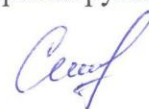


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПЕРМСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
АКАДЕМИКА Е.А. ВАГНЕРА» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи



СЕЛИВАНОВА СВЕТЛАНА АЛЕКСЕЕВНА

**ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И
ОПТИМИЗАЦИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВНУТРЕННЕЙ
СРЕДЫ СИЛЬВИНитОВЫХ СООРУЖЕНИЙ**

14.02.01 – гигиена

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, доцент
Кириченко Л.В.

Пермь - 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ПРИРОДНЫХ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ ЗАПАДНОГО УРАЛА В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	11
1.1. Природные свойства калийных солей Верхнекамского месторождения...	11
1.2. Воздействие естественных факторов калийных рудников на организм животных и человека.....	16
1.3. Применение факторов внутренней среды сильвинитовых сооружений в оздоровлении населения.....	19
1.3.1. Сооружения для сильвинитотерапии и их применение в лечебных целях.....	19
1.3.2. Факторы внутренней среды сильвинитовых устройств.....	26
1.4. Способы повышения терапевтической эффективности сильвинитовых сооружений.....	30
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	35
ГЛАВА 3. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИЛЬВИНИТОВОМ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОМ ПОМЕЩЕНИИ.....	49
3.1. Оценка физических факторов внутренней среды в динамике эксплуатации.....	49
3.2. Исследования хемосорбционных процессов в воздушной среде и на поверхности минерала.....	65
3.3. Изучение изменений микроскопической структуры минерала сильвинита.....	76
ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИЛЬВИНИТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	100
ВЫВОДЫ.....	109

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	111
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	117
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	119
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Внедрение результатов исследований в практическую деятельность.....	141
.	

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Солетерапия, основанная на пребывании пациентов в сооружениях, моделирующих условия калийных рудников, нашла широкое применение в комплексной терапии заболеваний различной этиологии как в России, так и за рубежом [20, 22, 37, 50, 127, 161, 163, 180]. В Пермском крае располагается самое крупное в мире Верхнекамское месторождение калийных солей, основным добываемым минералом которого является сильвинит [46, 66, 127]. При добыче калийных солей в рудничную атмосферу выделяется значительное количество вредных примесей, основными из которых являются оксиды азота и углерода, а также предельные углеводороды [112]. Многолетнее изучение свойств минерала сильвинита позволило установить его физико-химические особенности: высокая тепло- и температуропроводность, наличие в составе природного радиоизотопа К-40, способствующего ионизации молекул воздуха и формированию специфической аэроионизационной среды, присутствие мелкодисперсного многокомпонентного соляного аэрозоля [22, 93, 127]. Анализ литературных данных выявил единичные исследования по массообмену и хемосорбции газообразных примесей соляной породой [71, 72]. Результаты исследований естественных факторов калийных рудников Верхнекамья и их влияния на организм человека позволили внедрить в практическое здравоохранение спелеостационар в действующем руднике, а затем различные типы наземных сильвинитовых сооружений, отличающихся по конструктивным особенностям, интенсивности факторов внутренней среды и режимам эксплуатации [40, 82]. В настоящее время они широко используются в пульмонологии, кардиологии, дерматовенерологии, оториноларингологии, стоматологии и акушерстве в условиях организаций, осуществляющих медицинскую деятельность [104, 127]. При строительстве соляных сооружений должны соблюдаться гигиенические

требования, обеспечивающие пациентам соответствующие условия внутренней среды для поддержания лечебного, санитарно-гигиенического и противоэпидемического режимов. С целью расширения возможностей применения сильвинитовых сооружений в условиях общественных зданий и снижения нагрузки на функционирующие соляные комплексы были разработаны и запатентованы компактные типы устройств (соляное сильвинитовое устройство (ССУ) и сильвинитовое физиотерапевтическое помещение (СФП)). Изменение конструкции позволит размещать их в любом помещении общественных зданий и лечебно-профилактических организаций. Однако, отсутствие должного производственного и санитарно-эпидемиологического контроля за данными сооружениями, нарушение режимов эксплуатации, накопление антропоксинов, влияние факторов окружающей внешней среды способствуют значительному изменению гигиенических условий, приводя к снижению интенсивности основных лечебных факторов и уменьшению терапевтической эффективности данных устройств. Изучение физико-химических процессов, лежащих в основе восстановления факторов внутренней среды наземных компактных сильвинитовых устройств, а также исследование процессов хемосорбции веществ, выделяемых пациентами и поступающих с атмосферным воздухом в воздушную среду при прохождении курсов сильвинитотерапии, позволят оптимизировать условия солелечения и повысить его эффективность.

Степень разработанности темы исследования

В научной литературе подробно описаны основные лечебные факторы наземных соляных сооружений и их положительное влияние на организм человека (Кириченко Л.В. и др., 2006; Дорохов Е.В. и др., 2007; Федорович С.В. и др., 2008; Русанова Е.А. и др., 2010; Черешнев В.А. и др., 2013). В единичных исследованиях изучены изменения интенсивности факторов сильвинитовых сооружений в процессе их эксплуатации (Кириченко Л.В., 2007). Однако, практически не освещены вопросы динамики факторов внутренней среды

компактных форм сильвинитовых устройств и их взаимосвязи со сроком функционирования. В единичных исследованиях отражена способность минерала сильвинита сорбировать в подземных условиях оксиды азота и углерода, образующиеся в результате буровзрывных работ при добыче калийных солей (Красноштейн А.Е., 1976, 1977; Баранников В.Г. и др., 1996). При этом, в современной литературе отсутствуют данные по оценке хемосорбционных процессов в наземных сильвинитовых сооружениях и преобразованиях структуры минерала сильвинита под воздействием факторов окружающей среды. Также не изучалось влияние озона на условия внутренней среды в сооружениях из природного минерала сильвинита. Необходимость решения данных вопросов определила цель и задачи диссертационного исследования.

Цель исследования: разработка и обоснование мероприятий по восстановлению и оптимизации факторов внутренней среды компактных форм сильвинитовых сооружений на основе гигиенических исследований.

Задачи исследования:

1. Изучить гигиенические условия внутренней среды компактных сильвинитовых сооружений в динамике эксплуатации.
2. На основе математического анализа установить причинно-следственные связи между факторами внутренней среды СФП и сроком эксплуатации.
3. Изучить процессы сорбции неорганических и органических веществ сильвинитовыми ограждениями сооружений для солелечения.
4. Оценить изменения микроскопической структуры блоков сильвинитовых сооружений с различным сроком функционирования.
5. Разработать и обосновать мероприятия по восстановлению и оптимизации основных факторов внутренней среды сильвинитовых сооружений.

Научная новизна

Впервые проанализирована динамика факторов внутренней среды в сильвинитовых физиотерапевтических помещениях. Выявлена и проанализирована взаимосвязь между интенсивностью основных лечебных факторов внутренней среды соляных сооружений и сроком их эксплуатации. Проведены исследования хемосорбционных процессов в наземных сильвинитовых сооружениях. Дана оценка микроскопической структуры минерала сильвинита в устройствах из природных калийных солей в динамике их работы. Разработаны и обоснованы методы восстановления и повышения интенсивности факторов внутренней среды сильвинитовых сооружений.

Теоретическая и практическая значимость работы

Проведенные гигиенические и физико-химические исследования позволили расширить знания об особенностях динамики факторов внутренней среды сооружений из природных калийных солей в процессе интенсивной эксплуатации, изменениях структуры минерала в зависимости от срока функционирования соляных устройств. Получены патент на полезную модель «Сильвинитовое физиотерапевтическое помещение», 2014 год; патент на изобретение «Способ лечения хронического катарального фарингита», 2016 год. патент на изобретение «Способ повышения эффективности функционирования сильвинитовых физиотерапевтических помещений», 2019 год. Предложены методы оптимизации работы конструкций из природных калийных солей, способствующие интенсификации факторов внутренней среды; разработано информационно-методическое письмо «Мероприятия по оптимизации внутренней среды сильвинитовых сооружений».

Методология и методы исследования

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО «ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации в рамках комплексной тематики научного направления кафедры коммунальной гигиены и

гигиены труда. Номер государственной регистрации – 115030310051.

Достижение поставленной цели и задач осуществляется совокупностью выполнения гигиенических (описательно-оценочный и аналитический метод), физико-химических (оптические инструментальные), математических и статистических методов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Срок эксплуатации оказывает существенное влияние на интенсивность основных факторов внутренней среды сильвинитовых устройств.

2. В процессе эксплуатации компактных форм сильвинитовых сооружений происходит сорбция поверхностью минерала антропогенных химических веществ, приводящая к изменениям микроскопической структуры сильвинита с последующим снижением уровня лечебных факторов.

3. Предлагаемые методы оптимизации условий внутренней среды сильвинитовых сооружений основываются на результатах углубленных гигиенических и клинико-лабораторных исследований и способствуют интенсификации и поддержанию на оптимальном уровне основных лечебных факторов соляных устройств.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечены комплексным подходом, необходимым объемом и разнообразием научных данных, полученных стандартизированными методами и накопленных за длительный период наблюдения, а также использованием современных гигиенических, физико-химических и статистических методов исследования.

Результаты диссертационного исследования доложены и обсуждены на итоговой научной сессии Пермской государственной медицинской академии им. академика Е.А. Вагнера, г. Пермь, 2013 г.; научной сессии Пермской государственной медицинской академии им. академика Е.А. Вагнера «Навстречу

100-летию высшего медицинского образования на Урале», г. Пермь, 2014 г.; региональной научной конференции «Теоретические и практические аспекты сальвинитотерапии», г. Верещагино, Пермский край, 2014 г.; Международной научно-практической конференции «Основные проблемы современной медицины», г. Волгоград, 2014 г.; Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы и перспективы развития медицины», г. Омск, 2014 г.; научном симпозиуме с международным участием на иностранных языках «Perm medicine in context of international communication in science», г. Пермь, 2016 г.; ежегодной научно-практической конференции «Актуальные проблемы медицины», г. Гродно, 2016 г.; международном симпозиуме «Спелеотерапия: научные основы, достижения, актуальные вопросы», г. Москва, 2017 г.

Апробация диссертационной работы проведена на расширенном заседании кафедр коммунальной гигиены и гигиены труда; общей гигиены и экологии человека; гигиены питания и гигиены детей и подростков; микробиологии и вирусологии; эпидемиологии с курсом гигиены и эпидемиологии ФДПО; общественного здоровья и здравоохранения ФДПО; фтизиопульмонологии; инфекционных болезней ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера (протокол №10 от 25.12.2018 г.).

Внедрение результатов исследований

Результаты исследования внедрены в деятельность научно-производственной компании «Лечебный Климат». Материалы диссертационного исследования включены в программу преподавания раздела коммунальной гигиены (вузовский компонент «Гигиенические основы спелеотерапии») на медико-профилактическом факультете.

Личный вклад автора

Автором лично проведено составление плана, организация и осуществление диссертационного исследования. Доля участия при планировании и организации

исследования включала формулировку цели, задач, составление дизайна работы, выбор изучаемых параметров, определение объема первичного материала, его сбор, обобщение и анализ, внедрение результатов исследования в практику, а также подготовку публикаций. Участие автора в обобщении материалов – 100 %, внедрении результатов исследования – 90 %.

Публикации

Основные положения диссертационного исследования опубликованы в 12 печатных работах, из которых: 1 - в журналах базы Web of Science и SCOPUS, 5 - в рецензируемых научно-практических изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве образования и науки Российской Федерации, 6 - зарегистрированы в базе РИНЦ. По результатам диссертационной работы получены 1 патент на полезную модель и 2 патента на изобретение.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа изложена на 142 страницах машинописного текста, состоит из введения, глав аналитического обзора литературы, описания объектов, материалов и методов исследования, 2 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы. Диссертация содержит 13 таблиц и 26 рисунков. Список литературы включает 185 источников, в том числе 142 отечественных и 43 зарубежных авторов.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ПРИРОДНЫХ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ ЗАПАДНОГО УРАЛА В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Природные свойства калийных солей Верхнекамского месторождения

Спелеотерапия – метод, основанный на благоприятном влиянии на организм человека факторов внутренней среды естественных и искусственных пещер. Широкую популярность спелеотерапия приобрела в Европе (Германия, Австрия, Болгария, Венгрия, Польша, Чехия) и Советском Союзе после Второй мировой войны [7, 20, 22, 27, 37, 111, 125, 127, 129, 140, 144, 154, 168].

Основными направлениями спелеотерапии являются сильвинито- и галотерапия, проводимые в условиях подземных пещер и выработок, а также в наземных сооружениях, различающихся своими конструктивными особенностями и основными строительными материалами (соляной породой) [4, 22, 29, 37, 44, 50, 64, 99, 112, 120, 129, 139, 144, 154, 166, 173, 180].

На сегодняшний день известны несколько типов месторождений солей, отличающихся по своему составу:

1. Месторождения, обусловленные морскими и континентальными соляными озерами: хлоридные – озеро Баскунчак в России; сульфатные – оз. Кара-Богаз-Гол в Туркмении; карбонатные – оз. Серлз в США.

2. Месторождения, представленные пластовыми пологопадающими или куполообразными залежами каменной соли: Славянско-Артемовский пласт на Украине, Илецкий – в Оренбуржье.

3. Субгоризонтальные пластовые залежи и линзы калийных и магниевых солей (сильвинита, галита и карналлита): Верхнекамское, Припятское и Саскачеванское месторождения.

4. Линзообразные, пластово-линзообразные и купольные залежи сульфатно-хлоридных и сульфатных солей, представленных сильвином, полигалитом, каинитом и лангбейнитом: Прикаспийское, Предкарпатское и Северо-Германское месторождения [21, 42, 44, 66, 88, 93].

К крупнейшим в мире разрабатываемым месторождениям калийных солей относят Германское (Германия), Саскачеванское (Канада), Старобинское (Белоруссия) и Верхнекамское (Россия), [46, 80, 102, 147, 160].

Германское месторождение было открыто в тридцатых годах XX века. Имеет большую протяженность. Калиеносные породы характеризуются более высоким содержанием галита по сравнению с калийными солями Западного Урала (цикл Верра: 60 - 65% галита, 15 - 20 % сильвина и 10 - 20 % кизерита). Особенностью месторождения является высокая глубина залегания соленосных горизонтов (в среднем 250 - 300 м, местами до 900 м), трещиноватость породы, что обуславливает быстрое затопление выработок [21, 22, 23, 37, 42, 44, 50, 80, 98, 131].

Залежи соляной породы **Саскачеванского месторождения** Канады состоят из галита, ангидрида, калийных солей и глины. Разрабатываемые горизонты представлены чередующимися пластами каменной соли, сильвинита и карналлита, который в некоторых местах полностью замещает другие компоненты. Сильвинит Саскачеванского месторождения представлен несколькими разновидностями по окраске (от бесцветного и молочно-белого до красного и пестрого), величине зерен (гиганто-крупно- и мелкозернистый с преобладанием последнего) и текстуре, чаще неяснополосчатой. Залежи с небольшой мощностью представлены сильвинитом, который по периферии переходит в карналлитовый сильвинит или каменную соль. В центральной части месторождение сложено карналлитовой породой, которая при перемещении на юг преобразуется в сильвиновую с максимальной концентрацией минерала 30%. Особенностью данного соленосного бассейна является то, что карналлитовые пласты перекрываются сильвинитовыми, что нарушает механизмы естественного

порядка выпадения солей в осадок. Кроме этого, калийные соли Саскачеванского месторождения характеризуются высокой водоносностью и трещиноватостью породы, что приводит к развитию больших размывов, выщелачиванию и обрушению продуктивных горизонтов [44, 80, 102, 98, 131].

Старобинское месторождение открыто в 1949 году и представлено бессульфатными (сильвин-карналлитовыми) калийными солями, глубина залегания которых составляет от 365 до 1355 м. [14, 17, 80]. Сильвинитовая порода данных залежей относится к кирпично-красной, бледно-розовой и оранжево-красной разновидностям с величиной зерен 1- 4 мм. Массовая доля KCl составляет 21,1 - 28, 3 % в пересчете на K₂O 13,39 - 17, 88 % и MgCl₂ – 0, 14 – 0,36%. Добываемый минерал делится на 4 вида: 1) массивный сильвинит – более 75 % KCl с включениями галита и глины; 2) сильвинит-галит полосчатой текстуры (50-75 % KCl); 3) порода с вкраплениями сильвинита (KCl 10-15 %); 4) галит с примесью сильвина (KCl до 10 %). Особенности калийных солей Беларуси являются: процесс образования, который обусловлен выпадением солей из несодержащей сульфат-иона метаморфизованной рапы, очень маленькое содержание подземных вод и развитие значительных разрывных нарушений, исчерчивающих всю соляную толщу [20, 33, 34, 42, 44, 49, 67, 76, 77, 84, 88, 96, 98, 120, 131, 166].

Верхнекамское месторождение калийных солей было открыто в 1925 году. Соляной бассейн находится в северо-восточной части Пермского края в Соликамской впадине Предуралья Краевого прогиба. Месторождение вытянуто на 200 км с севера на юг, ширина - 50 км. Общая площадь многопластовой залежи калийно-магниевой породы составляет до 3,5 тыс. км² [19, 42, 44, 46, 47, 119].

Особенности климатических условий в период образования минерала оказали влияние на его состав и структуру. Основной слой выработки состоит из сильвинитового (нижний) и сильвинит-карналлитового (верхний) горизонтов мощностью 150 м. Нижний слой представлен пластами красных сильвинитов

(КрI, КрII, КрIII) в чередовании с полосчатыми (А). В среднем толщина залегающих руд достигает 5,3 м, каменной соли – до 2,3 м. Красные сильвиниты по размеру зерен относятся к мелко- и среднезернистым, а по текстуре – к слоистым и почти слоистым. Сильвиниты пласта А имеют полосчатую текстуру, в нижней части представлены темно-красными разновидностями минерала, в верхней – бледно-розовыми и белыми, прослойки между ними составляет мелкозернистый голубой галит [42, 44, 46, 66, 74, 88].

Сильвинит-карналлитовый горизонт мощностью 60 м разделен на 9 пластов, в большей части состоящих из карналлитовой руды и участков пестрых сильвинитов с включением бесцветной каменной соли. Карналлитовая порода представлена зернами минерала угловатой и округлой формы желтого или оранжевого цвета, которые объединены вкраплениями галита. Пестрые сильвиниты состоят из крупных молочно-белых зерен минерала в сочетании с бесцветной каменной солью. Специфический пестрый облик породы связан с тонким чередованием слоев сильвина и каменной соли. На отдельных участках из карналлита выщелачивался хлорид магния, преобразуя его во вторичный сильвинит [42, 46, 74, 80, 88].

На сегодняшний день ведутся выработки пластов КрII, А и Б. Содержание K_2O в КрII составляет в среднем 19,08 %, в пласте АБ – 23,94 %, нерастворимый остаток - не более 3%. В рудах этих пластов также выделяют небольшие количества брома, акцессорных радиоактивных элементов, рубидия, никеля, стронция [74, 80, 86, 112].

Минерал сильвин, входящий в состав сильвинита, представлен отличающимися по гранулометрии, химическому и морфологическому составу зернами различной окраски (от молочно-белой до сургучно-красной). Содержание KCl в монокристаллах достигает 99,3%. Соляные породы сухие, но в незначительном количестве содержат включения рассолов и межкристаллические воды [42].

Калийные соли Западного Урала в сравнении с солями других месторождений имеют ряд отличительных характеристик. Сильвинитовой породе Верхнекамья присуща значительная крепость, что влияет на дисперсность солевых компонентов и глубину проникновения в дыхательные пути горнорабочих (до 85% частиц размером не более 2 микрон). Сильвинит данного месторождения обладает высокой гигроскопичностью, растворимостью и теплоемкостью, воздействуя на микроклимат внутри выработки. За счет массообменных механизмов между воздухом и соляным массивом температура внутри выработки характеризуется субнормальными величинами, а относительная влажность находится на низком уровне в течение всего года [46, 74, 80, 127]. Природные калийные соли Западного Урала способны активно сорбировать из рудничной атмосферы вредные газообразные примеси, образующиеся при работе технологического оборудования и буровзрывных работах, путем протекающих одновременно независимых процессов – конвективно-диффузионного массопереноса примесей из потока воздуха к соляным поверхностям и массопередачи газовой примеси воздуха поглощающей поверхностью [69, 70, 71, 72, 112]. Радиоизотоп К-40, входящий в состав сильвинита Верхнекамского месторождения, способствует ионизации воздушной среды, создавая в подземных полостях благоприятную аэроионизацию с преобладанием легких отрицательно заряженных ионов. Постоянным компонентом воздуха выработок является высокодисперсный аэрозоль сильвинита, состоящий из KCl (20-42 %) и NCl (52-77%), который глубоко проникает в дыхательные пути благодаря своим размерам (до 2 мкм). Рудничная атмосфера обладает высокой степенью бактериальной чистоты из-за способности минерала к элиминации микроорганизмов и поллютантов [127].

Данные особенности калийных солей Верхнекамья послужили основой для обширных гигиенических и физиологических исследований по изучению влияния факторов подземной среды Верхнекамского месторождения на организм животных и человека [10, 112].

1.2. Воздействие естественных факторов калийных рудников на организм животных и человека.

Изучение влияния факторов калийных рудников Западного Урала на живые организмы осуществлялось путем проведения натурального эксперимента на первом этапе - с лабораторными животными, на втором – с участием человека [10, 112, 127].

Физиологическая оценка воздействия рудничной атмосферы на функциональные системы лабораторных животных проводилась на белых крысах, которых помещали на исходящих вентиляционных воздушных струях (прошедших через всю выработку, в результате чего воздух очищался от примесей и насыщался отрицательными ионами и аэрозолем сильвинита). Эксперимент проводили в 2 фазы. Длительность первой фазы составила 10 дней. За это время функциональных изменений в состоянии лабораторных животных отмечено не было. Это послужило основой для проведения второй фазы изучения влияния среды калийного рудника на основные системы организма крыс в динамике [10].

Функциональное состояние животных оценивали в конце 1, 2, 3 и 4 недель экспозиции. Вялость, снижение двигательной активности, отмеченные на первой неделе наблюдения, были обусловлены резким изменением привычной среды обитания крыс. Эти явления прошли ко второй неделе опыта. В конце эксперимента активность животных возросла, как и масса тела. Было установлено, что пребывание их на исходящих воздушных струях не изменяло общее состояние, также не отмечалось функциональных сдвигов со стороны сердечно-сосудистой и нервной систем. У животных было выявлено улучшение параметров внешнего дыхания: увеличение дыхательного объема и соответственно минутного объема дыхания при одновременном урежении ЧДД. Исследования гистологического материала основных органов не обнаружили

значительных изменений их морфологической структуры [10, 112, 127]. Таким образом, факторы внутренней среды калийных рудников Верхнекамья положительно воздействовали на дыхательную систему лабораторных крыс. Это послужило основанием для дальнейшего изучения подземной среды с целью применения ее в лечебной и профилактической практиках [10].

Оценку влияния шахтных условий на организм человека проводили в специально пройденной изолированной от вентиляционного штрека тупиковой выработке на добровольцах (время экспозиции – 6 часов ежедневно). Объем воздуха на 1 человека составлял 12 м³. При этом параметры микроклимата не имели значительных изменений. Основные компоненты воздуха (кислород и углекислый газ) изменялись несущественно. Сдвигов в функциональных системах (ДС, ССС, НС) не наблюдалось. Группы добровольцев жалоб не духоту и неприятные ощущения не предъявляли. По результатам исследований было высказано предположение о возможности использования выработок калийных рудников Верхнекамского месторождения в медицинских целях для лечения заболеваний органов дыхания аллергической этиологии [112, 127].

На базе спелеотерапевтического отделения больницы №2 г. Березники был построен подземный стационар, функционировавший в условиях действующего калийного рудника и располагавшийся на глубине 280 м от земной поверхности. Он был рассчитан на одновременное пребывание 30 больных и включал в себя следующие помещения: 2 палаты на 2-х и 6 палат на 4 пациентов, кабинеты врача, медсестры, вестибюль. Больные ежедневно по 12 часов (с 20 часов до 8 часов утра) в течение 18-23 дней находились в подземном стационаре, а в дневное время - в пульмонологическом отделении больницы. Лекарственные препараты использовались только для купирования острых приступов удушья [9, 10, 104, 112].

В условиях спелеолечебницы на организм пациентов воздействовал комплекс факторов внутренней среды: стабильный субнормальный микроклимат с температурой воздуха до 10°С в летнее время (без подогрева воздухоподающего

ствола) и повышенной относительной влажностью (55-85%); несколько повышенное относительно нормального атмосферное давление; радиационный фон, способствующий ионизации воздуха (количество ЛОА и ЛПА в среднем составляло $550 \pm 10,5$ ион/см³ и $580 \pm 7,5$ ион/см³ соответственно); гипоаллергенная среда за счет способности сильвинитовой породы сорбировать аллергены, загрязняющие воздух вещества, снижать рост микроорганизмов; отсутствие внешних раздражителей (звуковых, световых и др.) [9, 14, 127].

Положительное влияние лечебных факторов подземного стационара на пациентов с заболеваниями дыхательной системы аллергической этиологии (бронхиальная астма, хронический обструктивный бронхит, поллинозы и риносинусопатии в период ремиссии), проявляющееся улучшением параметров внешнего дыхания, послужило основой для дальнейшей разработки метода спелеотерапии в Пермском крае и началу строительства в 1988 году на базе шахты Четвертого Березниковского Рудоуправления (БКЗ-3) новой крупной спелеолечебницы [22, 112]. Здесь были предусмотрены терренкуры, залы ЛФК и психологической разгрузки. Палаты были выполнены либо в виде тупиковых камер, либо оборудованы сквозной вентиляцией, что расширяло возможности проведения процедур. Лечебные корпуса по проекту размещались на 2 горизонтах: в подстилающей каменной соли (галит) и сильвинитовом пласте «Красный II», что позволило бы сравнить эффективность гало- и сильвинитотерапии. Особенностью данного сооружения являлся комплекс по подготовке воздуха, который представлял собой систему перпендикулярно расположенных выработок, поддерживающую, таким образом, благоприятную аэроионизацию воздушной среды и оптимальный микроклимат. Строительство комплекса было окончено в 1990 году, но в эксплуатацию его так и не ввели [127].

В других странах калийные выработки для медицинских целей применяются ограниченно. Так, соляные выработки Германии практически не используются для спелеотерапии из-за недостаточной или недоказанной эффективности [37, 55, 125, 156, 159, 163, 164, 168, 174, 175]. Исключением

составляет шахта Шенебек близ Магдебурга. Здесь в 2 галереях соляной штольни оборудован санаторий для лечения заболеваний дыхательной системы и кожи. Внутренняя среда характеризуется низкой температурой (около 10°C) и высокой относительной влажностью воздуха (в среднем 90%), повышенным содержанием CO₂, гипоаллергенными условиями [148, 150, 155, 157, 159, 161, 162, 163, 164, 168, 170, 179, 185]. В Канаде данный вид натуротерапии не имеет развития из-за отсутствия доказательной базы положительного влияния внутренней среды отработанных соляных полостей на организм человека. Лишь в Беларуси спелеотерапия нашла широкое распространение, что подтверждается открытием в 1990 г. Республиканской больницы спелеолечения, расположенной в г. Солигорске и подчиненной Министерству здравоохранения страны. Спелеобольница на 120 коек представляет собой подземный комплекс на глубине 420 м, состоящий из палат для сна, нескольких залов для оздоровительных мероприятий, процедурных, комнат отдыха, вспомогательных помещений. Внутренняя среда сооружения характеризуется низким содержанием микроорганизмов (до 10 единиц на м³) и аллергенов, постоянной температурой воздуха на уровне 16°C. Ежегодно здесь проходят лечение до 2000 тыс. пациентов с заболеваниями дыхательной системы и аллергического генеза [7, 20, 21, 29, 37, 67, 68, 76, 77, 99, 120, 124, 166].

1.3. Применение факторов внутренней среды сильвинитовых сооружений в оздоровлении населения

1.3.1 Сооружения для сильвинитотерапии и их применение в лечебных целях

Спелеотерапия в подземном стационаре была связана с рядом сложностей: трудность строительства и оборудования в калийном руднике; соблюдения

соответствующего санитарно-эпидемиологического режима; ограничения в использовании по возрасту; удаленность от мест жительства некоторых пациентов; повышенная нагрузка из-за ограниченной вместимости [9, 112]. С целью решения данных проблем проф. Баранниковым В.Г. с соавторами была разработана климатическая камера для солелечения, позволяющая моделировать на наземной поверхности условия рудника (авторское свидетельство № 1068126, 1984 г.). В ее состав входили: палата, ограждающие поверхности которой были оборудованы соляными блоками; шлюзовая камера, снижающая вероятность проникновения в палату загрязненного воздуха; фильтр-насытитель с дробленным сильвинитом; кондиционер; воздуходувка; глушитель шума; регулятор давления с заслонкой. Толщина соляных блоков составляла 60 см в соответствии с рассчитанной по интенсивности естественной радиоактивности толщиной массива горных пород [61].

Применение климатической камеры позволило значительно снизить расходы на строительство и эксплуатацию соляных конструкций, увеличить количество принимаемых пациентов, сэкономить время на лечение в сравнении с подземной спелеолечебницей [14, 117]. Первая подобная камера была построена в г. Соликамск Пермской области в 1989 году и использовалась для лечения больных с заболеваниями дыхательной системы аллергической этиологии. Составными элементами палаты были сильвинитовые блоки пласта Красный-II Верхнекамского месторождения калийных солей, пол – насыпь измельченного сильвинита, потолок – деревянный. В комплектацию также входили системы вентиляции и воздухоподготовки. Конструкция позволила создать условия внутренней среды: температура воздуха - 18-20°C с относительной влажностью – 48-68%; концентрация соляного аэрозоля не более 0,07 мг/м³, легких отрицательных аэроионов – 1500 ион/см³; содержание углекислого газа - 0,01-0,06%, микроорганизмов – не более 1000 в 1м³ [61, 127].

В процессе внедрения и эксплуатации климатической камеры был выявлен основной ее недостаток: размеры и масса сильвинитовых блоков ограничивали

использование в лечебных учреждениях и снижали полезный объем внутреннего пространства [62].

Для расширения возможностей использования климатической камеры в медицинских организациях было предложено изготавливать соляные ограждения в виде слоистых плиток, которые были меньше по объему и массе. Их эффективность в комплексной терапии заболеваний дыхательной системы была доказана физиолого-гигиеническими исследованиями [63].

В последующем была разработана соляная камера из высокопористых блоков, состоящих из сильвинитовой крошки небольшого размера (до нескольких миллиметров) и закрепленных на несущем деревянном каркасе. Однако, на их строительство требовалось значительное время [127].

Следующим этапом разработки усовершенствованных устройств из природного минерала сильвинита было использование в строительстве прессованной солеплитки, которая удешевляла процесс монтажа сооружений. Это послужило основой создания больших по объему спелеокомплексов, а также стало возможным оборудовать данные устройства не только на первых этажах зданий [15, 16, 17].

На сегодняшний день в организациях, осуществляющих медицинскую деятельность, в основном эксплуатируют соляную микроклиматическую палату «Сильвин» (СМП «С») и соляную микроклиматическую палату «Сильвин-Универсал» (СМП «С-У») [17, 30].

Сильвинитовая микроклиматическая палата «Сильвин» на 100 % выполнена из минерала сильвинита. Для микроклимата СМП «С» были характерны постоянные значения температуры и относительной влажности воздуха (20-22°C и 40-50% соответственно); скорость движения воздушного потока составляла 0,1 м/с, а температура ограждающих поверхностей 16-17°C. Радиационный фон находился на уровне 0,17-0,18 мкЗв/час, не превышая предельно допустимых значений. Концентрация ионов с отрицательной полярностью составляла 600-800 ион/см³, положительной полярностью – 350-400 ион/см³, коэффициент

униполярности был меньше единицы. Содержание соляного аэрозоля в воздухе СМП «С» - 0,2-0,3 мг/м³ [12, 13, 16, 17, 24, 55, 79].

В СМП «С» проходили терапию пациенты с бронхолегочными и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Физиологические, клинические и лабораторные исследования выявили у пациентов улучшение легочной вентиляции и функций внешнего дыхания, усиление выведения секрета из дыхательных путей в результате интенсификации работы реснитчатого эпителия [8, 11, 14, 21, 22, 35, 64, 87, 109, 112, 149, 168, 181, 182]. За счет противовоспалительного эффекта калийных солей восстанавливались до нормальных значений частота дыхания, жизненная емкость легких, показатели функциональных проб Штанге и Генча [1, 12, 45, 50, 75, 76, 110, 127, 144, 171, 176, 177, 185]. Внутренняя среда СМП «С» положительно воздействовала на гемодинамику малого круга кровообращения. Применение основных лечебных факторов сильвинитовой микроклиматической палаты в комплексной терапии пациентов с ишемической болезнью сердца после оперативного вмешательства улучшало функциональные возможности сердечно-сосудистой системы, способствовало снижению потребности сердечной мышцы в кислороде, усилению кровенаполнения коронарных сосудов и снабжения кислородом миокарда: уменьшалось артериолярное сопротивление, увеличивалась скорость медленного изгнания и отток венозной крови из сосудов малого круга кровообращения [12, 52, 59, 64, 126, 127, 133, 141].

Поверхности стен соляной микроклиматической палаты «Сильвин - Универсал» выполнены двойными, с внутренней стороны ограждения покрыты кусочками сильвинита эталонной формы, а с наружной – гладкие, обработаны влагостойким покрытием. Особенности конструкции в несколько раз увеличивают площадь реакционной поверхности стен и препятствуют накоплению бытовой пыли на них. Для усиления подачи в палату сухого многокомпонентного соляного аэрозоля между сборно-разборной поверхностью оболочки стен палаты установлен соляной фильтр-насытитель. Показатели внутренней среды СМП «С-У»: температура воздуха 20-22°C, относительная

влажность 50-55%, температура ограждающих поверхностей 17-18°C и скорость движения воздуха 0,1-0,2 м/с; радиационный фон – 0,18-0,19 мкЗв/час; концентрация легких отрицательных аэроионов 1300-1700 ион/см³, ионов с положительной полярностью – 300-400 ион/см³; содержание сильвинитового аэрозоля в воздухе 0,1-0,2 мг/м³ [104, 106, 107].

Основным направлением применения СМП «С-У» в лечебной сфере является минералопрофилактика различных нозологий дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Увеличение площади соляной поверхности способствовало статистически значимому снижению у пациентов частоты дыхания и сердечных сокращений в сравнении с исходными показателями. Кардиореспираторный индекс достигал нормы к окончанию курсов минералопрофилактики ($4,1 \pm 0,01$ балла). У практически здоровых лиц отмечалась стабилизация значений основного обмена [38, 40, 41, 58, 104, 106, 108, 140].

Размещение СМП в организациях, осуществляющих медицинскую деятельность, несмотря на их выраженную терапевтическую эффективность, связано с отдельными трудностями: недоброкачественность и непрофессионализм в строительстве и эксплуатации, низкий санитарно-гигиенический контроль за факторами внутренней среды, коммерциализация метода, проблемы размещения в структуре лечебных учреждений. Данные обстоятельства послужили основой для создания компактных форм сильвинитовых сооружений, отличающихся по интенсивности факторов и возможностям размещения в лечебных и общественных учреждениях [127].

Соляное сильвинитовое устройство (ССУ) – сооружение, конструктивной особенностью которого является облицованная сильвинитовыми блоками прикроватная поверхность стен больничной палаты. Для направленного движения воздуха на сильвинитовые панели в нижней части сооружения имеется выполненный из плиток калийной соли воздухопровод. Параметры внутренней среды ССУ: все показатели микроклимата находились на уровне оптимальных значений, радиационный фон составлял 0,15-0,16 мкЗв/час, концентрация ЛОА в воздухе –

650-700 ион/см³, ЛПА – 150-200 ион/см³, коэффициент униполярности был меньше единицы. Содержание селвинитового аэрозоля в воздухе палаты составляло 0,01-0,02 мг/м³ [14, 27, 115].

ССУ применялись в комплексном лечении плацентарной недостаточности у беременных женщин. В результате использования факторов внутренней среды ССУ уменьшались проявления синдрома задержки развития плода, маточно-плацентарное сопротивление, нормализовались параметры околоплодных вод в качественном и количественном отношении. Сокращались сроки пребывания беременных в стационаре. Также отмечалось положительное влияние селвинитотерапии на функциональное состояние новорожденных, их рост и вес [12, 26, 54, 92, 103, 115].

Физиотерапевтический селвинитовый кабинет (ФСК) представляет собой помещение, оборудованное 2 соляными селвинитовыми устройствами, что позволяет усилить лечебный эффект на организм пациентов. Он рассчитан на одновременное пребывание 2 пациентов. Параметры внутренней среды ФСК: оптимальный микроклимат, радиационный фон 0,17-0,18 мкЗв/час, содержание легких отрицательных ионов – 800-850 ион/см³, легких положительных – 200-250 ион/см³, концентрация селвинитового аэрозоля 0,02-0,03 мг/м³ [105].

ФСК используется также, как и СМП «С-У», в поликлинических условиях для повышения защитных сил у лиц, страдающих хроническими заболеваниями дыхательной и сердечно-сосудистой систем, в период ремиссии. Применение ФСК для минералопрофилактики позволяет снизить экономические затраты на лечение [40, 41, 104, 105, 106, 108, 111].

Лечебные соляные экраны (ЛСЭ) – это панели из блоков калийных солей, которые встраиваются в поверхность стен палат стационаров (минимальная площадь на 1 пациента – 2м²). Параметры микроклимата соответствуют оптимальным значениям, радиационный фон не превышает норм радиационной безопасности, в палате создается благоприятная аэроионизационная обстановка [121].

ЛСЭ использовались в лечении пациентов с дерматологической патологией (атопический дерматит и вульгарный псориаз). Клиническая ремиссия наступала в 60,0% случаев, в 40,0% - отмечались небольшие очаги эритемы на отдельных участках кожи. Наблюдалось значительное снижение индекса SCORAD. У пациентов с вульгарным псориазом улучшалось качество жизни по данным индекса PASI. Псориатические высыпания разрешались опережающими темпами. Клиническая ремиссия наступала в 65,0% случаев, улучшение – в 35,0% случаев [8, 28, 31, 39, 56, 59, 60, 65, 78, 113, 114, 123, 124, 143, 146, 184].

Включение сальвинитотерапии с помощью ЛСЭ в комплексное лечение заболеваний дыхательной системы аллергической этиологии у детей способствовало активизации костного кроветворения, стимуляции неспецифической резистентности, снижению гиперсенсibilизации. Помимо этого, ЛСЭ оказывали положительное влияние на биохимический состав крови и улучшали функциональное состояние органов дыхания: повышалась жизненная емкость легких и показатели функциональных проб с задержкой дыхания [3, 8, 25, 31, 43, 51, 57, 75, 129, 130, 143, 168, 184].

Таким образом, в организациях, осуществляющих медицинскую деятельность (стационары, поликлиники, санатории-профилактории) функционируют сальвинитовые сооружения, отличающиеся по конструктивным особенностям, интенсивности факторов внутренней среды, режимам эксплуатации. При строительстве данных устройств из природных калийных солей должны соблюдаться гигиенические требования, предъявляемые к соляным комплексам, обеспечивая пациентам соответствующие условия внутренней среды для поддержания лечебного, санитарно-гигиенического и противоэпидемического режимов [10, 103]. Поэтому в общественных зданиях их использование ограничено. С целью расширения возможностей применения сальвинитовых сооружений в условиях общественных зданий и облегчения санитарно-гигиенического контроля за ними было разработано и запатентовано устройство, которое направлено на удешевление и упрощение конструкции (размещение в

изолированном помещении на любом этаже здания) - сальвинитовое физиотерапевтическое помещение.

1.3.2. Факторы внутренней среды сальвинитовых устройств

В условиях сооружений из природных калийных солей на организм пациентов воздействует комплекс факторов внутренней среды: несколько повышенный относительно естественного уровень радиационного фона, который способствует аэроионизации воздушной среды, наличие многокомпонентного мелкодисперсного сальвинитового аэрозоля, оптимальный микроклимат, гипоаллергенная среда [11, 13, 31, 50, 79, 94, 107, 112, 122, 136, 151, 153, 158].

При многолетнем изучении исходных значений составляющих внутренней среды наземных соляных сооружений было выявлено, что при высоком содержании в конструкции сооружения сальвинита возможно обеспечить стабильный микроклимат во все сезоны года даже без использования систем воздухоподготовки и кондиционирования за счет высокой теплоемкости солей [9, 15, 24, 135]. При невозможности сохранить в сооружениях из калийных солей оптимальные значения микроклимата используют различные способы его коррекции: проветривание, приточно-вытяжная вентиляция, кондиционирование [2, 30, 55, 95, 116]. Применение различных методов сохранения условий микроклимата на должном уровне обусловлено изменением его в процессе сеанса солелечения. Так, в динамике сеансов повышаются температура и относительная влажность воздуха, незначительно – температура ограждающих поверхностей, оставаясь на оптимальных значениях. Однако это может привести к снижению качества основных лечебных факторов солелечения [55, 127].

Радиационный фон в сальвинитовых сооружениях, обусловленный входящей в минерал смесью изотопов хлоридов калия и основного из них - К-40,

превышает естественный радиационный фон Земли. Слабое γ -излучение сильвинита приводит к ионизации молекул воздуха и расщеплению их на легкие отрицательные и положительные аэроионы. При этом было установлено, что на уровень радиационного фона в соляных устройствах значительное влияние оказывали сезоны года: в теплый период года он был существенно выше, чем в холодный [13, 127].

Под действием излучения радиоизотопа К-40 часть молекул воздуха превращается в первичные положительные и отрицательные аэроионы с очень малым периодом жизни. Путем дальнейших преобразований к первичным аэроионам присоединяются несколько газовых молекул воздуха и образуются легкие аэроионы, которые могут взаимодействовать с ядрами конденсации, оседая на них, и превращаясь в тяжелые аэроионы (положительные и отрицательные). Суммарная концентрация аэроионов отражает степень ионизации воздуха, а коэффициент униполярности, рассчитываемый как отношение суммы отрицательных аэроионов к положительным, указывает на благоприятность этого состава [5, 55, 112].

В сооружениях из природных калийных солей, несмотря на пребывание пациентов, сохраняется благоприятная аэроионизация воздушной среды с преобладанием легких отрицательных аэроионов. При воздействии аэроионов на организм человека снижается нервная возбудимость, сон становится более глубоким и стабильным, повышается общий тонус. Клинически отмечается улучшение оксигенации крови, тканевого дыхания, кроветворения. Кроме этого, отрицательные ионы способны проявлять бактериостатическое и антиоксидантное действия. Снижается нагрузка на эндокринное звено гомеостаза за счет уменьшения выраженности или ликвидации патологических сдвигов на клеточном уровне в иммунной, нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной системах [55, 48, 81, 109, 112, 122, 127, 136, 167, 172, 183].

В ходе ряда исследований по выявлению влияния на аэроионизацию и радиационный фон продолжительности сеанса было установлено, что

аэроионизационная обстановка зависела от длительности процедуры и количества пациентов, характеризуясь значительным снижением легких отрицательных аэроионов к концу процедуры, при этом оставаясь на терапевтически значимом уровне. При изучении аэроионного состава воздуха была определена оптимальная продолжительность сеансов сильвинитотерапии (1 час), что позволило снизить нагрузку на сооружения и увеличить срок их эксплуатации [24, 38, 55, 127].

Многокомпонентный мелкодисперсный соляной аэрозоль с размером частиц до 0,5 мкм, содержащий хлориды К, Na и Mg, оказывает на организм пациентов противовоспалительное, десенсибилизирующее, иммуномодулирующее действия, улучшает настроение и стабилизирует эмоциональное состояние пациентов, способствует разжижению мокроты и усилению ее отведения из бронхов. Местное воздействие аэрозоля опосредованно улучшает общую защиту организма [13, 22, 97, 107, 109, 112, 136, 152, 165, 178]. Высокая дисперсность аэрозольных компонентов способствует их глубокому проникновению в нижние отделы дыхательных путей и усилению терапевтического эффекта. Изучение динамики содержания аэрозоля минерала на протяжении сеансов и курсов сильвинитотерапии не выявило существенных изменений его концентрации и превышения допустимых значений [55, 127].

В соляных сооружениях создается гипоаллергенная среда за счет элиминации микроорганизмов и аллергенов (бактерицидный и фунгицидный эффект калийных солей). Кроме этого, соблюдение режимов посещения сооружений помогает предотвратить избыточную бактериальную нагрузку на внутреннюю лечебную среду для нормального протекания процессов восстановления основных действующих терапевтических факторов [15, 24, 38, 55, 79, 95, 127].

Многочисленными исследованиями в Верхнекамском руднике было установлено, что калийные соли обладают способностью к активной хемосорбции основных примесей рудничной атмосферы (оксидов азота, углерода, альдегидов, предельных углеводородов), что приводит к естественной нейтрализации

значительного количества газов, образующихся во время работы шахтного оборудования. В основе физико-химического процесса поглощения газов соляным массивом лежат 2 независимых процесса: поперечный массоперенос примесей из центра потока к сорбирующим поверхностям и массопередача веществ воздуха поглощающим поверхностям. Эти процессы во многом будут зависеть от аэродинамической характеристики потока и свойств газов в нем. Изучение внутренней структуры минерала выявило наличие внутри кристаллов и в межкристаллическом пространстве «хемогенной» обезвоженной биомассы белковых тел, активно взаимодействующих с оксидами углерода и азота. Интенсивность сорбционных свойств соляной породы зависит от сорбата: пары воды, диоксид азота, хлор, сероводород, соляная кислота, диоксид углерода, аммиак, оксид азота, метан, оксид углерода, водород. Соляной поверхностью в первую очередь поглощаются водяные пары, затем другие примеси. Образуются полимолекулярные слои воды, растворяющие поверхность сильвинита. При взаимодействии с диоксидом азота образуются азотистая и азотная кислоты, которые реагируют с соляной кислотой и образуют нерастворимые соединения (нитраты). Обменные реакции ускоряются под действием ионизирующего излучения изотопов калия, выступающего как катализатор хемосорбционных процессов. При этом, чем выше концентрация примесей в воздухе, тем интенсивнее происходит их поглощение соляной поверхностью [70, 71, 72, 112, 127].

Таким образом, в процессе активной эксплуатации сильвинитовых сооружений с полной облицовкой стен калийными солями происходит изменение соотношения основных лечебных факторов, что может приводить к уменьшению терапевтической эффективности данных устройств. Анализ литературных данных по тепло-массообмену и хемосорбции соляной породы выявил единичные исследования данных процессов в подземных условиях [90]. Недостаточное внимание уделено вопросам изменения уровня радиационного фона в зависимости от колебаний естественного. Изучение физико-химических процессов, лежащих в основе восстановления лечебных факторов внутренней

среды наземных компактных сильвинитовых устройств требуется для оптимизации работы данных конструкций.

1.4. Способы повышения терапевтической эффективности соляных сооружений

В процессе проведения солетерапии изменяется соотношение лечебных факторов соляных сооружений, которое требует проведения профилактических мероприятий по их коррекции. Среди основных мер по поддержанию показателей внутренней среды устройств из калийных солей на необходимом уровне можно выделить мероприятия, направленные на повышение содержания аэроионов; восстановление концентрации многокомпонентного мелкодисперсного соляного аэрозоля; сохранение оптимальных параметров микроклимата; поддержание чистоты воздушной среды [2, 22, 55, 116].

В качестве средств и методов улучшения аэроионизационного фактора могут быть использованы искусственные аэроионизаторы (например, электрический коронный ионизатор, лампа Чижевского), применение приточно-вытяжной вентиляции и разработка режимов эксплуатации соляных сооружений (соотношение сеансов сильвинитотерапии и перерывов между ними для естественного накопления аэроионов), а также механическая зачистка реакционной поверхности минерала сильвинита [127].

Принцип работы электрического коронного ионизатора заключается в создании коронного разряда и электростатической эмиссии, которые приводят к образованию потока электронов, ионизирующих молекулы кислорода, создавая поток отрицательных аэроионов. Лампа Чижевского представляет собой электроэффлювиальный ионизатор, который состоит из системы стержней, соединенных с высоковольтным источником энергии отрицательного знака. При

этом, чем острее концы стержней, тем выше поток электронов, ионизирующих воздух и меньше вероятность образования озона [5, 81, 128, 137]. Данные способы повышения аэроионизации имеют ряд недостатков: быстрое нарастание концентрации легких отрицательных ионов выше нормируемых значений; резкое падение количества легких отрицательных аэроионов после отключения ионизаторов и повышение содержания положительных аэроионов при увеличении уровня CO_2 в воздухе помещений.

Для снижения неблагоприятных последствий применения аэроионизаторов и восстановления необходимого уровня аэроионизации в соляных сооружениях может применяться система приточно-вытяжной вентиляции. В результате проведенных исследований было установлено, что уже через 20 минут после начала сеансов солелечения концентрация легких отрицательных аэроионов уменьшалась и нарастало содержание положительных ионов. К концу сеансов сильвинитотерапии соотношение положительных аэроионов к отрицательным превышало единицу, указывая на неблагоприятное качество аэроионизационной среды в соляных сооружениях. Изучение изменения уровня аэроионизации позволило предложить схему работы приточно-вытяжной вентиляции для поддержания терапевтически значимой концентрации отрицательных ионов: перед каждым сеансом необходимо включать приточный режим продолжительностью 10 минут, а через 50 минут сеанса солелечения – и приточную, и вытяжную систему на 10 минут. Для предотвращения накопления антропоксинов в воздухе соляных устройств и возможности естественного накопления аэроионов количество двухчасовых сеансов в течение суток не должно превышать 3 [24, 55, 127].

Механическая зачистка реакционной поверхности сильвинитовых панелей проводится специальным оборудованием и заключается в снятии поверхностного «омыленного» слоя на глубину 0,1-0,2 мм. Этот способ позволяет повысить аэроионизацию в 1,5 раза, что иногда бывает недостаточно для восстановления

концентрации легких отрицательных аэроионов до терапевтически значимых уровней [15, 55, 127].

Основным способом поддержания концентрации соляного аэрозоля на постоянном уровне является использование галогенераторов и фильтров-насытителей. Галогенераторы в обязательном порядке устанавливаются в галокамерах. В их устройство входит система осушки и фильтрации воздуха, за счет функционирования которых в устройстве создается «кипящий слой» ионов NCl , результатом чего является поступление в помещение воздуха, насыщенного мелкодисперсным соляным аэрозолем. В некоторых случаях галокамеры снабжаются светильниками-квантовыми генераторами, которые обеспечивают насыщение мелкодисперсного ионизированного аэрозоля натрия хлорида квантовой энергией для усиления аэроионизации воздуха. В галокамерах могут применять 4 режима терапии, отличающихся концентрациями аэрозоля хлорида натрия: 0,5-1, 1-3, 3-5, 7-9 мг/м³. Содержание аэрозоля определяется степенью нарушения бронхиальной проходимости [129, 133, 135, 145, 146, 157, 165,].

На сегодняшний день в качестве основного действующего фактора применяют сухой аэрозоль, так как было выявлено, что распыление раствора соли приводило к повышению влажности воздуха до 90 % и снижению концентрации легких отрицательных аэроионов в 2-3 раза от терапевтической градации. Галогенератор включают либо в конце рабочего дня, либо за 60 минут до начала процедуры для достижения необходимой концентрации аэрозоля. За время сеансов содержание аэрозольных частиц существенно снижается (до 90% от заданного количества) до значений, не оказывающих терапевтического воздействия. После часовых сеансов галотерапии проводится комплекс по восстановлению параметров микроклимата и аэрозольного компонента (также 1 час), за которым следует другой сеанс терапии [94, 135]. Количество сеансов может достигать 4 в день, приводя к повышенной нагрузке на соляное устройство и снижению его терапевтической эффективности [24, 109].

Сильвинитовые микроклиматические палаты оборудуются фильтрами-насытителями для обогащения воздуха многокомпонентным сильвинитовым аэрозолем. Они представляют собой емкость, заполненную кусковым сильвинитом и воздухопровод, обеспечивающий направленное движение воздуха в помещение. Измельчение минерала до состояния аэрозоля происходит посредством работы фрезеровочной аппаратуры, функционирование которой регулируется пультом автоматического управления. Крупные аэрозольные частицы оседают под силой тяжести в специальный отсек (бункер-осадитель). Данное устройство позволяет получить сухой аэрозоль сильвинита с размером частиц до 0,5 мкм и концентрацией, которая регулируется в зависимости от тяжести заболевания [55, 127].

Поддержание параметров микроклимата соляного сооружения на оптимальных значениях необходимо для предотвращения повышения температуры воздуха и относительной влажности во время сеансов солетерапии, которые приводят к напряжению систем терморегуляции пациентов. В то же время было доказано, что естественное продуцирование аэроионов лучше протекает при пониженных температурах воздуха. С целью сохранения показателей микроклимата на необходимом уровне в соляных конструкциях могут применяться кондиционирование и сплит-системы. Использование кондиционеров ограничено из-за их функциональных характеристик: только охлаждение воздуха, невозможность корректирования относительной влажности, быстрый выход из строя из-за накопления на конструктивных элементах соляного аэрозоля, обладающего высокой коррозионной активностью. Сплит-система способна поддерживать все параметры микроклимата на оптимальных значениях, но ее оборудование и обслуживание являются достаточно дорогими [2, 55]. Поэтому для снижения эксплуатационных затрат в соляных сооружениях необходимо соблюдение соотношения сеансов и периодов «отстоя» для естественного восстановления параметров микроклимата [127].

В процессе работы устройств из природных калийных солей на поверхности минерала и оборудования происходит накопление значительного количества микроорганизмов, что требует проведения дезинфекционной обработки помещений соляных сооружений. В результате изучения эффективности использования различных дезинфицирующих средств было установлено, что ультрафиолетовое облучение значительно снижает контаминацию помещения облигатной и транзиторной микрофлорой, но в малой степени влияет на грибы и споровые формы микроорганизмов. В тоже время, применение раствора дезинфектанта «Вилагин» способно снижать обсемененность поверхностей грибковой и споровой флорой, не оказывая воздействия на организм пациентов, что теоретически делает возможным его использование для обработки соляных поверхностей [127].

Таким образом, существует большое количество способов коррекции факторов внутренней среды соляных устройств, требующих значительных финансовых вложений, поэтому для снижения эксплуатационных затрат в процессе работы сооружений из калийных солей необходимо разработать методы, которые способны воздействовать сразу на несколько факторов внутренней среды сильвинитовых сооружений с целью их улучшения.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ

Дизайн исследований был определен в соответствии с поставленными целью и задачами работы (рисунок 1).

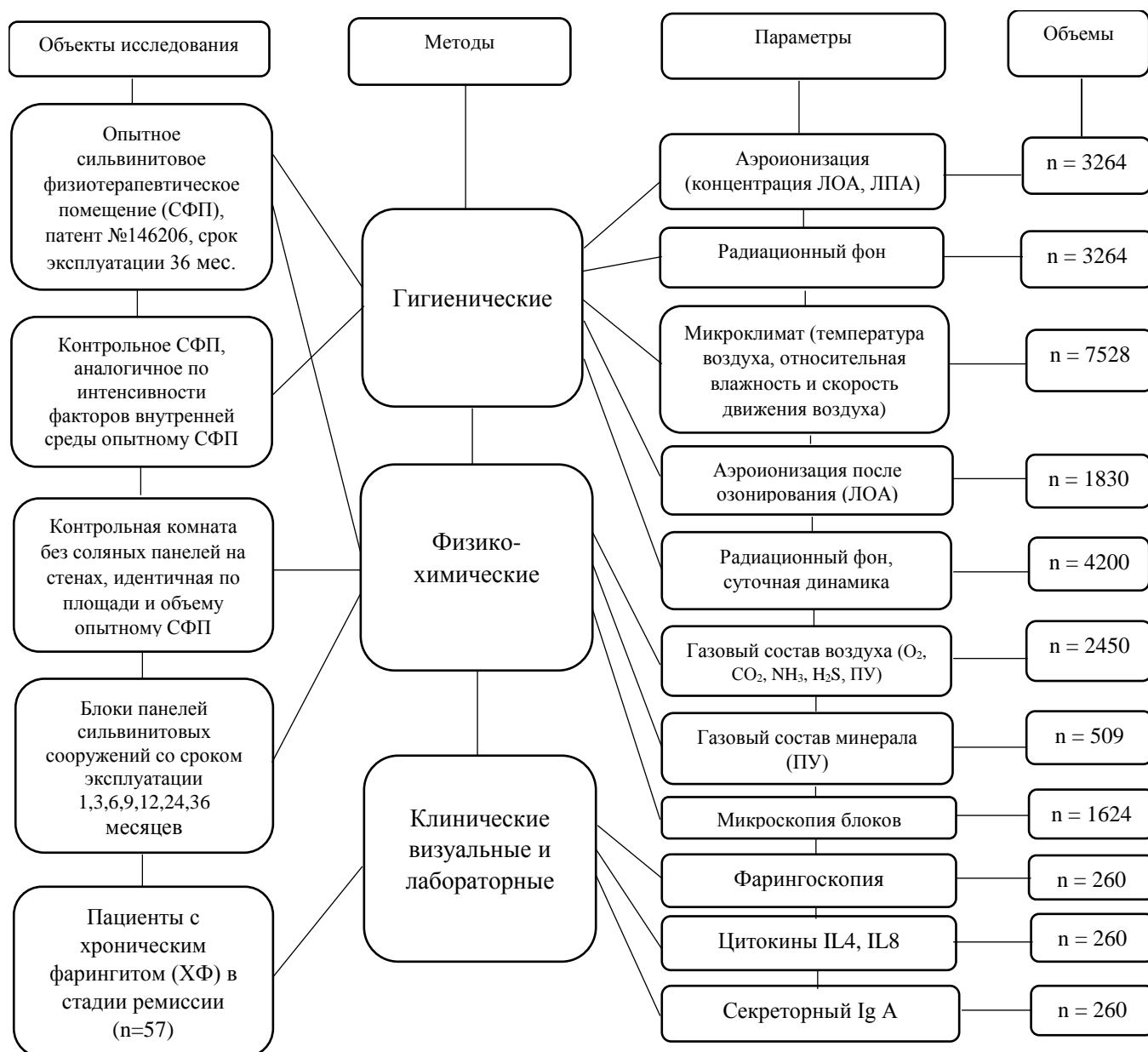


Рисунок 1 – Дизайн исследований

2.1. Объекты изучения

Для сравнительной гигиенической оценки физико-химических параметров и процессов были определены объекты исследования:

1. Разработанное и запатентованное сотрудниками кафедры коммунальной гигиены и гигиены труда ПГМУ им. ак. Е.А. Вагнера сильвинитовое физиотерапевтическое помещение, построенное внедренческой научно-производственной компанией «Лечебный Климат» в терапевтическом отделении одной из клинических больниц г. Перми. СФП представляет собой изолированное сооружение площадью 22,6 м² и объемом 55,75 м³, оборудованное настенными сильвинитовыми панелями площадью 9 м² с содержанием сильвина в них 35%. В конструкцию сооружения входят соляные фильтры, которые с помощью воздуховодов присоединены к фрамуге для забора наружного воздуха. Для направленного движения воздушной смеси на сильвинитовые панели в нижнюю часть фильтра вмонтирован вентилятор, верхняя снабжена патрубками, выводящими воздух на реакционную поверхность блоков минерала. В помещении имеется устройство для приготовления и подачи аэрозоля 100%-го сильвина(фильтр-насытитель).

2. СФП, аналогичное по условиям и интенсивности факторов внутренней среды исследуемому сильвинитовому устройству и функционирующее в медицинском учреждении для терапии и профилактики оториноларингологической патологии. Озонирование в данном сооружении не проводили.

3. Идентичная по размеру и объему СФП комната без наличия на стенах панелей из калийных солей, изолированная от других смежных помещений и имеющая самостоятельный вход из коридора. В отделке поверхности ограждающих конструкций были использованы строительные материалы,

получившие санитарное заключение о безопасности применения в местах длительного пребывания людей. Окна расположены на противоположной от входа стороне, что делало возможным организацию сквозного проветривания для предотвращения накопления антропоксинов.

4. Блоки панелей сильвинитовых сооружений с различным сроком эксплуатации 1,3,6,9,12,24,36 месяцев.

5. Больные хроническим фарингитом в стадии ремиссии. Критерии отбора: письменное согласие каждого участника; наличие диагноза – хронический фарингит; молодой возраст (20-25 лет); продолжительность заболевания (не менее 2 лет); недостаточная эффективность медикаментозной терапии, сопровождающаяся частыми рецидивами (до 5 в год) и непродолжительными периодами ремиссии.

2.2. Методы исследования

1. Гигиенические и физико-химические:

Сильвинитовое физиотерапевтическое помещение применяется для солетерапии заболеваний слизистой оболочки полости рта и горла вне обострения. Рассчитано на одновременное пребывание 4 пациентов. Продолжительность сеанса составляет 2 часа, курс 10-17 дней. Время пребывания пациентов с аналогичной патологией в контрольном помещении также составляло 2 часа в течение 10 и 17 дней. Изучение факторов внутренней среды оцениваемых помещений проводилось до начала экспозиции (фоновые значения параметров), а также через 1 и 2 часа пребывания пациентов в условиях исследуемых объектов.

Радиационный фон изучали приборами МКС-АТ6130 и ДГК-03Д «Грач». Дозиметр-радиометр МКС-АТ6130 необходим для измерения мощности AMBIENTНОЙ дозы рентгеновского и γ -излучения, плотности потока бета-частиц.

Принцип работы МКС-АТ6130 заключается в регистрации силы импульсов, возникающих в газоразрядном счетчике Гейгера-Мюллера под действием ионизирующих излучений. Преобразование временных распределений в оцениваемые величины (мощность дозы, дозу, плотность потока) и коррекция чувствительности во всем диапазоне осуществляется автоматически. Дозиметр гамма-излучения ДКГ-03д «Грач» предназначен для мониторинга мощности амбиентной дозы (МАЭД) и амбиентной дозы гамма-излучения. Принцип действия основан на подсчете электрических импульсов преобразованного гамма-излучения. Доза измеряется в мкЗ/час, исходя из определенного за некоторое время количества заряженных радиоактивных частиц. Прибор подсчитывает гамма-излучение непрерывно и показывает среднее значение МАЭД, при этом, чем больше время измерения, тем меньше статистическая погрешность. Оценку радиационного фона осуществляли в исследуемых помещениях по методу конверта одновременно с измерением аэроионизации. Количество замеров -3264.

Помимо определения изменений радиационного фона в течение сеансов, курсов сильвинитотерапии и срока эксплуатации соляного сооружения изучали колебания радиационного фона в СФП и контрольном помещении в течение суток для установления взаимосвязи с естественным радиационным фоном. Измеряли фоновое значение радиационного фона с 9.00 утра до 14.00 дня через каждые 15 минут. Общее количество измерений – 4200.

Аэроионизационную обстановку в исследуемых помещениях оценивали малогабаритным счетчиком аэроионов МАС-01, который используется для измерения уровня положительных и отрицательных аэроионов в воздухе производственных и общественных зданий с целью контроля искусственной и природной ионизации. Принцип работы основан на отклонении аэроионов из продуваемой аспирационной системой прибора воздушной смеси в сторону положительного или отрицательного электрода под действием сил электростатического притяжения с последующим измерением тока отрицательного и положительного знака.

Замеры концентрации аэроионов в СФП проводили в центре и местах размещения пациентов, до начала, в середине и конце сеансов сальвинитотерапии в течение трех лет наблюдений. В контрольной комнате аэроионизацию воздушной среды измеряли в пяти точках по методу конверта (центр и угловые пространства комнаты). Общее количество замеров – 3264. Оценка полученных данных осуществлялась в соответствии с СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений»; СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность».

Изучение **микроклимата** помещений включало замеры температуры, относительной влажности воздушной среды, скорости движения воздуха и температуры ограждающих поверхностей. Мониторинг проводили измерителем параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М», предназначенным для однократных или периодических измерений и контроля значений температуры, влажности и скорости воздушного потока в соответствии с санитарным законодательством.

Для определения температуры и скорости движения воздуха в приборе используются 2 датчика – термистора, один из которых находится в равновесном тепловом состоянии с окружающей средой, а второй подвергается нагреванию электрическим током необходимого значения. Метеоскоп является термоанемометром. Обработка данных проходит автоматически с выводением их на экран. Измерение относительной влажности воздуха основано на способности конденсатора (датчика давления) менять свой внутренний объем в зависимости от состояния внешней среды. Термисторы и датчик влажности расположены в сенсометрической щупе прибора. Для их работы необходимо раздвинуть щуп и расположить его головку в месте измерения. Изучение температуры ограждающих поверхностей осуществляли съемным датчиком К-типа прибора Center-311, который используется для исследований микроклимата в жилых помещениях и атмосфере. Принцип работы Center-311 заключается в

использовании полимерного конденсатора и полупроводникового сенсора, расположенных в рабочей зоне датчика корпуса прибора. Результаты измерений отражаются на цифровом дисплее. Температура ограждающих поверхностей (соляных панелей) определялась на высоте 1 м от пола в 4 точках по периметру СФП.

Параметры микроклимата измеряли в СФП в местах размещения пациентов, а в контрольном помещении в пяти точках по методу конверта на высоте 0,1 м, 0,6 м, 1,7 м с расчетом средних значений. Определяли фоновые микроклиматические показатели, их значение через 1 час после нахождения участников исследования в условиях объектов изучения, затем проводили проветривание помещений в течение 5 минут и вновь регистрировали данные (общее время экспозиции 2 часа). Всего было сделано 7528 замеров.

Микроскопия соляной поверхности для определения эксплуатационных (вторичных) изменений минерала, вызванных пребыванием пациентов в сооружении, выполнена электронным цифровым USB микроскопом Микромед 2.0. Прибор предназначен для проверки качества объектов, при производственном контроле их поверхностей в различных областях науки: машиностроение, полиграфия, электроника, текстильная и ювелирная промышленность, а также медицина. В состав микроскопа входят оптическая составляющая, система освещения и сенсор CMOS. При подключении к компьютеру через USB-порт позволяет делать фотографии, видео, измерение размеров оцениваемого объекта в любом момент исследования. Размер поля зрения находится в зависимости от увеличения, регулируемого расстоянием между окуляром и объектом различения. Регулировка резкости осуществляется с помощью фокусирующего кольца, которое расположено на корпусе микроскопа. Изучение поверхности блоков минерала сильвинита проводили через 1, 3, 6, 9, 12, 24 и 36 месяцев от начала функционирования устройства. Оценивали изменение кристаллической структуры образцов: оплывание, высаливание, запыленность, преобразования кристаллов сильвинита. Проведено 1632 наблюдения.

Для исследования **газового состава воздуха** применяли четырехкомпонентный газоанализатор МАГ – 6 П – В и газовый хроматограф 450-GC компании «Varian, Inc». Назначение прибора МАГ – 6П – В: измерение объемных долей кислорода, диоксида углерода, метана и массовой концентрации монооксида углерода, аммиака, сероводорода. В качестве анализируемых газов в исследуемых помещениях были выбраны O_2 , CO_2 , H_2S , NH_3 . Газоанализатор во включенном состоянии с помощью микропроцессора производит непрерывный забор воздуха через штуцер на верхней панели, анализирует данные от встроенных сенсоров и выводит показания на экран или монитор компьютера с шагом в 5 сек в процентах или $мг/м^3$. В качестве чувствительных элементов для NH_3 , H_2S , O_2 выступают электрохимические сенсоры, преобразующие парциальное давление газов в ток; CO_2 – оптические инфракрасные датчики, измеряющие поглощение электромагнитной волны длиной, специфичной для данного вещества. После регистрации показания автоматически сохраняются прибором и при подключении к ПК формируются в таблицу для анализа. Перед началом работы газоанализатора необходимо выставить верхние и нижние пороговые значения изучаемых веществ для обеспечения звуковой сигнализации превышения.

Хроматограф предназначен для определения в отбираемых пробах и материалах состава веществ при проведении разнонаправленных исследований в области химического анализа газов в нефтехимии, экологии. Прибор является универсальным стационарным лабораторным комплексом, состоящим из основного блока (термостат, детектор и колонки), блоков ввода проб и анализа газового потока, а также систему управления и обработки данных и. В термостате находится три группы колонок, для каждой предусмотрен свой инжектор и детектор. Хроматограф комплектуется программным обеспечением Galaxie 1.8, которое необходимо для обработки данных, регулирования температуры, управления давлением газа-носителя и анализируемых газов, переключения газовых колонок и контроля работы внешних комплектующих.

Для оценки элементного состава свободных и связанных газов, заключенных в соляных породах, применяется комплект оборудования:

- хроматограф газовый 450-GC “Varian Inc”;
- персональный компьютер, подключенный к хроматографу;
- генератор чистого водорода;
- емкости с гелием и азотом;
- воздушный компрессор;
- газовые фильтры;
- пробоотборники с пробами газов;
- программное обеспечение Galaxie версия 1.8 и выше.

Для оценки в пробах значений N_2 , O_2 , H_2 и углеводородов C_1 - C_5 используются следующие режимы работы хроматографа:

– первая колонка – EFC21, с потоком 1,0 мл/мин и рабочим давлением 20,0 psi. Определяет количество водорода в пробе;

– вторая колонка – EFC24, с потоком 60 мл/мин и рабочим давлением 22,0 psi. Оценивает содержание кислорода, углекислого газа, азота, метана, этана. В первой и второй колонках используется детектор теплопроводности с температурой 200°C;

– третья колонка – EFC24, с потоком 60 мл/мин и рабочим давлением 12,0 psi необходима для изучения содержания углеводородов C_3H_8 , $i-C_4H_{10}$, $n-C_4H_{10}$, $i-C_5H_{12}$, $i-C_5H_{12}$. Используется пламенно-ионизационный детектор с рабочей температурой 300° C.

Пределы определения по пропану для первого детектора $3 \cdot 10^{-10}$ г/см³ (0,005 об.%); для второго – $2 \cdot 10^{-12}$ г/см³ ($3 \cdot 10^{-5}$ об.%).

Для определения количества сероводорода необходимы инжектор 1177 хроматографа; пульсирующий пламенно-фотометрический детектор с рабочей температурой 200° C и колонка – EFC15, с потоком 2,1 мл/мин и рабочим давлением 16,8 psi. Предел определения для данного детектора по сере (фосфору) – $1 \cdot 10^{-12}$ г/см³ ($1 \cdot 10^{-5}$ об.%).

Для определения состава газовых компонентов в анализируемых пробах применяется метод абсолютной калибровки. Объемное количество компонентов газа рассчитывают путем сравнения площадей соответствующих составляющих на хроматограммах оцениваемого газа и градуировочной газовой смеси, записанных при идентичных условиях проведения анализа.

Площадь пика (S), мм², вычисляют по формуле:

$$S = h \times a \times b,$$

где h – высота пика, мм;

a – ширина данного пика, измеренная на середине его высоты, мм;

b – масштаб графика (хроматограммы).

Определение процентного содержания каждого отдельного компонента в исследуемом газе (X_i) также проводится автоматически с использованием формулы:

$$X_i = E_i \times S_i / S_E,$$

где E_i – объемная доля компонента i в градуировочной смеси, %;

S_i – площадь пика компонента i оцениваемого газа, мм²;

S_E – площадь пика компонента i в градуировочной смеси, мм².

Оценка газовых компонентов воздуха СФП и контрольной комнаты включала в себя измерение и анализ фоновых значений кислорода, азота, углекислого газа, сероводорода, аммиака, предельных углеводородов (ПУ): метан, этан, пропан, бутан, пентан, а также содержание данных газов в присутствии пациентов в середине и конце экспозиции. Фоновое содержание веществ определяли при плотно закрытых окнах и дверях в пяти точках по методу конверта, затем проводили сквозное проветривание помещений и запускали участников исследования. Отбор проб для исследования на хроматографе проводили в шприцы Жако на 200 ml после предварительной неоднократной прокачки воздуха через него. Забор осуществляли на высоте 0,3 м от пола для улавливания сероводорода. После 1 часа нахождения участников эксперимента в условиях изучаемых объектов вновь регистрировали концентрации газовых

элементов и осуществляли проветривание помещений. Заключительный этап – измерение газов после 2-х часового пребывания обследуемых лиц. После отбора воздушной смеси шприцы герметично закрывали и доставляли в лабораторию для проведения исследований. Всего было выполнено 2450 исследований.

Для обоснования протекающих процессов хемосорбции и изучения состава связанных газов, заключенных в сильвинитовой породе, блок минерала эксплуатируемого сильвинитового устройства распиливался на пластины толщиной 0,5 см в зависимости от расположения к его внешней стороне: 1 пластина – наружная, самая загрязненная, 2 – средняя, 3 – внутренняя, чистый минерал. Данные образцы размельчались до состояния аэрозоля в герметичной емкости, после чего отбиралась воздушная смесь и направлялась в хроматограф с последующим анализом компонентного состава и объемных долей заключенных в сильвините газов. Всего было проведено 509 исследований.

Хемосорбционные процессы, происходящие на сильвинитовой поверхности, изучали качественным методом с учетом каталитического эффекта радиоизотопа К-40, оценивая возможность протекания химических реакций взаимодействия и превращения в среде «твердое тело-газ» между хлоридами калия, натрия и водой, а также продуктами их реакций, молекулами сильвинита и кислородом, углекислым газом, серодовородом, аммиаком.

Механическая зачистка реакционных поверхностей сильвинитовых панелей СФП проводилась на минимальную глубину (0,1-0,2 мм и 2 мм) с помощью угловой шлифовальной машины. После проведения процедуры панели протирались сухой салфеткой и осуществлялся замер основных факторов внутренней среды (радиационный фон, аэроионизация, микроклимат).

Сильвинитовые поверхности СФП **озонировали** при помощи разработанного в Институте физических проблем технологии (г. Пермь) озонатора с заданными параметрами: число Рейнольдса – 3000, напряжение 15 кВ, концентрация озона 3 гО₃/м³. Озонные ячейки (кассеты) плоской формы позволяют уменьшить размеры прибора, в котором используется турбулентный

режим, приводящий к «сдуванию» с барьерного стекла потоком воздуха прилипшей озонной пленки.

После применения озона в исследуемых помещениях измеряли параметры внутренней среды через 10, 60 минут, 24, 48 часов, а также на 3, 4, 5, 6 и 7 дни с момента использования озонатора. Общее количество замеров – 1830.

2. Клинические:

Для оценки эффективности предложенных методов оптимизации были проведены клинические исследования, которые осуществляли совместно с научными сотрудниками кафедры оториноларингологии ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера.

Больные были рандомизированы методом конвертов на 2 группы. Рассчитанная мощность выборки составляла 22 человека. Группа наблюдения, состоящая из 27 пациентов, проходила курс сальвинитотерапии в оптимизированных путем пятиминутного озонирования условиях СФП. Группе сравнения (25 человек) осуществляли сальвинитотерапию в СФП, в котором не были проведены мероприятия по повышению интенсивности факторов внутренней среды. Продолжительность курса солелечения составляла 10 дней, сеанса – 2 часа. Совместно с солелечением проводили медикаментозную терапию, включающую таблетки для рассасывания «Стрепсилс» и обработку горла раствором ротокана.

По результатам фарингоскопии заполняли бальную визуально-аналоговую (для врача) и сенсорно-аналоговую (для пациентов) шкалы. Боль в горле, парестезии, наличие гиперемии оценивали по пятибалльной шкале от 0 до 4, где 0 – отсутствие признака, 1 – слабые проявления признака, 2 – умеренные проявления, 3 – сильные и 4 – максимально выраженные. Влажность слизистой и наличие казеозных пробок в лакунах оценивали по трехбалльной шкале: 0 – отсутствие признака, 1 – умеренные проявления, 2 – максимальные значения. Гранулы лимфоидной ткани на слизистой оболочке стенки глотки оценивали по

наличию или отсутствию признака (0 – нет, 1 – имеется). Исследования проводили до начала лечения, а также на 3, 5, 7 и 10 дни курса. Анализ эффективности проведенной курсового лечения осуществляли по данным субъективных ощущений, изменений клинической картины заболевания, динамики концентрации секреторного иммуноглобулина и цитокинов.

3. Лабораторные:

Оценка местного иммунитета включала определение в смешанной слюне секреторного иммуноглобулина А и цитокинов IL4, IL8. Исследуемый материал: смешанная слюна, которую пациенты собирали в стерильную емкость путем сплёвывания накопившейся общей слюны в объеме 10 мл. Сбор материала проводили в одно и тоже время, после окончания сеанса сальвинитотерапии. Концентрацию SIgA определяли методом радиальной иммунодиффузии (РИД) по методике О. Mancini (1965). Уровень содержания цитокинов IL4, IL8 в материале оценивали методом твердофазного иммуноферментного анализа с помощью наборов «Цитокин» («ИФА-IL4» и «ИФА -IL8»). Полученные результаты сравнивали с данными, характерными для практически здоровых лиц.

4. Математико-статистические методы:

Накопление, обобщение и анализ полученных материалов осуществляли стандартизированными статистическими методами с применением современных лицензированных компьютерных продуктов статистического анализа: Microsoft Excel и Statistica 6.0. Статистическую обработку данных проводили после определения нормальности распределения признаков. Вычисляли основные показатели описательной статистики: моду (M_0), медиану (M_e), среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (σ). Для сравнения групп признаков и проверки статистических гипотез применяли двухвыборочный t-критерий (при нормальном распределении признаков) или критерий Манна-Уитни (при ненормальном распределении). При определении величины различий между

группами признаков уровень значимости принимался 0,05, также оценивались доверительные интервалы. Корреляционный анализ с построением корреляционных матриц применяли для выявления наличия взаимосвязи между исследуемыми признаками и при ее существовании – значимости, направленности и тесноты этой связи (таблица 1).

Таблица 1 – Корреляционная матрица зависимости факторов внутренней среды соляного устройства

	Легкие отрицательные аэроионы, ион/см ³	Легкие положительные аэроионы, ион/см ³	Радиационный фон, мЗв/ч	Температура воздуха, °С	Температура ограждающих поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %
Легкие отрицательные аэроионы, ион/см ³	X					
Легкие положительные аэроионы, ион/см ³		X				
Радиационный фон, мЗв/ч			X			
Температура воздуха, °С				X		
Температура ограждающих поверхностей, °С					X	
Относительная влажность воздуха, %						X

Выявляли взаимосвязь между концентрациями легких отрицательных и положительных аэроионов, уровнем радиационного фона, параметрами микроклимата и сроком эксплуатации сельвинитового физиотерапевтического помещения. Корреляционные матрицы составлялись для теплого и холодного периодов года и в целом на все 3 года эксплуатации СФП. Значения предварительно приводили к нормальным и рассчитывали коэффициент корреляции Пирсона. Определение связи проводили по таблице распределений значений коэффициентов (таблица 2).

Таблица 2 – Таблица распределения коэффициентов корреляции Пирсона

Сила связи	Направление связи
------------	-------------------

	Обратная	Прямая
Связи нет	0	0
Слабая	0 – -0,3	0 – +0,3
Средняя	-0,3 – -0,7	+0,3 – +0,7
Сильная	-0,7 – -1,0	+0,7 – +1,0
Функциональная	-1,0	+1,0

Анализу подвергались только отношения, имеющие в динамике среднюю и сильную прямую или обратную связи.

Для выявления влияния независимой переменной (срок эксплуатации - 36 месяцев) на зависимую (фоновые показатели радиационного фона и уровень аэроионизации в данный временной промежуток) проводили регрессионный анализ с построением уравнений регрессии, как для фактических значений зависимых параметров, так и для нормированных, позволяющих сравнить величины с разной размерностью. Нормированные значения радиационного фона, легких отрицательных и положительных ионов определяли после установления среднего значения данных показателей для каждого месяца, среднего за весь период измерений, стандартного отклонения переменных. Определяли нормированные коэффициенты регрессии для установления угла наклона прямой уравнения регрессии. Для оценки значимости различий определяли коэффициенты детерминации каждого оцениваемого показателя [138].

ГЛАВА 3. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИЛЬВИНИТОВОМ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОМ ПОМЕЩЕНИИ

3.1. Оценка физических факторов внутренней среды в динамике эксплуатации

Особенности конструкции сильвинитового физиотерапевтического помещения, относящегося к компактным формам соляных сооружений, позволяют размещать его не только в лечебно-профилактических учреждениях, но и в условиях общественных зданий. Для данных форм устройств из минерала сильвинита характерна более низкая интенсивность основных лечебных факторов по сравнению с сильвинитовыми микроклиматическими палатами, которые полностью выполнены из калийных солей. С целью повышения терапевтической эффективности компактных сильвинитовых сооружений используются более длительные сеансы (2-4 часа) и курсы (до 21 дня) сильвинитотерапии. Показаниями для сильвинитотерапии в подобных устройствах являются заболевания слизистой оболочки полости рта вне обострения. Так, комплекс факторов СФП способствует снижению воспалительных процессов в слизистой оболочке пародонта, повышению местного иммунитета при хроническом генерализованном катаральном гингивите, поэтому данное сильвинитовое сооружение применяется в комплексном лечении и профилактике рецидивов этой нозологии [142].

Однако, длительное функционирование соляных устройств без проведения профилактических мероприятий, высокая терапевтическая нагрузка, отсутствие должного санитарного-эпидемиологического надзора за режимом работы, влияние факторов внутренней среды помещений общественных зданий может приводить к

снижению интенсивности основных факторов внутренней среды сильвинитовых сооружений.

Проведены гигиенические исследования основных лечебных факторов внутренней среды СФП в процессе трехлетней эксплуатации в холодный и теплый периоды года. Результаты динамики гигиенических показателей внутренней среды в различные периоды года представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Радиационный фон и аэроионизация внутренней среды СФП в динамике эксплуатации (M±2m)

Показатели внутренней среды	Время эксплуатации											
	1 год			p 1	2 год			p 2	3 год			p 3
	8.30	9.30	10.30		8.30	9.30	10.30		8.30	9.30	10.30	
	теплый период года											
Радиационный фон (мкЗв/ч)	0,19 ± 0,00	0,17 ± 0,00*	0,16 ± 0,00**	0,02	0,18 ± 0,00	0,17 ± 0,00*	0,16 ± 0,00**	0,3	0,18 ± 0,00	0,17 ± 0,00*	0,16 ± 0,00**	0,0001
Легкие отрицательные аэроионы (ион/см ³)	951,28 ± 8,77	810,28 ± 9,41*	566,38 ± 7,79**	0,0001	812,61 ± 10,16	676,47 ± 7,42*	520,08 ± 5,21**	0,0001	641,65 ± 7,18	512,99 ± 5,74*	435,46 ± 6,11**	0,0001
Легкие положительные аэроионы (ион/см ³)	146,17 ± 5,61	274,96 ± 6,72*	458,79 ± 6,22**	0,4	155,97 ± 5,22	275,71 ± 5,14*	462,52 ± 6,41**	0,0001	272,68 ± 6,68	389,69 ± 6,66*	489,59 ± 6,57**	0,0001
Коэффициент униполярности	0,15 ± 0,00	0,34 ± 0,00*	0,81 ± 0,00**	0,001	0,19 ± 0,00	0,41 ± 0,00*	0,89 ± 0,00**	0,001	0,42 ± 0,00	0,76 ± 0,00*	1,12 ± 0,00**	0,001
холодный период года												
Радиационный фон (мкЗв/ч)	0,19 ± 0,00	0,17 ± 0,00*	0,16 ± 0,00*	0,02	0,18 ± 0,00	0,17 ± 0,00*	0,16 ± 0,00**	0,0002	0,17 ± 0,00 ≠	0,16 ± 0,00* ≠	0,15 ± 0,00** ≠	0,04
Легкие отрицательные аэроионы (ион/см ³)	945,60 ± 9,18	802,00 ± 8,59*	560,00 ± 7,19**	0,0001	798,40 ± 9,46	632,77 ± 7,37* ≠	505,29 ± 5,46** ≠	0,0001	622,23 ± 6,82 ≠	501,84 ± 5,35* ≠	415,73 ± 5,62** ≠	0,0001
Легкие положительные аэроионы (ион/см ³)	147,33 ± 5,40	274,40 ± 6,07*	460,33 ± 6,13**	0,4	153,78 ± 5,46	271,68 ± 5,04*	456,30 ± 6,31**	0,0001	265,63 ± 6,86	392,72 ± 6,22*	489,22 ± 5,57**	0,0001
Коэффициент униполярности	0,16 ± 0,00	0,34 ± 0,00*	0,82 ± 0,00**	0,001	0,19 ± 0,00	0,43 ± 0,00*	0,90 ± 0,00**	0,001	0,43 ± 0,00	0,78 ± 0,00*	1,18 ± 0,00**	0,001

p 1 – статистическая значимость различий показателей между 1 и 2 годом эксплуатации

p 2 – статистическая значимость различий показателей между 2 и 3 годом эксплуатации

p 3 – статистическая значимость различий показателей между 1 и 3 годом эксплуатации

* - статистическая значимость различий показателей между началом и серединой сеанса

сильвинитотерапии

** - статистическая значимость различий показателей между началом и концом сеанса сильвинитотерапии

≠ - статистическая значимость различий показателей между периодами года

Как следует из данных, приведенных в таблице 3, радиационный фон статистически значимо снижался к концу каждого сеанса селвинитотерапии в СФП в течение всего периода наблюдений, что может быть связано с уменьшением концентрации соляного аэрозоля в воздухе, который образуется путем срыва соляных частиц с поверхности селвинитовых панелей при направленном обдуве воздушным потоком, проходящим через соляной фильтр-насытитель. Существенных изменений радиационного фона по периодам года в данном соляном сооружении не отмечалось. На третий год функционирования устройства значения радиационного фона в холодное время были ниже, чем в теплое (0,18; 0,17; 0,16 мкЗв/ч и 0,17; 0,16; 0,15 мкЗв/ч соответственно) ($p=0,001$). Исходные значения радиационного фона в теплый период в первый год функционирования СФП были значительно выше, чем во второй и третий. При этом статистически значимых различий радиационного фона между 2 и 3 годом эксплуатации селвинитового устройства не отмечалось. В холодный период наблюдалось постепенное снижение фоновых значений радиационного фона ко второму и третьему году функционирования СФП ($p=0,02$ и $0,0002$ соответственно).

Количество легких отрицательных аэроионов снижалось в 1,2 раза уже к середине сеансов селвинитотерапии, к концу - в среднем в 1,6 раза ($p=0,0001$). Данная динамика свойственна для обоих периодов года. Выраженное снижение концентрации ЛОЭ характерно для холодного периода. Начиная со второго года функционирования СФП, содержание отрицательных аэроионов к середине и концу сеансов статистически значимо были ниже в холодное время, чем в теплое ($632,77 \pm 3,37$; $505,29 \pm 5,46$ ион/см³ и $646,47 \pm 7,42$; $520,08 \pm 5,21$ ион/см³ соответственно). Как для теплого, так и для холодного периодов года отмечено снижение концентрации легких отрицательных аэроионов в 1,5 раза в зависимости от срока эксплуатации соляного сооружения ($p=0,001$).

Содержание легких положительных аэроионов значимо возрастало, начиная с середины сеанса селвинитотерапии. Аналогичная динамика была характерна

как для теплого, так и для холодного периодов года, при этом между периодами года существенных различий по концентрации ЛПА не выявлено. Значимых отличий в количестве положительных ионов в первый и второй годы исследований не установлено. К третьему году работы СФП происходило увеличение концентрации легких положительных аэроионов в оба периода года ($p=0,0001$).

Коэффициент униполярности статистически значимо возрастал к концу каждого сеанса сальвинитотерапии на протяжении всего периода исследований. С третьего года эксплуатации соляного устройства к окончанию сеансов Ку превышал единицу, свидетельствуя о неблагоприятной аэроионизационной обстановке ($1,12\pm 0,00$ и $1,18\pm 0,00$ соответственно).

Также была проведена гигиеническая оценка изменений среднегодовых показателей основных лечебных факторов сальвинитового физиотерапевтического помещения. Результаты исследований представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Среднегодовая динамика радиационного фона и аэроионизации внутренней среды СФП в процессе эксплуатации ($M\pm 2m$)

Показатели внутренней среды	Время эксплуатации											
	1 год			p 1	2 год			p 2	3 год			p 3
	8.30	9.30	10.30		8.30	9.30	10.30		8.30	9.30	10.30	
Радиационный фон (мкЗв/ч)	0,19 ± 0,00	0,17 ± 0,00*	0,16 ± 0,00**	0,0021	0,18 ± 0,00	0,17 ± 0,00*	0,16 ± 0,00**	0,0018	0,17 ± 0,00	0,17 ± 0,00	0,16 ± 0,00**	0,0001
Легкие отрицательные аэроионы (ион/см ³)	948,35 ± 6,36	806,01 ± 6,36*	563,09 ± 5,29**	0,0001	805,50 ± 6,99	654,62 ± 5,91*	512,69 ± 3,88**	0,0001	631,65 ± 5,12	507,25 ± 3,98*	425,30 ± 4,36**	0,0001
Легкие положительные аэроионы (ион/см ³)	146,77 ± 3,88	274,67 ± 4,51*	459,59 ± 4,36**	0,7	154,87 ± 3,77	273,70 ± 3,60*	459,41 ± 4,51**	0,0001	269,05 ± 4,81	391,25 ± 4,54*	489,40 ± 4,28**	0,0001
Коэффициент униполярности	0,15 ± 0,00	0,30 ± 0,00*	0,81 ± 0,00**	0,001	0,19 ± 0,001	0,42 ± 0,00*	0,89 ± 0,00**	0,001	0,42 ± 0,00	0,77 ± 0,00*	1,15 ± 0,00**	0,001

p 1 – статистическая значимость различий показателей между 1 и 2 годом эксплуатации

p 2 – статистическая значимость различий показателей между 2 и 3 годом эксплуатации

p 3 – статистическая значимость различий показателей между 1 и 3 годом эксплуатации

* - статистическая значимость различий показателей между началом и серединой сеанса сальвинитотерапии

** - статистическая значимость различий показателей между началом и концом сеанса сальвинитотерапии

Как следует из данных, приведенных в таблице 4, среднегодовые значения радиационного фона имели значимые колебания как в течение сеансов сальвинитотерапии, так и в динамике 3 лет наблюдений. Отмечено снижение уровня радиационного фона к третьему году эксплуатации СФП. Схожие изменения были характерны и для общего содержания легких отрицательных аэроионов: значительное уменьшение количества ЛОА к концу процедур солелечения и снижение концентрации отрицательных ионов к 3 году функционирования сальвинитового сооружения. Количество легких положительных ионов статистически значимо возрастало к концу первого часа нахождения пациентов в СФП. При этом значительные изменения содержания ЛПА в 1 и 2 годы работы СФП отсутствуют ($p=0,7$). Средняя концентрация положительных ионов увеличивалась на 3 год активной эксплуатации СФП. Коэффициент униполярности возрастал как к окончанию сеансов сальвинитотерапии, так и к 3 году его функционирования. Таким образом, при эксплуатации СФП с течением времени снижается интенсивность основных лечебных факторов сальвинитотерапии: радиационного фона, способствующего аэроионизации воздушной среды помещений, и, как следствие, концентрации легких отрицательных аэроионов.

Помимо изучения динамики основных лечебных факторов сальвинитового физиотерапевтического помещения проведена оценка изменений параметров микроклимата данного сооружения в зависимости от периодов года. Результаты исследований представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Динамика микроклимата СФП в процессе эксплуатации по периодам года ($M \pm 2m$)

Показатели внутренней среды	Время эксплуатации											
	1 год			p 1	2 год			p 2	3 год			p 3
	8.30	9.30	10.30		8.30	9.30	10.30		8.30	9.30	10.30	
	теплый период года											

Температура воздуха (°C)	23,90 ± 0,12	24,19 ± 0,13*	24,42 ± 0,13**	0,69	23,87 ± 0,14	24,16 ± 0,15*	24,38 ± 0,15**	0,0001	22,33 ± 0,22	22,57 ± 0,23	22,81 ± 0,22**	0,0001
Температура ограждающих поверхностей (°C)	20,46 ± 0,15	20,79 ± 0,18*	20,97 ± 0,14**	0,9	20,63 ± 0,14	20,87 ± 0,14	21,12 ± 0,14**	0,006	20,39 ± 0,10	20,64 ± 0,10*	20,88 ± 0,10**	0,3
Влажность воздуха (%)	42,65 ± 0,65	43,72 ± 0,65	44,79 ± 0,66**	0,48	43,00 ± 0,71	44,07 ± 0,73	45,13 ± 0,73**	0,009	41,82 ± 0,36	42,99 ± 0,35*	44,06 ± 0,35**	0,05
Скорость движения воздуха (м/с)	0,10± 0,01	0,10± 0,01	0,10± 0,01		0,10± 0,01	0,10± 0,01	0,10± 0,01		0,10± 0,01	0,10± 0,01	0,10± 0,01	
холодный период года												
Температура воздуха (°C)	20,67 ± 0,12 ≠	20,89 ± 0,12 ≠	21,00 ± 0,29** ≠	0,0015	21,08 ± 0,22 ≠	21,30 ± 0,22 ≠	21,54 ± 0,22** ≠	0,01	20,33 ± 0,09 ≠	20,55 ± 0,09* ≠	20,79 ± 0,09** ≠	0,0001
Температура ограждающих поверхностей (°C)	18,80 ± 0,13 ≠	19,04 ± 0,13 ≠	19,28 ± 0,13** ≠	0,03	19,01 ± 0,16 ≠	19,26 ± 0,16 ≠	19,49 ± 0,16** ≠	0,17	18,87 ± 0,14 ≠	19,11 ± 0,14 ≠	19,35 ± 0,14** ≠	0,46
Влажность воздуха (%)	42,55 ± 0,43	43,74 ± 0,43*	44,84 ± 0,46**	0,06	42,07 ± 0,33	43,23 ± 0,33*	44,25 ± 0,32**	0,02	42,89 ± 0,60 ≠	44,09 ± 0,60* ≠	45,24 ± 0,65** ≠	0,33
Скорость движения воздуха (м/с)	0,10± 0,01	0,10± 0,01	0,10± 0,01		0,10± 0,01	0,10± 0,01	0,10± 0,01		0,10± 0,01	0,10± 0,01	0,10± 0,01	

p 1 – статистическая значимость различий показателей между 1 и 2 годом эксплуатации

p 2 – статистическая значимость различий показателей между 2 и 3 годом эксплуатации

p 3 – статистическая значимость различий показателей между 1 и 3 годом эксплуатации

* - статистическая значимость различий показателей между началом и серединой сеанса

сильвинитотерапии

** - статистическая значимость различий показателей между началом и концом сеанса сильвинитотерапии

≠ - статистическая значимость различий показателей между теплым и холодным периодами года

Температура воздуха в СФП статистически значимо повышалась к концу сеансов сильвинитотерапии и в теплый, и в холодный периоды года на протяжении всего времени исследований (таблица 5). При этом, температура воздуха изучаемого помещения в теплый период года была выше, чем в холодный период ($p=0,001$). Существенных отличий данного параметра микроклимата в теплый период на протяжении 1 и 2 года наблюдений не отмечалось ($p=0,69$). Однако на третий год выявлены более низкие показатели температуры воздуха по сравнению с 1 и 2 годами исследования ($p=0,0001$). Это может быть связано с пониженными значениями температуры наружного воздуха. Для холодного периода года была характерна схожая динамика данного показателя внутренней среды СФП.

Температура ограждающих поверхностей имела идентичные с температурой воздуха изменения: статистически значимо повышалась к окончанию процедур сальвинитотерапии; была выше в теплый период года, чем в холодный. Существенных колебаний температуры ограждающих поверхностей в 1 и 2, а также 1 и 3 годы эксплуатации СФП для теплого периода года не отмечалось, однако, она была значимо ниже в 3 год функционирования сооружения, что может быть связано с более низкой температурой наружного воздуха. Оценка данного показателя по результатам холодного периода года показала, что статистически значимые изменения наблюдались только между 1 и 2 годами эксплуатации ($p=0,03$), колебания между 2 и 3 годами, а также между 1 и 3 не имели существенных различий ($p=0,17$ и $0,46$ соответственно).

Содержание водяных паров в воздухе СФП увеличивалось к концу сеансов сальвинитотерапии. При сравнении по периодам года относительная влажность была значимо выше только в холодный период третьего года эксплуатации СФП. В остальное время не имела существенных колебаний между периодами. Анализ изменений показателей влажности воздуха между годами исследования установил, что в теплый период года значимых различий относительной влажности в 1 и 2 годы наблюдений не отмечалось ($p=0,48$), однако этот параметр микроклимата на 3 год был статистически значимо ниже 1 и 2 года исследований ($p=0,05$ и $0,009$ соответственно). В холодный период года влажность воздуха в 1 и 2, а также 1 и 3 годы эксплуатации СФП не имела существенных отличий ($p=0,06$; $p=0,33$), однако на 3 год была достоверно выше, чем во 2 год функционирования СФП, что может быть связано с выпадением большого количества осадков.

Скорость движения воздуха за весь период наблюдений была постоянной – $0,10 \pm 0,01$ м/с.

Также оценивались среднегодовые показатели микроклимата сальвинитового физиотерапевтического помещения. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Среднегодовая динамика параметров микроклимата СФП в процессе эксплуатации ($M \pm 2m$)

Показатели внутренней среды	Время эксплуатации											
	1 год			p 1	2 год			p 2	3 год			p 3
	8.30	9.30	10.30		8.30	9.30	10.30		8.30	9.30	10.30	
Температура воздуха (°C)	22,24 ± 0,20	22,49 ± 0,21	22,66 ± 0,26 **	0,1	22,47 ± 0,22	22,73 ± 0,23	22,96 ± 0,22 **	0,0001	21,30 ± 0,18	21,53 ± 0,18	21,77 ± 0,18 **	0,0001
Температура ограждающих поверхностей (°C)	19,60 ± 0,13	19,89 ± 0,15	20,10 ± 0,14 **	0,06	19,82 ± 0,15	20,07 ± 0,15	20,31 ± 0,15 **	0,04	19,61 ± 0,13	19,85 ± 0,14	20,09 ± 0,14 **	0,8
Влажность воздуха (%)	42,59 ± 0,38	43,73 ± 0,39*	44,81 ± 0,40 **	0,8	42,54 ± 0,40	43,65 ± 0,40*	44,69 ± 0,40 **	0,7	42,37 ± 0,36	43,56 ± 0,36*	44,66 ± 0,38 **	0,5
Скорость движения воздуха (м/с)	0,10± 0,01	0,10± 0,01	0,10± 0,01		0,10± 0,01	0,10± 0,01	0,10± 0,01		0,10± 0,01	0,10± 0,01	0,10± 0,01	

p 1 – статистическая значимость различий показателей между 1 и 2 годом эксплуатации

p 2 – статистическая значимость различий показателей между 2 и 3 годом эксплуатации

p 3 – статистическая значимость различий показателей между 1 и 3 годом эксплуатации

* - статистическая значимость различий показателей между началом и серединой сеанса

сильвинитотерапии

** - статистическая значимость различий показателей между началом и концом сеанса сильвинитотерапии

Среднегодовая температура воздуха статистически значимо повышалась к концу сеансов сильвинитотерапии на протяжении всего периода наблюдений, при этом на 3 год эксплуатации СФП она была ниже, чем в 1 и 2 годы ($p=0,0001$) (таблица 6). Температура ограждающих поверхностей также возрастала к окончанию процедур солелечения, но существенных изменений по годам функционирования СФП не отмечалось. Относительная влажность воздуха увеличивалась уже к середине сеансов, достигая максимальных значений к их окончанию. Статистически значимых изменений среднегодовых показателей влажности воздуха в течение 3 лет оценки не выявлено. Скорость движения воздуха была постоянной – $0,10 \pm 0,01$ м/с. Таким образом, микроклимат в сильвинитовом физиотерапевтическом помещении соответствовал оптимальным значениям (СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность»; ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»).

Результаты корреляционного анализа, проведенного для выявления связей между факторами внутренней среды СФП в теплый период года за время трехлетней эксплуатации, представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Значения коэффициента корреляции Пирсона между параметрами внутренней среды СФП для теплого периода года

Связанные параметры	Значение коэффициента корреляции			
	1 год	2 год	3 год	Среднее по годам
Легкие отрицательные и положительные аэроионы	- 0,910 0,0000	- 0,910 0,0000	- 0,862 0,0000	- 0,869 0,0000
Легкие отрицательные аэроионы и радиационный фон	0,578 0,0000	0,656 0,0000	0,540 0,0000	0,614 0,0000
Легкие положительные аэроионы и радиационный фон	- 0,589 0,0000	- 0,666 0,0000	- 0,568 0,0000	- 0,631 0,0000
Легкие положительные аэроионы и влажность воздуха	0,190 0,0000	0,199 0,0000	0,438 0,0000	0,194 0,0000
Легкие отрицательные аэроионы и влажность воздуха	- 0,219 0,0000	- 0,161 0,0000	- 0,409 0,0000	- 0,146 0,0000
Температура воздуха и ограждающих поверхностей.	0,208 0,0000	0,205 0,0000	0,195 0,0000	0,505 0,0000

Красный цвет – отрицательные значения коэффициента корреляции Пирсона
 Черный шрифт – положительные значения коэффициента корреляции Пирсона
 Зеленый цвет – значения $p < 0,05$

Как следует из данных, отраженных в таблице 7, в теплый период года имеется достоверная обратная сильная связь между уровнем легких отрицательных и положительных аэроионов, сохраняющаяся на протяжении всего периода исследований; прямая средняя – между концентрацией ионов с отрицательным знаком и радиационным фоном, характерная для всего времени наблюдения ($p=0,00001$); обратная средняя статистически значимая – содержание легких положительных ионов и радиационный фон. Также на третий год изучения параметров внутренней среды СФП была установлена прямая средняя связь между концентрацией положительных ионов и влажностью воздуха

(коэффициент корреляции 0,438), обратная средняя – уровнем отрицательных аэроионов и содержанием водяных паров в воздухе (- 0,409). При оценке среднегодовых значений коэффициента корреляции для теплого времени года выявлена статистически значимая прямая средняя связь между температурой воздуха и ограждающих поверхностей – 0,505. Таким образом, при снижении радиационного фона и соответственно концентрации отрицательных ионов в процессе трехлетней активной эксплуатации СФП повышается общее количество положительных ионов. С ростом влажности воздуха снижается концентрация легких отрицательных ионов и увеличивается – легких положительных аэроионов. Повышение температуры воздуха в помещении приводит к увеличению температуры ограждающих поверхностей.

Помимо теплого периода года корреляционные взаимосвязи оценивались и для холодного периода. Данные представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Значения коэффициента корреляции Пирсона между параметрами внутренней среды СФП для холодного периода года

Связанные параметры	Значение коэффициента корреляции			
	1 год	2 год	3 год	Среднее по годам
Легкие отрицательные и положительные аэроионы	- 0,913 0,0000	- 0,881 0,0000	- 0,881 0,0000	- 0,836 0,0000
Легкие отрицательные аэроионы и радиационный фон	0,630 0,0000	0,671 0,0000	0,518 0,0000	0,568 0,0000
Легкие положительные аэроионы и радиационный фон	- 0,622 0,0000	- 0,666 0,0000	- 0,486 0,0000	- 0,611 0,0000
Легкие положительные аэроионы и влажность воздуха	0,331 0,0000	0,401 0,0000	0,297 0,0000	0,336 0,0000
Легкие отрицательные аэроионы и влажность воздуха	- 0,272 0,0000	- 0,424 0,0000	- 0,264 0,0000	- 0,254 0,0000
Температура воздуха и ограждающих поверхностей.	0,463 0,0000	0,605 0,0000	0,174 0,0000	0,474 0,0000

Красный цвет – отрицательные значения коэффициента корреляции Пирсона
 Черный шрифт – положительные значения коэффициента корреляции Пирсона
 Зеленый цвет – значения $p < 0,05$

Оценка результатов взаимосвязи факторов внутренней среды соляного сооружения от срока эксплуатации в холодный период года показала аналогичную теплому периоду динамику значений корреляции для легких отрицательных, положительных аэроионов и радиационного фона, при этом коэффициенты корреляции имели незначительные отличия: взаимосвязь между уровнем отрицательных и положительных аэроионов – обратная сильная (- 0,836); радиационным фоном и ионами с отрицательным знаком – прямая средняя (0,568); легкими положительными аэроионами и радиационным фоном – обратная средняя (- 0,611) (таблица 8). Также для холодного периода года выявлена статистически значимая прямая средняя связь между концентрацией ионов с положительной полярностью и влажностью воздуха (0,336), за исключением 3 года наблюдений, где связь была слабой (0,297). Напротив, отношение уровня легких отрицательных ионов и содержания водяных паров в воздухе выражались слабой отрицательной связью за исключением 2 года исследований, где связь средняя. Между температурой воздуха и радиационной температурой была установлена прямая средняя связь, но для 3 года она выражалась как слабая ($p=0,00001$). Таким образом, для холодного периода года характерны схожие с теплым периодом года тенденции.

Результаты корреляционного анализа усредненных годовых показателей внутренней среды СФП представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Среднегодовые значения коэффициента корреляции между параметрами внутренней среды СФП в динамике эксплуатации

Связанные параметры	Значение коэффициента корреляции			
	1 год	2 год	3 год	Среднее по годам
Легкие отрицательные и положительные аэроионы	- 0,911 0,0000	- 0,890 0,0000	- 0,867 0,0000	- 0,844 0,0000
Легкие отрицательные аэроионы и радиационный фон	0,605 0,0000	0,663 0,0000	0,503 0,0000	0,596 0,0000
Легкие положительные аэроионы и	- 0,605 0,0000	- 0,665 0,0000	- 0,520 0,0000	- 0,625 0,0000

радиационный фон				
Легкие положительные аэроионы и влажность воздуха	0,248 0,0000	0,252 0,0000	0,329 0,0000	0,245 0,0000
Легкие отрицательные аэроионы и влажность воздуха	- 0,239 0,0000	-0,219 0,0000	- 0,318 0,0000	-0,182 0,0000
Температура воздуха и ограждающих поверхностей.	0,713 0,0000	0,748 0,0000	0,644 0,0000	0,698 0,0000

Красный цвет – отрицательные значения коэффициента корреляции Пирсона
Черный шрифт – положительные значения коэффициента корреляции Пирсона
Зеленый цвет – значения $p < 0,05$

Изучение взаимосвязей между среднегодовыми показателями внутренней среды сельвинитового физиотерапевтического помещения показало, что на протяжении всех 3 лет эксплуатации соляного сооружения имеется статистически значимая обратная сильная связь между концентрациями легких отрицательных и положительных аэроионов, а также обратная средняя – между радиационным фоном и положительными аэроионами (таблица 9). При оценке трехлетних показателей выявлена прямая средняя связь между уровнем отрицательных ионов и радиационным фоном, а также между температурой воздуха и ограждающих поверхностей. Таким образом, корреляционный анализ выявил наличие значимых взаимосвязей между параметрами внутренней среды сельвинитового физиотерапевтического помещения.

Проведенный регрессионный анализ позволил оценить влияние срока эксплуатации СФП на уровень радиационного фона, концентрацию легких отрицательных и положительных аэроионов, а также спрогнозировать изменение данных показателей с течением времени путем выведения уравнений регрессии (рисунок 2).

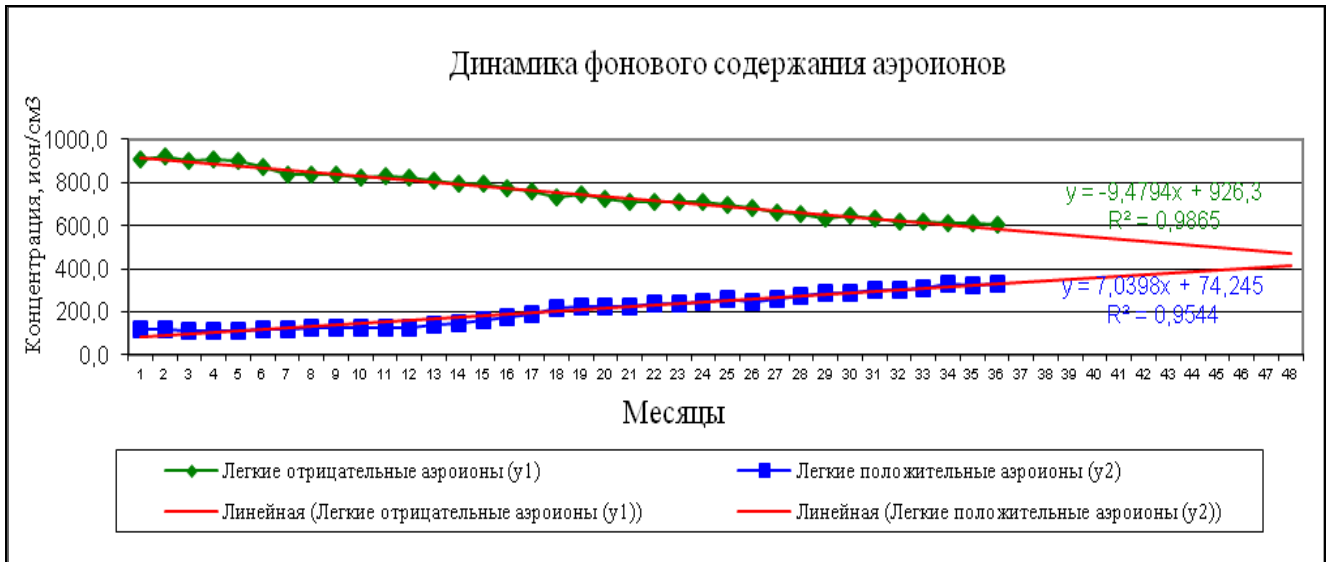


Рисунок 2 – Регрессионный анализ влияния срока эксплуатации на уровень аэроионизации СФП

При изучении регрессионной модели влияния срока эксплуатации соляного сооружения на содержание аэроионов установлено, что их изменения описываются линейной регрессией (рисунок 2). Для легких отрицательных ионов уравнение представляется как $y = -9,4794x + 926,3$ (коэффициент корреляции $r = -0,993$), легких положительных – $y = 7,0398x + 74,245$ (коэффициент корреляции $r = 0,977$). Коэффициент детерминации R^2 указывает на высокое качество регрессионной модели (на 98% и 95% параметры модели объясняют зависимость между анализируемыми показателями). Таким образом, при дальнейшем функционировании сальвинитового физиотерапевтического помещения фоновая концентрация легких отрицательных аэроионов к 40 месяцу работы будет составлять 547,12 ион/см³, легких положительных – 355,84 ион/см³, продолжая убывать и возрастать соответственно.

Результаты регрессионного анализа после приведения показателей легких отрицательных, легких положительных аэроионов и радиационного фона к нормированным значениям показаны на рисунке 3.

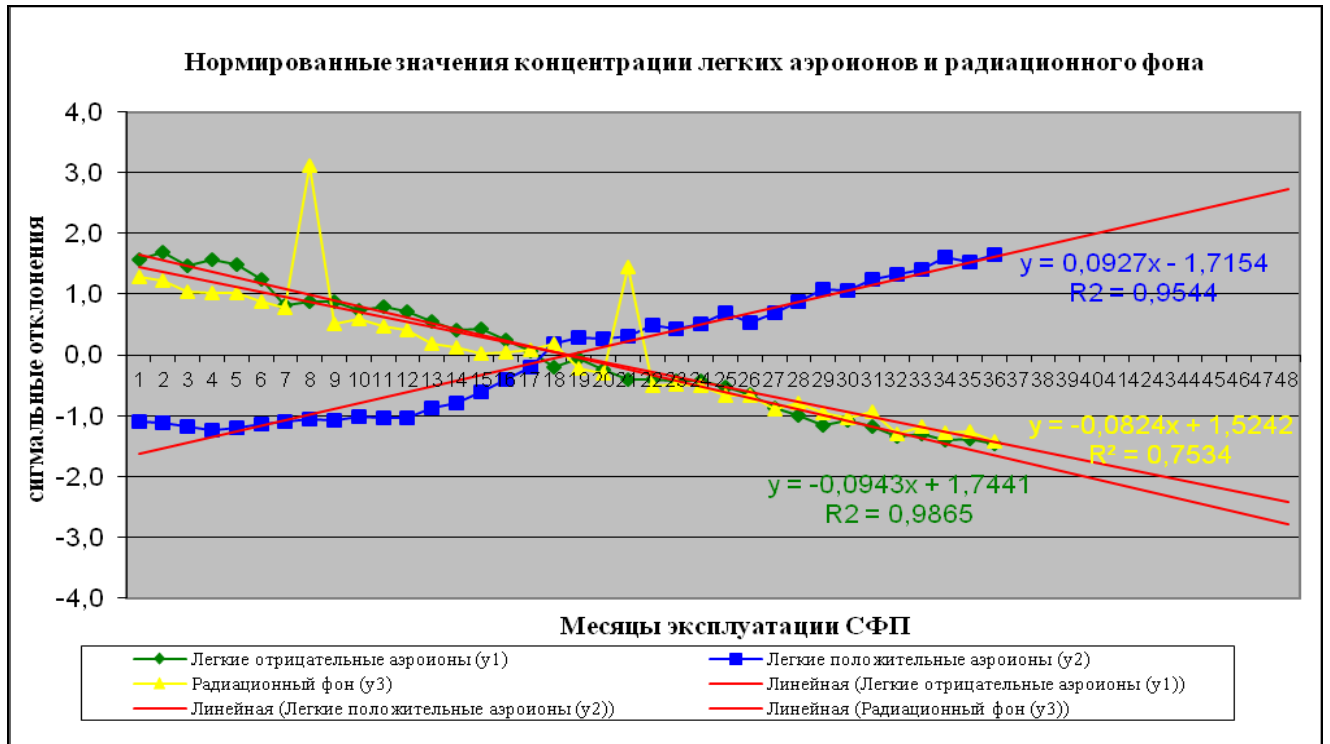


Рисунок 3 – Регрессионный анализ нормированных значений аэроионизации и радиационного фона в СФП

Линейное уравнение регрессии после нормирования значений радиационного фона выражается как $y = -0,0824x + 1,5242$; легких отрицательных аэроионов – $y = -0,0943x + 1,7441$; легких положительных ионов – $y = 0,0927x - 1,7154$ (рисунок 3). Коэффициент детерминации указывал на высокую величину зависимости показателей внутренней среды СФП от срока эксплуатации, выраженной в месяцах. Пики на кривой, отражающей изменения радиационного фона, объясняются летними месяцами, на которые приходится повышенная активность солнца, увеличивающая общий радиационный фон, и соответственно, фон в соляных сооружениях.

Результаты исследований по оценке изменений радиационного фона в сильвинитовом физиотерапевтическом помещении и контрольной комнате представлены на рисунке 4.

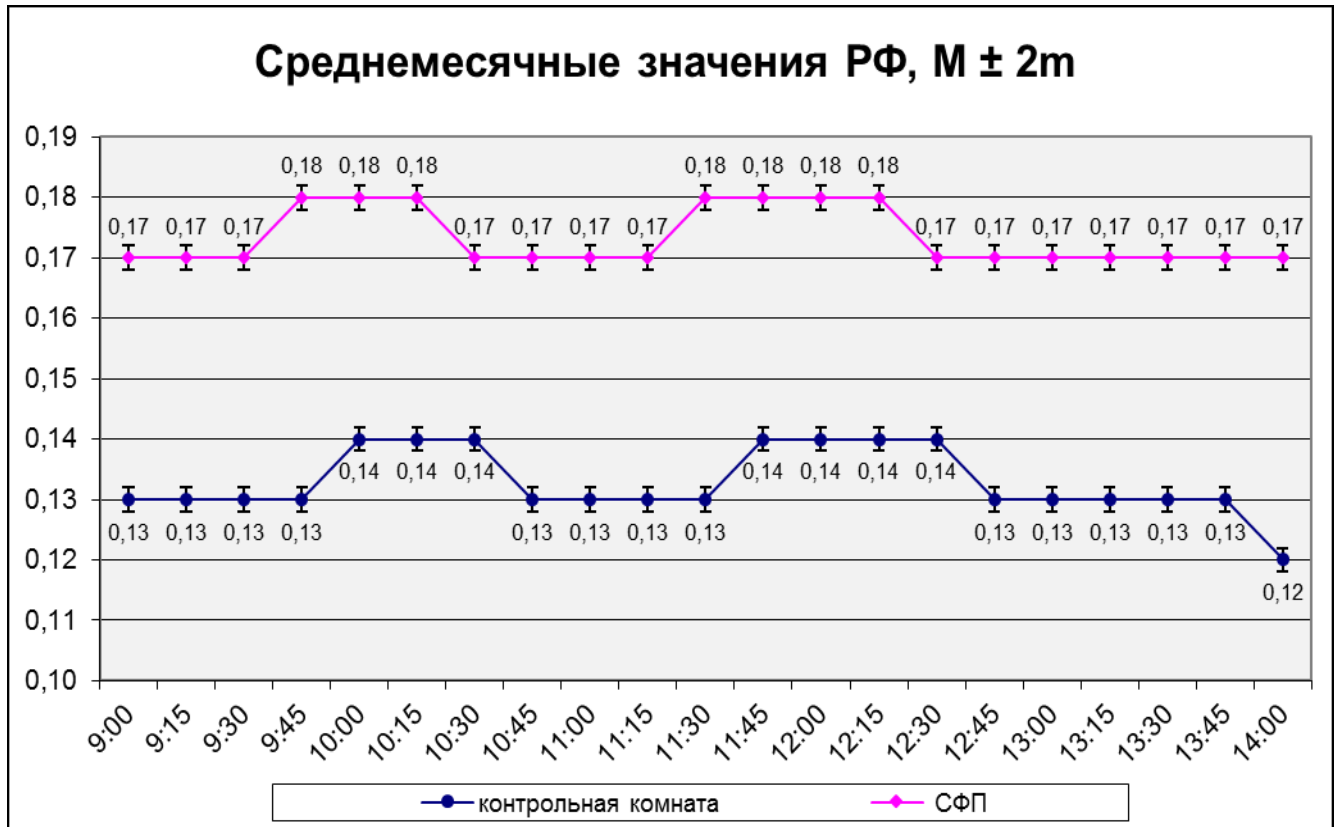


Рисунок 4 – Динамика радиационного фона в СФП и контрольной комнате в течение дня

Радиационный фон в исследуемых помещениях имел схожую тенденцию изменений (рисунок 4). При повышении радиационного фона в контрольной комнате (радиационный фон соответствовал естественному радиационному фону), статистически значимо повышался радиационный фон и в сильвинитовом физиотерапевтическом помещении. В СФП выявлена зависимость радиационного фона от естественного радиационного фона местности расположения сооружения.

Таким образом, продолжение эксплуатации сильвинитового физиотерапевтического помещения без проведения профилактических мероприятий по восстановлению основных лечебных факторов приведет к снижению их интенсивности, уровень которого можно спрогнозировать.

Анализ факторов внутренней среды сильвинитового физиотерапевтического помещения показал, что в СФП была создана особая внутренняя среда: уровень радиационного фона на первом году изучения был 0,19 мкЗв/ч и не превышал

допустимых норм радиационной безопасности; фоновая концентрация легких отрицательных ионов составляла $948,35 \pm 6,36$ ион/см³, легких положительных – $146,77 \pm 3,88$ ион/см³, коэффициент униполярности $0,15 \pm 0,00$ указывал на благоприятную аэроионизационную обстановку. На втором году исследований отмечалось значимое уменьшение уровня радиационного фона и легких отрицательных аэроионов, а также незначительное увеличение концентрации положительных аэроионов ($0,18 \pm 0,00$ мкЗв/ч; $805,50 \pm 6,99$ ион/см³; $154,87 \pm 3,77$ ион/см³ соответственно) Максимальное понижение радиационного фона и отрицательных аэроионов отмечалось на 3 год функционирования СФП ($0,17 \pm 0,00$ мкЗв/ч; $631,65 \pm 5,12$ ион/см³). Концентрация легких положительных ионов в этот период составляла $269,05 \pm 4,81$ ион/см³, коэффициент униполярности – $0,42 \pm 0,00$. Изучение факторов внутренней среды СФП по периодам года показало, что для холодного периода года характерны более низкие показатели радиационного фона и концентрации легких отрицательных аэроионов, чем для теплого (теплый период – РФ $0,18 \pm 0,00$ мкЗв/ч, ЛОЭ $641,65 \pm 7,18$ ион/см³; холодный период – РФ $0,17 \pm 0,00$ мкЗв/ч, ЛОЭ $622,23 \pm 6,82$ ион/см³). Разница показателей по периодам года с увеличением срока эксплуатации СФП усиливается. Существенных изменений концентрации легких положительных аэроионов в различные периоды года и сроки эксплуатации СФП не выявлено. При 2 часовом сеансе сальвинитотерапии в СФП наблюдалось статистически значимое снижение уровня радиационного фона и легких отрицательных ионов, а также повышение концентрации ионов положительной полярности. Данная динамика сохранялась на протяжении всего периода исследований. Микроклимат исследуемого помещения соответствовал оптимальным значениям. При выявлении корреляционных взаимосвязей между гигиеническими параметрами СФП было установлено, что имеется обратная сильная связь между концентрациями легких отрицательных и положительных аэроионов, обратная средняя – между радиационным фоном и положительными ионами, прямая средняя – радиационным фоном и ионами с отрицательной полярностью, а также

температурой воздуха и ограждающих поверхностей. Регрессионный анализ показал, что срок эксплуатации СФП влияет на его аэроионизационную обстановку и уровень радиационного фона. Коэффициент детерминации указывал на высокую значимость результатов регрессии. Изучение изменений радиационного фона в течение суток показал, что колебания радиационного фона в СФП зависят от изменений естественного радиационного фона: при его повышении в течение суток увеличивался и уровень радиационного фона в сильвинитовом помещении.

3.2. Исследования хемосорбционных процессов в воздушной среде и на поверхности минерала

При интенсивном функционировании, значительной терапевтической нагрузке и несоблюдении режимов проветривания сильвинитовых сооружений в их воздушной среде возможно накопление антропоксинов, выделяемых пациентами, проходящими курсы сильвинитотерапии при заболеваниях дыхательной, сердечно-сосудистой систем, ЛОР-органов и стоматологической патологии. Так, при воспалительных заболеваниях слизистой оболочки полости рта и горла наблюдается явление галитоза - устойчивого неприятного запаха изо рта. При этом во внутреннюю среду помещения поступают летучие серосодержащие соединения и амины. Основными веществами, выделяемыми при данной патологии, являются сероводород, диметисульфид, метилмеркаптан, этилмеркаптан, аммиак, масляная и изовалериановая органические кислоты [18, 132]. Другим источником поступления загрязняющих внутреннюю воздушную среду соляных помещений веществ является наружный воздух. При проветривании в помещение могут поступать диоксид серы, предельные и непредельные углеводороды [6, 32, 36, 53, 73, 83, 85, 89, 91, 100, 101, 118, 134].

Единичные исследования по хемосорбционным свойствам минерала сильвинита выявили его способность сорбировать оксид и диоксид азота и углекислый газ, с образованием азотной и угольной кислот [70, 71, 112].

С целью оценки возможности сорбирования минералом газообразных веществ в наземных сильвинитовых сооружениях нами были изучены изменения концентрации неорганических и органических веществ в исследуемых помещениях: O_2 , N_2 , CO_2 , H_2S , NH_3 и предельных углеводородов (метана, этана, пропана, бутан, пентан). Данные представлены на рисунках 5-7.

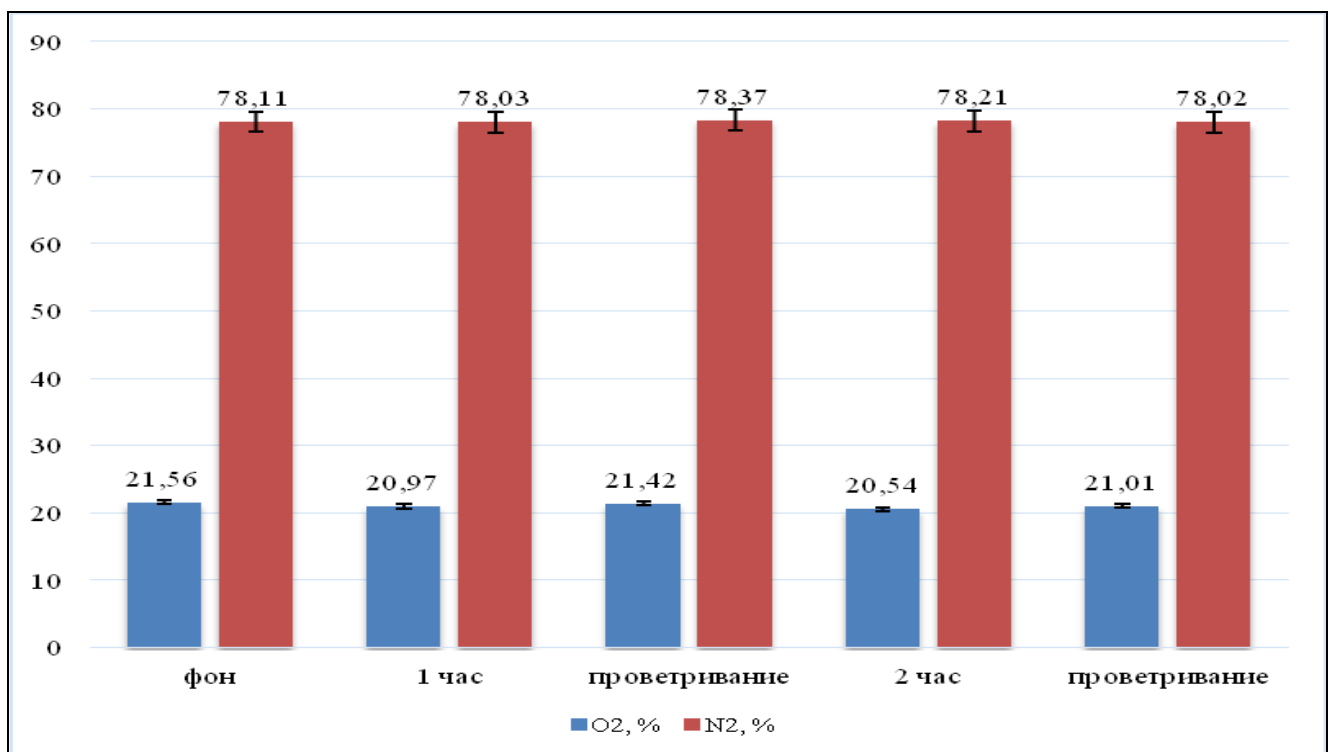


Рисунок 5 – Динамика содержания кислорода и азота в воздухе СФП

В сильвинитовом физиотерапевтическом помещении фоновые концентрации кислорода составляли $21,56 \pm 0,01\%$ (рисунок 5). К концу первого часа сильвинитотерапии концентрация O_2 статистически значимо снижалась на $0,59\%$. Проветривание приводило к повышению содержания O_2 до $21,42 \pm 0,01\%$ ($p=0,001$). Дальнейшее нахождение пациентов в СФП понижало уровень кислорода на $0,88\%$ ($p=0,001$). Содержание буферного компонента воздуха – азота не имело значимых колебаний за время присутствия пациентов в СФП.

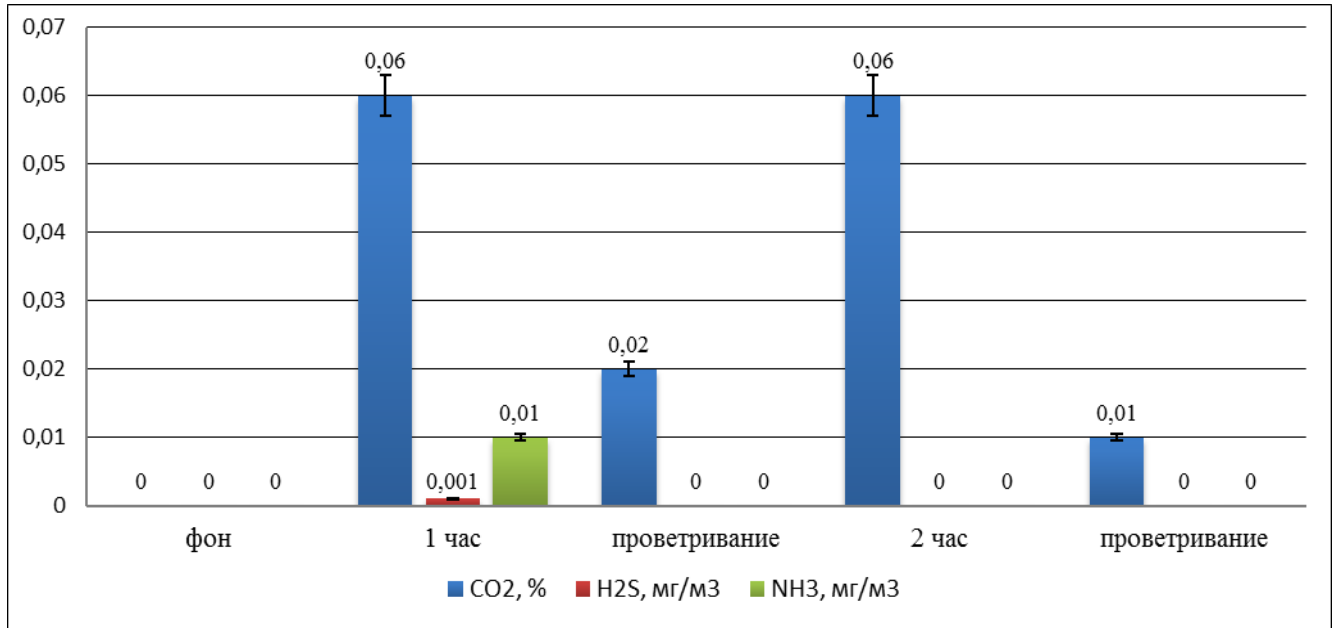


Рисунок 6 – Динамика содержания углекислого газа, сероводорода, аммиака в воздухе СФП

Фоновые концентрации CO₂, H₂S, NH₃ в СФП были равны нулю (рисунок б). После первого часа сеанса сальвинитотерапии существенно возросло содержание углекислого газа до 0,06±0,00%, определялись аммиак и сероводород (0,01±0,00 мг/м³ и 0,001±0,00 мг/м³ соответственно). После проветривания концентрация CO₂ статистически значимо снижалась до 0,02±0,00%, H₂S и NH₃ отсутствовали. На втором часу процедуры повышался уровень углекислого газа, но аммиак и серодород не определялись. Второе проветривание способствовало значительному снижению концентрации углекислого газа.

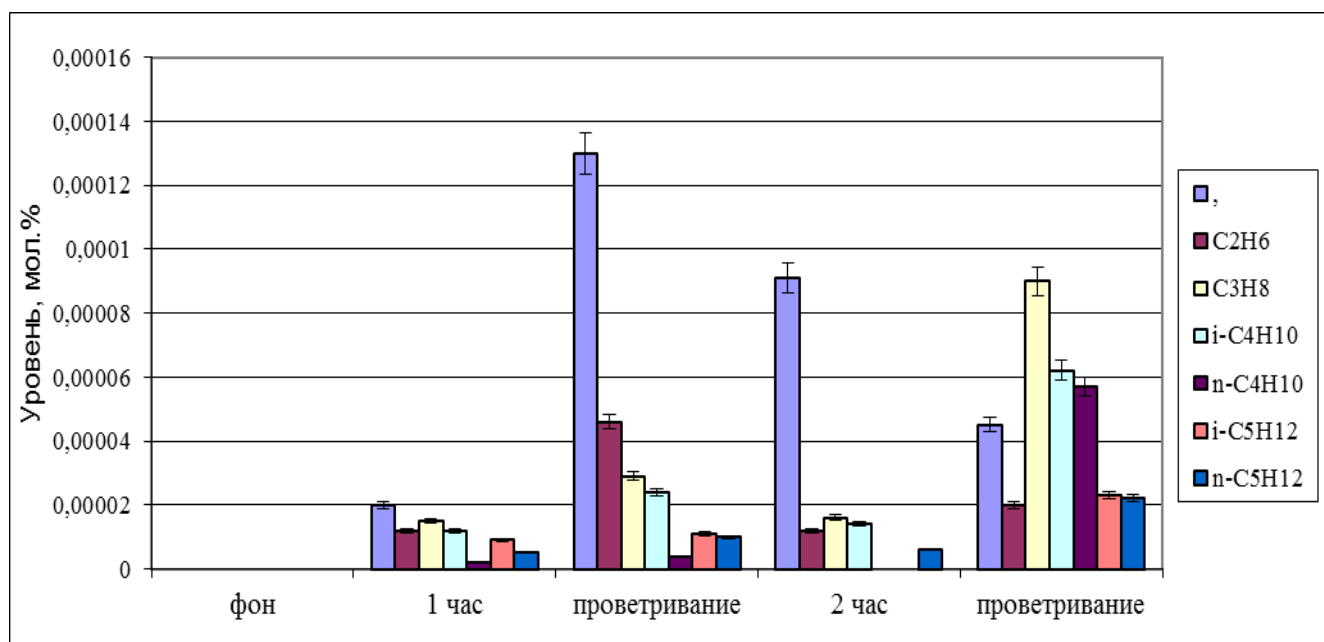


Рисунок 7 – Динамика содержания предельных углеводородов в воздухе СФП

Фоновые значения предельных углеводородов в сельвинитовом помещении были равны нулю (рисунок 7). После первого часа сельвинитотерапии появились незначительные количества всех анализируемых ПУ. После проведения проветривания их концентрации возрастали, особенно метана и этана. Ко второму часу статистически значимо снижалось содержание всех исследуемых ПУ. Однако, второе проветривание вновь приводило к возрастанию уровня этана, пропана, бутана, пентана в воздухе СФП. Данное явление можно объяснить тем, что рядом со зданием, где расположено СФП, проходит оживленная автомобильная дорога, по которой проезжает до 100 автомобилей в час, выделяющих продукты переработки топлива в двигателях внутреннего сгорания, способных через поры строительных конструкций и при проветривании поступать во внутреннюю среду сельвинитового сооружения.

Аналогичный газовый состав воздушной смеси изучался в контрольной комнате. Данные представлены на рисунках 8-10.

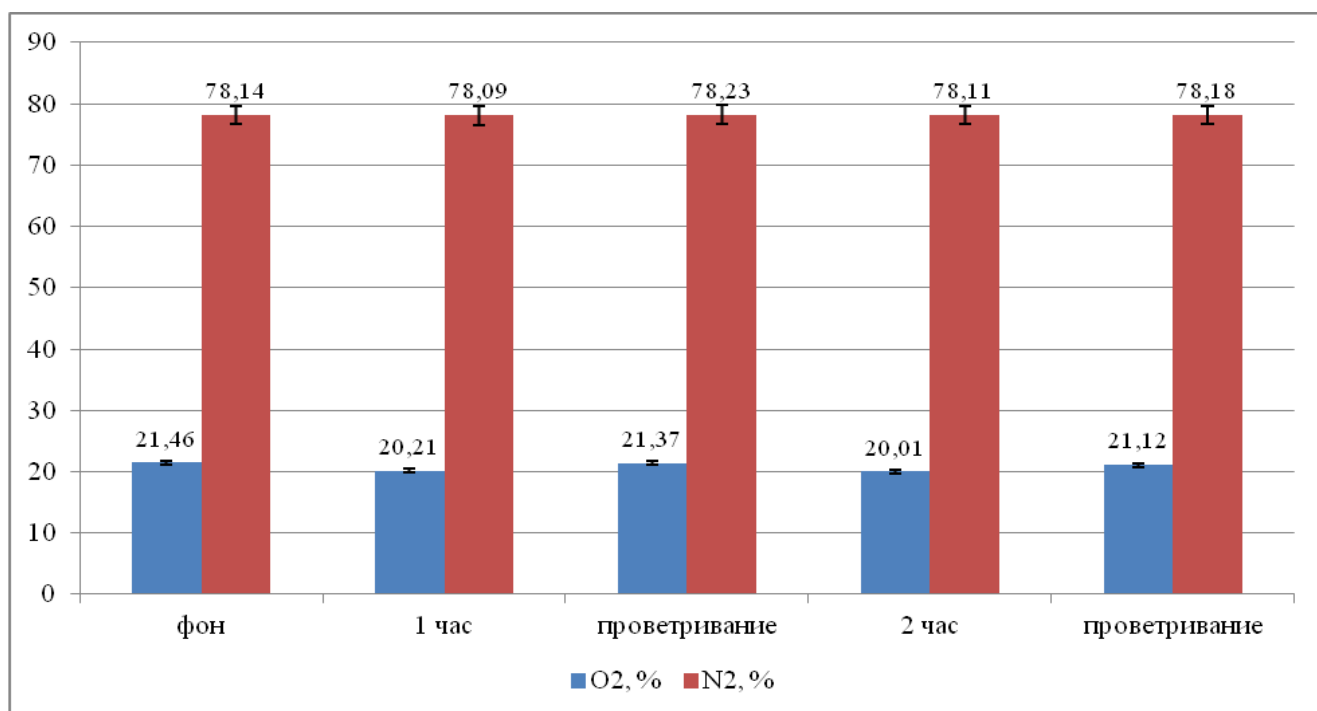


Рисунок 8 – Динамика содержания кислорода и азота в воздухе контрольной комнаты

В контрольном помещении наблюдалась более выраженная отрицательная динамика содержания кислорода в течение экспозиции пациентов (рисунок 8). К окончанию первого часа нахождения пациентов в контрольном помещении концентрация O₂ статистически значимо уменьшалась на 1,25%, после второго часа – на 1,36%. Содержание азота в воздухе практически не изменялось.

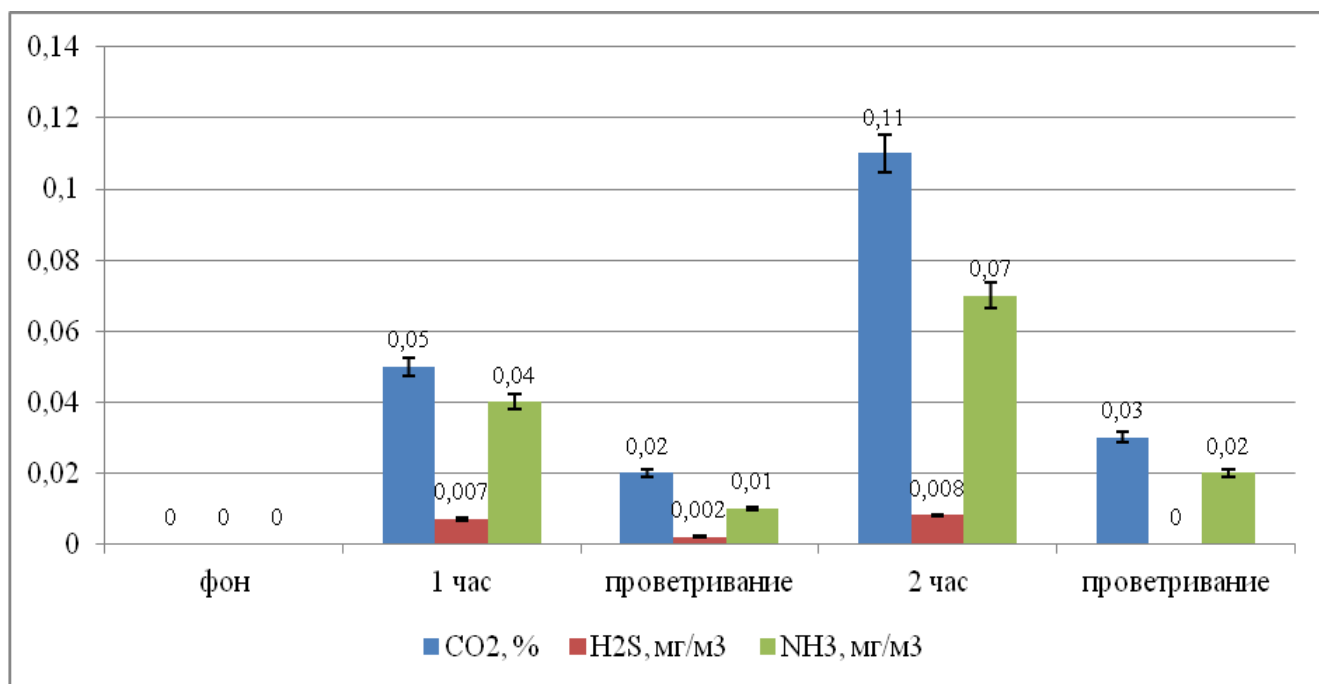


Рисунок 9 – Динамика содержания углекислого газа, сероводорода, аммиака в воздухе контрольной комнаты

Содержание CO₂, H₂S, NH₃ после первого часа нахождения обследуемых в контрольной комнате также имели более выраженные изменения (рисунок 9). Проветривание статистически значимо снижало их содержание, но не до нуля. После второго часа экспозиции в контрольной комнате наблюдалось значительное увеличение концентрации углекислого газа, сероводорода и аммиака (0,11±0,00%; 0,008±0,000 мг/м³; 0,07±0,00 мг/м³ соответственно). Проветривание не приводило к полной очистке воздуха от NH₃.

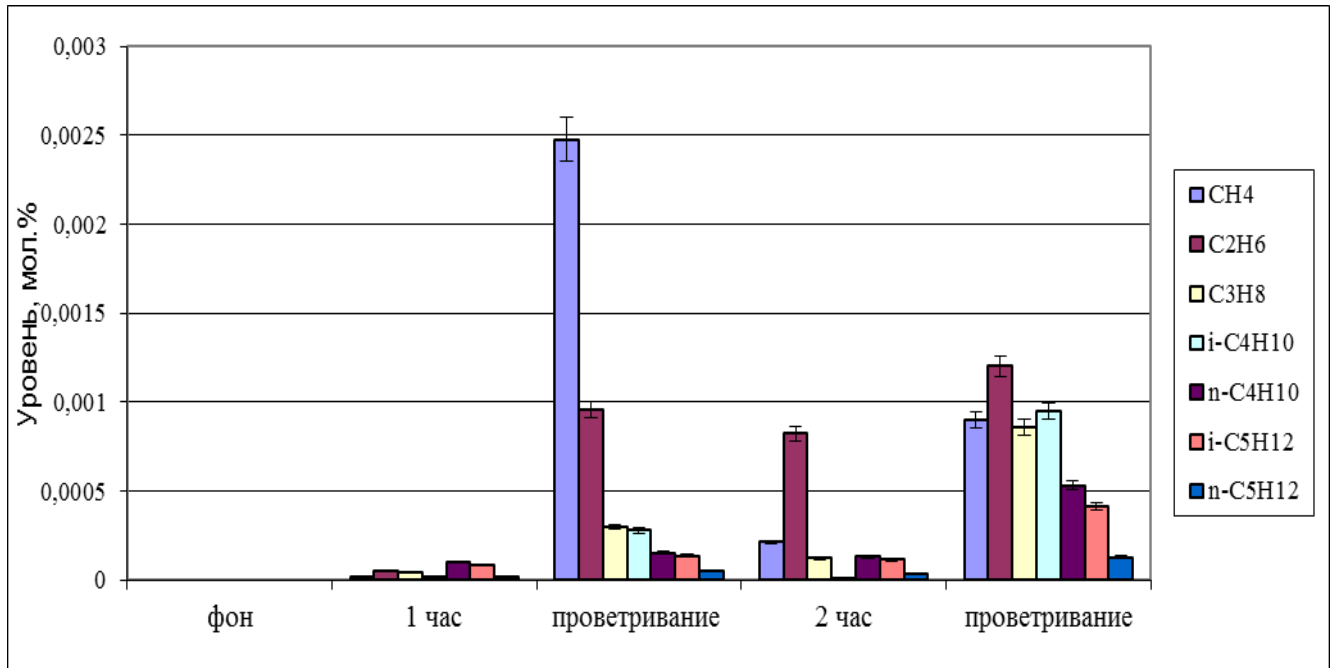


Рисунок 10 – Динамика содержания предельных углеводородов в воздухе контрольной комнаты

Определение фоновых концентраций предельных углеводородов в контрольной комнате показало их отсутствие (рисунок 10). После 1 часа экспозиции обследуемых в воздухе улавливались незначительные количества всех изучаемых углеводородов. Проветривание помещения приводило к статистически значимому возрастанию их содержания, при этом концентрации были выше, чем в сельвинитовом сооружении. Ко второму часу уровень ПУ снижался, но при повторном проветривании содержание углеводородов возрастало. Это можно объяснить тем, что контрольная комната находилась на той же стороне, что и СФП, для нее также характерно проникновение данных веществ во внутреннюю воздушную среду с атмосферным воздухом.

Исследования состава газовых компонентов минерала сельвинита показано на рисунке 11.

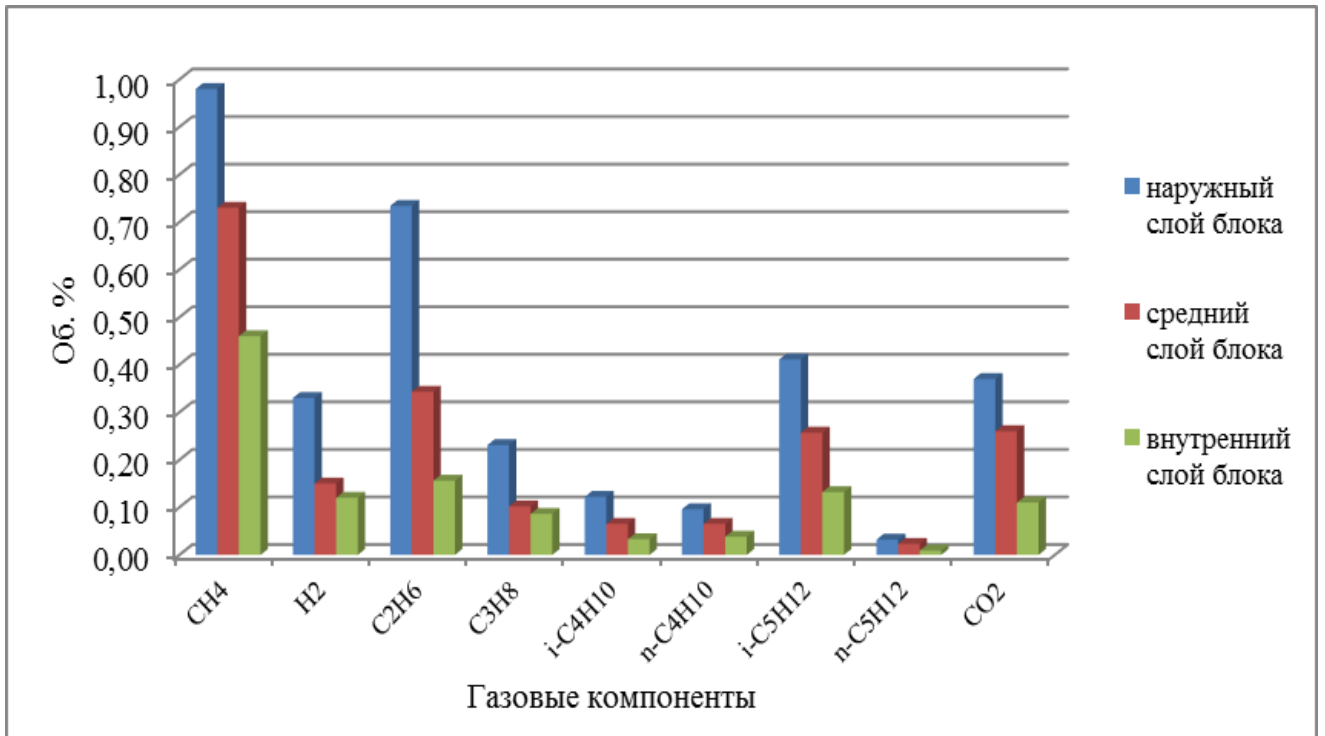


Рисунок 11 – Компонентный состав газов в минерале сильвините из блоков СФП

Определение газовых составляющих, заключенных в сильвините показало, что самым загрязненным слоем является наружный, контактирующий с внутренней средой сильвинитового физиотерапевтического помещения (рисунок 11). В нем наблюдались самые высокие концентрации предельных углеводородов и углекислого газа (CH₄ - 0,98±0,02 об. %, C₂H₆ - 0,734±0,002 об. %, C₃H₈ - 0,231±0,001 об. %, i-C₄H₁₀ - 0,122±0,001 об. %, n-C₄H₁₀ - 0,096±0,000 об. %, i-C₅H₁₂ - 0,411±0,001 об. %, n-C₅H₁₂ - 0,032±0,000 об. %, CO₂ - 0,37±0,01 об. %). Повышенные концентрации изучаемых газов в наружном слое блока объясняются тем, что минерал постоянно взаимодействует с газами воздушной среды СФП, поглощая их. Значительное снижение содержания ПУ и CO₂ отмечалось в среднем слое блока: метан - 0,46±0,01 об. %, этан - 0,156±0,001 об. %, пропан - 0,086±0,000 об. %, i-бутан - 0,033±0,000 об. %, n-бутан - 0,038±0,000 об. %, i-пентан - 0,132±0,001 об. %, n-пентан - 0,009±0,000 об. %, углекислый газ - 0,11±0,01 об. %.

Компоненты газового состава внутреннего слоя минерала сильвинита (на глубине 1,5 см) составляли: CH_4 – $0,46 \pm 0,01$ об. %, C_2H_6 – $0,156 \pm 0,001$ об. %, C_3H_8 – $0,086 \pm 0,000$ об. %, $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$ – $0,033 \pm 0,000$ об. %, $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$ – $0,038 \pm 0,000$ об. %, $i\text{-C}_5\text{H}_{12}$ – $0,132 \pm 0,001$ об. %, $n\text{-C}_5\text{H}_{12}$ – $0,009 \pm 0,000$ об. %, CO_2 – $0,11 \pm 0,01$ об. %. Проведенные исследования по изучению проникновения в минерал оцениваемых веществ показали, что хемосорбционные процессы протекают не только на поверхности минерала, но и в его глубине.

Концентрации анализируемых компонентов в минерале превышали концентрации идентичных веществ в воздухе, что можно объяснить накоплением их внутри минерала в течение функционирования соляных сооружений.

Проанализированы данные научной литературы о составе и процентном содержании газовых компонентов калийных солей Верхнекамского месторождения (3 рудник по добыче калийных солей Березниковского рудоуправления) по отношению к расстоянию от воздухоподающего ствола (таблица 10) [42, 72].

Таблица 10 – Состав и содержание газов, заключенных в сильвините действующего калийного рудника (M±2m)

Расстояние до воздухоподающего ствола, м	Газовые компоненты сильвинита шахты г. Березники							
	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	$i\text{-C}_4\text{H}_{10}$	$n\text{-C}_4\text{H}_{10}$	$i\text{-C}_5\text{H}_{12}$	$n\text{-C}_5\text{H}_{12}$	CO_2
500	$0,14 \pm 0,06$	$0,502 \pm 0,001$	$0,08 \pm 0,00$	$0,013 \pm 0,000$	$0,028 \pm 0,000$	$0,009 \pm 0,000$	$0,004 \pm 0,000$	$0,10 \pm 0,00$
1000	$0,42 \pm 0,03$	$0,261 \pm 0,000$	$0,08 \pm 0,00$	$0,026 \pm 0,000$	$0,043 \pm 0,000$	$0,045 \pm 0,000$	$0,016 \pm 0,000$	$0,09 \pm 0,00$
1500	$0,41 \pm 0,01$	$0,486 \pm 0,001$	$0,29 \pm 0,00$	$0,136 \pm 0,000$	$0,162 \pm 0,000$	$0,253 \pm 0,001$	$0,058 \pm 0,000$	$0,16 \pm 0,01$
2000	$0,56 \pm 0,00$	$0,333 \pm 0,000$	$0,12 \pm 0,00$	$0,129 \pm 0,000$	$0,065 \pm 0,000$	$0,172 \pm 0,001$	$0,022 \pm 0,000$	$0,15 \pm 0,01$
2500	$0,69 \pm 0,00$	$0,339 \pm 0,000$	$0,11 \pm 0,00$	$0,097 \pm 0,000$	$0,064 \pm 0,000$	$0,230 \pm 0,001$	$0,021 \pm 0,000$	$0,22 \pm 0,01$

Как следует из данных, представленных в таблице 10, чем ближе к воздухоподающему стволу, тем выше концентрация растворенных в минерале газов. Так, на расстоянии 500 м от места забора воздуха, поступающего в шахту,

наблюдаются значительные концентрации предельных углеводородов и углекислого газа, заключенных в сильвините. Наиболее низкие концентрации ПУ и CO_2 отмечены на расстоянии 2000 м и 2500 м от воздухоподающего ствола.

Сравнение состава заключенных в сильвините СФП газов (средний и внутренний слой блока) с газовыми компонентами минерала из шахты по добыче калийных солей г. Березники представлено на рисунке 12.

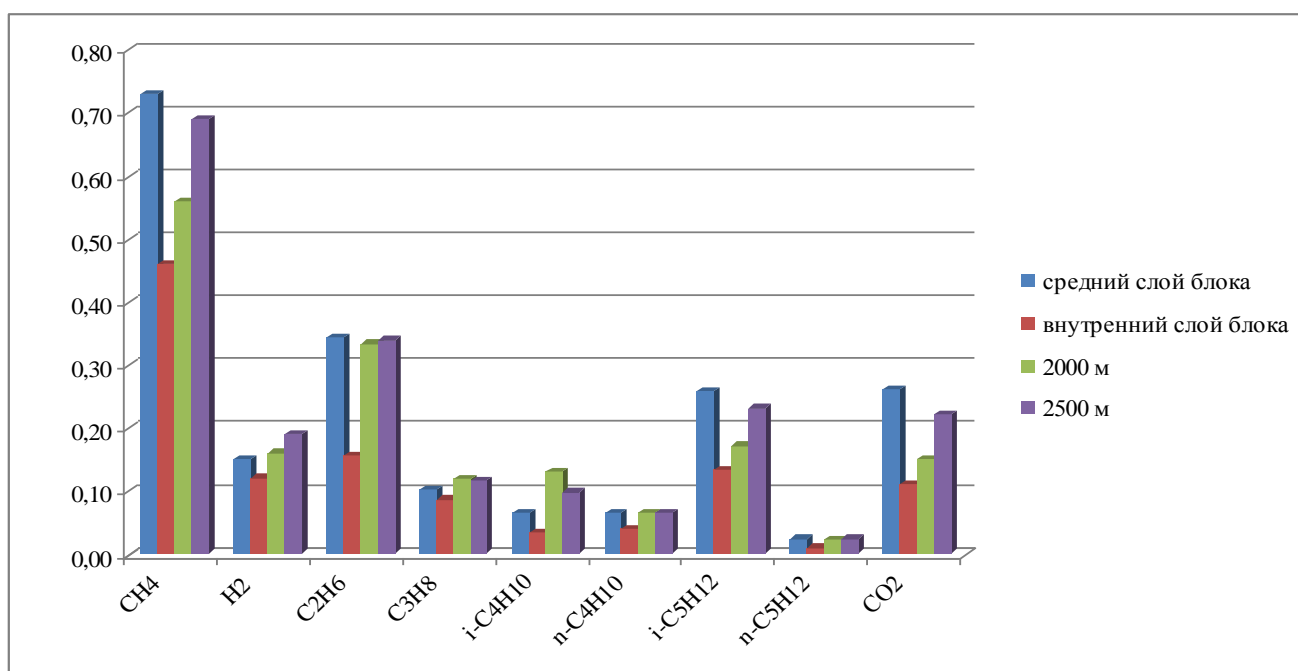
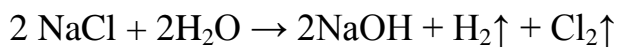
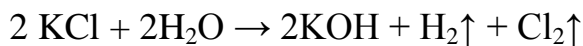


Рисунок 12 – Сравнительный анализ компонентного состава внутренних частей блока сильвинита СФП и минерала из шахты

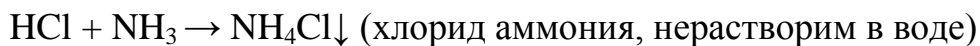
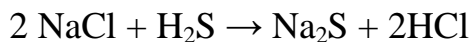
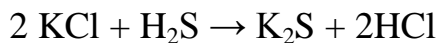
Изучение газовых составляющих минерала сильвинита показало, что сильвинит блока СФП на глубине 1 см соответствует, с незначительными отклонениями, составу газов, заключенных в калийных солях на расстоянии 2500 м от воздухоподающего ствола шахты (рисунок 12). Именно на данном расстоянии ведется забор материала для строительства сильвинитовых сооружений, так как он соответствует «чистому» минералу, способному создавать в наземных устройствах особую лечебную среду. Также изучение степени проникновения газов в структуру минерала необходимо для выяснения глубины

зачистки при проведении профилактических мероприятий по восстановлению свойств конструкций из природных калийных солей.

Под воздействием каталитического эффекта ионизирующего излучения изотопа К-40 и высокой гигроскопичности калийные соли на поверхности сальвинитовых панелей СФП сорбируют вредные примеси воздушной среды путем ряда хемосорбционных процессов, проявляющихся химическими реакциями. При взаимодействии хлоридов калия и натрия с водой образуются высокоактивные основания с выделением газов:



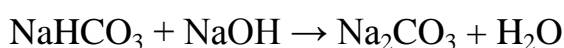
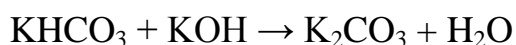
Контактирование хлоридов калия и натрия с сероводородом в молекулярных слоях воды приводит к возникновению сульфидов К и Na, а также соляной кислоты, которая взаимодействует с аммиаком с образованием хлорида аммония:



Реакции превращения хлоридов калия и натрия с избытком кислорода заканчиваются появлением хлоратов:



Щелочи калия и натрия окисляют углекислый газ до карбонатов, которые преобразуются в гидрокарбонаты и наоборот.



Таким образом, в сильвинитовом физиотерапевтическом помещении медленней, чем в контрольной комнате, происходило снижение концентраций кислорода и накопление углекислого газа, сероводорода, аммиака. Концентрации предельных углеводородов были ниже, чем в контрольном помещении. Установлено, что сильвинит благодаря своей структуре способен поглощать углекислый газ и углеводороды. Глубина проникновения данных веществ в минерал достигает 1,5 см. На поверхности минерала сильвинита под воздействием ионизирующего излучения протекают химические реакции превращений веществ с образованием нерастворимых соединений, длительное время сохраняющихся на реакционной поверхности соляных панелей СФП.

3.3. Изучение изменений микроскопической структуры минерала сильвинита

Сильвинит представляет собой осадочную горную породу, состоящую из смеси двух соляных минералов: галита (каменная соль) и сильвина (калийная соль). Физико-химические свойства сильвинита обусловлены характеристиками его компонентов.

Галит – минерал поверхностного происхождения, из класса галогенидов, подкласс хлоридов, по составу представлен хлоридом натрия. Имеет стеклянный неметаллический блеск, легко растворяется в воде. Чаще встречаются бесцветные варианты, но может быть белым, сероватым, розовым, красным, бурым, голубым или синим, нередко наблюдается различная окраска в одном образце. Характерны сплошные зернистые, плотные, листоватые, волокнистые, натечные, друзовые, кристаллообразные формы. Кристаллы наростные и вросшие также имеют кубическую форму [44, 46, 80].

Сильвин относится к классу хлоридов и представляет собой хлорид калия (KCl). Кристаллы минерала имеют форму куба, они прозрачные или

просвечивают, излом ступенчатый. Величина элементарной ячейки кристаллической структуры существенно больше, чем у галита, выделяется в формах плотных зернистых масс, волокнистых агрегатов, сталактитов, сталагмитов, натёков. Может образовывать зернистые, крупнокристаллические шестоватые и параллельно-волокнистые агрегаты. Для него характерен стеклянный или тусклый блеск, высокая хрупкость. Обладает горько-солёным, слегка жгучим вкусом, очень гигроскопичен. Может иметь различный цвет - чистый сильвин бесцветный или молочно-белый. Нередко минерал окрашен примесями в различные цвета (чаще красного спектра) или имеет синюю радиационную окраску. Под микроскопом от каменной соли отличается по показателю преломления [44, 46, 80].

Нами было доказано, что при функционировании сильвинитовых устройств снижается интенсивность основных лечебных факторов и на поверхности сильвинита протекают химические реакции хемосорбции с образованием нерастворимых соединений, а также естественное оседание пыли. Данные процессы проявляются в изменении микроскопической структуры минерала.

При оседании пыли на поверхность сильвинита последовательно происходят несколько этапов ее поглощения минералом:

- непосредственное оседание пыли;
- взаимодействие пыли с соляным рассолом, образующимся при контактировании поверхностного слоя с водяными парами воздуха, и ее оплывание;
- перекристаллизация минерала с образованием пористых включений.

Этапы преобразования пылевых частиц и оплывание (вторичные или эксплуатационные изменения) на поверхности сильвинита протекают постоянно (таблица 11).

Таблица 11 – Изменение структуры минерала сильвинита в зависимости от срока эксплуатации СФП

Признаки	Срок эксплуатации
----------	-------------------

антропогенных изменений минерала сильвинита	1 мес.	3 мес.	6 мес.	9 мес.	12 мес.	24 мес.	36 мес.
Оплавление (омыление) поверхности	-	-	-	-	Стекланный блеск граней минерала становится тусклым	Зеркальный блеск и сглаживание кристаллов минерала.	Ярко выраженное омыление минерала в блоках: грани кристаллов исчезли, поверхность тусклая.
Очаги высаливания (наличие розетковидного сильвинита)	-	-	-	-	-	Появляются единичные очаги высаливания в виде налетов белого цвета особенно на боковых поверхностях блоков	Очаги большого размера, изменяется кристаллическая структура минерала: появляются очаги пористости совместно с белыми образованиями – розетками
Запыленность	-	-	-	Слабо выражена	Слабо выражена, появляется запыленность боковых поверхностей	Запыленность выраженная, особенно заметна на боковых поверхностях сильвинитовых блоков	Сильная запыленность боковых поверхностей блоков сильвинитовых панелей

При микроскопии только что зачищенных поверхностей сильвинитовых панелей четко просматривалась кристаллическая структура минерала, грани кристаллов выражены, имели стекланный блеск. Признаков оплавления и запыленности не отмечалось. Такая картина сохранялась на протяжении 9 месяцев эксплуатации СФП (рисунок 13).



Рисунок 13 – Блок панели СФП со сроком эксплуатации 9 месяцев

Дополнительное распыление аэрозоля сильвина в середине процедур сильвинитотерапии в СФП, а также присутствие пациентов способствовало оседанию соляных частиц и бытовой пыли на боковых поверхностях блоков сильвинитовых панелей, обработанных специальным образом для увеличения площади реакционной поверхности (скалывание). Через год после профилактической зачистки появилась небольшая запыленность блоков; выявились признаки оплывания (стеклянный блеск граней кристаллов минерала стал тусклым из-за его высокой гигроскопичности) (рисунок 14).



Рисунок 14 – Блок панели СФП со сроком эксплуатации 12 месяцев

Существенные изменения наблюдались через 24 месяца функционирования соляного устройства: 75 % поверхности минерала стали гладкими с зеркальным блеском, в верхних частях блоков наблюдались очаги высаливания в виде белесоватых нитей и круглых зерен, частицы соляного аэрозоля и пыли покрывали большие участки строительных элементов сальвинитовых панелей (рисунок 15).

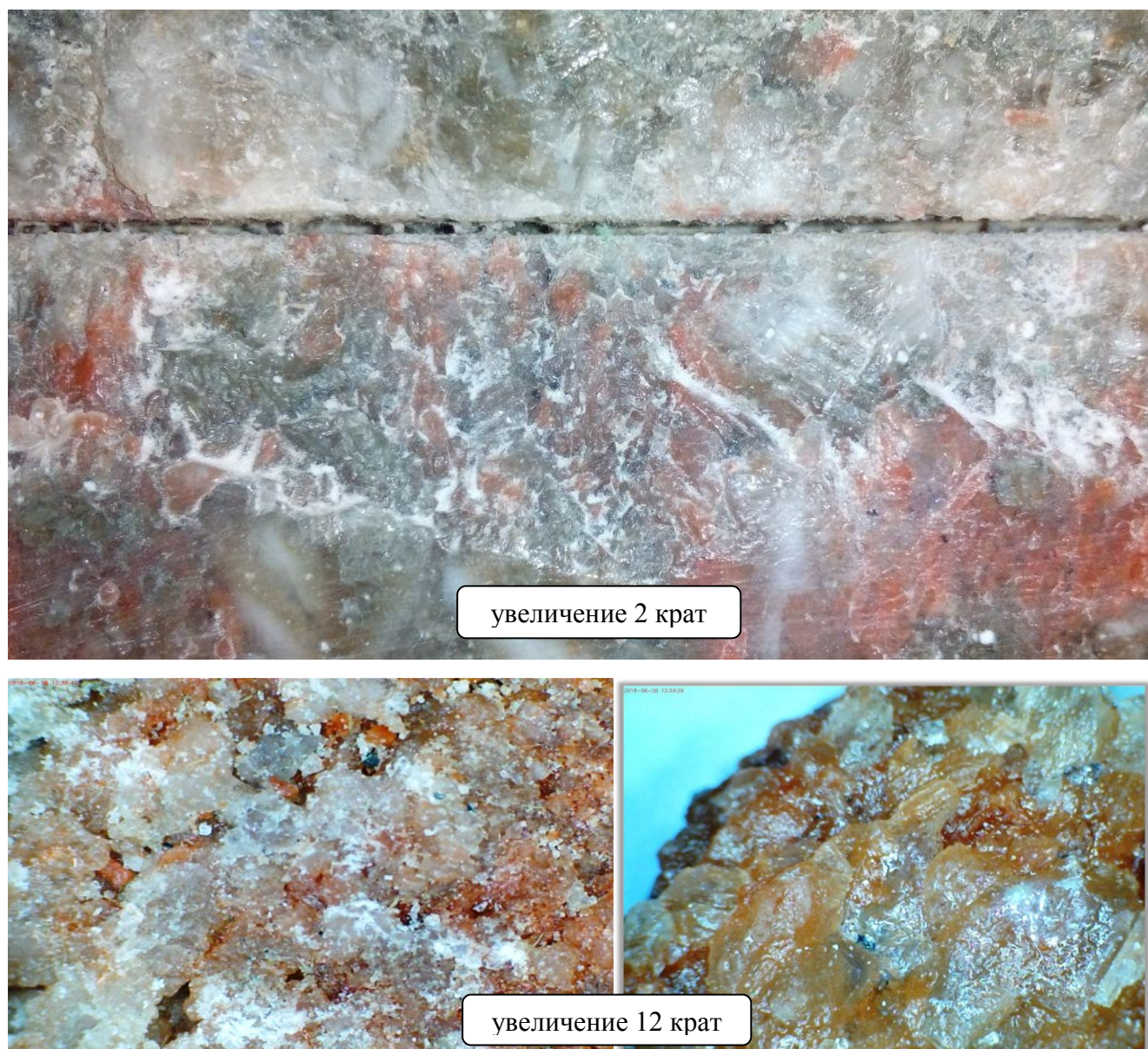


Рисунок 15 – Блок панели СФП со сроком эксплуатации 24 месяца

После трех лет активной эксплуатации СФП глубина изменений структуры минерала в результате физико-химических процессов хемосорбции с внутренней средой устройства достигла 2 - 4 мм; 100 % поверхности сильвинитовых блоков было омылено, кристаллы трудно отделимы друг от друга, сглажены. Выраженная запыленность способствовала увеличению площади розетковидного сильвинита: пылевые элементы растворялись в рапе и встраивались в его кристаллическую структуру. Участки высаливания концентрировались в

основном на верхних гранях блоков в виде крупных зерен белого цвета, были различимы без микроскопа (рисунок 16).

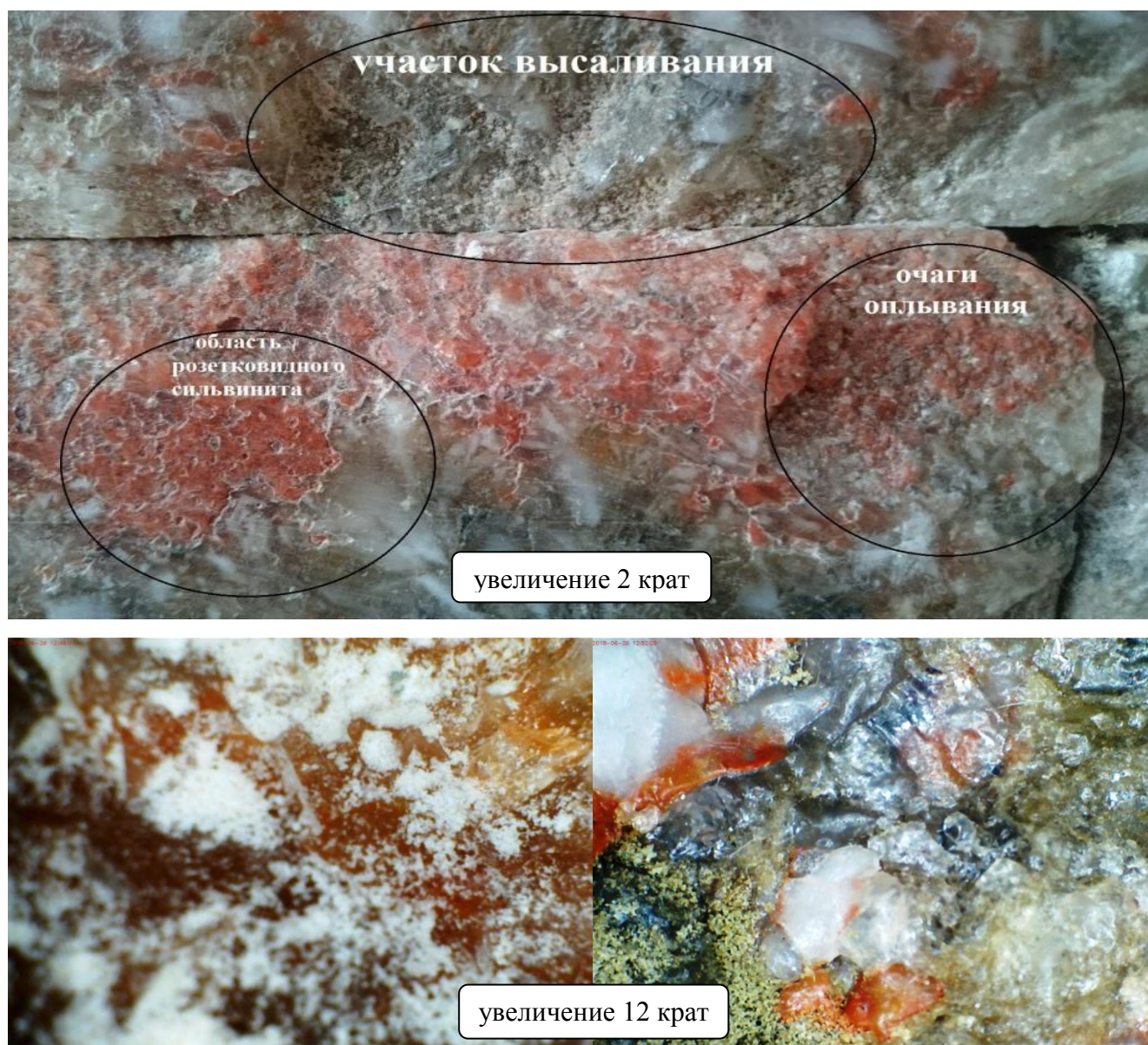


Рисунок 16 – Блок панели СФП со сроком эксплуатации 36 месяцев

Таким образом, проведенные исследования показали, что длительная интенсивная эксплуатация сильвинитовых сооружений приводит к изменениям микроскопической структуры минерала сильвинита в результате его взаимодействия с внутренней средой СФП даже при соблюдении санитарно-эпидемиологического режима. Повышение относительной влажности воздуха во время сеансов сильвинитотерапии усиливает процессы поглощения калийными

солями паров воды, образуя на их поверхности молекулярный водяной слой, способствующий протеканию реакций хемосорбции. Данные процессы приводят к «омылению» и изменениям структуры минерала сильвинита на глубину 2-4 мм. Схожие преобразования калийных солей наблюдались с дробленным сильвинитом, которым заполнены фильтры-насытители в СФП. Все это нарушает процессы формирования основных факторов солелечения и требует проведения профилактических мероприятий по восстановлению специфических свойств сильвинитовых сооружений.

ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИЛЬВИНИТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Для оптимизации внутренней среды сильвинитовых сооружений применяют методы с использованием приборов для поддержания лечебных факторов на стабильном терапевтически значимом уровне (аэроионизаторы, галогенераторы, кондиционеры, сплит-системы) и механическую зачистку реакционной поверхности. Первая группа методов требует значительного вложения финансовых средств на приобретение, обслуживание аппаратуры и обучение персонала.

Механическая зачистка реакционной поверхности панелей сильвинитовых устройств для повышения эффективности их функционирования способна быстро и без значительных финансовых затрат восстановить факторы их внутренней среды. Ранее зачистка сильвинитовой поверхности проводилась на глубину 0,1-0,2 мм. Проведенные нами исследования показали:

- необходимая глубина обработки блоков минимум 2 мм;
- частота проведения - каждые 2 года;
- нежелательно скалывать боковые грани блоков сильвинита для увеличения площади реакционной поверхности в связи с накоплением на гранях соляного аэрозоля, что усиливает запыленность и антропогенные изменения минерала в виде высаливания.

Проведены исследования динамики основных лечебных факторов внутренней среды в СФП до и после профилактической механической зачистки. Результаты представлены на рисунке 17.

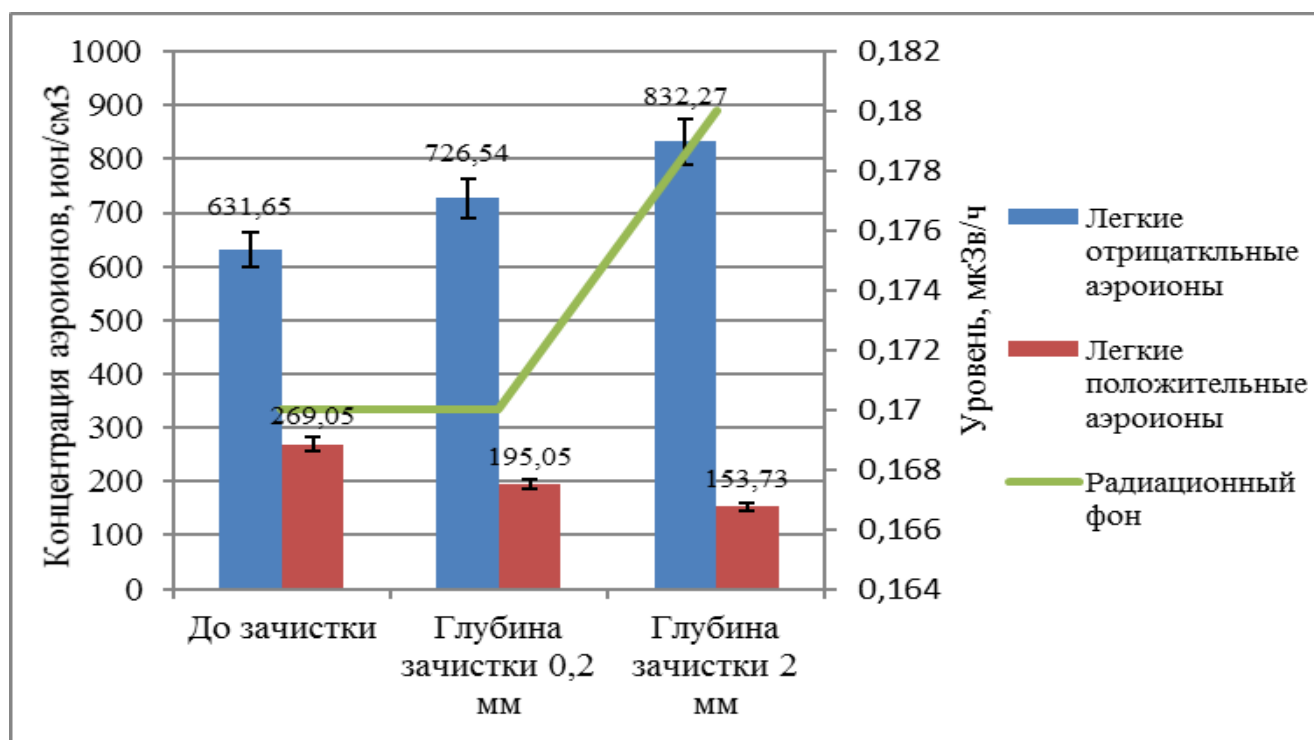


Рисунок 17 – Показатели внутренней среды СФП до и после механической обработки реакционной поверхности

Проведение зачистки на глубину 0,2 мм приводило к повышению концентрации легких отрицательных аэроионов на 15% (с $631,65 \pm 5,12$ ион/см³ до $726,54 \pm 5,89$ ион/см³) и снижению положительных ионов на 27,5% ($269,05 \pm 4,81$ ион/см³ и $195,05 \pm 3,57$ ион/см³ соответственно), коэффициента униполярности на 35,7% (с $0,42 \pm 0,00$ до $0,27 \pm 0,00$) (рисунок 17). Статистически значимых изменений уровня радиационного фона не выявлено ($0,17 \pm 0,00$ мкЗв/ч).

Механическая зачистка на глубину 2 мм способствовала повышению радиационного фона на 25% (с 0,17 до 0,18 мкЗв/ч), содержания ЛОА на 25% ($631,65 \pm 5,12$ ион/см³ и $832,27 \pm 6,44$ ион/см³), уменьшению количества положительных ионов на 43% (с $269,05 \pm 4,81$ ион/см³ до $153,73 \pm 3,01$ ион/см³) и коэффициента униполярности с $0,43 \pm 0,00$ до $0,18 \pm 0,00$.

Следовательно, механическая зачистка на большую глубину способствует более выраженному повышению интенсивности основных лечебных факторов сельвинитового физиотерапевтического помещения.

Также для оптимизации работы сильвинитовых устройств нами предложено озонирование, обладающее бактерицидным и обеззараживающим действиями, снижающее концентрации токсичных веществ и антропоксинов [36, 73, 82, 90, 91, 128, 134, 169].

В качестве основного оценочного показателя эффективности применения озонирования в сильвинитовых устройствах выбрана концентрация легких отрицательных аэроионов.

Озонирование сильвинитового устройства осуществляли двумя способами.

Первая методика: в течение 5 минут проводили обдув одной из двух сильвинитовых панелей и соответствующими приборами измеряли параметры внутренней среды исследуемого помещения в пяти точках. Через 5 минут вновь осуществляли замеры показатели внутренней среды СФП. Затем по такой же методике озонировали другую соляную панель с оценкой основных лечебных факторов СФП. Общее время озонирования составляло 10 минут.

Вторая методика: озонированным воздухом обдували центр помещений в течение 5 минут с последующим определением концентраций аэроионов, уровня радиационного фона и параметров микроклимата в основных точках измерения. Общее время озонирования составляло 5 минут.

Отдельно исследовали аэроионизацию через 10 и 60 минут после выключения озонатора. В последующем оценка концентрации аэроионов осуществлялась через 24 и 48 часов, а также на 3, 4, 5 и 6 дни после первого озонирования. В контрольной комнате озонирование проводили по аналогичной схеме.

Результаты измерения количества легких отрицательных аэроионов в воздухе исследуемых помещений после 10-минутного озонирования представлены на рисунке 18.

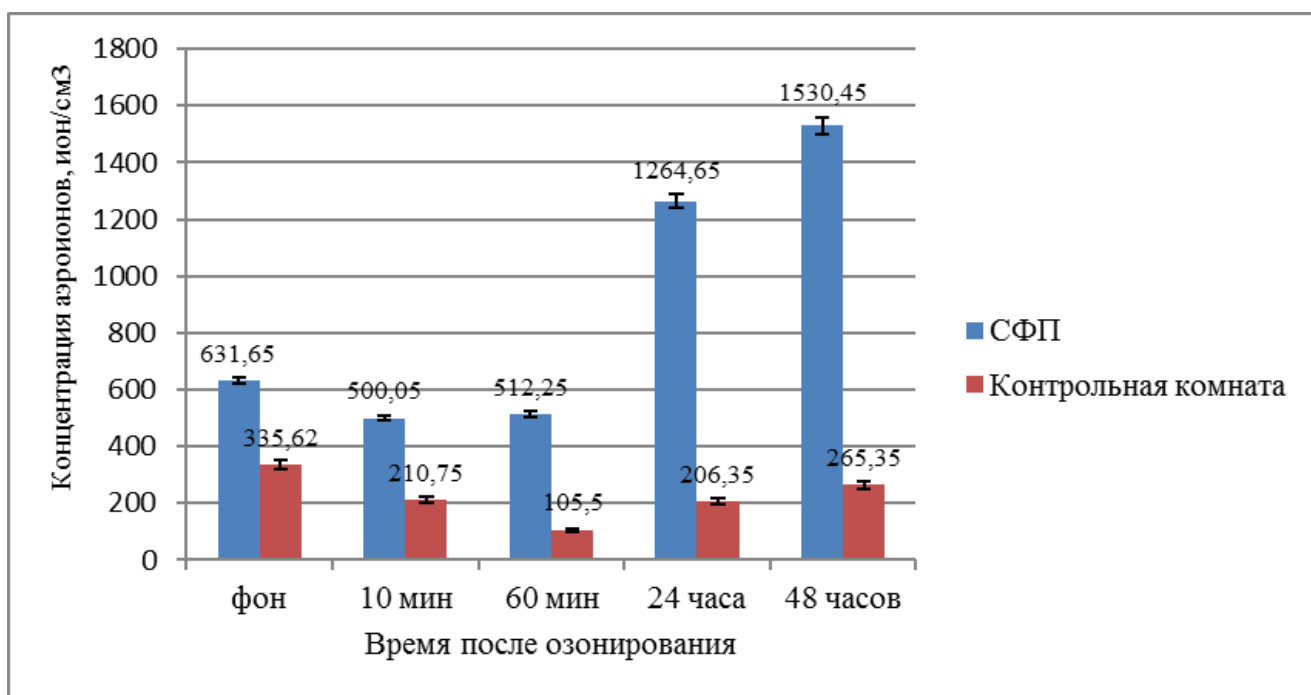


Рисунок 18 – Содержание легких отрицательных аэроионов в СФП после 10-минутного озонирования

Применение поочередного пятиминутного озонирования реакционной поверхности сильвинитовых панелей СФП в течение 5 минут каждая приводило к изменению уровней отрицательных ионов (рисунок 18). Через 10 минут после выключения озонатора с заданными параметрами (число Рейнольдса – 3000, напряжение 15 кВ, концентрация озона 3 гО₃/м³) количество легких ионов с отрицательной полярностью снизилось на 21% (фоновое содержание ЛОА 631,65±5,12 ион/см³, через 10 – 500,05±4,09 ион/см³). К 60 минуте содержание отрицательных ионов составляло 81% от фоновых значений (512,25±4,13 ион/см³). Через 24 часа после применения озона концентрация легких отрицательных аэроионов увеличилась в 2 раза по сравнению с фоновыми значениями (1264,65±11,74 ион/см³), еще через 24 часа (48 часов после озонирования) количество ЛОА повысилась до 1530,45±12,47 ион/см³, что больше фоновых значений в 2,4 раза.

В контрольной комнате концентрация легких отрицательных аэроионов через 10 минут после озонирования снизилась на 45% по сравнению с фоном

($210,75 \pm 3,58$ ион/см³), а к 60 минуте на 69% ($105,50 \pm 2,31$ ион/см³). Спустя 24 часа с момента применения озона в контрольном помещении уровень аэроионов составлял 61,4% от первоначального значения ($206,35 \pm 3,61$ ион/см³), а через 48 часов – 79% ($265,35 \pm 3,89$ ион/см³).

Динамика концентраций легких отрицательных аэроионов в изучаемых помещениях с 3 по 7 день после проведения 10-минутного озонирования представлена на рисунке 19.

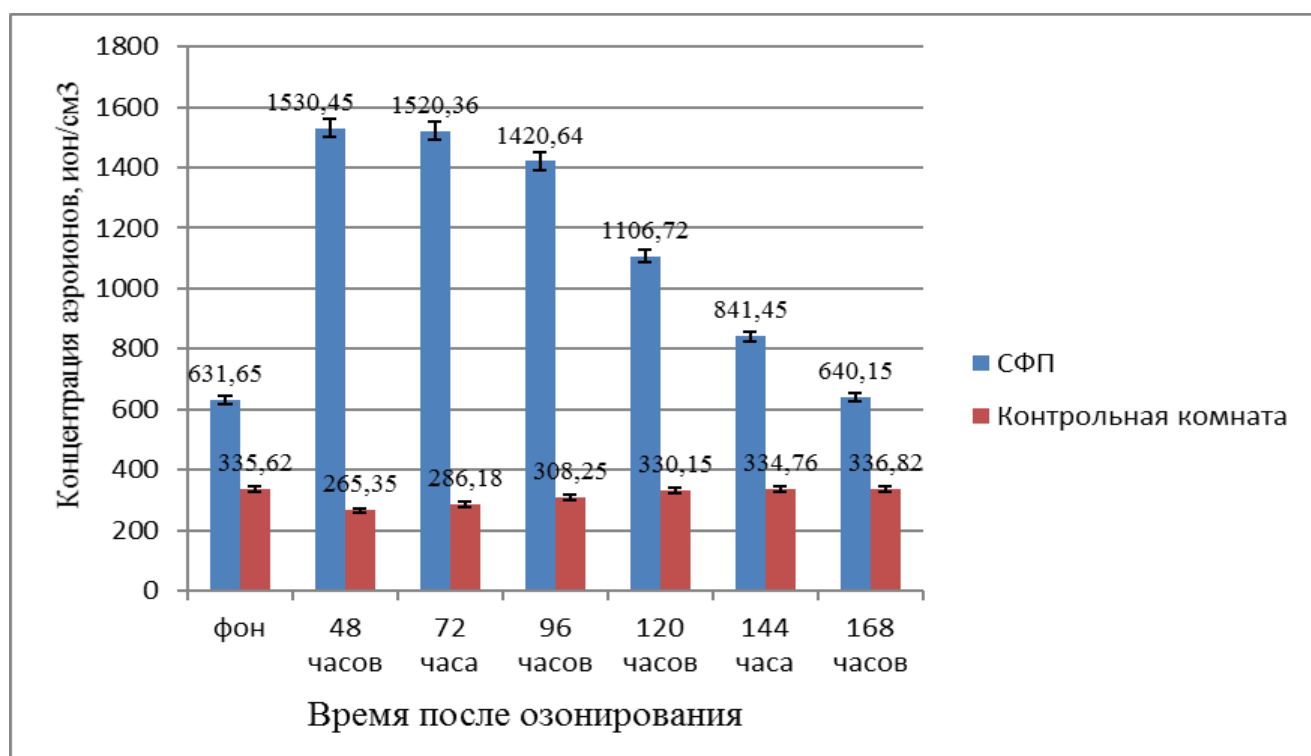


Рисунок 19 – Динамика ЛОА в исследуемых помещениях в течение 7 дней после применения 10-минутного озонирования

Эффект резкого возрастания концентрации ЛОА после озонирования СФП сохранялся в течение 4 дней (2 сутки – $1530,45 \pm 12,47$ ион/см³, 3 сутки – $1520,36 \pm 11,22$ ион/см³, 4 сутки – $1420,64 \pm 10,15$ ион/см³) (рисунок 19). Начиная с 5 дня наблюдалось постепенное снижение уровня отрицательных ионов ($1106,72 \pm 9,35$ ион/см³), который к 6 дню после применения озона составлял

841,45±7,65 ион/см³, а к 7 дню исследований аэроионизационной обстановки в СФП возвращался к фоновым значениям – 640,15±5,20 ион/см³.

В контрольной комнате наблюдалось постепенное нарастание содержания легких отрицательных аэроионов до фоновых показателей к 5 дню после использования озонатора (330,15±3,25 ион/см³). Концентрация отрицательных ионов в контрольной комнате была ниже терапевтически значимой и не оказывала влияния на пациентов.

Также было проведено исследование, при котором общее время озонирования исследуемых помещений составляло 5 минут. Результаты изменения аэроионизационной обстановки представлены на рисунке 20.

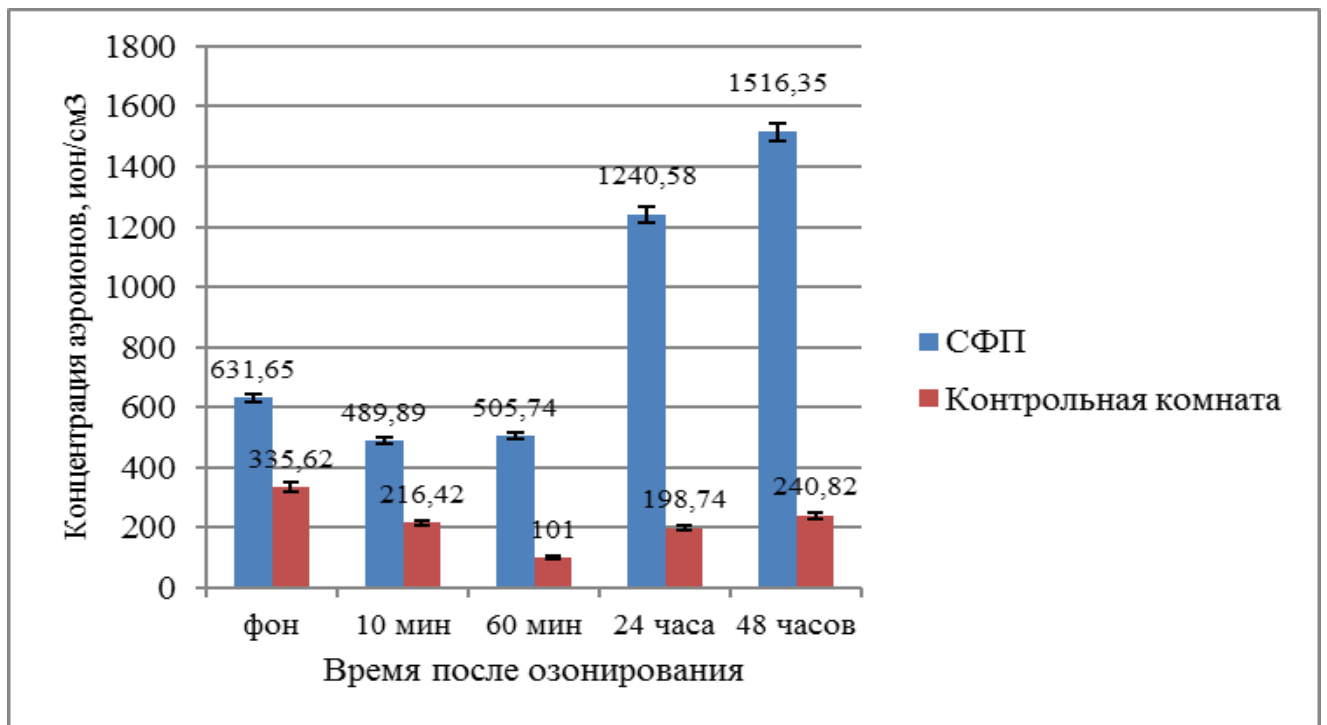


Рисунок 20 – Динамика ЛЮА в СФП и контрольной комнате после 5-минутного озонирования

Концентрация легких отрицательных аэроионов через 10 минут от момента применения озона составляла 78% от фоновых показателей (631,65±5,12 ион/см³ и 489,89±3,91 ион/см³ соответственно) (рисунок 20). Спустя 60 минут существенных изменений содержания ионов с отрицательным знаком в СФП не

наблюдалось ($505,74 \pm 5,03$ ион/см³). Через 24 часа после озонирования концентрация отрицательных аэроионов составляла 196% от первоначальных значений ($1240,58 \pm 10,31$ ион/см³), а через 48 часов – 240% в сравнении с фоном ($1515,35 \pm 11,88$ ион/см³), достигая уровня аэроионизации, характерного для лесного и морского воздуха. В контрольной комнате наблюдалась схожая с первым экспериментом динамика показателей аэроионизационной обстановки: существенное снижение концентрации легких отрицательных аэроионов к 10 минуте ($216,42 \pm 3,15$ ион/см³), пик падения к 60 минуте ($101,42 \pm 2,24$ ион/см³), затем медленное нарастание ЛОА к 24 и 48 часу после применения озонирования ($198,74 \pm 3,12$ ион/см³ и $240,82 \pm 3,75$ ион/см³ соответственно).

Оценка аэроионизационной обстановки в изучаемых помещениях в течение 7 дней после применения пятиминутного озонирования представлена на рисунке 21.

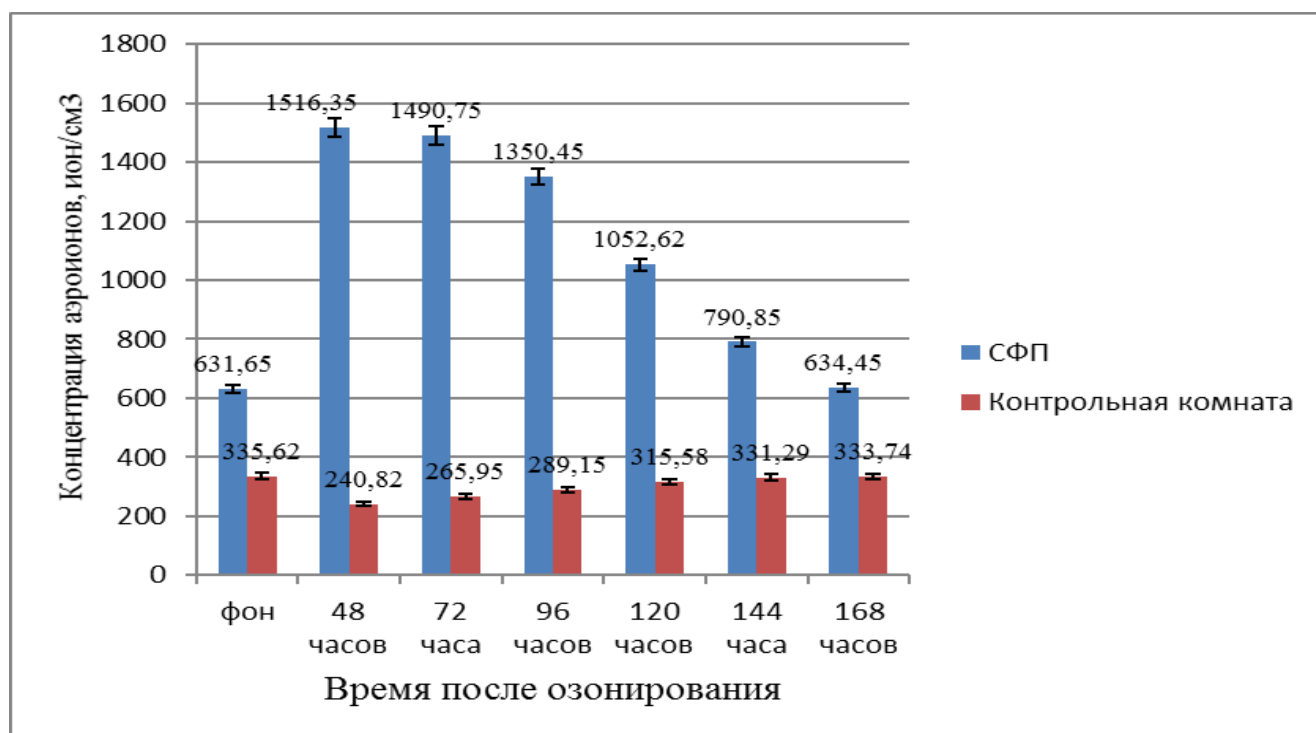


Рисунок 21 – Динамика ЛОА в исследуемых помещениях в течение 7 дней после применения 5-минутного озонирования

Концентрация легких отрицательных аэроионов в СФП на 3 сутки после озонирования, проведенного по второй методике, снизилась на 2% от максимальных значений, зарегистрированных на 2 сутки от момента выключения озонатора (рисунок 21). С 4 дня наблюдалось более интенсивное понижение уровня ЛОА (на 12%). В 5 и 6 дни после использования озона в СФП содержание отрицательных ионов составляло 63% и 9% от наибольших значений соответственно. К 7 дню концентрация ЛОА соответствовала фоновым значениям.

В контрольной комнате отмечалась схожая с первым экспериментом динамика показателей аэроионизации: постепенное нарастание уровня легких отрицательных аэроионов с 3 дня после применения озонирования и достижение фоновых показателей к 6 дню с момента озонирования. Содержание отрицательных ионов в контрольном помещении было ниже терапевтически значимых значений.

Концентрация легких положительных аэроионов за все время эксперимента по применению озона в СФП и контрольной комнате не превышала $150,55 \pm 2,73$ ион/см³. Радиационный фон был постоянным ($0,17 \pm 0,00$ мкЗв/ч). Озонирование не оказывало влияния на показатели микроклимата, которые не имели статистически значимых колебаний в сравнении с фоновыми значениями и оставались оптимальными: температура воздуха была $21,94 \pm 0,35^\circ\text{C}$, относительная влажность — $45,65 \pm 2,05\%$, температура ограждающих поверхностей $20,26 \pm 0,35^\circ\text{C}$, скорость движения воздуха не более $0,1 \pm 0,00$ м/с.

Таким образом, озонирование исследуемых помещений в течение 10 и 5 минут показало схожую динамику показателей аэроионизации, поэтому в СФП достаточно проводить 5-минутное озонирование.

Применение озона приводило к значительному возрастанию уровня легких отрицательных аэроионов в сальвинитовом физиотерапевтическом помещении. Данные изменения можно описать уравнением $y = a + bx^{0.5} + ce^{-x}$, где y — аэроионизация сальвинитовой конструкции; x — время; e — основание

натурального логарифма; a , b и c – константы, которое может быть использовано для прогнозирования уровня аэроионизации в сильвинитовых конструкциях.

Выявленное существенное повышение аэроионизационного фактора в результате озонирования сильвинитовых панелей СФП может быть объяснено способностью изотопа К-40, ионизировать молекулы кислорода, образующиеся в результате распада озона. Применение озонирования для интенсификации основного лечебного фактора сильвинитотерапии способствует повышению эффективности функционирования компактных форм сильвинитовых сооружений.

Оценка эффективности метода оптимизации проводилась путем исследования влияния факторов внутренней среды сильвинитовых физиотерапевтических помещений на состояние слизистой оболочки горла и показатели местного иммунитета у пациентов с хроническим фарингитом.

Сравнительная характеристика условий внутренней среды сильвинитовых устройств до проведения мероприятий по оптимизации представлена на рисунке 22.

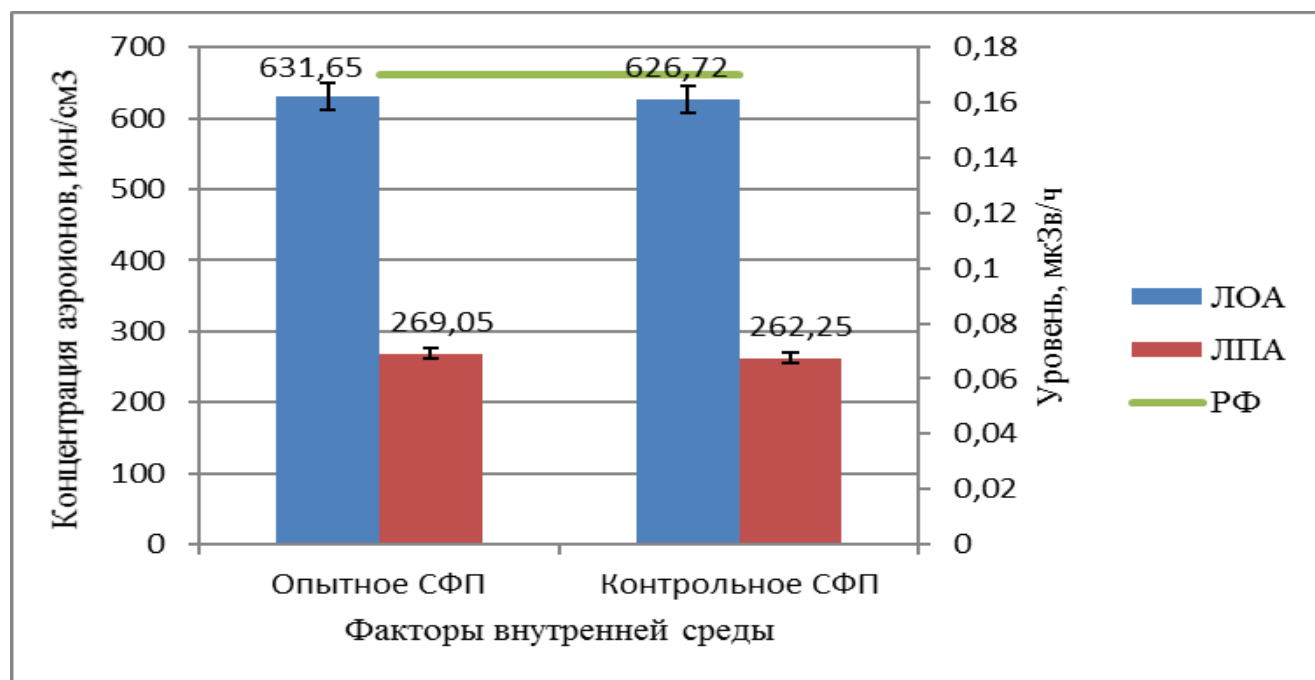


Рисунок 22 – Фоновые значения основных лечебных факторов опытного и контрольного СФП

В контрольном сильвинитовом физиотерапевтическом помещении наблюдалась идентичная изучаемому СФП интенсивность факторов внутренней среды (рисунок 22). Радиационный фон находился на уровне $0,17 \pm 0,00$ мкЗв/ч. Концентрация легких отрицательных аэроионов в обоих СФП не имела статистически значимых различий ($631,65 \pm 5,12$ ион/см³ и $626,72 \pm 4,97$ ион/см³ соответственно) ($p=0,4$). Содержание легких положительных ионов составляло $269,05 \pm 4,81$ ион/см³ и $262,25 \pm 4,79$ ион/см³ ($p=0,5$). Параметры микроклимата соответствовали оптимальным значениям.

Динамика концентраций легких отрицательных аэроионов в опытном СФП после озонирования и контрольном СФП представлена на рисунке 23.

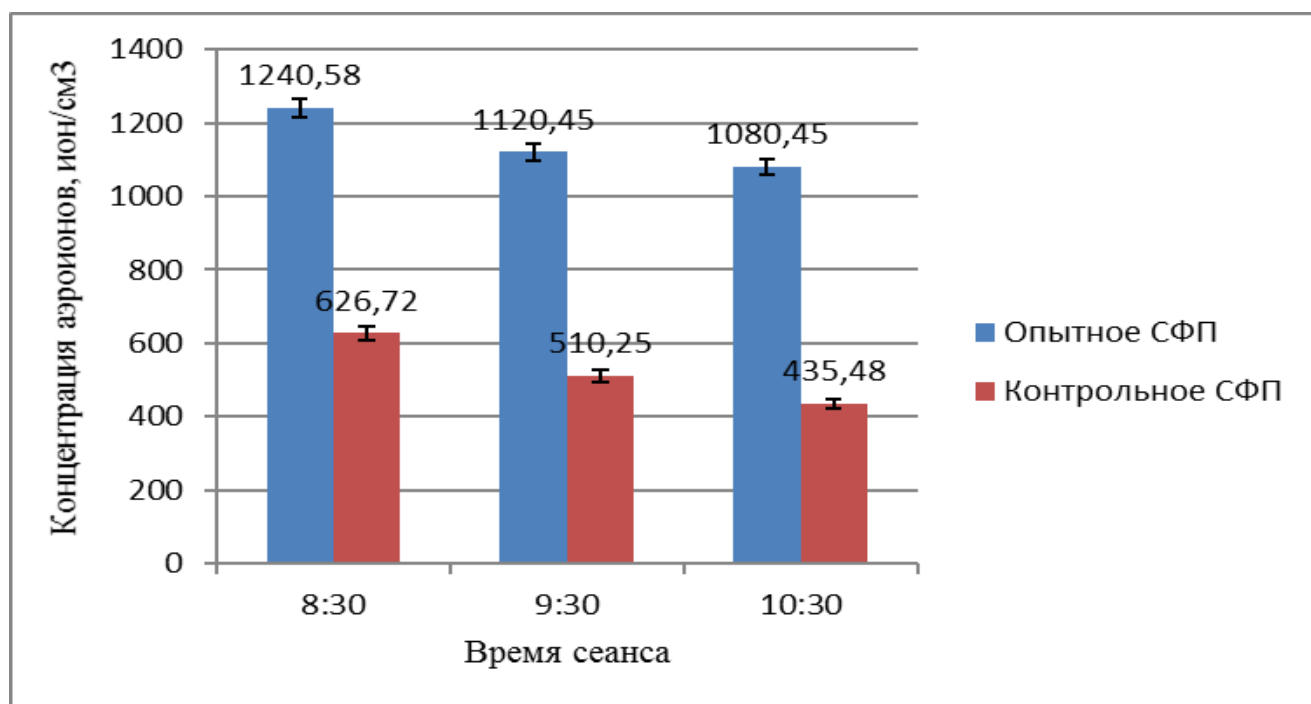


Рисунок 23 – Содержание ЛОА в исследуемых СФП в динамике сеанса сильвинитотерапии

Концентрация отрицательных аэроионов в опытном СФП к середине сеансов статистически значимо снижалась на 10% от исходных значений после озонирования ($1120,45 \pm 10,32$ ион/см³), к концу сеансов – на 13% ($1080,45 \pm 9,47$ ион/см³) (рисунок 23). В контрольном СФП уменьшение количества ионов

отрицательной полярности происходило интенсивнее: после первого часа процедуры сальвинитотерапии содержание ЛОА составляло 81% от фоновых значений ($510,25 \pm 3,52$ ион/см³), после второго часа - 69% ($435,48 \pm 3,32$ ион/см³). Уровень содержания легких отрицательных аэроионов в контрольном сальвинитовом устройстве уже к середине сеансов был ниже терапевтически значимой концентрации.

Динамика концентрации легких положительных аэроионов в сравниваемых сальвинитовых сооружениях при осуществлении сальвинитотерапии представлена на рисунке 24.

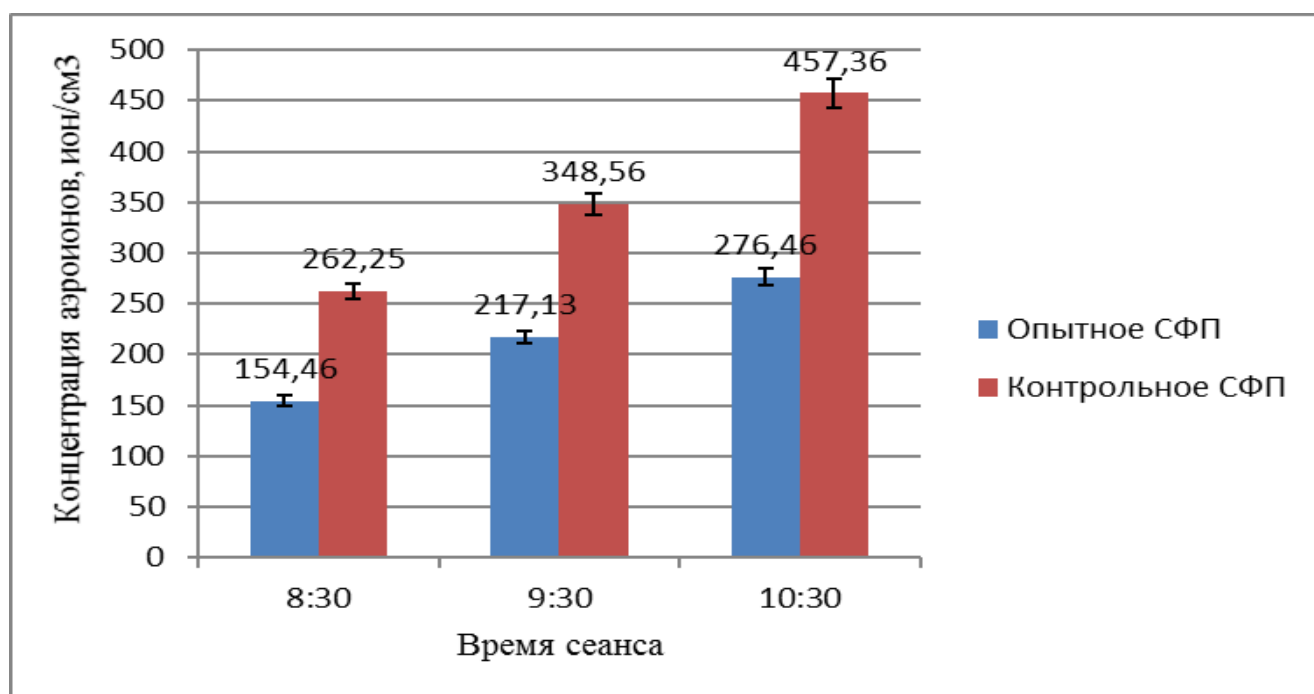


Рисунок 24 – Динамика содержания ЛПА в исследуемых СФП

В обоих помещениях отмечалась статистически значимое возрастание содержания легких положительных аэроионов как к середине сеансов, так и к окончанию процедуры (рисунок 24). Однако, в контрольном сальвинитовом устройстве содержание положительных ионов к концу сеансов было выше в 1,65 раза, чем в опытном. Радиационный фон в оцениваемых сооружениях

статистически значимо снижался к окончанию процедуры с $0,17 \pm 0,00$ мкЗв/ч до $0,15 \pm 0,00$ мкЗв/ч ($p=0,001$).

С целью изучения эффективности применения метода оптимизации факторов внутренней среды сильвинитовых устройств (пятиминутное озонирование) была проведена оценка состояния слизистых оболочек глотки пациентов с хроническим фарингитом в стадии ремиссии, проходящих курс сильвинитотерапии.

Разделенные на 2 группы пациенты до начала исследований влияния оптимизированных условий внутренней среды сильвинитового физиотерапевтического помещения на состояние слизистой оболочки горла были сопоставимы по клиническим проявлениям заболевания, определенным при фарингоскопии. Все больные предъявляли жалобы на боль и першение в горле. При фарингоскопии были определены гиперемия, умеренная влажность и утолщение слизистой оболочки глотки. Налетов и увеличения небных миндалин не отмечено. У большинства пациентов в лакунах имелись казеозные пробки первой степени.

Результаты фарингоскопии пациентов после проведенного комплексного лечения представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Клинические проявления хронического фарингита у пациентов в процессе сильвинитотерапии ($M \pm 2m$)

Симптомы	Группа наблюдения (n=27)					Группа сравнения (n=22)				
	до лечения	3-й день	5-й день	7-й день	10-й день	до лечения	3-й день	5-й день	7-й день	10-й день
Боль в горле ¹	$2,05 \pm 0,17$	$1,45 \pm 0,16$	$0,15 \pm 0,08$	0	0*	$2,05 \pm 0,15$	$1,65 \pm 0,17$	$0,4 \pm 0,14$	0	0*
Парестезии ¹	$2,25 \pm 0,20$	$1,50 \pm 0,15$	$0,35 \pm 0,11$	$0,15 \pm 0,05$	0**	$2,17 \pm 0,19$	$1,9 \pm 0,17$	$0,8 \pm 0,12$	$0,2 \pm 0,05$	$0,45 \pm 0,18$ *
Гиперемия ¹	$2,65 \pm 0,11$	$3,0 \pm 0,14$	$1,15 \pm 0,15$	$0,65 \pm 0,1$	$0,2 \pm 0,12$ **	$2,55 \pm 0,11$	$2,9 \pm 0,16$	$1,65 \pm 0,15$	$0,35 \pm 0,12$	$1,25 \pm 0,12$ *
Влажность ²	$0,85 \pm 0,09$	$0,65 \pm 0,1$	$0,55 \pm 0,13$	$0,3 \pm 0,15$	$0,2 \pm 0,12$ **	$0,85 \pm 0,10$	$0,8 \pm 0,11$	$0,75 \pm 0,16$	$0,65 \pm 0,13$	$0,65 \pm 0,16$

Наличие казеозных пробок в миндалинах ²	1,18± 0,15	1± 0,16	0,75± 0,15	0,65± 0,12	0,5± 0,11**	1,16± 0,13	1,1± 0,14	0,95± 0,18	0,9± 0,13	0,85± 0,15*
Наличие гранул лимфойдной ткани ³	0	0,45± 0,11	0,45± 0,11	0,65± 0,12	0,55± 0,10**	0	0	0,15± 0,08	0,15± 0,12	0,05± 0,01*

¹- степень выраженности признака по пятибалльной шкале (от 0 до 4, где 0-отсутствие признака, 4-максимальная выраженность);

²- степень выраженности признака по трехбалльной шкале (от 0 до 2, где 0-отсутствие признака, 2-максимальная выраженность);

³- степень выраженности признака: 0- отсутствует, 1-имеется.

*- достоверность до и после лечения внутри группы ($p < 0,05$);

** - достоверность между группами пациентов ($p < 0,05$).

В результате проведенного лечения хронического фарингита пациенты обеих групп отмечали существенное уменьшение боли в горле и отсутствие парестезии (таблица 12). При фарингоскопии у пациентов группы наблюдения слизистая оболочка глотки была розового цвета, влажная, гиперемия практически отсутствовала, лакуны чистые, на задней стенке глотки выявлено наличие гранул лимфойдной ткани до 3 мм, не сопровождавшихся субъективными ощущениями ($0,55 \pm 0,1$ балла). В группе сравнения, проходивших курс сальвинитотерапии в контрольном СФП, отмечалась менее выраженная положительная динамика проявлений заболевания: некоторые пациенты продолжали предъявлять жалобы на парестезии ($0,45 \pm 0,18$). По результатам фарингоскопии слизистая оболочка глотки была умеренно гиперемирована, влажная. Наличие гранул лимфойдной ткани на стенке глотки отмечено у 2 пациентов.

Одним из этиологических факторов ХФ являются изменения местного иммунитета. Динамика показателей местного иммунитета слизистой оболочки глотки у пациентов группы наблюдения до и после прохождения курса сальвинитотерапии в оптимизированных условиях СФП представлено на рисунке 25.

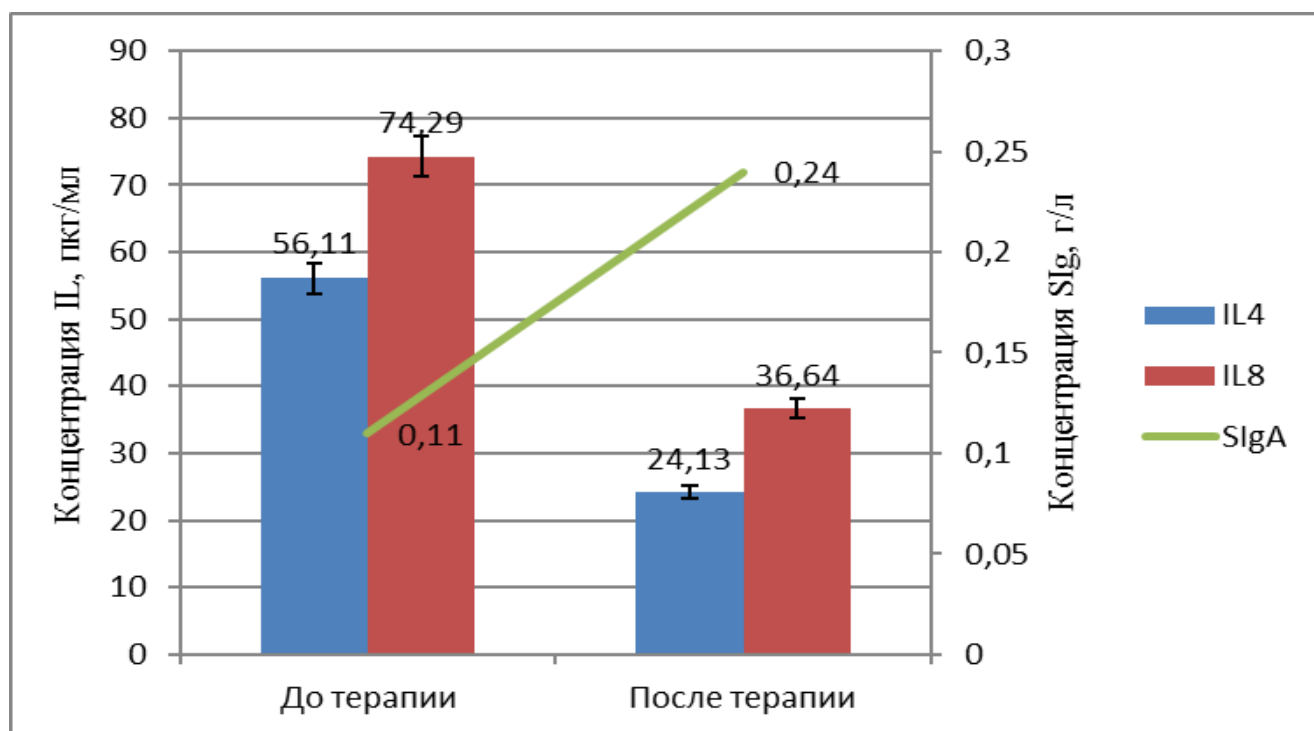


Рисунок 25 – Показатели местного иммунитета в группе наблюдения

Иммунологическими исследованиями установлено, что в группе наблюдения до терапии ХФ IL4, IL8, SIg A составляли $56,11 \pm 1,91$ пкг/мл; $74,29 \pm 3,78$ пкг/мл; $0,11 \pm 0,01$ г/л соответственно (рисунок 25). После комплексного лечения происходило статистически значимое снижение цитокинов IL4 до $24,13 \pm 3,42$ пкг/мл; IL8 – до $34,64 \pm 3,11$ пкг/мл и увеличение концентрации SIg A до $0,24 \pm 0,01$ г/л ($p=0,003$). Полученные данные свидетельствовали о значительном уменьшении признаков воспаления слизистых оболочек глотки и восстановлении их защитных свойств.

Динамика показателей местного иммунитета в группе сравнения показана на рисунке 26.

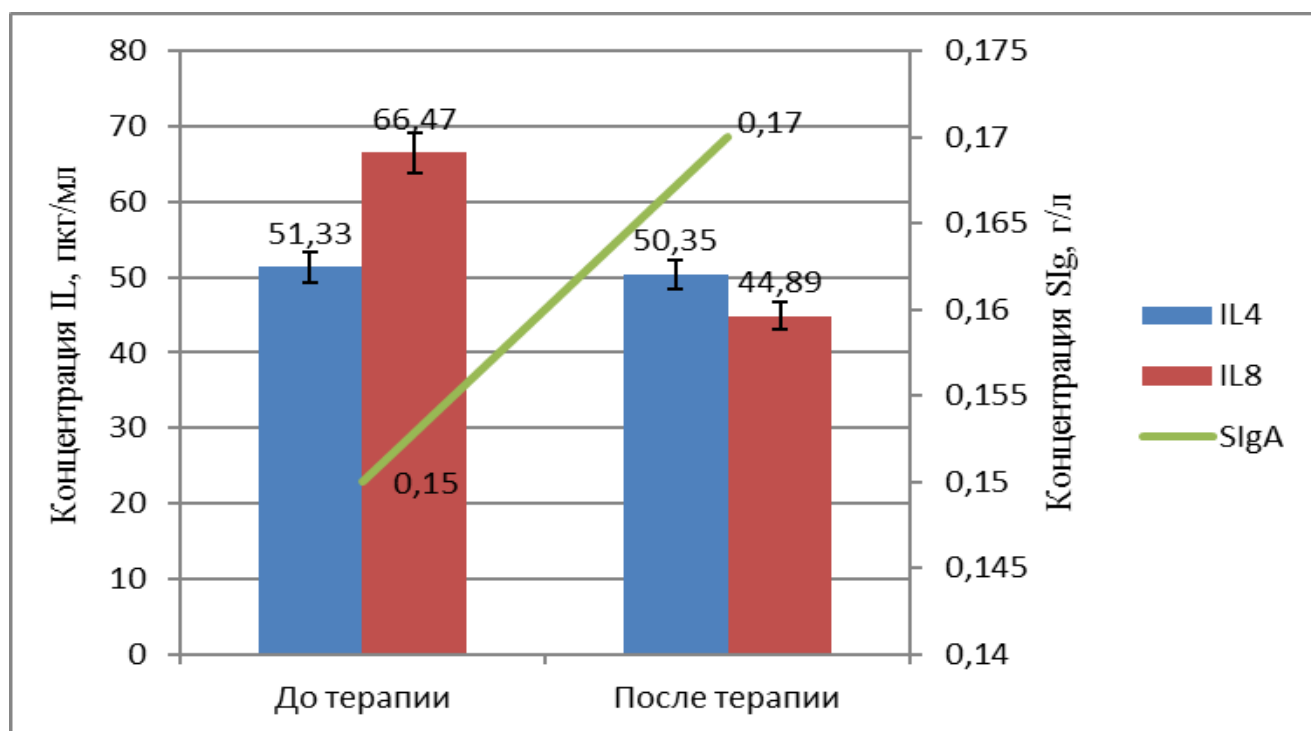


Рисунок 26 – Показатели местного иммунитета в группе сравнения

В группе сравнения до начала курса сальвинитотерапии иммунологические показатели смешанной слюны были следующие: IL4 – $51,33 \pm 4,4$ пг/мл; IL8 – $66,47 \pm 3,5$ пг/мл; SIg A – $0,15 \pm 0,02$ г/л (рисунок 26). После проведенного лечения происходило значимое снижение только провоспалительного цитокина IL8 до $44,89 \pm 2,84$ пг/мл, в то время как другие факторы местного иммунитета не имели статистически значимых различий с исходными значениями.

Таким образом, сальвинитотерапия в СФП с оптимизированными условиями внутренней среды дает более выраженные клинические и иммунологические эффекты при лечении хронического фарингита, что позволило разработать критериальную оценку эффективности применяемого метода интенсификации факторов внутренней среды компактных форм сальвинитовых сооружений. Основные критерии отражены в таблице 13.

Таблица 13 – Критериальная оценка эффективности применения озонирования для оптимизации условий внутренней среды сальвинитовых устройств на примере сальвинитотерапии хронического фарингита ($M \pm m$)

Критерий Показатель		Типы помещения	
		СФП до оптимизации условий внутренней среды	СФП с оптимизированными условиями внутренней среды
Гигиенический	Радиационный фон, мкЗв/ч	0,17±0,10	0,17±0,10
	Легкие отрицательные аэроионы, ион/см ³	620,5±20,5	1100,5±50,5
	Легкие положительные аэроионы, ион/см ³	260,5±10,5	150,5±10,5
	Микроклимат (температура воздуха, относительная влажность и скорость движения воздуха)	Оптимальный	Оптимальный
Клинический визуальный	Длительность предъявления жалоб, количество дней	10,5±1,5	7,5±0,5
	Изменение состояния слизистых оболочек глотки (гиперемия, влажность слизистой, казеозные пробки в лакунах, гранулы лимфойдной ткани на стенках глотки)	Умеренная гиперемия и влажность слизистой глотки, сохранение казеозных пробок в лакунах и определение гранул лимфойдной ткани у отдельных пациентов	Отсутствие гиперемии и казеозных пробок в лакунах, умеренная влажность слизистой, определение гранул лимфойдной ткани у большинства пациентов
Лабораторный	Параметры местного иммунитета слизистых оболочек глотки (IL4, пкг/мл, IL8, пкг/мл, SIgA, г/л)	IL4 - 50,33±4,4 IL8 - 44,89±2,84 SIgA - 0,15±0,05	IL4 - 24,13±3,42 IL8 - 34,64±3,11 SIgA - 0,25±0,15

Как следует из данных, представленных в таблице 13, главными критериями по оценке эффективности использования озонирования в качестве метода повышения интенсивности воздействия основных лечебных факторов внутренней среды сельвинитовых сооружений будут выступать гигиенический, клинический визуальный и лабораторный. Основными показателями являются уровень радиационного фона, аэроионизации, параметры микроклимата, продолжительность предъявления жалоб, состояние слизистой оболочки глотки и показатели местного иммунитета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетнее изучение свойств калийных солей Верхнекамского месторождения, их влияния на организм человека послужило основой для развития одного из направлений солелечения – сильвинитотерапии [22, 50, 127]. Первым сооружением, в котором осуществлялся данный метод натуротерапии, являлась спелеолечебница в действующем калийном руднике [9, 10, 112]. Однако, наличие проблем, связанных с ее эксплуатацией, привели к разработке, научному обоснованию и строительству наземных сильвинитовых устройств, отличающихся по конструктивным особенностям, режимам эксплуатации и интенсивности факторов [104, 112]. Расширение показаний к минералотерапии обусловило разработку компактных форм сильвинитовых сооружений в виде соляных сильвинитовых устройств и сильвинитовых физиотерапевтических помещений. Для достижения необходимого эффекта воздействия лечебных факторов ССУ и СФП на организм пациентов курсовая терапия составляет от 17 до 21 дня с продолжительностью сеансов 2-4 часа [127, 142]. За это время в воздушную среду помещений больными может выделяться большое количество антропоксинов, которые оказывают влияние на факторы внутренней среды. Отдельными исследованиями было установлено, что минерал сильвинит в подземных условиях способен сорбировать на себя вредные примеси рудничной атмосферы (оксиды азота и углерода) [70, 71, 72]. В наземных сооружениях из природных калийных солей подобных исследований не проводилось. Также не изучалась динамика параметров внутренней среды компактных форм сильвинитовых конструкций в зависимости от срока функционирования, и оценка корреляционных связей между основными лечебными факторами. Это позволило бы установить необходимые временные промежутки для проведения мероприятий по восстановлению основных лечебных факторов сильвинитовых устройств.

Для решения поставленных вопросов была определена цель работы, которая заключалась в разработке и обосновании мероприятий по восстановлению и оптимизации факторов внутренней среды компактных селвинитовых устройств на основе гигиенических исследований.

Для достижения поставленной цели были определены научные задачи и пути их выполнения. Объектами исследования являлись селвинитовые физиотерапевтические помещения, одно из которых изучалось в динамике 36 месяцев эксплуатации, контрольная комната для сравнительной оценки способности минерала селвинита к хемосорбции и влияния озонирования на аэроионизацию, селвинитовые блоки из сооружений с различным периодом функционирования, а также больные хроническим фарингитом в стадии ремиссии. Подробно изучаемые объекты описаны в главе 2.

Первоначальная задача заключалась в оценке динамики основных факторов внутренней среды селвинитового физиотерапевтического помещения в различные периоды года (холодный и теплый), в течение сеансов селвинитотерапии и 3 лет эксплуатации. Изучение факторов внутренней среды СФП показало, что для холодного периода года характерны более низкие, чем для теплого периода, показатели радиационного фона, а также концентрации легких отрицательных аэроионов на третий год функционирования (холодный период – радиационный фон $0,17 \pm 0,00$ мкЗв/ч, ЛОА $622,23 \pm 6,82$ ион/см³; теплый период – радиационный фон $0,18 \pm 0,00$ мкЗв/ч, ЛОА $641,65 \pm 7,18$ ион/см³). Разница показателей по периодам года с увеличением срока эксплуатации СФП усиливалась. Концентрация положительных ионов по периодам года за время наблюдения существенных изменений не имела. Данные изменения могут быть связаны с уменьшением выхода радиоактивного изотопа К-40 в связи с преобразованиями структуры селвинита.

При 2 часовом сеансе селвинитотерапии в СФП наблюдалось статистически значимое снижение уровня радиационного фона и легких отрицательных ионов, а также повышение концентрации ионов положительной

полярности. Данная динамика сохранялась на протяжении всего периода исследований и была характерна как для периодов года, так и для среднегодовых показателей.

Анализ факторов внутренней среды сельвинитового физиотерапевтического помещения в динамике эксплуатации показал, что в СФП была создана лечебная внутренняя среда: уровень радиационного фона на первом году изучения был $0,19$ мкЗв/ч, что не превышает допустимых значений; фоновая концентрация легких отрицательных ионов составляла $948,35 \pm 6,36$ ион/см³, легких положительных – $146,77 \pm 3,88$ ион/см³, коэффициент униполярности $0,15 \pm 0,00$ указывал на благоприятную аэроионизационную обстановку. На втором году исследований отмечалось значимое уменьшение уровня радиационного фона и легких отрицательных ионов, а также незначительное увеличение концентрации положительных аэроионов ($0,18 \pm 0,00$ мкЗв/ч; $805,50 \pm 6,99$ ион/см³; $154,87 \pm 3,77$ ион/см³ соответственно). Максимальное снижение радиационного фона и содержания отрицательных аэроионов отмечалось на 3 году изучения ($0,17 \pm 0,00$ мкЗв/ч; $631,65 \pm 5,12$ ион/см³). Концентрация легких положительных ионов в этот период составляла $269,05 \pm 4,81$ ион/см³, коэффициент униполярности – $0,42 \pm 0,00$.

Для выявления значимо изменяющихся параметров внутренней среды сельвинитового физиотерапевтического помещения при функционировании был проведен корреляционный-регрессионный анализ. В ходе его выполнения определены основные показатели, имеющие связь друг с другом. Так, концентрация отрицательных ионов и радиационный фон находились в прямой зависимости ($r=0,596$), при этом данная тенденция сохранялась на протяжении всего периода наблюдений. Содержание положительных аэроионов связано с радиационным фоном и легкими отрицательными ионами обратной связью: чем выше уровень ионов с положительной полярностью, тем ниже радиационный фон и концентрация отрицательных ионов ($r=-0,625$; $r=-0,844$ соответственно). Показатели микроклимата не имели значимых взаимосвязей, за исключением изменений температуры воздуха и ограждающих поверхностей, которые

находились в прямой зависимости друг от друга: при повышении температуры воздуха увеличивалась температура ограждающих поверхностей ($r=0,698$). Изучение регрессионных моделей зависимости параметров внутренней среды СФП от срока эксплуатации показало, что с течением времени уровень радиационного фона и отрицательных ионов значительно снижается при одновременном повышении концентрации легких положительных аэроионов. Продолжение эксплуатации соляного сооружения без профилактических мероприятий по восстановлению основных лечебных факторов СФП приведет к дальнейшему снижению показателей радиационного фона и отрицательных аэроионов.

Для решения следующей задачи исследования оценивались хемосорбционные свойства минерала сильвинита, способного поглощать газообразные примеси из воздуха. Выбор анализируемых газов (кислород, углекислый газ, аммиак, сероводород, предельные углеводороды) обусловлен спецификой применения СФП в лечебной практике (заболевания слизистой оболочки полости рта и горла) и возможностями инструментального обеспечения. При изучении компонентов газовой смеси в исследуемых помещениях было установлено, что в контрольной комнате накопление углекислого газа, аммиака, сероводорода происходило интенсивнее, чем в СФП. Снижение их концентрации наблюдалось только после проведения сквозного проветривания в течение 5 минут. В тоже время при проветривании с атмосферным воздухом в помещения поступали предельные углеводороды в небольших концентрациях. Уменьшение содержания метана, этана, бутана, пропана, пентана в сильвинитовом физиотерапевтическом помещении происходило быстрее, чем в контрольной комнате. Исследования компонентного состава и уровня газов в минерале сильвините показали, что самые высокие концентрации анализируемых газов отмечаются в наружном слое блока на глубине 5 мм. Минимальное содержание углекислого газа и ПУ наблюдалось на глубине 1,5 см. Под действием ионизирующего излучения в соляной толще протекают химические реакции

взаимодействия хлоридов калия и натрия с оцениваемыми газами с образованием нерастворимых соединений: хлоридов аммония, хлоратов и карбонатов калия и натрия. Процессы поглощения газообразных примесей внутренней среды сильвинитового устройства поверхностью сильвинитовых панелей приводят к очистке воздушной среды в СФП, но изменяют структуру минерала. В связи с этим, последующей задачей являлась оценка микроскопической структуры сильвинита в зависимости от срока функционирования соляных сооружений.

Сильвинит – это осадочная горная порода, состоящая из галита и сильвина. Внешний вид минерала обусловлен характеристиками его компонентов. Галит имеет стеклянный неметаллический блеск кристаллов. Чаще всего он бесцветный, но может быть белым, сероватым, розовым, красным, бурым, голубым или синим. Кристаллы сильвина имеют форму куба, они прозрачные или просвечивают, излом ступенчатый. Для него характерен стеклянный или тусклый блеск, высокая хрупкость и различный цвет - чистый сильвин бесцветный или молочно-белый. Нередко минерал окрашен примесями в различные цвета (чаще красного спектра) или имеет синюю радиационную окраску. Под микроскопом от галита отличается по показателю преломления.

Оценка поверхности сильвинитового блока с минимальным сроком эксплуатации (1-9 мес.) показала, что грани кристаллов четкие, без признаков оплывания. С увеличением срока функционирования блоков сильвинита изменялась и структура минерала: блеск кристаллов тускнел, появилась запыленность, очаги высаливания (12 и 24 мес.). Значительные изменения наблюдались после 36 месяцев эксплуатации сильвинитовых блоков: кристаллы были сглажены, часть минерала преобразовалась в розетковидный сильвинит, отмечалась значительная запыленность, особенно характерная для боковых граней блоков, большие участки высаливания. Данные изменения связаны с постоянным поглощением минералом паров воды из воздуха и взаимодействием пылевых частиц с соляным рассолом на поверхности сильвинитовых панелей с последующей их перекристаллизацией. Таким образом, снижение уровня

основных лечебных факторов внутренней среды СФП связано с процессами хемосорбции газообразных примесей и преобразованиями структуры минерала сильвинита. Для повышения интенсивности воздействия факторов СФП необходимо решить следующую задачу, обусловившую разработку мероприятий, направленных на восстановление параметров внутренней среды сильвинитового устройства.

Решение данной задачи заключалось в сравнительной оценке двух методов интенсификации параметров среды СФП: глубокая механическая зачистка реакционной поверхности сильвинитовых панелей на глубину 2 мм и озонирование.

Механическая зачистка осуществлялась специальным оборудованием и была направлена на снятие поверхностного слоя блоков. При этом, чем глубже проводилась зачистка, тем выше в соляном сооружении становился уровень радиационного фона и легких отрицательных аэроионов. Механическая зачистка на 0,2 мм способствовала увеличению концентрации легких отрицательных аэроионов на 15% и снижению положительных ионов на 27,5% по сравнению с фоновыми показателями. Уровень радиационного фона не изменялся ($0,17 \pm 0,00$ мкЗв/ч). Зачистка на глубину 2 мм приводила к повышению радиационного фона на 25% (с 0,17 до 0,18 мкЗв/ч), содержания ЛОА на 25% ($631,65 \pm 5,12$ ион/см³ и $832,27 \pm 6,44$ ион/см³), уменьшению количества положительных ионов на 43% (с $269,05 \pm 4,81$ ион/см³ до $153,73 \pm 3,01$ ион/см³). Частота обработки блоков обусловлена временем наступления значительных изменений в структуре минерала (каждые два года). При невозможности выполнения механической зачистки реакционной поверхности в соляном сооружении можно проводить озонирование с помощью озонатора с заданными параметрами (число Рейнольдса – 3000, напряжение 15 кВ, концентрация озона 3 гО₃/м³).

Озонирование сильвинитовых поверхностей осуществляли двумя способами, отличающимися временем работы озонатора с последующим изучением условий внутренней среды СФП. Согласно первой методике общее

время озонирования составило 10 минут, второй – 5 минут. Основным оценочным параметром эффективности воздействия озона была выбрана концентрация легких отрицательных аэроионов.

Озонирование СФП в течение 10 минут приводило к возрастанию содержания отрицательных аэроионов через 24 часа после применения озона в 2 раза от первоначальных значений, а через 48 часов – в 2,4 раза. Изменение уровня ионов с отрицательной полярностью при включении озонатора на 5 минут показало аналогичную динамику: увеличение концентрации отрицательных аэроионов в СФП через 24 часа на 96% от фоновых значений, а через 48 часов на 140%, достигая показателей, характерных для лесного и морского воздуха. При этом содержание легких положительных аэроионов за все время эксперимента не превышало $150,55 \pm 2,73$ ион/см³. Радиационный фон был постоянным ($0,17 \pm 0,00$ мкЗв/ч). Также озонирование не оказывало влияния на показатели микроклимата, которые оставались оптимальными.

В контрольной комнате использование озона существенно снижало содержание отрицательных ионов, которое восстанавливалось до фоновых только к 6 дню эксперимента. Концентрация легких положительных аэроионов не имела значимых изменений по сравнению с фоном. Аэроионизация в контрольном помещении была ниже терапевтически значимого уровня.

Для оценки эффективности применения озонирования в сильвинитовых устройствах проводили исследования влияния оптимизированных условий внутренней среды СФП на пациентов с заболеваниями слизистой оболочки глотки. Для решения поставленной задачи на первом этапе изучены параметры внутренней среды двух СФП, применяемых для лечения и профилактики стоматологической и ЛОР-патологии. Они были идентичны по показателям радиационного фона и аэроионизации. Микроклимат помещений характеризовался как оптимальный. Второй этап исследований включал в себя изучение динамики уровня радиационного фона и концентрации легких отрицательных и положительных аэроионов в контрольном СФП (в котором не

применялось озонирование) и опытным (проведение пятиминутного озонирования) при осуществлении двухчасовых сеансов сальвинитотерапии пациентов с хроническим фарингитом. Курс составлял 10 дней. Критериями отбора пациентов являлись письменное согласие каждого участника; наличие диагноза – хронический фарингит; молодой возраст (20-25 лет); продолжительность заболевания (не менее 2 лет); недостаточная эффективность медикаментозной терапии, сопровождающаяся частыми рецидивами (до 5 в год) и непродолжительными периодами ремиссии. Пациенты были рандомизированы на 2 группы. В группе наблюдения осуществляли сальвинитотерапию в СФП, в котором были проведены мероприятия по оптимизации факторов внутренней среды в виде озонирования. Группу сравнения размещали в СФП без применения профилактических мер. В обеих группах проводили медикаментозную терапию (таблетки для рассасывания «Стрепсилс» и полоскание горла раствором ротокана). Анализ эффективности проведенной терапии проводили по данным субъективных ощущений (сенсорно-аналоговая шкала), клинической картины заболевания (фарингоскопия), динамики концентраций секреторного иммуноглобулина и цитокинов (показатели местного иммунитета).

Оценка влияния внутренней среды контрольного и опытного СФП на состояние слизистой оболочки глотки показала, что у пациентов, проходивших курс сальвинитотерапии в оптимизированных условиях СФП, улучшение наступало быстрее, отмечалось существенное уменьшение боли в горле и отсутствие парестезий. При фарингоскопии у пациентов группы наблюдения слизистая оболочка глотки была розового цвета, влажная, гиперемия практически отсутствовала, лакуны чистые, на задней стенке глотки выявлено наличие гранул лимфоидной ткани до 3 мм, не сопровождавшихся субъективными ощущениями ($0,55 \pm 0,1$ балла). В группе сравнения, проходивших курс сальвинитотерапии в контрольном СФП, отмечалась менее выраженная положительная динамика проявлений заболевания.

Динамика показателей местного иммунитета в группе наблюдения свидетельствовала о статистически значимом снижении признаков воспаления слизистых оболочек глотки и восстановлении их защитных свойств.

На основе полученных данных была дана критериальная оценка эффективности применения озонирования как метода оптимизации условий внутренней среды сильвинитовых устройств. Главными критериями повышения интенсивности воздействия основных лечебных факторов внутренней среды сильвинитовых сооружений выступают гигиенический, клинический визуальный и лабораторный. Основными показателями являются уровни радиационного фона, аэроионизации, параметры микроклимата, продолжительность предъявления жалоб, состояние слизистой оболочки глотки и показатели местного иммунитета.

Таким образом, можно рекомендовать применение пятиминутного озонирования в качестве метода интенсификации факторов внутренней среды сильвинитового физиотерапевтического помещения.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены гигиенические особенности условий внутренней среды сильвинитового физиотерапевтического помещения в динамике эксплуатации, характеризующиеся статистически значимым снижением радиационного фона (1 год – $0,19 \pm 0,00$ мкЗв/ч; 2 год – $0,18 \pm 0,00$ мкЗв/ч; 3 год – $0,17 \pm 0,00$ мкЗв/ч), содержания легких отрицательных аэроионов (1 год – $948,35 \pm 6,36$ ион/см³; 2 год – $805,50 \pm 6,99$ ион/см³; 3 год – $631,65 \pm 5,12$ ион/см³), а также повышением концентрации легких положительных аэроионов (с $146,77 \pm 3,88$ ион/см³ до $269,05 \pm 4,81$ ион/см³) ($p=0,001$).

2. На основе корреляционного анализа взаимосвязей между параметрами СФП установлена статистически значимая обратная сильная связь между концентрациями легких отрицательных и положительных аэроионов ($r = -0,844$), обратная средняя – между радиационным фоном и положительными ионами ($r = -0,625$), прямая средняя – радиационным фоном и ионами с отрицательной полярностью ($r = 0,596$), а также температурой воздуха и ограждающих поверхностей ($r = 0,698$). Линейные уравнения регрессии: $y = -0,0824x + 1,5242$ (радиационный фон); $y = -0,0943x + 1,7441$ (легкие отрицательные аэроионы); $y = 0,0927x - 1,7154$ (легкие положительные аэроионы) доказали значительное влияния срока эксплуатации на основные факторы внутренней среды СФП. Коэффициент детерминации R^2 составлял соответственно 98%, 95% и 75%, указывая на высокую значимость результатов регрессии.

3. На основе оценки газового состава воздуха и материала изготовления сильвинитовых сооружений с различным сроком эксплуатации доказана сорбционная способность минерала сильвинита: в СФП медленней, чем в контрольной комнате, происходило снижение концентрации кислорода и накопление углекислого газа, аммиака и сероводорода. Содержание предельных

углеводородов было ниже, чем в контрольном помещении. Протекание реакций взаимодействия химических веществ с минералом приводит к образованию нерастворимых соединений, сохраняющихся на его поверхности, влияя на интенсивность факторов внутренней среды сильвинитовых устройств.

4. Длительная эксплуатация СФП без проведения профилактических мероприятий по поддержанию интенсивности факторов внутренней среды приводит к омылению поверхности сильвинитовых блоков, их запыленности, появлению очагов высаливания, оплываний и розетковидных изменений структуры минерала на глубину до 2-4 мм.

5. Комплексные гигиенические исследования позволили разработать и обосновать мероприятия по восстановлению и оптимизации основных лечебных факторов внутренней среды сильвинитовых сооружений:

- механическая зачистка на глубину 2 мм способствовала повышению радиационного фона на 25% (с 0,17 до 0,18 мкЗв/ч), содержания ЛОА на 25% ($631,65 \pm 5,12$ ион/см³ и $832,27 \pm 6,44$ ион/см³), уменьшению количества положительных ионов на 43% (с $269,05 \pm 4,81$ ион/см³ до $153,73 \pm 3,01$ ион/см³);

- пятиминутное зонирование приводило к усилению аэроионизации через 24 часа на 96% ($1240,58 \pm 10,31$ ион/см³), а через 48 часов – на 140% ($1515,35 \pm 11,88$ ион/см³) в сравнении с фоновыми значениями.

6. На основе критериальной оценки эффективности применения озонирования для оптимизации условий внутренней среды СФП установлено, что у пациентов, проходящих курс сильвинитотерапии в оптимизированных условиях СФП, быстрее наступало улучшение состояния слизистой оболочки глотки (снижение болевых ощущений, парастезий отмечалось в 100 % случаев наблюдения) и нормализовались показатели местного иммунитета IL4, IL8, SIgA (снижение содержания противовоспалительного цитокина до $24,13 \pm 3,42$ пгк/мл, провоспалительного цитокина – $34,64 \pm 3,11$ мкг/мл, увеличение концентрации секреторного иммуноглобулина до $0,24 \pm 0,01$ г/л).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Результаты проведенных исследований позволили обосновать следующие практические рекомендации.

1. Организациям, осуществляющим строительство компактных форм сильвинитовых сооружений:

- Материал для изготовления сильвинитовых устройств должен иметь санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009» по показателям общего радиационного фона.
- Размещение малоразмерных форм сильвинитовых устройств допускается только со стороны здания, не выходящей на проезжую часть.
- Минимальная высота забора воздуха для вентиляции соляных сооружений 2 м от поверхности земли с подветренной стороны.
- При строительстве не осуществлять скалывание боковых граней блоков сильвинита для увеличения площади реакционной поверхности в связи с накоплением на них соляного аэрозоля и пыли, усиливающих антропогенные изменения структуры минерала.
- Осуществлять профилактическую механическую зачистку блоков на глубину не менее 2 мм.
- Проводить замену сильвинита в соляных фильтрах не реже 1 раза в год.
- Площадь сильвинитовых панелей должна составлять не менее 1,3 м² на 1 человека или 1/3 от общей площади ограждений помещения.
- В отделке потолка, пола и стен помещений, оборудованных сильвинитовыми устройствами, необходимо использовать материалы, получившие санитарно-эпидемиологическое заключение о безопасности использования в местах длительного пребывания людей и не выделяющих

продукты деструкции полимеров, способных влиять на основные лечебные факторы внутренней среды. Допускается использовать в отделке ограждающих поверхностей соляного устройства водоэмульсионные краски, дерево лиственных пород.

- В смежном с сильвинитовым сооружением помещении должны быть оборудованы комната для медицинского персонала, осуществляющего контроль за функционированием данного устройства, и гардеробная с местами для смены обуви посетителями.

- Мебель для сильвинитовых устройств (кушетки, кресла и кровати для посетителей) должна быть из натуральных материалов (дерево), не затрудняющих текущую уборку помещений.

2. Руководителям учреждений, в которых оборудованы компактные формы сильвинитовых сооружений.

- При размещении сильвинитовых устройств необходимо руководствоваться требованиями ГОСТ 30494-2011, СП 118.13330.2012, СанПиН 2.1.3.2630-10.

- Оборудовать компактные формы соляных конструкций допускается на любом этаже здания, но вдали от помещений с повышенным температурно-влажностным режимом.

- В непосредственной близости от комнат, оборудованных соляными устройствами не должно быть помещений, являющихся источниками шума и вибрации.

- Дверь в помещение должна плотно закрываться.

- Допускается размещать сильвинитовые устройства в помещениях, имеющих окна, что позволит проводить проветривание.

- На окнах должны быть шторы или жалюзи светлых тонов, исключая попадание прямых солнечных лучей на поверхность сильвинитовых панелей.

- Места обслуживающего персонала должны быть оборудованы устройствами для связи с пациентами, находящимися в условиях сильвинитовых устройств, а также журналами регистрации параметров внутренней среды.

- Сильвинитовые устройства должны быть оснащены ультрафиолетовыми облучателями и приборами контроля интенсивности основных лечебных факторов сильвинитотерапии и параметров внутренней среды.

- Периодический контроль за состоянием внутренней среды сильвинитовых устройств должен осуществляться по предварительно составленному плану-графику с помощью соответствующих приборов: малогабаритный счетчик аэроионов МАС-01, дозиметр-радиометр РД 1503, АЭРОКОН.

- Профилактические мероприятия по оптимизации факторов внутренней среды сильвинитовых устройств рекомендуется проводить с частотой 1 раз в 2 года (механическая зачистка реакционной поверхности сильвинитовых панелей).

- Для интенсификации основных лечебных факторов сильвинитотерапии применять пятиминутное озонирование с помощью озонатора с заданными параметрами: число Рейнольдса – 3000, напряжение 15 кВ, концентрация озона 3 гО₃/м³.

- Обучение обслуживающего персонала методам оценки и поддержания основных лечебных факторов сильвинитовых устройств на оптимальном уровне проводить при приеме на работу с дальнейшим периодическим контролем знаний 1 раз в год.

3. Персоналу, осуществляющему обслуживание компактных форм сильвинитовых сооружений.

Прохождение предварительного и периодического медицинских осмотров на наличие хронических заболеваний полости рта и верхних дыхательных путей.

До начала курса сильвинитотерапии

- Проведение ознакомительной беседы о свойствах минерала сильвинита и его положительном воздействии на организм, а также инструктаж о порядке поведения в сооружении при прохождении курса терапии (наличие у пациентов заключения о санации полости рта у стоматолога, сменной обуви).

- Не допускается вносить в оборудованное сильвинитовыми устройствами помещение приборы, являющиеся источниками электромагнитного излучения, и продукты питания.

Перед началом сеанса сильвинитотерапии

- Оценка фоновых значений основных факторов внутренней среды и их регистрация в журнале.

- Проведение проветривания помещения, включение ультрафиолетового безозонового облучателя закрытого типа.

Во время сеанса

- Наблюдение за общим состоянием пациентов, проходящих сильвинитотерапию.

После окончания сеанса

- Проведение проветривания сооружения в течение 10 минут.
- Осуществление влажной уборки помещения (1 раз в неделю) и оборудования растворами нехлорсодержащих дезинфицирующих средств (1 раз в смену), сухой уборки сооружения с помощью пылесоса малой мощности (1 раз в смену).

4. Контролирующим организациям.

- При обследовании сильвинитовых устройств необходимо руководствоваться следующими нормативными документами:

1. Методические указания МУ 4.3.1517-03 «Санитарно-эпидемиологическая оценка и эксплуатация аэроионизирующего оборудования»;

2. Методические указания МУК 4.3.1675-03 «Общие требования к проведению контроля аэроионизационного состава воздуха»;

3. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность»;

4. Государственный стандарт ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»;

5. Свод правил СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009»;

6. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений»;

7. Методические рекомендации от 25.11.2002 «Санитарно-гигиенические требования к соляным комплексам и соляным микроклиматическим палатам»;

8. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009».

В перечисленных документах отражены гигиенические требования к состоянию внутренней среды, расположению, санитарному содержанию функционирующих соляных устройств.

- Гигиенический контроль параметров внутренней среды сильвинитовых устройств должен осуществляться не реже 1 раза в год либо после длительного нахождения соляного сооружения в нерабочем состоянии. Нормируемые показатели: радиационный фон, уровень аэроионизации, содержание соляного аэрозоля, параметры микроклимата, уровень шума, микробная обсемененность внутренней среды.

- Уровень радиационного фона в помещении, оборудованном сильвинитовым устройством, не должен превышать естественный радиационный фон более, чем на 0,2 мкЗв/ч, минимальная концентрация легких отрицательных аэроионов – 600 ион/см³, легких положительных – 400 ион/см³. Содержание соляного аэрозоля не должно превышать 2мг/м³. Параметры микроклимата должны соответствовать оптимальным значениям: температура воздуха 20-24°С,

относительная влажность воздуха – 40-60%, скорость движения воздуха 0,1-0,15 м/с.

- Осуществлять проверку соответствия набора помещений, оборудования, наличия контрольно-измерительных приборов, журналов учета параметров внутренней среды, данных о проведении профилактических мероприятий по восстановлению и оптимизации основных факторов сильвинитовых устройств, наличия санитарных книжек у обслуживающего персонала, а также заключения о соответствии мебели и материалов, используемых в отделке, существующим санитарным нормам для мест длительного пребывания людей с подтверждением результатами санитарно-токсикологической экспертизы.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВО	высшее образование
ГОСТ	государственный стандарт
ИФА	иммуноферментный анализ
ЛОА	легкие отрицательные аэроионы
ЛОР	ларингооторинология (оториноларингология)
ЛПА	легкие положительные аэроионы
ЛСЭ	лечебные соляные экраны
МАГ	малогабаритный газоанализатор
МАС	малогабаритный счетчик аэроионов
МАЭД	мощность амбиентного эквивалента дозы
мкЗв	Микрозиверт
МУ	методические указания
ПГМА	Пермская государственная медицинская академия
ПГМУ	Пермский государственный медицинский университет
ПУ	предельные углеводороды
РИД	радиальная иммунодиффузия
РИНЦ	российский индекс научного цитирования
РФ	Российская Федерация
СанПиН	санитарные правила и нормы
СМП «С»	соляная микроклиматическая палата «Сильвин»
СМП «С-У»	соляная микроклиматическая палата «Сильвин-Универсал»
СНИП	строительные нормы и правила
СП	свод правил
СФП	сильвинитовое физиотерапевтическое помещение
США	Соединенные Штаты Америки

ФГБОУ	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
ФДПО	факультет дополнительного профессионального образования
ФСК	физиотерапевтический соляной кабинет
ХОБЛ	хроническая обструктивная болезнь легких
ХФ	хронический фарингит

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаев, А.В. Спелеотерапия в комплексной медицинской реабилитации больных хронической обструктивной болезнью легких / А.Ю. Абдуллаев, Р.С. Фассахов // Вестник современной клинической медицины. – 2014. – № 3 (7). – С. 5-8.
2. Автоматизированная система контроля и управления параметрами воздушной среды помещения / С.В. Сукач, А.В. Мозговой, М.А. Кобылянский и др. // Електромеханічні І енергозберігаючі системи. – 2012. – № 4 (20). – С. 127-132.
3. Александров, А.Н. Галоингаляционная терапия аллергических и вазомоторных ринитов / А.Н. Александров, А.В. Червинская, Т.В. Остринская // Вестник оториноларингологии. – 2008. – № 4. – С. 74-77.
4. Анализ аспектов развития системы наземного спелеолечения / Д.В. Гринченков, Г.Е. Косяченко, В.А. Мохов и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – С. 71.
5. Аэроионы и среда обитания человека / Т.В. Плетенева, Т.В. Максимова, Н.А. Ходорович и др. // Вестник РУДН, сер. Медицина. – 2012. – № 2. – С. 28-34.
6. Баженова, С.В. Физико-химические методы определения химического состава фитонцидов / С.В. Баженова, М.А. Некрасова // Вестник РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2005. – № 1 (11). – С. 62-66.
7. Балбатовский, Г.Н. Санаторно-курортное лечение и оздоровление населения в Республике Беларусь / Г.Н. Балбатовский, Л.Г. Молочко // Медицинские новости. – 2014. – № 12. – С. 39-44.
8. Баранников, В.Г. Гигиеническая оценка природных калийных солей и их применения в комплексной терапии аллергических заболеваний населения /

В.Г. Баранников, Л.В. Кириченко, В.Д. Елькин // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 9. – С. 30-33.

9. Баранников, В.Г. Гигиеническая характеристика подземного стационара в действующем калийном руднике / В.Г. Баранников // Вопросы гигиены труда и здоровье промышленных рабочих: Матер. Респуб. науч. конф. – Пермь, 1997. – С. 76-79.

10. Баранников, В.Г. Гигиеническое обоснование возможности использования подземного пространства калийных рудников для строительства спелеолечебниц / В.Г. Баранников // Гигиена труда, окружающей среды, профилактика профессиональной и общей заболеваемости: Матер. Респуб. науч. конф. – Екатеринбург, 1999. – С. 172-174.

11. Баранников, В.Г. Гигиеническое обоснование применения природных лечебных свойств калийных солей в оздоровлении населения / В.Г. Баранников, С.В. Дементьев, Л.В. Кириченко // Экология: образование, наука, промышленность и здоровье: Матер. Междунар. науч. конф. – Белгород, 2004. – С. 15-17.

12. Баранников, В.Г. Инновационная минералотерапевтическая технология в комплексном восстановительном лечении / В.Г. Баранников, Л.В. Кириченко, О.Н. Братчикова // Современные подходы и инновационные технологии медико-социальной реабилитации инвалидов: Матер. Междунар. науч. конф. – Пермь, 2012. – С. 25-27.

13. Баранников, В.Г. Лечебные свойства спелеокамер / В.Г. Баранников, Л.В. Кириченко // Специализированный журнал «Медицина». – 2012. – № 1 (11). – С. 10-11.

14. Баранников, В.Г. Медицинские технологии на основе природных материалов / В.Г. Баранников // Курортные ведомости (научно-информационный журнал). – 2007. – № 5 (8). – С. 34-35.

15. Баранников, В.Г. Санитарно-гигиенические требования к соляным комплексам и соляным микроклиматическим палатам / В.Г. Баранников, Е.В. Мезенцева, С.В. Дементьев // Методические рекомендации. – М., 2003. – 23 с.
16. Баранников, В.Г. Соляная микроклиматическая палата «Сильвин®» - лечение, реабилитация и профилактика заболеваний / В.Г. Баранников, С.В. Дементьев // Медтехника и медизделия. – 2005. – № 6. – С. 212-213.
17. Баранников, В.Г. Соляная микроклиматическая палата «Сильвин®» - моделирование природных факторов калийных рудников / В.Г. Баранников, С.В. Дементьев // Природные технологии оздоровления. – 2005. – № 3 (27). – С. 28-29.
18. Бачуринская, И.Е. Состояние твердых тканей зубов к пародонту стоматологических пациентов с явлениями галитоза / И.Е. Бачуринская, А.В. Цимбалистов, Г.Б. Шторина // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2013. – № 1. – С. 54-55.
19. Белкин, В.В. Техногенная трансформация геологической среды Верхнекамского соленосного бассейна : Дис. ... д-ра геол.-мин. наук: 05.16.09 / Белкин Владимир Викторович. – Екатеринбург, 2010. – 280 с.
20. Богданович, А.С. Спелеотерапия на базе калийного рудника республики Беларусь / А.С. Богданович // Международный симпозиум по спелеотерапии: Тез. докладов. – Солотвино, 1993. – С. 36-38.
21. Боголюбов, В.М. Физиотерапия и курортология / В.М. Боголюбов // М.: БИНОМ, 2009. – 312 с.
22. Верихова, Л.А. Спелеотерапия в России. Теория и практика лечения хронических заболеваний респираторного тракта в подземной сильвинитовой спелеолечебнице и наземных сильвинитовых спелеоклиматических камерах / Л.А. Верихова. – Пермь, 2000. – 231 с.
23. Вишняков, А.К. Технологическая минералогия калийных солей на стадии геологоразведочных работ / А.К. Вишняков, Н.Е. Молоштанова // Технологическая минералогия, методы переработки минерального сырья и новые материалы: Сб. науч. трудов. – Петрозаводск, 2010. – С. 86-91.

24. Влияние конструктивных особенностей спелеоклиматических камер и условий их эксплуатации на параметры лечебной среды / А.Н. Разумов, Е.В. Владимирский, Г.З. Файнбург и др. // Курортные ведомости. – 2005. – № 4 (31). – С. 50-51.

25. Влияние спелеоклиматотерапии на показатели качества жизни студентов / Е.В. Дорохов, Н.П. Горбатенко, В.Н. Яковлев и др. // Кубанский научный медицинский вестник. – 2012. – № 2 (131). – С. 70-74.

26. Галотерапия бактериального вагиноза / Ю.А. Филяева, А.Г. Малявин, М.М. Умаханова и др. // Восстановительная медицина и реабилитация: Матер. Междунар. конгресса. – М., 2005. – С. 45-46.

27. Гигиеническая оценка среды палаты акушерского стационара, оборудованной соляными сильвинитовыми устройствами для комплексного лечения беременных / И.А. Грехова, Л.В. Кириченко, В.Г. Баранников В.Г. и др. // Здоровье семьи – 21 век. – 2011. – № 4. – С. 17-22.

28. Гигиеническая характеристика и эффективность использования экранов из природного сильвинита в комплексной терапии больных вульгарным псориазом / В.Д. Елькин, Е.В. Владимирский, В.Г. Баранников и др. // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2012. – № 2. – С. 29-32.

29. Гигиенические основы обеспечения спелеотерапии в калийных рудниках Беларуси / Г.Е. Косяченко, Г.И. Тишкевич, В.П. Филонов. – Минск: Центр охраны руда и промышленной безопасности, 2010. – 131 с.

30. Гигиенические особенности формирования лечебной среды в соляных микроклиматических палатах при различных условиях эксплуатации / В.Г. Баранников, С.В. Дементьев, Л.В. Кириченко и др. // Здоровье и образование: Матер. Всеросс. науч. конф. – Пермь, 2004. – С. 13-15.

31. Гигиенические факторы солелечения и их влияние на физиологические и иммунологические реакции организма пациентов / Л.В. Кириченко, В.Г.

Баранников, С.В. Дементьев и др. // Пермский медицинский журнал. – 2007. – № 1-2 (24). – С. 84-89.

32. Губернский, Ю.Д. Физические факторы городской жилой среды в эколого-гигиеническом аспекте / Ю.Д. Губернский // Гигиена и санитария. – 2009. – № 5. – С. 11-15.

33. Губин, В.Н. Сейсмоактивные геодинамические зоны Старобинского месторождения калийных солей по данным дистанционного зондирования Земли / В.Н. Губин // Геоматика. – 2015. – № 3. – С. 56-62.

34. Губин, В.Н. Современная геодинамика Старобинского месторождения калийных солей / В.Н. Губин, Э.А. Высоцкий, В.Э. Кутырло // Вестник БГУ. Сер. 2.2. – 2006. – № 3. – С. 97-101.

35. Делендик, Н.Н. Эффективность применения подземной спелеотерапии в комплексном лечении хронических полипозных риносинуситов / Н.Н. Делендик, В.Л. Чекан // Оториноларингология Восточная Европа. – 2016. – № 3. – С. 147-148.

36. Долина, Л.Ф. Загрязнение воздушной среды помещений неприятными запахами и методы их устранения / Л.Ф. Долина, Т.Т. Данько, В.В. Беляева // Экологія природокористування. – 2008. – № 11. – С. 143-152.

37. Долотов, Ю.А. Применение подземной галотерапии в Европе в странах СНГ / Ю.А. Долотов // Спелеология, спелеостология. – 2012. – № 3. – С. 270-275.

38. Дорохов, Е.В. Влияние различной экспозиции сеансов спелеоклиматотерапии на вегетативный гомеостаз здорового человека / Е.В. Дорохов, И.В. Попков, В.Н. Яковлев // Медико-биологические и педагогические основы адаптации, спортивной деятельности и здорового образа жизни: Сб. науч. трудов. – Воронеж, 2013. – С. 40-45.

39. Дорохов, Е.В. Спелеоклиматотерапия в лечении аллергодерматозов / Е.В. Дорохов, О.А. Жоголева, В.Н. Яковлев // Здоровье и образование в XXI веке. – 2006. – № 5. – С. 246 – 248.

40. Дорохов, Е.В. Спелеоклиматотерапия как адаптогенная технология восстановительной медицины / Е.В. Дорохов, О.А. Жоголева // Физиотерапевт. – 2010. – № 8. – С. 40-42.
41. Дорохов, Е.В. Спелеоклиматотерапия как инновационный метод здоровьесбережения / Е.В. Дорохов, О.А. Жоголева // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – № 2 (18). – С. 133-135.
42. Еремин, Н.И. Неметаллические полезные ископаемые / Н.И. Еремин. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 459 с.
43. Есауленко, И.Э. Эффективность спелеоклиматотерапии у студентов в состоянии хронического стресса / И.Э. Есауленко, Е.В. Дорохов, Н.П. Горбатенко // Экология человека. – 2015. – № 7. – С. 50-57.
44. Жарков, М.А. Наборы и ассоциации соляных пород соленосных формаций хлоридного типа, их сравнительная характеристика и механизм образования. Сравнительный анализ осадочных формаций / М.А. Жарков, Т.М. Жаркова // Тр. института геологии и геофизики СО АН СССР. – 1969. – Вып. 83. – С. 7-79.
45. Зуннунов, З.Р. Механизмы корригирующего действия спелеотерапии на кардиореспираторную систему больных, страдающих хроническим обструктивным бронхитом / З.Р. Зуннунов, И.Х. Нуров // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2006. – № 4. – С. 18-20.
46. Иванов, А.А. Верхнекамское месторождение калийных солей / А.А. Иванов, М.Л. Воронова. – Л.: Изд-во Недра, 1975. – 219 с.
47. Иванов, А.А. История открытия Верхнекамского месторождения калийных солей / А.А. Иванов // Тр. ВСЕГЕИ. – 1962. – Вып. 83. – С. 137-145.
48. Игимбаева, Г.Т. Аэроионизация у больных с сочетанной профессиональной патологией / Г.Т. Игимбаева // Медицина и экология. – 2008. – № 2. – С. 26-30.

49. Изучение гемодинамических явлений в Солигорском горнопромышленном районе инновационными технологиями / В.И. Михайлов, С.И. Кононович, Ю.Н. Чеберкус и др. // Наука и техника. – 2013. – № 6. – С. 60-63.

50. Инновационные технологии восстановительной и курортной медицины / И.Н. Балакина, Е.В. Владимирский, А.А. Сафронов и др. – Пермь: Книжный формат, 2009. – 304 с.

51. Использование лечебных свойств соляных сильвинитовых сооружений в лечении заболеваний органов дыхания аллергической природы / В.Г. Баранников, С.В. Дементьев, Л.В. Кириченко и др. // Практическая медицина: Матер. Междунар. науч. конф. – Казань, 2007. – С. 63-65.

52. Использование солелечения в восстановительном периоде у кардиохирургических больных / В.А. Черешнев, Л.В. Кириченко, С.Г. Суханов и др. // Охрана здоровья населения промышленных регионов: стратегия развития, инновационные подходы и перспективы: Матер. Всеросс. науч. конф. – Екатеринбург, 2009. – С. 434-436.

53. Каминов, А.А. Воздушная среда помещения как фактор здоровья человека / А.А. Каминов // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8. – С. 330-331.

54. Кира, Е.Ф. Современные подходы к выбору препарата локального действия в терапии бактериального вагиноза / Е.Ф. Кира // Акушерство и гинекология. – 2012. – №7. – С. 59-66.

55. Кириченко Л.В. Гигиеническое обоснование режимов эксплуатации соляных сильвинитовых микроклиматических палат и совершенствование методов их коррекции : Автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.07 / Кириченко Лариса Викторовна; ПГМУ. – Пермь, 2007. – 21 с.

56. Кириченко, Л.В. Использование природных калийных солей в лечении дерматологических заболеваний аллергической этиологии. / Л.В. Кириченко // Охрана здоровья промышленных регионов: стратегии развития, инновационные подходы и перспективы: Сб. науч. трудов. – Екатеринбург, 2009. – С. 118-125.

57. Кириченко, Л.В. Комплексное лечение заболевание аллергенной природы у детей с применением экранов из природного сильвинита / Л.В. Кириченко, В.Г. Баранников // Современные проблемы науки и образования. – 2008. – № 6. – С. 21-22.

58. Кириченко, Л.В. Новые аспекты применения минералопрфилактики в амбулаторных условиях / Л.В. Кириченко, В.Г. Баранников, Е.А. Рязанова // Пермский медицинский журнал. – 2015. – № 4 (32). – С. 78-84.

59. Кириченко, Л.В. Особенности применения соляных сильвинитовых устройств в лечении заболеваний различного этиопатогенеза / Л.В. Кириченко, В.А. Черешнев, В.Г. Баранников // Инновационные технологии восстановительной и курортной медицины. – Пермь, 2009. – С. 126-130.

60. Кириченко, Л.В. Физиолого-гигиенические исследования психо-эмоционального статуса пациентов при солелитерации / Л.В. Кириченко, Е.А. Русанова, В.Г. Баранников // Сибирский медицинский журнал. – 2011. – № 8. – С. 70-72.

61. Климатическая камера : а. с. СССР: Кл. А 61 М16/02, 1983 / В.Г. Баранников, А.В. Туев, Н.Л. Чекина, А.Е. Красноштейн, В.А. Старцев, В.Я. Ковтун; заявитель и правообладатель: ПГМИ. – №1068126, опубл. 23.01.1984, Бюл. № 3. – 3 с.

62. Климатическая камера : пат. Рос. Федерация: МПК А61G10/02 / В.Г. Баранников, Е.В. Владимирский, А.Н. Бохан, С.В. Дементьев; заявитель и правообладатель: ГБОУ ВПО ПГМА им. ак. Е.А. Вагнера. – №2166920., опубл. 20.05.2001, Бюл. № 14. – 3 с.

63. Климатическая камера : пат. Рос. Федерация: МПК А61G10/02 / В.Г. Баранников, С.В. Дементьев, Е.В. Мезенцева, А.С. Ким; заявитель и правообладатель: ГБОУ ВПО ПГМА им. ак. Е.А. Вагнера. – №2218140, опубл. 10.12.2003, Бюл. № 3. – 3 с.

64. Климатотерапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах / М.Ю. Герасименко, П.В. Астахов, Н.Г. Бадалов и др. // Клинические рекомендации. – М., 2015. – 42 с.

65. Клинико-гигиеническое обоснование и эффективность стационарного лечения больных атопическим дерматитом с использованием сильвинитовых экранов / В.Д. Елькин, В.Г. Баранников, С.В. Дементьев и др. // Российский журнал кожных и венерических болезней. – 2012. – № 1. – С. 27-30.

66. Копылов, И.С. Методология геоинформационного картографирования геологической среды для создания ГИС-атласа «Геологическое строение и ресурсы недр Пермского края» / И.С. Копылов, А.В. Коноплев // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края: Сб. науч. трудов. – Пермь, 2012. – С. 62-70.

67. Косяченко, Г.Е. Гигиенические факторы спелеосреды калийных рудников и их динамика в процессе эксплуатации республиканской больницы спелеолечения в г. Солигорске / Г.Е. Косяченко // Современная методология решения научных проблем гигиены: Сб. науч. трудов – Минск, 1997. – С. 72-79.

68. Косяченко, Г.Е. Спелеотерапия – новое направление нетрадиционного использования калийных рудников / Г.Е. Косяченко // Горный журнал. – 1998. - № 11-12. – С. 109-112.

69. Красноштейн А.Е. К вопросу о механизме взаимодействия калийной соли с влагой воздуха / А.Е. Красноштейн, Б.П. Казаков // Сб. науч. трудов ППИ. – 1971. – № 104. – С. 135-139.

70. Красноштейн, А.Е. Естественная очистка воздуха от продуктов взрывных работ в отработанных камерах калийных рудников / А.Е. Красноштейн // Горный журнал. – 1977. – № 3. – С. 18-23.

71. Красноштейн, А.Е. Использование тепло- и массообменных процессов для борьбы с пылью и газами на калийных рудниках : Дис. ... докт. техн. наук: 05.16.09 / Красноштейн Аркадий Евгеньевич; ПГПУ. – Пермь, 1976. – 276 с.

72. Красноштейн, А.Е. Физико-химический механизм в процессе адсорбции ядовитых примесей рудничной атмосферы калийными солями / А.Е. Красноштейн // Пермский политехнический ин-т. – Пермь, 1977. – 18 с.

73. Кряжев, Д.В. Экологические основы диагностики процессов биодеструкции природных и синтетических полимерных материалов в условиях воздействия ряда абиотических факторов внешней среды : Дис. ... докт. биол. наук: 03.02.08 / Кряжев Дмитрий Валерьевич; ННГУ. – Нижний Новгород, 2014. – 303 с.

74. Кудряшов, А.И. Верхнекамское месторождение солей / А.И. Кудряшов. – Пермь: Изд-во УрО РАН, 2001. – 429 с.

75. Куртеева, М.Н. Влияние спелеотерапии на клиническое течение и функцию внешнего дыхания у детей с рецидивирующими заболеваниями дыхательного тракта / М.Н. Куртеева, С.В. Теплых, Е.Г. Фурман // Пермский медицинский журнал. – 2006. – № 3. – С. 55-60.

76. Лаптева, Е.А. Роль спелеотерапии в комплексном лечении бронхиальной астмы : Автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.43 / Лаптева Елена Анатольевна; БелМАПО. – Минск, 2000. – 18 с.

77. Левченко, П.А. Опыт применения метода спелеотерапии на базе государственного учреждения «Республиканская больница спелеолечения / П.А. Левченко, Н.Н. Дубовик, Р.И. Делендик // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2014. – № 6. – С. 26-29.

78. Лечебные сильвинитовые экраны в комплексной терапии вульгарного псориаза (Клинико-гигиеническое исследование) / Е.А. Копытова, В.Д. Елькин, В.Г. Баранников и др. // Пермский медицинский журнал. – 2012. – № 2 (29). – С. 59-67.

79. Лечение в спелеоклиматической камере из натуральных калиево-магниевых солей Верхнекамского происхождения: / М.А. Рычкова, А.В. Туев, А.Е. Красноштейн и др. // Методические рекомендации МЗ РФ. – М., 2003. – 15 с.

80. Литовский, В.В. Мировые минеральные ресурсы: калийные соли Прикамья и фундаментальные проблемы геобиогенеза / В.В. Литовский // Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2008. – 162 с.

81. Лысенко, А.В. Оценка влияния степени аэроионизации воздушной среды на функциональное состояние организма спортсменов / А.В. Лысенко, Т.В. Таютина, Е.А. Недоруба // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – С. 252-254.

82. Малышева, А.Г. Гигиеническая трансформация веществ при озонировании воздушной среды помещений / А.Г. Малышева, Е.Г. Растянников // Гигиена и санитария. – 1993. – № 6. – С. 52-55.

83. Малышева, А.Г. Определение аммиака в воздухе методом ионной хроматографии / А.Г. Малышева, Е.Г. Абрамов, К.Н. Неженцев // Гигиена и санитария. – 2011. – № 4. – С. 81-83.

84. Месторождения калийных солей Беларуси: геология и рациональное недропользование / Э.А. Высоцкий, В.Н. Губин, А.Д. Смычник и др. // Мн.: БГУ, 2003. – 263 с.

85. Методические вопросы мониторинга аммиака в воздухе закрытых помещений / И.Ш. Якубова, Ю.В. Дадали, А.В. Мельцери др. // Гигиена и санитария. – 2016. – № 10 (95). – С. 917-922.

86. Методическое руководство по ведению горных работ на рудниках ОАО «Сильвинит» / ОАО «Галургия». – Новосибирск: Наука, 2011. – 487 с.

87. Минаева, Н.В. Непосредственные и отдаленные результаты сильвинитовой спелеоклиматотерапии поллинозов у детей / Н.В. Минаева, И.П. Корюкина, К.В. Плахина // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2014. – № 2 (91). – С. 29-32.

88. Молоштанова, Н.Е. К вопросу о геолого-технологическом картировании местонахождений полезных ископаемых / Н.Е. Молоштанова, А.К. Вишняков // Вестник Пермского университета. – 2010. – Вып. 1 (9). – С. 38-45.

89. Обоснование допустимого уровня содержания диоксида углерода в воздухе помещений жилых и общественных зданий / Ю.Д. Губернский, Н.В. Калинина, Е.Б. Гапонова и др. // Гигиена и санитария. – 2014. – № 6. – С. 37-41.

90. Опыт применения озонотерапии в комплексной реабилитации пациентов на Кисловодском курорте / Т.Ю. Адамец, К.А. Серопян, Э.А. Кульфаева и др. // Восстановительная медицина и реабилитация: Матер. Междунар. конгресса. – М., 2005. – С.

91. Осторожная, Е.Е. Влияние физических антропогенных загрязнений на живые организмы / Е.Е. Осторожная // Научный вестник ЮИМ. – 2016. – № 2. – С. 24-27.

92. Оценка эффективности комплексного лечения плацентарной недостаточности с включением соляных сильвинитовых устройств в лечение беременных с ПН / Е.А. Сандакова, В.Г. Баранников, И.А. Грехова и др. // Здоровье семьи – XXI век: Матер. Междунар. науч. конф. – Пермь, 2010. – С. 375-377.

93. Пещеры: сборник научных трудов / Естественнонауч. ин-т ПГНИУ; Ги УрО РАН – Пермь, 2017. – Вып. 40. – 230 с.

94. Поволоцкая, Н.П. Лечебные ресурсы микроклимата гало- и спелеокамер на курортах Кавказских Минеральных Вод / Н.П. Поволоцкая // Актуальные вопросы курортной науки: прошлое, настоящее, будущее: Сб. науч. трудов. – Пятигорск, 2013. – С. 252-254.

95. Поволоцкая, Н.П. Методы подготовки и контроля санитарно-метеорологических условий в спелеокамерах / Н.П. Поволоцкая, З.В. Картунова, Е.Н. Чалая // Актуальные вопросы современной курортологии, восстановительной медицины и реабилитации: Сб. науч. трудов. – Пятигорск, 2005. – С. 27-30.

96. Поляков, А.Л. Обоснование возможности повторного использования подготовленных выработок Старобинского калийного месторождения, пройденные более 20 лет назад / А.Л. Поляков, Д.А. Пузанов, М.С. Мозговенко // Вестник ПНИПУ, сер. Геология. – 2014. – № 13. – С. 85-92.

97. Пономаренко, Г.Н. Ингаляционная терапия / Г.Н. Пономаренко, А.В. Червинская, С.И. Коновалов // СПб.: СЛП, 1998. – 225 с.

98. Пономаренко, Т.В. Экологические, экономические и социальные последствия аварийных ситуаций на калийных рудниках / Т.В. Пономаренко // Management Systems in Production Engineering. – 2012. - № 2 (6). – С. 28-31.

99. Пощенко, А.Д. Ресурсы и перспективы использования каменной и калийных солей Беларуси / А.Д. Пощенко, Д.И. Мычко // Хімія: проблеми викладання. – 2008. – № 3. – С. 5-14.

100. Принципиальные подходы к нормированию биологических загрязнителей / Ю.А. Рахманин, Г.А. Багдасарьян, В.И. Немыря и др. // Гигиена и санитария. – 2001. – № 1. – С. 3-8.

101. Проблемные вопросы гигиены жилых и общественных зданий и концепция развития исследований на перспективу / Ю.Д. Губернский, В.К. Лицкевич, Ю.А. Рахманин и др. // Гигиена и санитария. – 2012. – № 4. – С. 12-15.

102. Проблемы освоения крупнейших калийных месторождений мира / Е.Н. Батурин, Е.А. Меньшикова, С.М. Блинов и др. // Современные проблемы науки и образования: электронный научный журнал. – 2012. – № 6. – С. 27-31.

103. Результаты использования калийных солей Верхнекамского месторождения в лечении женщин с осложненным течением беременности / В.Г. Баранников, Л.В. Кириченко, Е.А. Сандакова и др. // Пермский медицинский журнал. – 2010. – № 5 (27). – С. 14-21.

104. Русанова, Е.А. Применение сильвинитовых устройств в минералотерапии / Е.А. Русанова, В.Г. Баранников, Л.В. Кириченко // Экология и НТП. Урбанистика: Матер. Всерос. науч. конф. – Пермь, 2010. – С. 282-284.

105. Русанова, Е.А. Гигиенические возможности применения физиотерапевтического сильвинитового кабинета / Е.А. Русанова, В.Г. Баранников, Л.В. Кириченко // Научная сессия ГБОУ ВПО ПГМА им. ак. Е.А. Вагнера: матер. конф. – Пермь, 2014. – С. 119-121.

106. Русанова, Е.А. Применение природной сильвинитовой среды для профилактики заболеваний населения / Е.А. Русанова, В.Г. Баранников, Л.В. Кириченко // Вестник ПНИПУ. Урбанистика. – 2013. – № 2 (10). – С. 175-183.

107. Русанова, Е.А. Физические свойства калийных солей / Е.А. Русанова, В.Г. Баранников, Л.В. Кириченко // Пермский медицинский журнал. – 2014. – № 2 (31). – С. 98-101.

108. Рязанова, Е.А. Применение минералопрофилактики в поликлинических условиях / Е.А. Рязанова, В.Г. Баранников, В.П. Хохрякова // Актуальные вопросы медицины – 21 век: Матер. Междунар. науч. конгресса. – Пермь, 2016. – С. 370-374.

109. Современная спелеклиматотерапия и галотерапия / Г.З. Файнбург, И.П. Корюкина, А.Е. Красноштейн и др. – Пермь, 2015. – 139 с.

110. Современные подходы в немедикаментозных методах коррекции состояний организма на примере спелеотерапии в профпатологической практике / Е.С. Щербинская, О.К. Синякова, Е.А. Семушина // Медицина труда и экология человека. – 2017. – № 2. – С. 20-23.

111. Современные технологии применения соляных аэрозолей и аэроионов в оздоровлении / Э.С. Кашицкий, С.В. Гаврилик, А.Ю. Васкевич и др. // Лечебное дело. – 2013. – № 2 (30). – С. 52-57.

112. Спелеотерапия в калийном руднике / В.Г. Баранников, А.Е. Красноштейн, Л.М. Папулов и др. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1996. – 176 с.

113. Способ лечения атопических дерматитов : пат. Рос. Федерация: МПК А61G10/02; А61K33/14; А61J17/00 / В.Г. Баранников, В.Д. Елькин, О.В. Шарышева, М.С. Бахтина, С.В. Дементьев, А.В. Коломойцев; заявитель и правообладатель: ГБОУ ВПО ПГМА им. ак. Е.А. Вагнера. – №2363440; опубл. 10.08.2009, Бюл. № 22. – 7 с.

114. Способ лечения вульгарного псориаза : пат. Рос. Федерация: МПК А61G10/02 / Л.В. Кириченко, В.Д. Елькин, Е.А. Копытова, В.Г. Баранников, С.В.

Дементьев; заявитель и правообладатель: ГБОУ ВПО ПГМА им. ак. Е.А. Вагнера. – №2428159; опубл. 10.09.2011, Бюл. № 25. – 3 с.

115. Способ лечения плацентарной недостаточности у женщин с осложненным течением беременности : пат. Рос. Федерация: МПК А61К31/455; А61К35/14; А61М15/00; А61Р15/06 / В.Г. Баранников, Е.А. Сандакова, Л.В. Кириченко, И.А. Грехова, Е.Ю. Касатова, С.В. Дементьев; заявитель и правообладатель: ГБОУ ВПО ПГМА им. ак. Е.А. Вагнера. – №2410131; опубл. 27.11.2011, Бюл. № 3. – 6 с.

116. Способ приготовления спелеокамер к работе : пат. Рос. Федерация: МПК А61G10/2 / Н.П. Поволоцкая, Б.П. Хинчагов, З.В. Картунова, С.И. Ляшенко, Г.И. Константиновская, Л.Б. Мальчуковский, Л.А. Щebetова, М.И. Киласова; заявитель и патентообладатель: ФГБУ «Пятигорский ГНИИК ФМБА РФ» – №2266730 С2 ОТ; опубл. 27.12.2005, Бюл. № 36. – 4 с.

117. Старцев, В.Г. О проектировании климатической камеры / В.Г. Старцев, А.Е. Красноштейн, В.Г. Баранников // Технология подземной разработки калийных месторождений: Сб науч. тр. ППИ. – Пермь, 1988. – С. 138-142.

118. Тараненко, Н.А. К вопросу изучения химического загрязнения воздушной среды закрытых помещений детских учреждений города Иркутской области / Н.А. Тараненко, Н.В. Ефимова, О.А. Рычагова // Экология человека. – 2009. – № 4. – С. 3-7.

119. Тартаковский, А.М. Геологическое строение и ресурсы недр. Атлас Пермского края / А.М. Тартаковский // Пермь: Уральский рабочий, 2012. – 124 с.

120. Улащик, В.С. Курортно-рекреационный потенциал Республики Беларусь / В.С. Улащик, Н.В. Мазур // Курортные ведомости. – 2008. – № 1 (46). – С. 2-7.

121. Устройство для солелечения дерматологических больных : пат. Рос. Федерация: МПК А61G / В.Г. Баранников, Л.В. Кириченко, С.В. Дементьев, Л.Д. Киреенко; заявитель и правообладатель: ГБОУ ВПО ПГМА им. ак. Е.А. Вагнера. – №58032; опубл. 26.07.2006, Бюл. № 31. – 10 с.

122. Файбург, Г.З. The Permian «Know-How» for Health Resort Care by a Sylvinite Speleoclimatic Salt Caves / Г.З. Файнбург // Здоровье, демография, экология финно-угорских народов. – 2017. – № 2. – С. 46-51.

123. Федорович, С.В. Показания и противопоказания в спелеотерапии больных дерматозами / С.В. Федорович // Актуальные вопросы медицины труда аллергологии и иммунологии: Сб. науч. трудов. – Минск, 2002. – С. 79-80.

124. Федорович, С.В. Спелеотерапия для больных аллергическими, профессиональными и кожными заболеваниями / С.В. Федорович // Метод. рекомендации ГУ «НИИ санитарии и гигиены». – Минск, 2002. – 12 с.

125. Федорович, С.В. Спелеотерапия: сегодня, завтра / С.В. Федорович, Н.Л. Арсентьева // Проблемы здоровья и экологии. – 2008. – № 1 (15). – С. 88-94.

126. Физиологическая оценка эффективности воздействия лечебных факторов соляных палат на организм пациентов / Л.В. Кириченко, В.Г. Баранников, С.В. Дементьев и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2006. – № 3. – С. 97-98.

127. Физиолого-гигиеническая концепция спелео- и солелечения / В.А. Черешнев, В.Г. Баранников, Л.В. Кириченко и др. – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. – 184 с.

128. Филиппова, Ю.А. Сравнительная эффективность очистки воздуха помещений электронным ионизатором и фитонцидами эфирных масел растений / Ю.А. Филиппова, В.Ю. Поляков // Вестник ДВГСГА. Естественно-научные знания. – 2010. – № 2 (6). – С. 118-126.

129. Хан, М.А. Оздоровительные технологии в педиатрии / М.А. Хан, Е.Л. Вахова // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2012. – № 4. – С. 53-56.

130. Хан, М.А. Перспективные направления развития галотерапии в педиатрии / М.А. Хан, К.В. Котенко, Н.Б. Коржачкина // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2016. – № 6 (93). – С. 61-66.

131. Харламова, Н.А. Зависимость длины трещин от геометрических параметров клиновидного резца и вязкости соляной породы / Н.А. Харламова, М.А. Коновалова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2018. – № 4. – С. 204-209.

132. Хитров, В.Ю. Галитоз – медицинская и социальная проблема / В.Ю. Хитров, А.И. Заболотный // Практическая медицина. – 2009. – № 1 (33). – С. 12-17.

133. Холодный, А.И. Эффективность использования галокамеры в реабилитационном комплексе / А.И. Холодный, Ю.Ю. Мусхарина, Э.В. Виноградов // Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Technicznej w Katowicach. – 2016. – № 8. – С. 299-309.

134. Хромато-масс-спектрометрические исследования летучих выделений растений для оценки эффективности и химической безопасности применения средоулучшающих фитотехнологий / А.Г. Малышева, Ю.А. Рахманин, Е.Г. Растянников и др. // Гигиена и санитария. – 2016. – № 6 (96). – С. 501-507.

135. Червинская, А.В. Галотерапия в условиях управляемого микроклимата соляных пещер для восстановительной медицины / А.В. Червинская // Нелекарственная медицина. – 2007. – № 3 (8). – С. 6-15.

136. Черный, К.А. Опыт использования сильвинитовых блоков и панелей в комнатах «живого» воздуха и основные параметры качества формируемой воздушной среды / К.А. Черный, Г.З. Файнбург // Инженерно-строительный журнал. – 2015. – № 2. – С. 14-17.

137. Чижевский, А.Л. Руководство по применению ионизированного воздуха в промышленности, сельском хозяйстве и медицине / А.Л. Чижевский – М., 1959. – 54 с.

138. Шелудько В.С. Теоретические основы медицинской статистики: метод. рекомендации / В.С. Шелудько, М.Я. Подлужная. – Пермь, 2001. – 36 с.

139. Шидловская, Е.Б. Актуальность внедрения SPA-процедуры спелеотерапия в деятельности гостиничного предприятия / Е.Б. Шидловская, Т.О.

Зоренко // Международный научный журнал «Интернаука». – 2018. – № 1 (41). – С. 40-44.

140. Экологическая обусловленность применения спелеоклиматотерапии как метода профилактики бронхолегочных заболеваний / Н.А. Агаджанян, Е.В. Дорохов, О.А. Жоголева, И.Э. и др. // Вестник РУДН. Сер. Медицина. – 2008. – № 4. – С 24-26.

141. Экспериментальное обоснование солелечения больных с заболеваниями сердечно-сосудистой системы в послеоперационном периоде / Л.В. Кириченко, В.Н. Торопова, С.Г. Суханов и др. // Экология и научно-технических прогресс: Матер. Междунар. науч. конф. – Пермь, 2008. – С. 124-127.

142. Эффективность применения минералотерапии в комплексном лечении хронического гингивита у лиц молодого возраста / Л.Е. Леонова, В.Г. Баранников, Л.В. Омарова и др. // Онкология – XXI век: Матер. Междунар. науч. конф. – Пермь, 2013. – С. 180-181.

143. Assessment of the Immune Status of Women Working in the Potassium Salt Industry and Their Children / S. V. Shirshv, B. A. Bakhmet'ev, V. A. Chereshnev and at. // Russian Journal of Ecology. – 2003. – №6 (34). – P. 432–437.

144. Bilha, C. General remodeling in the rehabilitation process through salt mine Speleotherapy / C. Bilha, I. Simionca // European Respiratory Journal. –2013. – № 42 (57). – P. 22-26.

145. Bilha, N.-C. Wich salt mine do you recommend for speleotherapy? Interdisciplinary project proposal / N.-C. Bilha, S. Bilha // Balneo Research Journal. – 2015. – № 3 (6). – P. 172-175.

146. Chervinskaya, A.V. Halotherapy of respiratory diseases / A.V. Chervinskaya // Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation. – 2003. – № 6. – P. 8–15.

147. Dmitrieva, D. Strategic management of the potash industry in Russia / D. Dmitrieva, A. Ilinova, A. Kraslawski // Resources Policy. – 2017. – № 52. –P. 81-89.

148. Ebner, W. Therapieoptionen bei Morbus Bechterew / W. Ebner // Journal für Mineralstoffwechsel. – 2008. – № 2 (15). – P.84-88.

149. Effect of spa treatment and speleotherapy in the treatment of chronic obstructive pulmonary disease – a pilot study / L. Kendrová, P. Takáč, A. Kubincová and at. // *Clinical Social Work and Health Intervention*. – 2016. – № 2 (7). – P.7-15.

150. Empfehlungen zur Asthmatherapie bei Kindern und Erwachsenen / R. Wettengel, D. Berdel, D. Hofmann und andere // *Pneumologie*. – 1998. – № 52. – P. 1-12.

151. Endre, L. Theoretical basis and clinical benefits of dry salt inhalation therapy / L. Endre // *Orvosi Hetilap*. – 2015. – № 41 (156). – P. 1643-1652.

152. Existing and perspective arrangements to Salina Cacica in the context of tourism development in salt mines / G. Maioreescu, V. Timotin, I. Simionca and at. // *Balneo Research Journal*. – 2014. – № 5 (1). – P. 25-36.

153. Fainburg, G. Salty Air / G. Fainburg. – Perm, Russia –Bangkok, Thailand, 2015. – 71 p.

154. Fritsch, E. Bibliographie zur Speläologie (mit Anhang «Künstliche Höhlen») / E. Fritsch // *Beitr. Naturk. Oberösterreichs*. – 2003. – № 12. – P. 489-520.

155. Fritze, J. Alternative und komplementäre Medizin psychischer Krankheiten / J. Fritze, F. Hohagen // *Die Psychiatrie*. – 2006. – № 3. – P. 171-173.

156. Frunkin, A. Historic Dead Sea level fluctuations calibrated with geological and archaeological evidence / A. Frunkin, Y Elitzur // *Quaternary Research*. – 2002. – № 57. – P. 334-342.

157. Halotherapy as asthma treatment in children: A randomized, controlled, prospective pilot study / R. Bar-Yoseph, N. Kugelman, G. Livnat et al. // *Pediatric Pulmonology*. – 2017. – № 5 (52). – P. 580-587.

158. Horowitz, S. Salt Cave Therapy: Rediscovering the Benefits of an Old Preservative / S. Horowitz // *Alternative and Complementary Therapies*. – 2010. – № 16. – P. 158–162.

159. Jung, B. Verleich der Kureffekte von zwei Asthmatiken – Kollektiven mit und ohne Klimatebehandlung in Salzsacht / B. Jung, S. Noweek // *Allerg. Asthma*. – 1968. – № 14. – P. 58-66.

160. Kassenov, M.R. Current Status and Trends of Mineral Fertilizers World Market Development / M.R. Kassenov, E.R. Kassenov // International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR). – 2013. – № 2 (3). – P. 37-42.

161. Kirchknopf, M. Therapeutische Versuche in der Friedenshöhle in der Fahren 1959 bis 1962 / M. Kirchknopf, S. Biro, A. Tazolol // Arch. Physik, Ther. – 1965. – № 6. – P. 423-431.

162. Knorr, H. Beeinflußt eine sog. Hohlentherapie den Atemwegswiderstand bei obstruktiven Lungenerkrankungen? / H. Knorr, W. Schnizer, A. Schuh // Zeitschrift für Physicalische Medizin, Balneologie, Med. Klimatologie. – 1988. – № 17. – P. 315-316.

163. Kühni, W. Gesund Durch Heilsteine und Öle: 180 Erkrankungen schnell und wirksam behandeln / W. Kühni, W. Holst. – Augsburg, 2014. – 187 s.

164. Lelgemann, M. Die Nationale Versorgungs-Leitlinie Asthma 2005 / M. Lelgemann, I. Kopp, G. Ollenschälger // Medizinische Klinik. – 2006. – № 11 (101). – P. 900-904.

165. Lemko, I. S. Haloaerosoltherapy -method of treatment or spa-procedure? / I. S. Lemko, O. I. Lemko, M. O. Haysak // Acta Balneologica. – 2015. – № 57. – P. 28-33.

166. Levchenko, P.A. Experience in treating patients in sylvinite-halite Mines of Soligorsk in the Republic of Belarus / P.A. Levchenko, E.A. Lapteva // World Medical Journal. – 2013. – № 4 (59). – P. 152-155.

167. Lind –Albrecht, G. Reduktion des gastrointestinalen Risikos in Parallelität zur verminderten Schmerzmedikation nach wiederholter Radonstollentherapie bei Spondylitis ankylosans – 12-Jahres-Follow-up einer kontrollierten prospektiven Studie / G. Lind –Albrecht, S. Rotheimer-Hering // Journal für Mineralstoffwechsel. – 2007. – № 4 (14). – P. 147-149.

168. Lindacher, H. Spelätherapie obstruktiver Lungenerkrankungen bei Kindern : Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin / Lindacher Heike; Medizinischen Fakultät der Universität Ulm. – Ulm, 2006. – 91 p.

169. Liu, L. The effect of wire heating and configuration on ozone emission in negative ion generator / L. Liu, L. Guo, L. Sheng // *Journal of Electrostatics*. – 2000. – № 48. – P. 81-91.

170. Luttosch, F. Rehabilitation in der Rheumatologie / F. Luttosch, C. Baerwald // *Der Internist*. – 2010. – № 2. – P. 1-6.

171. Munteanu, C. Speleotherapy - scientific relevance in the last five years (2013 – 2017) – A systematic review / C. Munteanu // *Balneo Research Journal*. – 2017. – № 4. – P. 252-254.

172. Natural and artificial air ionization in underground spaces – an environmental factor with therapeutic potential / L. Enache, C. Filipescu, Iu. Simionca et al. // *14th International Congress of Speleology*. – Athens-Kalamos, 2005. – P. 426-429.

173. Particulate Matter in the Air of the Underground Chamber Complex of the Wieliczka Salt Mine Health Resort / W. Rogula-Kozłowska, M. Kostrzon, P. Rogula-Kopiec and at. // *Advances in Experimental Medicine and Biology*. – 2017. – № 955. – P. 9-18.

174. Poggensee, G. Falldefinitionen für die Surveillance meldepflichtiger Infektionskrankheiten in Deutschland, Ausgabe 2007 / G. Poggensee, J. Benzler, T. Eckmanns // *Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz*. – 2006. – № 12. – P. 1189-1194.

175. Rammer, H. Die Umwelt als Ursache von Erkrankungen / H. Rammer // *Deutsches Ärzteblatt*. – 1994. – № 27 (91). – P. 36-40.

176. Rashleigh, R. A review of halotherapy for chronic obstructive pulmonary disease / R. Rashleigh, S.M.S. Smith, N.J. Roberts // *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Diseases*. – 2014. – № 9. – P. 239–246.

177. Rehabilitation features in the prevention of asthma exacerbations in patients with different body weight / A.A. Galamba, M.I. Tovt-Korshyn'ska, M.V. Rostoka-Reznikova and at. // *Wiadomosci Lekarskie*. – 2014. – № 67. – P. 173-175.

178. Saltmed – The therapy with sodium chloride dry aerosols / B. Oprita, C. Pandream, B. Dinu and at. // *Therapeutics, Pharmacology, and Clinical Toxicology*. – 2010. – № 14. – P. 201–204.

179. Schmidt, H. Indicationen zum Besuch der Kluterthöhle / H. Schmidt // *Symposium der Speleologen*. – Ennepetal, 1971. – P. 12-15.

180. Speleotherapy – modern bio-medical perspectives / H. Lăzărescu, I. Simionca, M Hoteteu // *Journal of Medicine and Life*. – 2014. – № 7. – P. 76–79.

181. Speleotherapy as an Effective Treatment of Chronic Obstructive Pulmonary Disease / A. Eslaminejad, K. Taghavi¹, M. Zohal and at. // *Journal of Respiratory Medicine and Lung Disease*. – 2017. – № 2. – P. 1-4.

182. Speleotherapy effects on wistar rats reflected by pulmonary and dermal fibroblasts cultures / C. Munteanu, D. Munteanu¹, I. Simionca and at. // *Balneo Research Journal*. – 2012. – № 4. – P. 100-107.

183. The efficacy of rehabilitation for patients with rheumatoid arthritis: comparison between a 4-week rehabilitation programme in a warm and a cold climate / P. Winther, A. Pajunen, T. Garen, and at. // *Scand Journal Rheumatol*. – 2009. – № 1 (38). – P. 28-37.


184. The speleotherapeutic effect of salt mines underground environment with different curative properties for patients of infection inflammatory and allergic respiratory diseases / I. Simionca, M. Hoteteu, A. Munteanu and at. // *Acta Balneologica*. – 2014. – № 3 (LVI). – P. 145-146.

185. Ukena, D. Asthma bronchiale – Diagnostik und Therapie im Erwachsenenalter / D. Ukena, L. Fishman, W-B. Niebling // *Deutsches Ärzteblatt*. – 2008. – № 21 (105). – P. 385-395.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Внедрение результатов исследований в практическую деятельность

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ООО НПК
 «Лечебный Климат»

 С.В. Дементьев
 «16» апреля 2019 г.

АКТ

внедрения в практическую деятельность результатов диссертационной работы С.А. Селивановой «Гигиенические особенности формирования и оптимизация физико-химических условий внутренней среды силивинитовых сооружений»

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе: председателя – директора ООО НПК «Лечебный Климат» С.В. Дементьева, членов комиссии: заместитель директора по маркетингу ООО НПК «Лечебный Климат» Столбова Ольга Георгиевна, начальник участка ООО НПК «Лечебный Климат» Килин Алексей Сергеевич, удостоверяем, что результаты диссертационной работы С.А. Селивановой «Гигиенические особенности формирования и оптимизация физико-химических условий внутренней среды силивинитовых сооружений» используются для создания оптимальных условий внутренней среды силивинитовых сооружений, повышения интенсивности воздействия факторов внутренней среды и эффективности функционирования устройств из природных калийных солей в условиях ГБУЗ ПК «Чайковская городская поликлиника №1».

Председатель



С.В. Дементьев

Члены комиссии




О.Г. Столбова

А.С. Килин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА Е.А. ВАГНЕРА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера
Минздрава России)
ИНН 5902290120/КПП 590201001
ОГРН 1025900528873
ОКПО 01963404 ОКТМО 57701000
614990 г. Пермь, ул. Петропавловская, 26
Тел. (342) 217-10-31, факс (342) 217-10-30
Телефон для справок: (342) 212-04-04
E-mail: rector@psma.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

Начальник управления по
Образовательной деятельности
ФГБОУ ВО ПГМУ
им. академика Е.А. Вагнера
Минздрава России,
доктор медицинских наук, профессор
М.Ф. Заривчакский
«17 апреля 2019 года»

№ _____
На № _____ от _____

Акт внедрения

1. Наименование предложения для внедрения: «Сильвинитовое физиотерапевтическое помещение». Патент на полезную модель № 146206 от 02.09.2014 года зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ.

2. Авторы изобретения: С.В. Дементьев, директор ООО НПК «Лечебный климат», г. Чайковский; В.Г. Баранников, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой коммунальной гигиены и гигиены труда ПГМУ; Л.В. Кириченко, д.м.н., доцент кафедры коммунальной гигиены и гигиены труда ПГМУ; В.А. Черешнев, академик РАН и РАМН; Л.Е. Леонова, заведующая кафедрой терапевтической стоматологии ФДПО ПГМУ; Л.В. Омарова; С.А. Варанкина, ст. лаборант кафедры коммунальной гигиены и гигиены труда ПГМУ; В.П. Хохрякова, ст. лаборант кафедры коммунальной гигиены и гигиены труда ПГМУ.

3. Форма внедрения: методика используется в учебном процессе студентов на кафедре коммунальной гигиены и гигиены труда медико-профилактического факультета ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера МЗ РФ, при преподавании вузовского компонента «Гигиенические основы спелеотерапии».

Заведующий кафедрой коммунальной гигиены
и гигиены труда ФГБОУ ВО ПГМУ
им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России,
д.м.н., профессор

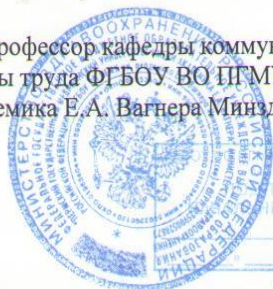


В.Г. Баранников

Д.м.н., профессор кафедры коммунальной гигиены
и гигиены труда ФГБОУ ВО ПГМУ
им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России



Л.В. Кириченко



им. академика Е.А. Вагнера
Минздрава России
17 апреля 2019 г.