осознание» и заканчивается категорией «предпочтение ценностной ориентации». Толкование термина «признание», так как он представлен в целях, показывает, что термин может относиться к такому простому поведению, как готовность обучающегося уделить внимание определенным аспектам явления, к его ощущению ответной реакции на какой-то стимул, или к его проявлению предпочтения к определенному поведению или стимулу.

Анализ целей эмоциональной сферы показывает, что каждая из обычно используемых целей включает ряд значений. По мере того как идет процесс интернализации, учащийся приходит к тому, что начинает уделять внимание явлениям, реагировать на них, ценить их и осмыслять, организуя свои ценности в ценностный комплекс.

Между оценкой когнитивной и эмоциональной сфер не существует резких различий. Часто одно практически неотделимо от другого: поведение может быть концептуализировано, как встроенное в эмоционально-мотивационную матрицу, в которой истинное разделение невозможно. Не

имеет значения, на какие фрагменты мы расчлняем поведение, мотивационно - эмоционально – когнитивные составляющие присутствуют там в том или ином порядке. Еще Уильям Джеймс (William James), в далеком 1890 году признавал единство двух этих сфер, объясняя как когнитивное поведение связано с аффективным: «... С когнитивной точки зрения, все ментальные факты являются интеллектом. С субъективной точки зрения, все они - ощущения Если каждое ощущение в то же самое время – кусочек знания, мы не должны более говорить о разделении ментальных состояний, имея более или менее когнитивное качество; они различаются только в том, что индивид знает больше или меньше Ощущение широкой схемы взаимосвязи – это ощущение того, что индивид знает много; ощущение простого свойства – это ощущение того, что индивид знает мало» [2]. Таким образом, Джеймс, предвестник современной философии, признает фундаментальное единство аффективного и когнитивного поведения, переходя к фрагментарному анализу и показывая, как одно связано с другим.

Связи между подкатегориями когнитивной и эмоциональной сфер не просто существуют, они явным образом перекрываются. Когнитивный континуум начинается с распознавания и вспоминания категории «Знание» и простирается через понимание учащимся этого знания. Эмоциональный континуум начинается с простого восприятия стимула и пассивного внимания к нему, вырастая от более активного внимания к этому стимулу к ответной реакции на стимул по требованию, к добровольному желанию отреагировать на эти стимулы и получение удовлетворения от такого ответа.

Когнитивный континуум распространяется через понимание учащимся этого знания и выработывания навыка в применении знания, которым он овладел. В то же время эмоциональный континуум касается его ценностных ориентиров, касающихся явления или деятельности, так что обучающийся добровольно реагирует на данный феномен и ищет пути ответной реакции.

Через когнитивную сферу можно оценить навыки обучающегося в анализе ситуационного вовлечения данного знания, его навыки в синтезе

этого знания в новую структурную организацию, и навыки в оценке этой области знания, для вынесения суждения о ценности материалов и методов для поставленных целей. Через эмоциональную сферу оценивается концептуализация каждой ценности, на которую он реагирует, его организация этих ценностей в систему и предпочтению на основе ценности или ценностного комплекса.

Первая точка, указывающая на тесную параллель между когнитивной и аффективной сферами, находится этапе I, где восприятие явления или обращение на него внимания в какой-то степени соответствует наличию знания об этом явлении. Акцент на этапе «восприятие» отличается от такого акцента на этапе «знание» в том, что учащиеся меньшей степени задумываются о памяти и извлечения из нее информации, если это требуется. Однако взаимосвязь прослеживается: для определенного внимания к явлению нужно предварительное знание о нем. Более того, как только обучающийся готов уделить внимание явлению, он будет его изучать.

На первый взгляд, логично предположить, что понятие «восприятие» всегда будет относиться к осознанию определенной информации, и, таким образом, его параллелью в когнитивной сфере всегда будет категория «знание». Сюда включается и понимание - вторая категория когнитивного континуума, и, вероятно, применение и анализ, его третий и четвертый уровни. Просматривая цели на самых нижних уровнях эмоциональной сферы, мы видим, что они находятся примерно на том же уровне когнитивного континуума, что и сопутствующие им цели эмоциональной сферы. Но каким бы ни было поведение, указанное на самом низком уровне эмоциональной сферы, почти наверняка можно было бы интерпретировать цель таким образом, чтобы такая цель могла бы быть переосмыслена с тем, чтобы ее можно было классифицировать в когнитивной сфере.

Второй точкой явного соприкосновения между эмоциональной и когнитивной сферами является соответствие на верхних уровнях двух континуумов. Здесь поведение, описанное эмоциональной сферой, по крайней

мере, отчасти, является когнитивным, так как учащийся осмысляет ценность, на которую он отвечает, и эта ценность, в свою очередь, интегрирована и организована в систему ценностей, которая, в конечном итоге, характеризует человека. Такие цели, как представляется, требуют, по крайней мере, способности, описанной категорией «понимание». То есть учащийся должен перевести свое поведение в набор словесных терминов, описывающих затронутые ценности. В некоторых случаях это может потребовать от учащегося проанализировать ценностный элемент из ряда действий или ситуаций, в которые он был вовлечен, и синтезировать эту общность в ценность, которая включает их все. Умение организовывать и взаимосвязывать ценности в систему, несомненно, требует как способности анализировать, как это описано в когнитивной сфере, так и развития новых в ценностных комплексах, что, скорее всего, предполагает умение синтезировать. Кроме того, способность уравновесить ценности, принадлежащие каждой из этих сфер, что подразумевает очень высокие категории эмоциональной сферы, предполагает возможность для оценки, так, как это определяется в когнитивной сфере.

Возможно, однако, что в повседневном поведении значительная часть этого баланса ценностей находится, скорее, на полусознательном интуитивном уровне, а не на рациональном, сознательном, уровне, подразумеваемом категорией «оценка когнитивной сферы». Такое полусознательное поведение описано в эмоциональной сфере категорией «обобщенная установка», где поведение настолько интернализовано, что выражается почти автоматически, без сознательного рассмотрения. На поверхности, это заставляет эмоциональную сферу, как представляется, расширяться дальше, чем когнитивную, в том смысле, что она описывает поведение, так глубоко усвоенное человеком, что оно становится автоматическим.

В средних частях эмоционального континуума обучающийся начинает реагировать на стимулы, сначала на запрос - подчинённый отклик, затем все

больше и больше по собственному желанию до того момента, когда он активно ищет случаев, в которых он может отреагировать - приверженность ценности. Они не связаны с когнитивной сферой, но характер отношения гораздо проще уточнить. Диапазон когнитивного поведения, соответствующий этой части эмоционального континуума, как представляется, охватывает большую часть когнитивной области. Но во всем аффективном поведении присутствует и подразумевается познавательный элемент. Несомненно, в каждой эмоциональной сфере присутствует некий когнитивный компонент, его природа лучше видна в одних случаях, нежели в других.

Одними из наиболее интересных взаимосвязей между когнитивной и эмоциональной сферами являются те, в которых достижение цели или задачи одной сферы рассматривается как средство достижения цели или задачи в другой. В некоторых случаях изменения в когнитивной сфере используются как средство для внесения изменений в сферу эмоциональную; в других случаях эмоциональная цель может быть использована как средство достижения цели познавательной. На самом деле, большая часть того, что называется «хорошим преподаванием» - это способность преподавателя достичь эмоциональных целей, бросая вызов убеждениям учащихся и заставляя их обсуждать спорные вопросы. В некоторых случаях преподаватели используют когнитивное поведение не только как средство для влияния на аффективное поведение, но в качестве своего рода предпосылки. Таким образом, к оценочным целям часто подходят познавательно, заставляя учащегося анализировать объект или явление. В других случаях преподаватели используют когнитивное поведение и когнитивные цели в качестве средства для нескольких эмоциональных целей. Обычно это происходит в тех сферах, где возникает проблема идеологического воспитания. Когнитивное поведение может быть использовано для формирования точек зрения и определенных ценностей.

Из предыдущих высказываний становится очевидным, что когнитивный подход к эмоциональным целям часто является накатанной дорогой. Но что насчет обратного? Одним из основных видов целей эмоциональной сферы, которых ищут как средства для достижения познавательных целей, является развитие интереса или мотивации. С точки зрения когнитивной сферы, учащийся может рассматриваться как аналитическая машина, компьютер, который решает поставленные перед ним задачи. И наоборот, с точки зрения эмоционального аспекта, нельзя не принимать во внимание мотивацию, внутренние импульсы и эмоции учащихся, которые являются факторами, приводящими к достижению когнитивного поведения.

Очевидно, мотивация имеет решающее значение для обучения и, таким образом, является одним из основных способов, в котором эмоциональная сфера рассматривается как средство достижения когнитивных целей. Большое количество интересных целей указывает на важность этого аспекта учебной ситуации. Но, как уже было отмечено, наиболее часто мотивация является результатом позитивного эффекта, она формируется на основе самопознания и служит средством усиления интереса к изучаемому материалу. Это достигается за счет развития у обучающегося интереса к тому, что он изучает, и с помощью определенного набора отношений и ценностей, касающихся умственной активности в целом. То есть, преподаватель предлагает комплекс отношений к обучению и формирует ценность обучения, что представляет собой еще одну из всеобъемлющих целей большинства учебных программ. Это является распространенным способом, с помощью которого достижение эмоциональной цели является средством, способствующим познавательному обучению. В некоторых случаях невозможно сказать используется ли эмоциональная цель как средство для достижения когнитивной цели или наоборот. Возможно, справедливо будет утверждать, что они достигаются одновременно.

Преподаватель формирует когнитивный навык, который затем используется в ситуациях, связанных с поощрением, при этом вырабатывается эмоциональный интерес к задаче, а это позволяет достичь следующей когнитивной задачи и так далее. Таким образом, чередуя когнитивную и

эмоциональную сферы, можно искать когнитивную цель, а обретение этой когнитивной цели служит повышению интереса (эмоциональная цель). Это позволяет достичь более высокой когнитивной цели и так далее. В когнитивной сфере мы думаем о том, что учащийся сможет выполнить задание. В эмоциональной сфере мы больше обеспокоены тем, что он действительно делает это, после того, как узнал, что он может это делать. Подчеркивая этот аспект эмоциональных составляющих, эмоциональная сфера открывает свету чрезвычайно важный и часто недостающий элемент в когнитивных целях.

Данная работа только касается поверхности того, что, несомненно, представляет собой очень сложную взаимосвязь между познавательной и эмоциональной сферами. Но то, что эти две сферы тесно переплетаются, влияя одна на другую, - бесспорный факт. Каждое аффективное поведение имеет, своего рода, когнитивно-поведенческий аналог и наоборот. Цель в одной сфере имеет аналог в другой сфере, хотя часто мы не принимаем этого во внимание. Существует определенная корреляция между уровнями таксономии эмоциональной цели и ее когнитивным аналогом. Каждая область иногда используется как средство для другой области, хотя более распространенный путь лежит от познавательного к эмоциональному, позволяя нам выражать одно с точки зрения другого и наоборот.

Список литературы

1. Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. A taxonomy for learning, teaching, and assessing. New York: Longman., 2001.
2. Bloom, B.S., (Ed.). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain. New York: Longman, 1st edition, 1956.
3. Hattie, J. A. C. Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. London: Routledge, 2009.
4. Hattie, J. A. C. (2012). Visible learning for teachers. London: Routledge. 2012.

Глава 18.

**МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО
ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О РАЗДЕЛЬНОМ
СБОРЕ МУСОРА**

Рублевская Елена Анатольевна

к.п.н., доцент

Дуник Людмила Игоревна

Ермакова Екатерина Владимировна

УО «Белорусский государственный педагогический
университет имени Максима Танка»

Аннотация: в работе акцентируется внимание на значении формирования представлений о раздельном сборе мусора; описывается программа экспериментальной работы, направления и методика формирования представлений о раздельном сборе мусора у детей старшего дошкольного возраста.

Ключевые слова: раздельный сбор мусора; представления о раздельном сборе мусора; методика работы; направления работы; учреждение дошкольного образования; дети старшего дошкольного возраста.

**METHODOLOGY FOR FORMING IDEAS ABOUT SEPARATE
GARBAGE COLLECTION AMONG OLDER PRESCHOOL CHILDREN**

Rublevskaya Elena Anatolievna

Dunik Lyudmila Igorevna

Yermakova Ekaterina Vladimirovna

Abstract: The paper focuses on the importance of forming ideas about the separate garbage collection; the program of experimental work, directions and

methods of forming ideas about separate garbage collection in children of senior preschool age are described.

Key words: separate garbage collection; ideas about the separate garbage collection; working methodology; directions of work; preschool education institution; children of the senior preschool age.

На современном этапе проблема отходов является одной из важнейших экологических проблем. Ежедневно жители нашей планеты выбрасывают тысячи тонн ненужных материалов. Мусорные свалки расширяются и занимают все большую площадь, водоёмы загрязняются из-за сточных вод, которые несут в себе множество инфекций и опасных для природы элементов.

Пластик, полиэтилен и прочие синтетические материалы не перерабатываются бактериями, а, следовательно, их накопление в окружающей среде происходит стремительными темпами. На полигонах, предназначенных для утилизации отходов, уже не хватает места. Сжигание отходов также не является оптимальным вариантом утилизации, так как в процессе горения, синтетические материалы выделяют массу вредных веществ, что еще больше ухудшает и без того неблагоприятную экологическую ситуацию. Именно поэтому, вопрос об уничтожении твердых бытовых отходов сегодня стал актуален как никогда. Эффективным методом решения данной проблемы является организация раздельного сбора отходов с их дальнейшим вторичным использованием.

Согласно стратегии в области охраны окружающей среды, на сегодняшний день, в Республике Беларусь актуальной остается проблема раздельного сбора и переработки коммунальных отходов [1; 2].

Образовательный аспект проблемы отражен в учебной программе дошкольного образования Республики Беларусь. В этом документа задачи по формированию у детей дошкольного возраста представлений о социальном, экономическом и экологическом балансе включают в себя образовательные области «Ребенок и природа», «Ребенок и общество» [3]. Содержание

образовательной области «Ребенок и общество» направлено на развитие у воспитанников от 5 до 6 лет умения называть ресурсы, нужные человеку (природные – солнечная энергия, энергия ветра, нефть, газ, уголь; денежные), как и где они используются (в промышленности, в сельском хозяйстве, дома, в детском саду), а у воспитанников от 6 до 7 лет – умения применять способы экономного и бережливого использования природных ресурсов семьи и группы (вода, электроэнергия, тепло).

В образовательной области «Ребенок и природа» ставятся такие задачи развития воспитанников от 5 до 6 лет, как: способствовать овладению способам правильного взаимодействия с миром природы; способам бережного использования природных ресурсов; формировать умения выделять общие свойства предметов и явлений природы; устанавливать связи и зависимости между предметами и явлениями природы; определять и удовлетворять потребности растений и животных; воспитывать нравственное, эмоционально-положительное и эстетическое отношение к природе; ответственность за состояние природы ближайшего окружения и определяется содержание: воспитатель формирует представления о природных ресурсах, нужных человеку (вода, солнечная энергия, энергия ветра, газ) и необходимости их бережливого использования;

Реализация этого содержания осуществляется с использованием междисциплинарного подхода. В частности, в основу учебной программы дошкольного образования положены принципы:

♦ принцип интеграции, обуславливающий органичное объединение содержания каждой образовательной области как с содержанием всей учебной программы, так и с другими образовательными областями;

♦ принцип интегративности, предусматривающий возможность использования поликультурного содержания в разных видах деятельности (познавательной, речевой, игровой, коммуникативной, двигательной, театрализованной, конструктивной, музыкальной);

♦ принцип преемственности, отражающий преемственные связи как между первым уровнем основного образования — дошкольным и первой ступенью общего среднего образования, так и в содержании образовательных областей учебной программы на основе поступательного развития воспитанников, которое обеспечивается усложнением задач, степенью проявления их самостоятельности и включением в различные виды детской деятельности [4].

В настоящее время в учреждениях дошкольного образования Республики Беларусь реализуется образовательный проект «Зеленые школы» [5]. Работа в рамках проекта осуществляется так же в таком направлении, как обращение с отходами – анализ источников появления отходов, определение способов их минимизации, освоение приемов раздельного сбора мусора.

В результате анализа отечественной педагогической литературы, мы пришли к выводу, что проблема ознакомления с раздельным сбором мусора детей дошкольного возраста является новой. Проблемами включения вопросов раздельного сбора мусора в образовательный процесс учреждения дошкольного образования занимались такие педагоги, как Т.А. Можарова, К.А. Павлова [6; 7], Н.А. Рыжова [8], Е.И. Смолер [5]. Однако методическая основа решения этой задачи в настоящее время разработана еще недостаточно.

В соответствии с этим тема нашего исследования «Формирование у детей старшего дошкольного возраста представлений о раздельном сборе мусора» является актуальной.

Цель исследования: теоретическое обоснование и разработка методического обеспечения процесса формирования представлений о раздельном сборе мусора у детей старшего дошкольного возраста. В соответствии с целью были определена одна из задач исследования разработать методику формирования представлений о раздельном сборе мусора у детей старшего дошкольного возраста.

Опираясь на теоретические основы и проанализировав практику работы учреждения образования, мы составили программу экспериментальной работы, включающую методику формирования представлений детей старшего дошкольного возраста о раздельном сборе мусора.

На формирующем этапе педагогического эксперимента нами была апробирована программа экспериментальной работы, представленная в Табл. 1.

Таблица 1

**Программа экспериментальной работы по формированию представлений
у детей старшего дошкольного возраста о раздельном сборе мусора**

Направления работы	Формы организации работы	Программное содержание
Формирование у детей представлений о мусоре, как об источнике загрязнения окружающей среды	Занятие по образовательной области «Ребенок и природа» на тему «Земля – наш общий дом»	Расширять представление о том, что Земля - общий дом всех людей и всех живых существ, живущих рядом с человеком; развивать стремление беречь свой общий дом как условие сохранения жизни человечества и всех природных обитателей; закреплять понятие, что мы – люди - являемся частью природы; формировать представления о мусоре, источниках загрязнения окружающей среды; воспитывать ответственное и бережное отношение к окружающему миру, родной природе
	Рассуждение «Что мы можем сделать, чтобы не загрязнять окружающую среду?»	Развивать умение последовательно излагать свои мысли в процессе общения, формировать представления о вреде мусора для природы, воспитывать стремление активно участвовать в охране природы
	Рассматривание серии сюжетных картин «Уборка мусора»	Формировать представления о значимости охраны природы, экологически целесообразного поведения в окружающей среде
	Мультимедийная презентация «История появления мусора на земле»	Уточнять представления детей об источниках возникновения мусора
	Наблюдение за работой дворника	Прививать любовь к природе, бережное и заботливое отношение к окружающей среде. Воспитывать интерес и уважение к работе дворника

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ НАУКИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Продолжение таблицы 1

	Проблемная ситуация «Что будет, если мы не будем убирать мусор?»	Формировать умение находить варианты решения проблемной задачи, применяя имеющиеся знания
	Проблемная ситуация «Можно ли мусорить дома и на улице?»	Формировать умение находить варианты решения проблемной задачи
	Сюжетно-ролевая игра «Мы идем в поход»	Развивать потребность соблюдения чистоты в окружающем мире; формировать умение соблюдать правила поведения в природе; воспитывать бережливое отношение к природе
	Чтение художественной литературы: экологическая сказка Т. Яковлевой «Сказка про хламище-окаянище»	Формировать у детей экологическую культуру природопользования; воспитывать чувство добра, справедливости, сопереживания всему живому
	Опытно-поисковая деятельность «Как ветер разносит мусор»	Закреплять представления о ветре, его роль в природе; развивать наблюдательность, внимание; совершенствовать навыки техники дыхания
	Художественная деятельность Рисование на тему «Источники загрязнения окружающей среды»	Формировать основы ответственного отношения к окружающему миру; уточнять представления об отрицательных последствиях деятельности человека
	Рисование на тему «Запрещающие экологические знаки»	Уточнять представления о правилах поведения в природе; развивать воображение, фантазию и творчество
	Экологический досуг «Защитим планету от мусора»	Формировать умения и навыки экологически грамотного взаимодействия с окружающей средой; развивать чувство ответственности за состояние окружающей природной среды; воспитывать бережное отношение к природе
	Дидактическая игра «Что наносит вред природе»	Формировать представления о взаимосвязи человека и природы, воспитывать бережное отношение к окружающему миру
	Дидактическая игра «Хорошо-плохо»	Формировать представления о хорошем и плохом поступке; развивать умение оценивать действия людей в природе
	Дидактическая игра «Четвертый лишний»	Формировать умение сравнивать предметы; закреплять представления о материалах, из которых сделаны предметы; развивать внимательность
	Дидактическая игра «Да-нет»	Развивать потребность соблюдения чистоты на улицах города, дома, в детском саду
	Консультация для родителей «Экологическое воспитание дошкольника»	Воспитывать экологическую культуру законных представителей воспитанников

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ НАУКИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Продолжение таблицы 1

Формирование у детей представлений о раздельном сборе мусора	Занятие по образовательной области «Ребенок и природа» «Поможем Заводику»	Формировать представления о природных ресурсах, используемых человеком в промышленности (руда, дерево, песок, нефть); формировать представление о способах получения металла, пластика, бумаги, стекла; развивать умение подбирать слова, наиболее точно обозначающие свойства, качества и признаки предметов (плотный, шершавый, плотный, рвется), а также материал, из которого они сделаны (пластик, металл, бумага, дерево); воспитывать желание узнавать новое
	Занятие по образовательной области «Ребенок и природа» на тему «Дадим отходам вторую жизнь»	Закреплять представления о природных ресурсах, используемых человеком в промышленности (руда, дерево, песок, нефть); формировать представление о раздельном сборе мусора, развивать умение классифицировать предметы по материалу, из которого они изготовлены; воспитывать желание узнавать новое; воспитывать бережное отношение к природе
	Решение проблемной ситуации «Куда выбросить фантик?»	Формировать умение находить варианты решения проблемной задачи, применяя имеющиеся знания
	Опытно-поисковая деятельность «Свойства резины»	Формировать представления о свойствах резины (гладкая, эластичная, холодная, режется, тонкая и толстая (шины))
	Опытно-поисковая деятельность «Свойства бумаги»	Формировать представления о свойствах бумаги (тонкая, толстая, гладкая, шероховатая, непрозрачная, мнется, рвется, режется, намокает, сгибается)
	Опытно-поисковая деятельность «Свойства пластмассы»	Формировать представления о свойствах пластмассы (легкая, не тонет в воде, гнется, охлаждается, нагревается, не прозрачная, тонкая и толстая, гладкая и шероховатая)
	Опытно-поисковая деятельность «Свойства металла»	Опытным путем установить свойства металла (тяжелый, прочный, с блеском, гладкий, тонет)
	Опытно-поисковая деятельность «Свойства стекла»	Формировать представления о свойствах стекла (прозрачное, гладкое, холодное, хрупкое, звенящее, толстое, тонкое, водонепроницаемое)
	Сравнение свойств бумаги и фантика.	Развивать умения различать свойств бумаги и фантика, воспитывать интерес к поисковой деятельности
	Чтение художественной литературы Экологическая сказка Н.А. Рыжовой «Зайчик и медвежонок»	Формировать экологическую культуру, чувство ответственности за состояние окружающей среды

**ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ НАУКИ:
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ**

Продолжение таблицы 1

	Подвижная игра «Кто быстрее соберет мусор»	Развивать у детей ловкость, сообразительность, воспитывать бережное отношение к природе
	Подвижная игра «Добеги до бака»	Тренировать в быстром нахождении названного предмета на площадке или в комнате, развивать быстрый бег, внимание
	Трудовая деятельность «Помощь малышам в уборке участка»	Воспитывать желание помочь младшим детям. Воспитывать желание трудиться, чувство ответственности за порученное дело.
	Дидактическая игра «Что из чего»	Развивать умение дифференцировать предметы по материалу, из которого они изготовлены.
	Дидактическая игра «Сколько живут отходы»	Формировать понимание необходимости раздельного сбора мусора в быту, его утилизации и целесообразности вторичного использования бытовых и хозяйственных отходов.
	Дидактическая игра «Сортируем мусор»	Формировать умение сортировать мусор при его сборе, воспитывать бережное отношение к окружающему миру.
	Индивидуальные карточки-задания для детей по закреплению материала Дорисуй и назови» «Проведи, не отрывая руки» «Разложи по контейнерам»	Развивать мелкую моторику руки, закреплять представления о разных видах отходов.
	Экологические акции «Соберем макулатуру», «Добрые крышечки». Выставка из бросового материала «Мусорная фантазия»	Воспитывать экологическую культуру законных представителей воспитанников
Формирование представлений о переработке мусора	Занятие по образовательной области «Ребенок и природа» «Такой разный мусор»	Уточнять представления об источниках возникновения мусора; формировать представления о разных видах мусора; развивать потребность соблюдения чистоты в окружающей среде; способствовать развитию навыка дифференциации предметов по материалу, из которого они изготовлены; формировать умение сортировать мусор; воспитывать бережное отношение к окружающей природной среде
	Беседа «Зачем сортировать отходы»	Развивать умения классификации предметов по материалу, из которого они изготовлены; формировать умение сортировать мусор; расширять представления о переработке мусора; воспитывать бережное отношение к природным ресурсам

Продолжение таблицы 1

	Решение проблемной ситуации «Куда выбросить пластиковый стаканчик»	Формировать умение находить варианты решения проблемной задачи, применяя имеющиеся знания.
	Чтение художественной литературы: сказка К.Н. Лысова «Вторая жизнь»	Расширять представления детей о вторичной переработке мусора; воспитывать культуру охраны окружающей среды и природопользования
	Рисование на тему «Правила сортировка мусора»	Развивать воображение, побуждать детей к фантазии и творчеству.
	Дидактическая игра «Что получим из...»	Расширять представления о переработке мусора
	Индивидуальные карточки-задания «Лабиринты», «Соедини линии», «Соедини по точкам»	Развивать мелкую моторику руки, закреплять представления о разных видах отходов
	Консультация для родителей «Важность проблемы накопления мусора»	Повышать экологическую грамотность родителей

Таким образом, в результате нашей работы на формирующем этапе педагогического эксперимента у детей старшего дошкольного возраста:

- повысился уровень сформированности представлений о раздельном сборе мусора;
- расширились представления о мусоре, об источниках его возникновения;
- сформировались умения и навыки дифференциации предметов по материалу, из которого они изготовлены;
- усвоили понятие «переработка мусора» и поняли важность и пользу дальнейшей переработки отходов.

Апробация показала, что разработанная нами программа экспериментальной работы, раскрывающая методику формирования представлений у детей старшего дошкольного возраста о раздельном сборе мусора, является эффективной и практически значимой.

Список литературы

1. Стратегия в области охраны окружающей среды Республики Беларусь на период до 2035 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/2021/strategija-oxr.okr.sredy-do-2035g..pdf>. – Дата доступа: 09.09.2022.
2. Закон Республики Беларусь «Об обращении с отходами» от 20 июля 2007 г. № 271-З с изменениями и дополнениями изменении от 10 мая 2019 г. № 186-З (2/2624 от 07.06.2019). // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://etalonline.by/document/?regnum=N10700271>. – Дата доступа: 09.09.2022.
3. Учебная программа дошкольного образования для учреждений дошкольного образования // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21934601p&p1=1>. – Дата доступа: 09.09.2022.
4. Давидович А.Л., Смолер Е.И. Роль дошкольного образования в достижении целей устойчивого развития // Пралеска. – 2018. – № 11 – С. 46–50.
5. Смолер Е.И. Образовательный проект «Зеленые школы» в учреждениях дошкольного образования : учебно-методическое пособие (с электронным приложением). – Минск : БГПУ, 2019. – 88 с.
6. Можарова Т.А., Павлова К.А. Формирование представлений о принципах сбора и утилизации мусора у детей старшего дошкольного возраста: методологический аспект // Философско-педагогические проблемы непрерывного образования : сборник научных статей, [материалы III Международной научно-практической конференции, г. Могилев] 23-24 апреля 2020 г. / под ред. М.И. Вишневого, Е.И. Снопковой. – Могилев : МГУ имени А.А. Кулешова, 2020. – С. 227–232.
7. Можарова Т.А., Павлова К.А. Экологическое образование дошкольников: новый содержательный аспект // Современная образовательная психология в подготовке специалистов помогающих

профессий: актуальные проблемы теории и практики оказания помощи другим: сборник научных статей, Могилев, 20 ноября 2018 г. / под ред. Э.В. Котляровой. – Могилев: МГУ имени А.А. Кулешова, 2019. – С. 87– 91.

8. Рыжова Н.А. Как реализовать образование для устойчивого развития в дошкольном образовании: стратегия и практика // Воспитание и обучение детей младшего возраста. – М. : "МОЗАИКА-СИНТЕЗ", 2015. – С. 104.

© Е.А. Рублевская, Л.И. Дуник, Е.В. Ермакова, 2022

Глава 19.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНЦЕПТА «МУЗЫКА»
В ПОЭТИЧЕСКОМ ЯЗЫКЕ Я. КУПАЛЫ**

Михайлова Елена Владимировна

кандидат филологических наук, доцент, профессор
кафедры социально-гуманитарных дисциплин

Учреждение образования «Белорусская государственная академия музыки»

Аннотация: Глава посвящена концепту «музыка» в поэзии Я. Купалы. Моделирование данного концепта показало, что наиболее тесно он связан с концептами «поэзия», «эмоции» и «чувства». Тема песни и пения занимает главное место в структуре этого концепта. Это подтверждается названиями стихотворений, связью темы песни и пения с внутренним миром поэта, сочетанием имени существительного *песня* с глаголами разных семантических классов и с разнообразными эпитетами, богатым семантическим содержанием имени существительного *песня*, связью названной темы с другими темами в структуре концепта «музыка» и т.д. Картина мира Я. Купалы имеет музыкальный характер, и она ориентирована на песенность.

Ключевые слова: концепт «музыка», поэзия, Я. Купала, стихотворение, песня, музыкальный инструмент.

**MODELING OF THE CONCEPT OF MUSIC
IN Ya. KUPALA's POETIC LANGUAGE**

Mikhailova Elena Vladimirovna

Abstract: The chapter dwells upon the concept of music in Ya. Kupala's poetry. Modeling of this concept has shown that it is most closely connected with

the concepts of *poetry*, *emotions* and *feelings*. The theme of the song and singing is uppermost in the structure of this concept. It is borne out by the titles of the poems, the connection of the theme of the song and singing with the poet's inner world, the combination of the noun *song* with the verbs of different semantic classes and with various epithets, a rich semantic content of the noun *song*, the connection of this theme with other themes in the structure of the concept of music, etc. Ya. Kupala's world picture has a musical character, and it is song-oriented.

Key words: concept of music, concept modeling, poetry, Ya. Kupala, poem, song, verb, emotions, feelings.

Когнитивная лингвистика – научное направление в лингвистике, возникшее в конце XX в. Концепт является одним из ключевых понятий данной научной дисциплины, моделирование концепта дает возможность детально представить языковую и концептуальную картину мира автора.

Янка Купала (И. Д. Луцевич) (1882–1942) – выдающийся белорусский поэт, переводчик, драматург, публицист.

Концепт «музыка» является очень важным и одним из ключевых в стихотворениях и поэмах Я. Купалы [1, т. 1, с. 15–374; т. 2, с. 7–342; т. 3, с. 7–330; т. 4, с. 7–408; т. 5, с. 7–218]. В. А. Лещинская отмечает: «На песенность, музыкальный лад поэзии Янки Купалы обращали внимание многие исследователи его творчества. Доказательством музыкальности произведений поэта стало их музыкальное воплощение: сотни песен, романсы, вокальные циклы и др.» [2, с. 167]. Кроме того, творчество поэта 1910–1920 гг. «...имеет выразительные признаки символического стиля: ассоциативность, поэтический шифр и т.д.» [3, с. 259].

Мы опираемся на принципы семантико-когнитивного анализа концепта, изложенные З.Д. Поповой и И.А. Стерниным: «1. Построение номинативного поля концепта. 2. Анализ и описание семантики языковых средств, входящих в номинативное поле концепта. 3. Когнитивная интерпретация результатов описания семантики языковых средств – выявление когнитивных признаков,

формирующих исследуемый концепт как ментальную единицу. 4. Верификация полученного описания у носителей языка. Данный этап факультативен... 5. Описание содержания концепта в виде перечня когнитивных признаков» [4, с. 160]. Моделирование концепта включает следующие процедуры: «1. *описание макроструктуры концепта* (отнесение выявленных когнитивных признаков к образному, информационному компонентам и интерпретационному полю и установление их соотношения в структуре концепта); 2. *описание категориальной структуры концепта* (выявление иерархии когнитивных классификационных признаков, концептуализирующих соответствующий предмет или явление, и описание концепта как иерархии по актуальности для концептуализации денотата концепта); 3. *описание полевой организации концепта* (выявление и описание когнитивных классификационных признаков, составляющих ядро, ближнюю, дальнюю и крайнюю периферию концепта, и представление содержания концепта в виде полевой структуры)» [4, с. 210–211].

Номинативное поле концепта «музыка» в поэзии Я. Купалы: *пець* (спець), *граць*, *йграць* (*іграць*, *зайграць*), *затрубіць*, *танцаваць*, *скакаць* (*заскакаць*), *зацымбаліць*, *труба* (*трубы*), *рог*, *дудка* (*дудкі*), *жалейка* (*жалейкі*), *зурна*, *сурмы*, *дуда*, *гудок*, *скрыпка*, *смычок*, *смык*, *ліра* (*ліры*), *гуслі*, *струна* (*струны*), *кобза* (*кобзы*), *цымбалы*, *бубен* (*бубны*), *літавры*, *трашчотка*, *гармонік*, *песня*, *песенька* (*песенькі*), *песні*, *гімн* (*гімны*), *прыпеўка* (*прыпеўкі*), *калыханка* (*калыханкі*), *песняспевы*, *прыпеў*, *серэнада*, *марш* (*маршы*), *танец* (*танцы*), *полька* (*полькі*), *скокі*, *песняр* (*песняры*), *музыкант*, *музы́ка* (*музы́кі*), *баян*, *кабзар*, *акын*, *кабзарыст*, *дудары*, *грайка*, *званар*, *гусяр* (*гусяры*), *лірнік* (*лірнікі*), *певец*, *спевакі*, *песнятворца*, *песнябай*, *музыка*, *матывы*, *нота*, *рытм*, *тахт*, *тон* (*тоны*), *лад* (*лады*), *трэлі*, *гармонія*, *актава*, *напеў* (*напевы*), *хор*, *капэля*, *спеў*, *басы*, *тэнар*.

Ключевое слово данного концепта – *песня*. Деривационное поле ключевого слова: *пець*, *песенька*, *распетая*, *запець* (*запеці*), *прапець*, *пясняр*, *пяснярка*, *адпеты*, *апець* (*апеці*), *спець*, *апяваць*, *песенька-думка*, *песня-жаль*,

паяць, распяваць, распевана, паяўцы, прыпеўка, пеўчыя, спяваць, падпяваць, адпець (адпяваць), дума-песня, пяснярская, песнярыста, пявец, пявун, напець (напяваць), напеці, адпеў, песняспевы, песня-змова, распейся, песня-музыка, песня-весьляшка, распета (распетая), няпетая, спеўшы, запяешся, пяюшка, прыпеў, песня-казка, песняровы, песня-дабрадзея, казка-песня, спетыя, песельны, неапета, песні-думы, распяваны, неапеты, праспяваць, песні-вяснянкі, песнятворца, няспетая.

В рамках рассматриваемого концепта имеются синонимические ряды, связанные в основном с понятием песни: песні дзіўныя, песня дзіўная («Іграюць сурмы баявыя, // Віхор разносе іхні звон, – // І песні дзіўныя такія // Ад іх лятуць да ўсіх старон» [1, т. 1, с. 37], [душы] «І пелі песні дзіўныя, // Каб выйшлі і змагаліся...» [1, т. 1, с. 259], «Песню дзіўную я чую смутнай душой...» [1, т. 2, с. 341]); песні магутныя, песня магучая («Зашумелі, загрымелі // Магутныя песні...» [1, т. 1, с. 46], «Вецер і моц, знаць, табе [вёсцы – Е. М.] прынясе // З песняй магучай, як воля...» [1, т. 2, с. 75], «Зазвіні ты, як звон, і удар, як пярун, // Песня наша, як воля, магучая!» [1, т. 3, с. 193]); песні шумныя («Іх [маладых людзей – Е. М.] шумныя песні нясуцца далёка, // Што ўсе людзі – родныя браці» [1, т. 1, с. 50], «Можна пець салаўіныя шумныя песні, // Што ішчаслівы ўвесь свет, што няма гора ў людзей» [1, т. 1, с. 258], «Шумныя песні іграюць лясы...» [1, т. 1, с. 371]), песня звонкая, песні звонкія («Бедна нашая старонка, // Яе ж люд бядней яе: // Не апеты песняй звонкай...» [1, т. 1, с. 139], «Прывет вам, прывет з найцямнейшай старонкі, // Ад браццяў, ад сёстраў загнаных сваіх, // Шлю радасці поўны, шлю з песняю звонкай...» [1, т. 1, с. 142], «Адгукніся, душа, песняй звонкай грымні!» [1, т. 2, с. 239], «Я нясу вам дар // Братніх скіб і сяліб, // Смутных сосен і ліп, // Думак дар, сэрца жар, – // Вольных, звонкіх песень чар» [1, т. 2, с. 228], «Не для нас, не для нас разліваецца // Салавейкава звонкая песня...» [1, т. 3, с. 152]); песня ўдалая («Песня ўдалая нясецца...» [1, т. 1, с. 186], «Дзе вы, хлопцы непакорныя, // Дзе вы з песняй удалою...» [1, т. 2, с. 26], «Ці прыгожая дзяўчынка // Удалою песняй?» [1, т. 2, с. 269]);

песні родныя, песня родная («Гэй, родныя песні! Вы ў суме і ў горы, // Ці ночка пануе, ці сівер дзьме зімны, – // Для роднай зямелькі вы – светлыя зоры, // Для роднага краю вы – райскія гімны!» [1, т. 1, с. 87], «Песню родную зацягнеш, // Хто пачуе, хто?» [1, т. 1, с. 253], «Сцёпка працы не баіцца, // Ці нуда гняце якая, // Песняй роднай весяліцца...» [1, т. 1, с. 368], [касец] «І з упаўшай грудзі песню слёз завядзі, // Песню родную долі сваей!» [1, т. 2, с. 14], [песняр] «За родну песню будзь ваякай...» [1, т. 2, с. 93], [брат і друг] «Прымі дар, сэрца жар, // Вольных, родных песень чар!» [1, т. 2, с. 228], «Не цурайцеся роднай песні // Ў ішчасці і ў жалобе» [1, т. 3, с. 194], «Пей жа, песня, дзень, ноч, песня, родная нам, // Апявай жыццё наша праклятае...» [1, т. 3, с. 193]); песня нудная («Бацька ў вёсцы сваёй спіць, // І дуда пры ім ляжыць; // Ён часамі дзьме ў яе, // Песню нудную пяе...» [1, т. 1, с. 173], «І слёз не стрымаю, і ціха бядую, // І нудную песню пяю...» [1, т. 2, с. 18], «Спагадная, нудная песня плыве...» [1, т. 2, с. 186]); песні новыя, песня новая («Праўду ў лад новы настрою, // Новыя песні злажу...» [1, т. 2, с. 105], «І не чуў, не чуў я // Новых гулкіх песень, // Што пяе сягоння // Новае Палессе» [1, т. 5, с. 159], «І зямлі песняй новай // Зашуміць жа дуброва!» [1, т. 1, с. 88], «Што ў руках песняроў струны дрэмлючых лір // Загрымаць новай песняй народам...» [1, т. 2, с. 342], «З Новым годам, з Новым годам! // З новай песняй, з новай казкай!» [1, т. 4, с. 100], «Хай сонца след табе [Якубу Коласу – Е. М.] карчуе // Да новых песень каласістых...» [1, т. 4, с. 301], «З новай думкай, з новай песняй // Выйдзеш ты на нівы, // Беларусе, на прадвесні, // Браце мой цярплівы» [1, т. 4, с. 370], [Тарас] «Новай песняй прывітаў бы // Дняпро сінявокі» [1, т. 5, с. 218]); песня магільная, песні магільныя ([доля] «Магільную песню // Ў душы запяе...» [1, т. 1, с. 100], «Не пужаюся й песень панурых, магільных...» [1, т. 2, с. 65], [доля] «Ты шумела мне песні магільныя, // Як мяцеліца дзікая ў полі...» [1, т. 3, с. 147], «У коміне вецер заціхнуць не хоча, – // Заносіцца песняй магільнай, дзікой; // То стогне, то плача, то дзіка рагоча, // Як быццам смяецца з нядолі людской» [1, т. 5, с. 7]); песнь паграбовая («Ваўкі збіраюцца // Парой зімоваю // І пяюць, выючы, // Песнь паграбовую...» [1, т. 1, с. 339],

«Песню вятрыска пня паграбовую...» [1, т. 2, с. 121]); песня смутная, песні смутныя, песня сумная («*I смутная жнеяў // Песня панясецца*» [1, т. 2, с. 304], [сялянка і пралетарка] «*Годзе кіснуць, марнець, // Песні смутныя пець, – // Ладзіць новую час гаспадарку!*» [1, т. 4, с. 114], «*Аб горы, няволі народа, // Аб тым, што народ мой ускрэсне, // Была мая ў цяжкіх нягодах // Скаваная, сумная песня*» [1, т. 4, с. 377], «*Скажаш, напэўна, добры чытальніку: // Смутная песня твая, брат пясняр!*» [1, т. 5, с. 18], «*I адазвалася мая палей сумнай песняй, // Такой, якую ў нас пяюць вясеннім днём дзяўчаты*» [1, т. 5, с. 129], «*Адно падчас у сумнай песні // Або у казцы дзе якой // Край праўды выгляне з-пад плесні // I ўскалыхне жывой душой*» [1, т. 5, с. 138]); песня горасная, спеў гаротны, песні смутку, жалю, песня жаласняная, песні нуды і журбы, песня слёзаў («*Над мной восенню слатлівай // Ды зімоваю парой // Гудзіць вецер жаласліва // Песняй гораснай такой*» [1, т. 3, с. 97], «*Тваіх [вёскі – Е. М.] жалеек спеў гаротны // Патопча трактарнае кола...*» [1, т. 4, с. 186], «*Былі то песні [Якуба Коласа – Е. М.] смутку, жалю // Над сваім краем, над народамі; // Свабодны вецер бліжэй, далей // Разносіў іх у непагоду*» [1, т. 4, с. 301], [думы] «*Куды ветраў шумы – // Туды ў даль ляціце. // А далей ад свету, // Ад людзей найдалей, // I нясіце гэту // Песню майго жалю*» [1, т. 1, с. 202], «*Шуміць шумненька барок // Песняй жаласнянай; // Люлі, люлі, мужычок! // Сні – ўставаць зарана!*» [1, т. 1, с. 279], «*Толькі йшчэ ўчора, не далей, // Сярод малітваў, кляцьбы // Гэткія песні складалі, // Песні нуды і журбы...*» [1, т. 4, с. 362], «*Можна хто не верыць // Гэтай песні слёзаў?*» [1, т. 5, с. 65]); песня гулка («*А гулка сіроцкая песня // Па свеце нясецца з трывогай*» [1, т. 1, с. 92], «*Расчыні шырока дзверы, // Мілая старонка, // Выйдзі стрэнуць свой Кастрычнік // Песняй гулкай, звонкай!*» [1, т. 4, с. 297], «*Я [мяцеліца – Е. М.] з гулкай песняй: “Ай, люлі-люлі!” // Спраўлю начлег табе [Сцяпану – Е. М.] панскі*» [1, т. 5, с. 58], «*I не чуў, не чуў я // Новых гулкіх песень, // Што пня сягоння // Новае Палессе*» [1, т. 5, с. 159], [Тарас] «*Адно песень, песень гулкіх // Не забыў складаці...*» [1, т. 5, с. 216]); песня дзікая, музыка дзікая («*Той рвецца да славы шырокай, вялікай, // Той –*

жыці нязнатна, як дзеці; // Той – песняй азвацца нясвойскай і дзікай, // Той – родную думку запеці...» [1, т. 1, с. 66], «Шумна вецер пая песню дзікую, жвавую // Над зямлёй, злітай потам людскім і крывёю...» [1, т. 1, с. 239], «У коміне вецер заціхнуць не хоча, – // Заносіцца песняй магільнай, дзікой...» [1, т. 5, с. 7], «Воўчая песня, дзікая, смелая, // Жудасна ў полі ужо не гудзіць» [1, т. 5, с. 15], «Я ж не прасіў і не клікаў, – // Не трэба такога мне гасця, – // Без тваёй [ветра – Е. М.] музыкі дзікай // Патраплю злажыць свае косці» [1, т. 4, с. 147]) и др.

Ассоциативные ряды в концепте «музыка» у Я. Купалы, также преимущественно реализующие понятие песни: песні – вір («З грудзей наших панясецца // Вір песень грымучых // І ў адзін голас зліецца, // У адзін магучы» [1, т. 1, с. 47]), песні – зоры, гімны («Гэй, родныя песні! Вы ў суме і ў горы, // Ці ночка пануе, ці сівер дзьме зімны, – // Для роднай зямелькі вы – светлыя зоры, // Для роднага краю вы – райскія гімны!» [1, т. 1, с. 87]), песні – звон («Гэй, песні, гэй, звон Беларусі загнанай!» [1, т. 1, с. 87], «Хай жа песня ўсюды льецца, // Ё сэрцах вашых адгукнецца, // Ззіханецца, ўскалыхнецца, // Як звон той, // Як свой!» [1, т. 2, с. 228]), песня – птушка («Хай імчыцца наша песня, // Птушкай па-над гай...» [1, т. 1, с. 90], [песня] «Ў лесе лісцем зашалесце, // З птушкай птушкай зашчабеча...» [1, т. 4, с. 10]), песня – жыта («Будзе песня красавацца, // Як жытцо ў красе» [1, т. 1, с. 91]), песня – багацце («Песня паэту ўсё тут багацце, – // Цешыцца, плача у песні з народам» [1, т. 1, с. 98]), песня – перун («А гікі грозьб мучыцеляў глухіх // Глушыма вольнай песні перуном» [1, т. 1, с. 75]), песня-дума («Хоць песеньку-думку і высную можа, // Завуся я толькі – Янка Купала» [1, т. 1, с. 215], «І запеў бы там песню, эй, думу сваю, // Нібы той салавейка у цёмным бары...» [1, т. 1, с. 243], «Хоць нуды ў табе шмат вылівана слязьмі, // Дума-песня не хітра складаная...» [1, т. 3, с. 193]), песня – птушка, званы, перуны ([песня] «Хай лятае ўвакруг // Над скаванай зямлёй, // Дзе спяць сіла і дух, // Дзе брат свой, як не свой! // І тых будзіць, хто спіць, // Хто цярпіць без віны; // Няхай гулка грыміць, // Як званы, перуны!» [1, т. 1, с. 219], «Зазвіні ты, як звон, і удар, як пярун, // Песня

наша, як воля, магучая!» [1, т. 3, с. 193], «Марозы і спекі далі гарт нязбытны – // Мне песню, як звон, як пярун, адлілі» [1, т. 4, с. 66]), песні – дзеці смуткаў («Песні мае, песні! // Смуткаў маіх дзеці...» [1, т. 1, с. 220]), песні – дар сэрца («Песні, знайце, – сэрца дар, // Шанаваць их трэба...» [1, т. 1, с. 231]), песня-жаль («Хто паслухае // Песню-жаль маю?» [1, т. 1, с. 237]), песня слёз – песня долі («І з упаўшай грудзі песню слёз завядзі, // Песню родную долі сваей!» [1, т. 2, с. 14]), песня – віхор («Жыве гэта песня, як віхар клакоча, // Над лесам магілішч, над цьмою бяжыць, // Зрывае запоры і брамы ламоча...» [1, т. 2, с. 81], «Ніхто нам песень не спаганіць, // Свабодных песень, як віхор...» [1, т. 4, с. 299]), песня – каса ў траве («Плыве гэта песня ка мне і заве, // І ў сэрцы звiніць, як каса у траве...» [1, т. 2, с. 186]), песні – восень, зіма ([думкі] «Пяюць песні, як з напасці, // Як восень, зіма, // Што не жыць мне ў волі, ў ішчасці, // Што долі няма...» [1, т. 2, с. 270]), дзяўчына – салавей («Ты пяеш – салавейка пяе...» [1, т. 2, с. 296]), песня – расліна («Песня мая не ўзышла сярод кветак, // Кветак цвітучага вечна паўдня... // Поўначы сумнай забыты палетак // Даў ёй жыццё пасярод палыння» [1, т. 3, с. 40]), песня – крыніца ([песня] «Коціцца-ўецца свабоднай крыніцай // К сонцу і зорам, прастор дзе вялік» [1, т. 3, с. 40], «Як крыніца, льецца, рвецца, // З сэрца песня ў свет, за светы: // Светла йскрыцца, рэхам прэцца, // Тутка, тамка, дзе я, дзе ты...» [301, т. 4, с. 9]) и др.

Семантические оппозиции в рамках рассматриваемого концепта, организованные в основном на основе понятия песни: песня ўдалая – песня няўдалая («Песня ўдалая нясецца...» [1, т. 1, с. 186] – «Эй, восень, восень, // Скуль ты ўзялася? // Песняй няўдалай // Так разляглася?» [1, т. 1, с. 318]), песні звонкія – песня нязвонкая («Думак дар, сэрца жар, – // Вольных, звонкіх песень чар» [1, т. 2, с. 228] – [сасонка] «І шумам, песняю нязвонкай // Над намі хіба забядуе!...» [1, т. 2, с. 251]), песні – стогны жалёбы («Дзе песні, пагудкі прызыўнай дзе трэба, – // Там жалёбы там нуднай разносяцца стогны...» [1, т. 3, с. 318]), песні смутныя – песні вясёленькія («Годзе кіснуць, марнецць, // Песні смутныя пець...» [1, т. 4, с. 114] – «А мы дзеткі, усе здольненькія //

Пяем песні вясёленькія» [1, т. 4, с. 221]), вяселосць – смутак («Не магу маску ўдзець, // Крывіць роднай душой, // Песні весела пець, // Калі смуцен брат мой» [1, т. 1, с. 40]) и др.

Из лексических особенностей выражения рассматриваемого концепта следует отметить многочисленные повторы слов различных частей речи («Грай, грай, жалеечка! грай, грай, вясёлая! // Выйграй з вясною і долечку мне; // З пушчаю, з птушкамі, з вольнымі ветрамі // Грай мне аб шчасці, грай аб вясне!» [1, т. 1, с. 95] и др.) и др. Грамматические и пунктуационные особенности концепта «музыка» в поэзии Я. Купалы: 1) употребление сложноподчиненных предложений с придаточными цели («Дык жа знайце, чаго б я хацеў, // Аб чым думачкі толькі мае: // Каб мой люд маю песню запеў // І пазнаў, аб чым песня няе!» [1, т. 1, с. 23] и др.), 2) использование сложноподчиненных предложений с придаточными меры и степени («Аж заплачаш душой, // Жаль ахопе такі!» [1, т. 1, с. 31] и др.), 3) употребление тире при противопоставлении и объяснении («Снявайце ж, мілыя паэты, // Дый трэба сціха, меру знаць, – // Бо хіцер, хіцер наш век гэты – // Гатоў вам песню апляваць» [1, т. 1, с. 39] и др.) и др. Встречаются различные способы выражения интенсивности действий и событий («Хай палац за твае [дзяцюк – Е. М.] за труды // Гучнай музыкаю загрыміць, // Хай сагнуцца сталы ад яды, // Песня п'янае ўцехі грыміць» [1, т. 1, с. 73] и др.). Поэт также использует метафоры («Думкі, думкі-вяселушкі! // Скуль вы узяліся, // Што ў душы, як тыя птушкі, // Песняй азваліся?» [1, т. 1, с. 222] и др.), анафоры («Той рвецца да славы шырокай, вялікай, // Той – жыці нязнатна, як дзеці; // Той – песняй азвацца нясвойскай і дзікай, // Той – родную думку запеці...» [1, т. 1, с. 66] и др.) и др.

Концепт «музыка» в поэзии Я. Купалы проявляется в сильной позиции текста. Часто встречается название «Песня» (например, в стихотворениях «Песня» [1, т. 2, с. 33; т. 2, с. 290–291; т. 2, с. 300]), кроме того, есть названия стихотворений «Песня-байка» [1, т. 2, с. 97], «Песня-казка» [1, т. 2, с. 286–288], «Песня і сіла» [1, т. 2, с. 238], «Песня і казка» [1, т. 4, с. 82–83] и др. Поэт

употребляет модель названия «3 песень...», например, в стихотворениях «3 песень нядолі» [1, т. 1, с. 101–102], «3 песень аб няволі» [1, т. 1, с. 178], «3 маіх песень» [1, т. 1, с. 219]. Используются в качестве названий и слова из семантического поля ‘музыка’: «Дудар» [1, т. 2, с. 201–202], «Гусляр» [1, т. 2, с. 229–230], «Прыпеўка» [1, т. 1, с. 119], «На жалейцы» [1, т. 3, с. 112–114] и др. Названиями могут являться предложения на тему музыки («Запела вясна сваю песню» [1, т. 3, с. 260–261], «Ты мне песню спей, дзяўчына...» [1, т. 4, с. 363–364], «Жальцеса, грайкія струны...» [1, т. 2, с. 108–109] и др.). Музыкальные термины имеются в названии поэмы «Адвечная песня» и поэтического сборника «Жалейка». Стихотворения первого сборника Я. Купалы «Жалейка» «...как нельзя лучше демонстрируют нам близость к звучанию народных песен, а также к их смысловому наполнению, образности...» [5, с. 201]. Глагол *пець*, имена существительные *песня (песні)*, *прыпеў*, *спеў* используются в поэзии Я. Купалы очень часто. Он употребляет много названий народных музыкантов: *баян*, *кабзар*, *акын*, *дудары*, *грайка*, *гусляр (гусляры)*, *лірнік (лірнікі)* и др.

И.Я. Науменко писал о связи творчества Я. Купалы с музыкой: «Поэзия для Купалы начинается с музыки. Первым во всей белорусской литературе поэт почувствовал, что каждое явление бытия – пейзажная картина, бытовой предмет, движение интимного чувства – имеют свою неповторимую музыку, которую нужно уловить, выявить ее самые тонкие нюансы, чтобы, восстановив на струнах собственной души, сплавить со стихотворным словом» [6, с. 232–233]. Поэтическая интонация многих произведений Я. Купалы «...целиком созвучна мелодике народных песен...» [7, с. 6]. Поэт написал произведение «Гэй, паехаў сын Даніла» «на мелодию старинной русской воинской песни...» [7, с. 6]. Поэзия Я. Купалы «...вся пронизана музыкой слов, музыка его стихотворных текстов выражает “душу” искусства слова и душу народа, одну из отличительностей культуры белорусского народа, который через песню выражает свои мысли, рассуждения, пожелания, который с песней грустит и радуется, живет и не представляет себе жизни без

нее» [8, с. 172–173]. Именно поэтому рассматриваемый концепт имеет в поэзии Я. Купалы столь яркие и многообразные проявления.

В поэтическом мире Я. Купалы могут петь и играть следующие субъекты: 1) люди («*Каб мой люд маю песню запеў...*» [1, т. 1, с. 23] и др.), 2) духовная и психофизиологическая сущность человека («*Гэй жа, думкі, громка пейце...*» [1, т. 1, с. 224] и др.), 3) представители животного мира («*Салаўі песні пелі...*» [1, т. 1, с. 20] и др.), 4) реалии природного мира («*Песню вятрыска пая паграбовую...*» [1, т. 2, с. 121] и др.), 5) абстракции ([доля] «*Магільную песню // Ёй душы запяе...*» [1, т. 1, с. 100] и др.), 6) все, созданное человеком (кроме музыкальных инструментов) («*Каб на полі роўным // Трактары запелі...*» [1, т. 5, с. 165] и др.), 7) музыкальные инструменты («*Грай, мая жалейка, // Пей, як салавейка!*» [1, т. 1, с. 214] и др.) и др.

Концепт «музыка» имеет связь с различными концептами в стихотворениях и поэмах Я. Купалы.

Соотношения с концептом «поэзия» проявляются в том, что поэт называет свои стихи *песнямі* [1, т. 1, с. 125]. В стихотворении «Мая эпітафія» он пишет: «*Тут ляжыць Янук Купала, // Што песні складаў...*» [1, т. 1, с. 49]. Его песни состоят из беды: «*Завуць мяне Янук Купала, // З бяды я песенькі складаю...*» [1, т. 3, с. 330]. Я. Купала создает произведения грустного характера: «*Не магу маску ўздзець, // Крывіць роднай душой, // Песні весела пець, // Калі смуцен брат мой*» [1, т. 1, с. 40] и др. Песня является очень важной для него: «*Песняй толькі на свеце жыву я...*» [1, т. 3, с. 220], «*Душа і песня – свет мой, скарбы ўсе мае...*» [1, т. 3, с. 289]. Песня в стихотворении «Свайму народу» [1, т. 4, с. 11–13] связана с сердцем: «*З-над сэрца песню гэтую паяю...*» [1, т. 4, с. 11] и др. Я. Купала становится обладателем белорусской песни: «*Цяпер маймі скарбамі – думы-саколы, // Цяпер беларускай я песні ўладар*» [1, т. 4, с. 66]. Образ белорусской народной песни для поэта – синкретический образ жанров поэтического и музыкального искусства, тесно связанный с жизнью народа, отражающий в себе родную природу, особенности характера белоруса, а также реализующий мысли и чувства простого человека.

В.А. Лещинская указывала: «Поэзия Янки Купалы – это прежде всего поэзия чувств, эмоций, глубоких раздумий и переживаний...» [2, с. 263]. В поэтическом языке Я. Купалы демонстрируется тесная взаимосвязь концептов «музыка», «эмоции», «чувства» и пересечение соответствующих семантических полей. Это происходит в следующих случаях: 1) когда имена существительные *песня* (*песні*) и *музыка* являются субъектами при глаголах выражения эмоций и чувств («*Песня мая плача*» [1, т. 2, с. 268], «*Плачаце вы, песні, // І я з вамі плачу*» [301, т. 1, с. 220], «*Рагоча музыка, як сумашэдыя ў кляцьбе...*» [1, т. 3, с. 293] и др.), 2) когда названия музыкальных инструментов или их частей употребляются в качестве субъектов при глаголах выражения эмоций и чувств («*Плачуць, жалацяца спрасоння // Гуслі-самаграі...*» [1, т. 2, с. 235], «*І заплакалі струны жывыя*» [1, т. 5, с. 75] и др.) и др.

В поэтическом языке Я. Купалы употребляются следующие названия музыкальных инструментов: *дудка* (*дудкі*), *рог*, *дуда*, *жалейка* (*жалейкі*), *зурна*, *сурмы*, *кобза* (*кобзы*), *скрыпка*, *ліра* (*ліры*), *гуслі*, *цымбалы*, *бубен* (*бубны*), *літаўры*, *трашчотка*, *труба* (*трубы*), *цымбалы*, *гармонік* и др. Имена существительные, которые поэт использует в прямом значении, имеют отношение к концепту «музыка», например: «*Дайце скрыпку мне маю...*» [1, т. 3, с. 95]. Имена существительные, которые употребляются в переносном смысле, соотносятся с различными концептами, например, с концептами «душа», «музыка»: «*“На поўдзень, на поўнач, на ўсход, захад сонца, // На кобзах людскіх душ твой грае “Кабзар”...”*» [1, т. 2, с. 81].

Имя существительное *песня* (*песні*) является субъектом при глаголах разных семантических классов, например: 1) при глаголах выражения эмоций и чувств ([*песня*] «*Скочыць к сонейку, ўсхаюча...*» [1, т. 4, с. 9] и др.), 2) при глаголах движения («*Іграюць сурмы баявыя, // Віхор разносе іхні звон, – // І песні дзіўныя такія // Ад іх лятуць да ўсіх старон*» [1, т. 1, с. 37] и др.), 3) при концептуальных по отношению к человеку глаголах (*маўчаць*, *гаварыць*) («*Песні раздолля маўчаць...*» [1, т. 3, с. 84], «*А песня аб ішчасці гавора*» [1, т. 4, с. 360] и др.). Это имя существительное в качестве субъекта сочетается

с глаголами, которые обозначают следующие звуки: 1) громкие («*Зашумелі, загрымелі // Магутныя песні...*» [1, т. 1, с. 46] и др.), 2) тихие ([песня] «*Ў лесе лісцем зашалесе, // З птушкай птушкай зашчабеча...*» [1, т. 4, с. 10] и др.), 3) неприятные («*Песня п'янае ўцехі хрыпіць*» [1, т. 1, с. 73] и др.), 4) музыкальные («*Аб чым песенька пая, // Хутка пераймайце*» [1, т. 1, с. 232] и др.) и др.

Слово *песня* «...в творительном падеже употребляется при глаголах разных семантических классов...» [9, с. 301]: 1) при глаголах выражения эмоций и чувств («*Людцы песняй не вяселяцца...*» [1, т. 3, с. 7]), 2) при глаголах движения («*Ясныя думак парывы // Песняй імкнуцца над светам...*» [1, т. 4, с. 356]) и др., а также при глаголах, которые обозначают звуки («*І песняй жаўранкавай звоніць гай...*» [1, т. 4, с. 355], «*Шуміць шумненька барок // Песняй жаласнянай...*» [1, т. 1, с. 279] и др.). Объектами при глаголе *пець* бывают разные имена существительные: *шчасце, вясна* и др.

Имя существительное *песня* (*песні*) характеризуется с помощью эпитетов с точки зрения: 1) характера (*дзіўныя, магутныя, вольная, нудная* и др.), 2) принадлежности (*сіроцкая, салаўіныя, птушыныя* и др.), 3) звучания (*шумныя, звонкая, нязвонкая, гулкая* и др.). При помощи эпитетов-существительных (иногда в сочетании с именами прилагательными) слово *песня* (*песні*) описывается с позиций: 1) характера (*песня нядолі, песня слёз, песня родная долі сваей, песня спакою, песні смутку, жалю, песні нуды і журбы* и др.), 2) принадлежности (*песні бяздольніка, песні жаваранкаў, песня маткі* и др.). Эпитеты в ряде случаев сочетаются со сравнениями, в которых употребляется имя существительное *песня*: «*Зазвіні ты, як звон, і удар, як пярун, // Песня наша, як воля, магучая!*» [1, т. 3, с. 193] и др.

Слово *песня* (*песні*) является компонентом сложных существительных, например: *песня-казка, казка-песня, думка-песня, дума-песня, песні-думы*.

Л.И. Евдошина пишет: «В текстах литературных произведений слова действительно могут не только сохранять узуальные значения, но и трансформировать их, усложнять свою содержательную структуру и

приобретать новые семантические оттенки» [10, с. 8]. Этот процесс можно наблюдать на примере имен существительных и глаголов в поэзии Я. Купалы.

В имени существительном *песня (песні)* актуализируются разные семы: 1) ‘колокол’ («Гэй, *песні, гэй, звон Беларусі загнанай!*» [1, т. 1, с. 87]), 2) ‘птица’ («Хай імчыцца наша *песня // Птушкай па-над гай...*» [1, т. 1, с. 90]), 3) ‘богатство’ («*Песня паэту ўсё тут багацце...*» [1, т. 1, с. 98]), 4) ‘жалоба’ («Як *пеў я дагэтуль, так пець не сцураюся, // Жальбою маркоцячы песню сваю...*» [1, т. 1, с. 125]), 5) ‘оружие’ ([аўтарка «Скрыпкі беларускай»] «*Ваюй песняй з цёмнатой*» [1, т. 1, с. 138]), 6) ‘тоска, грусть’ («*Песні мае, песні! // Смуткаў маіх дзеці...*» [1, т. 1, с. 220]) и др.

В рамках концепта «музыка» в поэтическом языке Я. Купалы глаголы и имена существительные приобретают разные семы, например: 1) *граць* – сему ‘петь’ («Як для *света грае лета // Песню спеўную быцця...*» [1, т. 3, с. 211]), 2) *распяваць, адгаласіць, ад’енчыць* – сему ‘играть’ («На *жалейцы сваёй, на гудлівай // Там я песні пачну распяваць...*» [1, т. 1, с. 241], «*Малітву адгалосіць сонейку жалейка...*» [1, т. 3, с. 295], «*Аб шчасці жалейка // Гаротна ад’енча*» [1, т. 5, с. 160]), 3) *дума* – сему ‘песня’ («*I запеў бы там песню, эй, думу сваю...*» [1, т. 1, с. 243]). Эти примеры иллюстрируют связь темы песни и пения с другими темами в структуре концепта «музыка».

Глагол *пець* и его дериваты способен приобретать следующие семантические компоненты в поэзии Я. Купалы: 1) ‘интеллектуальная деятельность’ ([паэты] «*Пяюць аб шчасці, добрай долі, // Аб волі шчырай для людзей...*» [1, т. 1, с. 39] и др.), 2) ‘передача информации’ («Я *табе [касцү – Е.М.] спяю*» [1, т. 1, с. 147] и др.), 3) ‘эмоциональное отношение к объекту’ («*Верабейкава ж дзіцятка // Нада мной пець будзе*» [1, т. 1, с. 229]), 4) ‘эмоциональное отношение к объекту’ и ‘интеллектуальная деятельность’ («*Мяне маці мая не пацешыла родная: // Над калыскай няла аб цяжкай нядолі...*» [1, т. 1, с. 239]), 5) ‘направление’ и ‘передача информации’ («*Пакірую думкі ў тую // Старонку свае, // Скуль з прасветам мне прыветам // Праўда запяе*» [1, т. 1, с. 227]), 6) ‘передача информации’, выраженная

одновременно с наличием прямого дополнения («*І песню табе [дзяўчынка – Е.М.] запяю*» [1, т. 1, с. 340]), названный глагол сочетается с прямым дополнением («*“Раз ішоў тут народ, // Песні дзіўныя пеў...”*» [1, т. 1, с. 41] и др.); глагол *граць* и его дериваты имеют семы ‘интеллектуальная деятельность’ («*Аб славе цуднай граюць сурмы...*» [1, т. 1, с. 37] и др.), ‘передача информации’ и ‘интеллектуальная деятельность’ («*Аб чымсь светлым, аб чымсь новым // Твая [аўтаркі «Скрыпкі беларускай» – Е.М.] скрыпка грае нам...*» [1, т. 1, с. 139]), он способен иметь прямое дополнение («*Ці, ўсеўшыся ціха на прызбе, // Зайграю там песню сваю...*» [1, т. 1, с. 45] и др.).

Ядро концепта «музыка» в поэзии Я. Купалы – семантические компоненты ‘песня’, ‘вокальная деятельность’, ‘вокальные жанры’, ‘музыканты’ – ‘певцы’, ‘певицы’. Ближняя периферия концепта – в понятии песни – семы ‘Родина’ (8), ‘что-то новое’ (8), ‘грусть’ (7), ‘звонкость’ (6), ‘гул’ (5), ‘свобода’ (‘воля’) (5), ‘дикость’ (4), ‘могила’ (4), ‘веселье’ (4), ‘тоска’ (4), ‘сила’ (3), ‘диво’ (3), ‘удаль’ (3), ‘шум’ (3), ‘жалость’ (3), ‘певучесть’ (2), ‘свойские качества’ (2), ‘горесть’ (2), ‘погребение’ (2), ‘страх’ (‘жуть’) (2), ‘слезы’ (1), ‘радость’ (1). Дальняя периферия концепта – в понятии песни – семы ‘колокол’ (5), ‘гром’ (5), ‘мысль’ (4), ‘птица’ (3), ‘криница’ (2), ‘водоворот’ (2), ‘зори’ (2), ‘вихрь’ (1), ‘гимны’ (1), ‘жито’ (1), ‘богатство’ (1), ‘бор’ (1), ‘дети грусти’ (1), ‘дар сердца’ (1), ‘жалость’ (1), ‘коса в траве’ (1), ‘осень’ (1), ‘зима’ (1), ‘растение’ (1), ‘соловей’ (1), ‘удары колоколов’ (1), ‘добродетельница’ (1), ‘ветер’ (1), ‘молодица’ (1), ‘свист’ (1), ‘душа’ (1), ‘наслаждение’ (1), ‘солнце’ (1), ‘воля’ (1), ‘паводок’ (1). Крайняя периферия концепта – семы ‘девушка – соловей’ (1), ‘звон – стон’ (1), ‘пение ветра – свист’ (1), ‘пчелы – музыканты’ (1), ‘музыка – бороны, дождь’ (1), ‘песня и сказка – луч’ (1), ‘голос – струны лиры’ (1), ‘сердце – колокол’ (1).

Самое важное в концепте «музыка» (в песне) для Я. Купалы – национальные мотивы и новизна, печальный характер мелодии, звонкость, гул и свобода, а также громкий звук – уподобление песни колоколу и грому. В

музыке грусть преобладает над радостью (песни – дети грусти), песни сильные, удалые, шумные, иногда становятся неуправляемыми существами. Песня олицетворяется как птица (подчеркивается ее легкость, возможность быстрого передвижения), как мысль (ее интеллектуальный характер – она передает мысли поэта-творца), как вихрь (ее характер – способность к стремительному порывистому движению), как криницу (ее функция – нести людям свет, истину, знание, силу), как колокол, удары колоколов (ее назначение – будить людей, призывать их к борьбе за социальную справедливость), как гимн (ее характер – торжественный, назначение – служить символом социального и национального единства), как жито (ее происхождение связано с родной страной, она символизирует Родину как колос на поле), как богатство (ее аксиологическая характеристика – она бесценна), как гром (ее сила и звучность – такая, что может быть услышана по всей земле), как дар сердца, душа (ее глубинная связь с внутренним миром творца), растение (ее связь с родной почвой) и др.

Таким образом, концепт «музыка» в поэзии Я. Купалы наиболее тесно связан с концептами «поэзия», «эмоции» и «чувства». Тема песни и пения занимает главное место в структуре этого концепта. Это подтверждается названиями стихотворений, связью темы песни и пения с внутренним миром поэта, сочетанием имени существительного *песня* с глаголами разных семантических классов и с разнообразными эпитетами, богатым семантическим содержанием имени существительного *песня*, связью названной темы с другими темами в структуре концепта «музыка» и т.д. Картина мира Я. Купалы имеет музыкальный характер, и она ориентирована на песенность.

Список литературы

1. Купала Я. Збор твораў: у 7 т. – Мінск: Навука і тэхніка, 1972–1976. – Т. 1: Вершы. Пераклады 1904–1907. – 1972. – 536 с.; Т. 2: Вершы. Пераклады 1908–1910. – 1973. – 440 с.; Т. 3: Вершы. Пераклады 1911–1917. – 1973. – 432

с.; Т. 4: Вершы. Пераклады 1918–1942. – 1974. – 592 с.; Т. 5: Паэмы. Пераклады. – 1974. – 592 с.

2. Ляшчынская В.А. Слова ў паэзіі Янкі Купалы; навук. рэд. А.І. Падлужны. – Мінск: Беларус. навука, 2004. – 272 с.

3. Татарінова Т.І. Об особенностях использования обращений в поэтических текстах А. Блока и Я. Купалы // Міжнар. Шамякінскія чытанні «Пісьменнік – Асоба – Час»: матэрыялы III Міжнар. навук.-практ. канф., Мазыр, 27 верасня 2013 г. / М-ва адукацыі Рэсп. Беларусь, УА «Мазыр. дзярж. пед. ун-т імя І.П. Шамякіна»; рэдкал.: А.У. Сузько (адк. рэд.) [і інш.]. – Мазыр, 2013. – С. 259–260.

4. Попова З.Д., Стернин И.А. Когнитивная лингвистика. – М.: АСТ: Восток – Запад, 2007. – 314 с.

5. Алейчанка Ю. Вершаванне Янкі Купалы ў славянскім паэтычным кантэксце // Славянскія літаратуры ў кантэксце сусветнай: да 750-годдзя з дня нараджэння Дантэ Аліг’еры і 85-годдзя Уладзіміра Караткевіча: матэрыялы XII Міжнар. навук. канф., Мінск, 22–24 кастр. 2015 г.: у 2 ч. / Беларус. дзярж. ун-т, Філар. фак.; пад рэд. Г.М. Бутырчык. – Мінск, 2015. – Ч. 1. – С. 199–205.

6. Навуменка І.Я. Кніга адкрывае свет: літ.-крытыч. арт. – Мінск: Маст. літ., 1978. – 304 с.

7. Бароўская І.А. Моўна-вобразныя асаблівасці «Песень на ваяцкі лад» Янкі Купалы // Скарынаўскія традыцыі: гісторыя і сучаснасць: зб. навук. арт.: у 2 ч. / М-ва адукацыі Рэсп. Беларусь, УА «Гомел. дзярж. ун-т імя Ф. Скарыны», Навук.-дасл. ін-т гісторыі і культуры ўсходнеслав. народаў пры ГДУ імя Ф. Скарыны; рэдкал.: А.М. Ермакова (гал. рэд.) [і інш.]. – Гомель, 2015. – Ч. 2. – С. 5–9.

8. Ляшчынская В.А. Карціна свету Янкі Купалы ў метафарычных формулах-архетыпах // Нацыянальна-культурны кампанент у тэксце і мове: матэрыялы докл. III Міжнароднага навуковага канф. пад эгідай МАПРЯЛ, Мінск, 7–9 апр. 2005 г.: у 3 ч. / М-во адукацыі Рэсп. Беларусь, Мін. гос. лінгв. ун-т, Філол. фак. Беларус. гос. ун-та, Беларус. рэсп. фонд фундам. даследаванняў. –

Минск, 2005. – Ч. 1 / редкол.: А.В. Зубов (отв. ред.), С.М. Прохорова (отв. ред.) [и др.]. – С. 170–173.

9. Міхайлава А.У. Канцэпт «музыка» ў паэзіі Я. Купалы // Язык и социум: материалы VI Междунар. науч. конф., Минск, 3–4 дек. 2004 г.: в 2 ч. / М-во образования Респ. Беларусь, Междунар. ассоц. препод. рус. яз. и лит., Белорус. обществ. движение препод. рус. яз. как иностр., Белорус. гос. ун-т, Мин. гос. лингв. ун-т: редкол.: Л. Н. Чумак (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2004. – Ч. I. – С. 299–302.

10. Яўдошына Л.І. Слова ў мастацкім кантэксце: манаграфія: навук. рэд. Г.М. Малажай. – Брэст: БрДУ імя А. С. Пушкіна, 2003. – 125 с.

Коллектив авторов:

Аламанова Э.А., Андрианова Л.П., Баранова А.Ю., Бердалиева Ж.И., Биль О.Н.,
Бобохонов Ф.А., Буланин В.А., Воробьев С.М., Давыдов А.В., Дуник Л.И.,
Ермакова Е.В., Ефремова М.И., Жангазиева Р., Исаенко А.В., Исаенко В.Д.,
Исаенко П.В., Калимгулов А.Р., Крупина Н.Н., Кыдырмаева Н.Ш.,
Михайлова Е.В., Орлова Е.С., Павлова З.Х., Риффель А.В., Рублевская Е.А.,
Самсонова А.В., Сафронич И.Н., Сечин А.А., Стрижаков Д.В.,
Стрижакова Е.Н., Сугак Е.В., Улюкин И.М., Ушаков Е.В., Хазиева Р.Т.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ НАУКИ:
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ**

Монография

Подписано в печать 30.09.2022.

Формат 60х84 1/16. Усл. печ. л. 28,37.

Тираж 500 экз.

МЦНП «НОВАЯ НАУКА»

185002, г. Петрозаводск

ул. С. Ковалевской д.16Б помещ. 35

office@sciencen.org

www.sciencen.org

ISBN 978-5-00174-701-7



9 785001 747017 >