

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

*на правах рукописи*

**СИДОРОВА ДАРЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА**

**ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ОПТИМИЗАЦИИ  
УСЛОВИЙ ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
РАБОТОСПОСОБНОСТИ СТУДЕНТОВ**

14.02.01 – гигиена

**Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук**

Научный руководитель:  
доктор медицинских наук, доцент  
Кириченко Лариса Викторовна

Пермь 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |     |
|---|-----|
| <b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....   | 4   |
| <b>Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</b>  |     |
| 1.1. Влияние факторов профессионального обучения на умственную работоспособность студентов .....  | 11  |
| 1.2. Средства и способы профилактики утомления обучающихся .....  | 23  |
| 1.3. Особенности воздействия калийных солей Верхнекамского месторождения (сильвинита) на функциональное состояние организма человека..... | 30  |
| <b>Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b> .....   | 39  |
| <b>Глава 3. ОЦЕНКА ГИГИЕНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СИЛЬВИНИТОВОЙ УЧЕБНОЙ АУДИТОРИИ</b>   |     |
| 3.1. Анализ фоновых показателей .....   | 51  |
| 3.2. Исследования гигиенических параметров сильвинитовой учебной аудитории в динамике практических занятий со студентами .....            | 63  |
| <b>Глава 4. ВОЗДЕЙСТВИЕ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СИЛЬВИНИТОВОЙ АУДИТОРИИ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ</b> .....       |     |
| 80  |     |
| 4.1. Социально-гигиеническая характеристика студентов.....  | 82  |
| 4.2. Изучение функционального состояния центральной нервной системы и психоэмоционального статуса обучающихся .....                       | 84  |
| 4.3. Анализ показателей, характеризующих функции дыхательной и сердечно-сосудистой систем студентов .....                                 | 93  |
| <b>Глава 5. ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЙ</b>  | 107 |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....   | 123 |
| <b>ВЫВОДЫ</b> .....   | 138 |
| <b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ</b> .....  | 140 |
| <b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ</b> .....  | 142 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>   | <b>143</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ А. Внедрение результатов исследования в<br/>практическую деятельность .....</b> | <b>172</b> |

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Актуальность темы исследования**

В современных условиях расширения объема научной информации увеличивается количество лиц занятых умственным трудом. К умственной деятельности относят работы требующие активации мыслительных процессов человека, эмоциональной сферы, напряжения сенсорного аппарата, психических функций, а также ускоренных действий при их выполнении [69]. Характерным примером современного умственного труда является деятельность студентов высших и средних учебных заведений.

Учебный труд студентов определяется процессом обучения и заключается в усвоении материала, то есть в накоплении знаний, развитии интеллектуальных способностей. Этот процесс требует значительных напряжений нервно-психических функций, как в период обучения, сессии, так и самоподготовки к учебным занятиям [146, 220]. В соответствии с физиолого-гигиенической характеристикой условий труда учебная деятельность студента по степени напряженности относится к категории напряженного умственного труда [135]. На уровень обучения также влияют неблагоприятные санитарно-гигиенические условия аудиторий, в которых обучающиеся находятся на протяжении практических занятий [8, 26, 72, 89]. Это приводит к снижению устойчивости и концентрации внимания, функциональному дисбалансу в работе физиологических процессов, росту заболеваемости, психоэмоциональному стрессу среди студентов, снижается продуктивность умственной деятельности и в целом успешность обучения [108, 136, 173].

Проблема ранней профилактики данных нарушений в процессе обучения и способы коррекции, прежде всего, гигиенических условий внутренней среды для сохранения высокой работоспособности студентов, является в настоящее время

весьма актуальной и важной частью научного обеспечения учебной деятельности лиц интеллектуального труда [222].

Одним из методов, ориентированных на исключение проблемы снижения умственной работоспособности, а также создание комфортных условий для ее стимулирования и поддержания, является солевоздействие (сильвинитотерапия) [68, 243], основой которого является создание комплекса естественных факторов: оптимальных уровней радиационного фона и легких отрицательных аэроионов, соляного аэрозоля, стабильного микроклимата и гипоаллергенных условий за счет природных свойств калийных солей [204, 205].

Сотрудниками кафедры коммунальной гигиены и гигиены труда разработана и запатентована сильвинитовая аудитория для дальнейшего обоснования ее применения в образовательных учреждениях [96].

### **Степень разработанности темы исследования**

По данным научной литературы условия внутренней среды аудиторий для учебно-познавательной деятельности студентов не всегда совершенны в гигиеническом отношении, характеризуются динамичностью во времени и относятся к одному из факторов риска, способствующим снижению умственной работоспособности студентов [26, 134, 136, 173].

В последнее время широко обсуждаются вопросы о необходимости включения в образовательный процесс профилактических мероприятий различных направлений по поддержанию работоспособности обучающихся и укреплению их здоровья в условиях образовательного учреждения [118, 130, 218]. При этом значимая часть отводится педагогическим средствам, а также физической культуре и спорту [51, 56, 168, 189, 221, 235, 242]. В литературных источниках отсутствуют данные, отражающие оптимизацию гигиенических условий внутренней среды аудиторий для практических занятий и лекций.

В современной научной литературе отражены результаты физиолого-клинических исследований по применению свойств природных калийных солей Верхнекамского месторождения (Западный Урал), в частности сильвинита, для

профилактики и комплексного лечения различных заболеваний, а также коррекции психоэмоциональных состояний [49, 68, 92, 94, 95]. Проведенный информационный поиск показал, что научные работы, освещающие влияние свойств природных минералов на показатели психологического и функционального состояния студентов, их качество жизни в условиях информационного стресса, весьма малочисленны [49, 123], а применение с целью профилактики снижения работоспособности студентов, в динамике образовательного процесса (практических занятий) отсутствует.

Все выше изложенное послужило основанием для выполнения настоящего исследования и определило выбор его цели и задач.

**Цель исследования:** обосновать способ повышения работоспособности студентов путем создания благоприятных гигиенических условий обучения.

**Задачи исследования:**

1. Оценить гигиенические факторы сильвинитовой учебной аудитории.
2. Изучить функциональное состояние основных систем организма и работоспособность студентов в динамике цикловых практических занятий.
3. Обосновать возможность использования сильвинитовой аудитории в учебном процессе для профилактики снижения умственной работоспособности студентов.
4. Разработать санитарно-гигиенические режимы эксплуатации сильвинитовой учебной аудитории для обеспечения оптимальных условий образовательного процесса.

**Научная новизна исследования**

Разработан и запатентован способ профилактики утомления студентов в динамике практических занятий (патент РФ № 2492879, 2012), основанный на природных свойствах минерала сильвинита.

Впервые комплексно изучены гигиенические условия внутренней среды сильвинитовой аудитории в теплый и холодный периоды года, в течение 18-дневного цикла практических занятий.

Доказано благоприятное воздействие естественных факторов калийных солей на условия внутренней среды аудитории, используемой для образовательного процесса студентов.

Установлено, что комплексное влияние гигиенических факторов сильвинитовой аудитории приводит к оптимизации работоспособности, положительной динамике функционального состояния центральной нервной, дыхательной и сердечно-сосудистой систем студентов в период их обучения.

Разработаны и научно обоснованы оптимальные режимы функционирования сильвинитовой учебной аудитории для обеспечения благоприятных условий обучения студентов.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Апробирован новый способ оптимизации работоспособности студентов и условий внутренней среды учебной аудитории.

Полученные данные физиолого-гигиенических исследований расширят представление о профилактическом воздействии комплекса гигиенических факторов соляной учебной аудитории на организм студентов, их работоспособность в динамике практических занятий и цикла.

Приведенный значимый объем исследований позволит внедрить сильвинитовую аудиторию в образовательный процесс для совершенствования условий обучения студентов в учреждениях высшего и среднего профессионального образования.

Разработаны гигиенические рекомендации по эксплуатации и контролю за гигиеническими факторами аудиторий, оборудованных соляными устройствами.

Результаты исследований используются в учебном процессе преподавания дисциплин «Гигиена труда» и «Коммунальная гигиена», элективных курсов для студентов и ординаторов.

### **Методология и методы исследования**

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО «ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России в рамках комплексной темы научно-

исследовательских работ, номер государственной регистрации темы – 115030310051.

Для достижения поставленной цели и решения поставленных задач в работе был использован комплекс гигиенических, физиологических, психологических и статистических методов исследования.

#### **Положения выносимые на защиту:**

1. Комплекс естественных гигиенических факторов аудитории, оборудованной устройствами из природного минерала сильвинита, формирует благоприятные условия для обучения студентов.

2. Специфические гигиенические условия сильвинитовой аудитории способствуют повышению умственной работоспособности, нормализации функционального состояния центральной нервной, дыхательной и сердечно-сосудистой систем организма студентов.

3. Разработанные гигиенические режимы функционирования учебных аудиторий позволяют оптимизировать условия обучения студентов и повысить уровень их работоспособности в течение длительных цикловых практических занятий.

#### **Степень достоверности и апробация диссертации**

Степень достоверности результатов, выводов проведенной работы, определяется значимым количеством гигиенических и физиологических материалов исследований, полученных за длительный период наблюдения, применением современных методов сбора, обработки и анализа информации, а также адекватной статистической обработкой данных. Полученные результаты не противоречат данным, представленным в независимых источниках по данной тематике.

Основные результаты исследования доложены и обсуждены на II Международной молодежной интеллектуальной ассамблее (Чебоксары, 2011); IX Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Экология и НТП. Урбанистика» (Пермь, 2012); Научной сессии ГБОУ ВПО «ПГМА им. академика Е.А.Вагнера» Минздрава России (Пермь, 2012, 2014); Международной



научно-практической конференции «Основные проблемы в современной медицине» (Волгоград, 2014); XX Международной конференции «Здоровье нации–XXI век» (Дагомыс, Россия, 2016); Международном научном конгрессе «Актуальные вопросы медицины-21 век», посвященном 100-летию ФГБОУ ВО «ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России (Пермь, 2016).

Организация и проведение диссертационного исследования одобрены Локальным этическим комитетом при ФГБОУ ВО «ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России (протокол № 8, от 02.10.2017г.).

Апробация диссертационной работы проведена на заседании межкафедрального научного координационного совета по проблемам общественного здоровья и санитарно-эпидемиологического обеспечения населения ФГБОУ ВО «ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России (протокол № 1 от 05.04.2018г.).

### **Личный вклад автора**

Автором лично в полном объеме выполнены все этапы диссертационного исследования: планирование научной работы, углубленный анализ отечественной и зарубежной научной литературы, организация и проведение гигиенических, физиологических исследований, систематизация, статистическая обработка полученных результатов и их анализ, формулировка выводов, а также подготовка публикации материалов по теме диссертации. Доля личного участия составила более 80%.

### **Публикации**

По результатам диссертационной работы опубликовано 12 печатных работ, в том числе 3 статьи в журналах, входящих в перечень научных рецензируемых изданий, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, получен патент на изобретение.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация изложена на 173 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, главы «Материалы и методы исследования», трех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических

рекомендаций и списка литературы, включающего 255 работ, в том числе 224 отечественных и 31 зарубежных. Работа иллюстрирована 15 рисунками и 44 таблицами.

### **Связь работы с научными программами**

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО «ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России в рамках комплексной темы научно-исследовательских работ, номер государственной регистрации темы – 115030310051.

## Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Влияние факторов профессионального обучения на умственную работоспособность студентов

Умственная работоспособность – это сложная динамическая система, отражающая способность человека к выполнению умственной деятельности в течение заданного времени и поставленной цели [43]. Работоспособность студентов имеет разные уровни и типы изменений, что влияет на качество и объем выполняемой работы. По типу изменений работоспособности в учебном труде выделяют: усиливающийся, неровный, ослабевающий и ровный. Они определяются с учетом типологических особенностей нервной системы. Сила нервных процессов является показателем работоспособности нервных клеток и нервной системы в целом [61].

Усиливающийся тип работоспособности характеризуется постепенным возрастанием количественных и качественных показателей работоспособности от начала к концу задания. Лица с таким типом нервной системы способны длительное время заниматься умственной деятельностью, что положительно отражается на их успеваемости [202]. Неровный тип обладает резкими колебаниями интенсивности работы и ее эффективности, с тенденцией к снижению ее объема к моменту завершения задания. Ослабевающему типу свойственно постепенное снижение качества работы при одновременном увеличении ошибок по мере выполнения задания. К нервному и ослабевающему типам относят лиц с преимущественно слабой нервной системой. Для ровного типа характерны высокие показатели работы [80, 81].

Психофизиологические исследования доказали, что внимание студентов, их умственная работоспособность, под влиянием учебно-трудового процесса, может меняться в течение дня, недели, семестра, учебного года [77, 215]. Изменения работоспособности в течение этих временных периодов имеет несколько сменяющих друг друга фаз или состояний человека [35, 117]. В первый период

(вработываемости) уровень работоспособности низкий, по сравнению с исходным. Улучшение и ускорение психофизиологических параметров, происходит постепенно, что связано с формированием рабочей доминанты, характеризующейся объединением нервных центров в очаг возбуждения в центральной нервной системе, для обеспечения выполнения и продуктивности дальнейшей работы, с поиском наиболее оптимального ее ритма и темпа. Принцип доминанты, как рабочий принцип деятельности нервных центров, сформулировал А.А. Ухтомский в 1923 году [191]. В связи с чем, как минимум 10-20, иногда и 30 минут от начала занятия происходят выраженные колебания производительности в работе студента.

Вторая фаза (высокой, оптимальной, устойчивой работоспособности) характеризуется сочетанием стабильности физиологических процессов в организме и высокими трудовыми результатами. Все показатели функций основных систем организма человека находятся в пределах физиологических норм, а их изменения соответствуют той нагрузке, которую человек испытывает в данный момент времени [190].

Третья фаза – снижения работоспособности, в течение которой происходит падение познавательной деятельности, сопровождающееся уменьшением функциональных возможностей основных работающих органов и систем человека, что проявляется в ухудшении состояния сердечно-сосудистой системы, понижением концентрации и устойчивости внимания, увеличением времени протекания рефлексов, появлением ошибочных действий, реакций и замедлением мыслительных процессов. Этот период разделяется на три подпериода: 1 - полной компенсации, характеризующийся появлением первых симптомов утомления, которые устраняются положительной оценкой результатов и волевым усилием; 2- неустойчивой компенсации – утомление преобладает, наблюдаются колебания волевого усилия и продуктивности умственной деятельности. Далее начинается прогрессивное снижение умственной работоспособности, которое может сменяться кратковременным ее повышением за счет активации дополнительных резервных сил организма, через мотивационную, волевыми сферами, связанной с

необходимостью завершения работы именно сейчас, либо с положительными эмоциями от близкого окончания работ (3 подпериод - конечный порыв) [210].

При продолжении учебного процесса происходит резкое уменьшение его эффективности, в результате снижения умственной работоспособности и угасания рабочей доминанты. Появляются ошибки, снижается объем и концентрация внимания, то есть наступает утомление [29, 149].

Динамика умственной работоспособности в течение суток формируется за счет работы физиологических механизмов функциональных систем организма. Суточный ритм работы человека, в динамике биоритмических циклов, определяет повышенную интенсивность ее утром (с 8.00 до 12.00) и пониженную в ночное время (с 2.00 до 4.00) [217].

Недельная работоспособность определяется психологическими механизмами усталости от работы. Характер ее изменений аналогичен практическому занятию: в начале – период вработывания (понедельник, вторник), далее устойчивой работоспособности (среда, четверг) и на субботу, воскресенье приходится период утомления. Кроме того, в субботу иногда может наблюдаться подъем работоспособности, что соответствует явлению «конечного порыва» [190].

В течение учебного года работоспособность изменяется идентично рабочему дню. Период вработывания приходится на начало первого семестра и продолжается 3-3,5 недели. Затем в течение 2-2,5 месяцев (середина семестра) наблюдается фаза устойчивой работоспособности. В конце первого семестра, в период зачетов, экзаменов – умственная работоспособность начинает снижаться. Далее наступает период зимних каникул, который дает возможность восстановить умственную работоспособность [149].

Во втором семестре также происходит смена фаз, но немного иначе, чем в первом полугодии. Первый и второй периоды работоспособности длятся меньше (1,5-2 недели – вработывание и февраль – устойчивой работоспособности). С марта до начала апреля наступает период снижения работоспособности, обусловленный утомлением, накопившимся за учебный год. В период летней

экзаменационной сессии снижение работоспособности выражено значительно, чем в первом семестре, а процесс восстановления отличается медленным развитием, вследствие более глубокого утомления [179, 207].

Под влиянием учебной нагрузки умственная работоспособность претерпевает изменения и на этапах многолетнего обучения в ВУЗе. Проведенные психофизиологические тесты среди студентов 1-4-5-го курсов показали, что умственная работоспособность младших курсов была ниже, чем старших. Наиболее сложным периодом обучения является 1-й и 2-й годы обучения – как проявление нестабильной или несформированной адаптации к обучению. Но к началу 4-5 курсов происходит восстановление работоспособности и физиологических изменений в организме, что обеспечивает достаточную адаптацию студентов к обучению и получению специальности [164, 174].

В исследованиях было показано, что продолжительность, степень выраженности отдельных фаз, динамика изменений на каждом из этапов и временных периодов (занятие, день, неделя, семестр, учебный год) зависят от функционального состояния организма студентов до начала деятельности, особенностей самой работы, ее организации, заинтересованности в ней, а также от условий, в которых она осуществляется [71, 224].

В физиологии и психологии труда актуальны вопросы влияния различных факторов на умственную деятельность. Успех обучения является одним из показателей адаптации студентов к получению образования. Для изучения этой проблемы не случайно выбраны студенты, так как они представляют собой однородную возрастно-социальную группу, с одинаковыми специфическими условиями жизни, режимом учебно-трудового процесса и более подвержены влиянию различных факторов. На сегодняшний день существует довольно много их классификаций, они не противоречат, а дополняют друг друга для более точного понимания социальной значимости каждого из них отдельно, специфичности воздействия на молодой организм, возможного взаимовлияния, а в дальнейшем и поиска путей снижения или устранения [37].

К факторам, определяющим уровень работоспособности в процессе обучения, международная организация труда относит: 1 – физические усилия (статическая нагрузка, связанная с поддержанием рабочей позы, а также положение тела человека); 2 – темп работы; 3 – факторы напряженности труда (монотонность деятельности; эмоциональное напряжение, связанное с ответственностью за результат и определяемое сложностью работ); 4 – показатели микроклимата; 5 – шум [4].

Рядом авторов разработана классификация, в которой все факторы разделены на четыре основные группы: физико-гигиенические, физиологические, психологические и педагогические [99, 143].

К **первой группе факторов** относятся условия обучения, которые воздействуют на организм через органы чувств: микроклимат; характер освещенности помещения; уровень шума, ионизации воздуха; содержание химических веществ в воздухе учебной аудитории и другие [26, 78, 89, 159, 194]. Из числа физических факторов, оказывающих значительное воздействие на психофизиологические функции организма студентов и успешность обучения, выделяют метеорологические условия внутренней среды учебных аудиторий. Значение показателей микроклимата данных помещений зависят от его вида и размера, загруженности студентами, условий отопления и вентиляции, периода года и климата территории. Согласно литературным данным, условия большинства учебных комнат и лекционных залов не отвечают санитарно-гигиеническим требованиям [134, 173]. Нарушения температурного режима вызывают неблагоприятные воздействия на организм студентов. Повышенная и пониженная температуры воздуха приводят к нарушению нормального теплового баланса и могут способствовать перегреву, либо переохлаждению организма [126]. Это, в свою очередь, ведет к снижению умственной работоспособности, быстрому утомлению и отрицательному влиянию на самочувствие и здоровье обучающихся [188].

В исследованиях ряда авторов важное значение отводится освещенности рабочих мест [42, 104]. Известно, что при выполнении любого вида деятельности,

основной объем информации человек воспринимает и оценивает с помощью зрительного анализатора, поэтому световая среда должна формироваться с учетом требований физиологии зрения [150]. Среди причин недостаточной освещенности в учебных аудиториях выделяют: несоблюдение нормативов освещенности относительно величины зрительной нагрузки; неправильное размещение учебной мебели, досок по отношению к источникам света; использование материалов для отделки стен и потолков с низким коэффициентом отражения; выбор и установка светильников, не рекомендованных к применению в учебных аудиториях, а также неправильное их размещение в помещении; использование ламп малой мощности, несвоевременная их замена; несоблюдение графика мытья оконных проемов и чистки светильников [166, 213, 214]. Все это затрудняет выполнение работы, вызывает перенапряжение, утомление органа зрения, чувство угнетенности, что неблагоприятно сказывается на работоспособности, результатах труда и может привести к заболеваниям глаз.

Не меньшее влияние оказывает шум. Обычно его уровень в учебных аудиториях находится в пределах 40-50 дБА. Шум до 40 дБА не оказывает отрицательного эффекта на физиологическое состояние организма, однако превышение этого значения и воздействие в течение длительного времени нарушает психические функции, деятельность сердечно-сосудистой системы, снижает работоспособность, препятствует восстановлению организма во время отдыха и отражается на здоровье человека [27, 172, 226].

Кроме того, для обеспечения успешной умственной работы человеку необходимо находиться в помещении с достаточным содержанием кислорода и легких отрицательных аэроионов в воздухе [234]. Оптимальный уровень аэроионизации обеспечивает хорошую работоспособность, нормальное протекание физиологических, метаболических, нейроэндокринных процессов в организме, оказывает положительное влияние на функциональное состояние дыхательной, сердечно-сосудистой, нервной систем организма студентов [123, 241]. Изучением гигиенической значимости данного фактора, а также влияния



углекислого газа на состояние здоровья, работоспособность человека занимались как отечественные, так и зарубежные ученые [1, 8, 238].

Повышение интенсивности умственной деятельности сопровождается усилением расхода энергии, поэтому головной мозг обладает высокой чувствительностью к различным изменениям газового состава крови. Доказано, что даже кратковременное вдыхание человеком углекислого газа, а тем более нахождение в помещении со значительным его уровнем (500-1000 ppm) вызывает не только снижение работоспособности, но и нарушение здоровья, прогрессирование хронических заболеваний дыхательной системы. Санитарно-гигиенические исследования, проведенные в учебных аудиториях, показали, что уже после первой лекции (практического занятия) содержание легких отрицательных аэроионов снижается, а количество положительных возрастает [151, 152]; концентрация углекислого газа в конце рабочего дня достигает 0,18-0,25%, т.е. увеличивается в 5-10 раз по сравнению с нормой, что отрицательно влияет на состояние обучающихся и требует принятия профилактических мер [59].

В многочисленных исследованиях оценена связь между показателями успешного обучения и факторами **физиологического характера** (2 группа), то есть основными элементами здорового образа жизни, к которым относятся состояние здоровья, в том числе психического, функциональных систем организма студентов, качество и режим питания, продолжительность сна, режим дня, организация отдыха, занятия спортом, наличие вредных привычек и другие [2, 21, 100, 101, 113, 122, 147, 163, 225, 252, 255]. Сами по себе эти факторы не вызывают утомление, но способствуют его формированию. Среди факторов, составляющих основу образа жизни студентов медицинского вуза, наиболее распространены – **поведенческие**, к которым относятся: уменьшение двигательной активности, уровень которой снижается от младших к старшим курсам; нарушение режима и качества питания, что находит отражение в избыточной массе тела или ее дефиците у студентов и связано с расписанием занятий, график которых не всегда позволяет соблюдать необходимые периоды в

приеме пищи; нарушение режима учебы и отдыха, а также сна (недосыпание) предопределяет продолжительность учебного дня, совмещение обучения с работой, значительная учебная нагрузка, требующая дополнительное время на самоподготовку; распространение курения и периодическое употребление алкоголя [85, 101, 119, 135, 236, 245, 254].

Состояние уровня работоспособности студентов в значительной мере зависит и от воздействия факторов третьей группы - **психологических**, оказывающих влияние на правильность зрительного и слухового восприятия, эффективность формирования навыков и обучения приемам умственной деятельности [83]. Среди факторов этой группы выделяют две подгруппы: познавательные и личностные [82]. К подгруппе познавательных, определяющих успешность обучения, относят: уровень развития психических функций (мышление, внимание, память), воображение, речь, интеллектуальные стили познания [70]. В подгруппу личностных факторов входят образовательная мотивация, настроение и интерес к работе, характер, темперамент, волевые, эмоциональные факторы и самооценка [179]. Отличительной особенностью факторов этой группы является то, что на работоспособность в определенное время влияет не только каждый из них отдельно, но и разнообразные их сочетания [3]. Особенно остро стоит вопрос о влиянии личностных качеств студентов на успех обучения [63, 84].

Исследования мотивации среди студентов средних и высших образовательных учреждений показали, что ее структура и уровень зависит от года обучения, формы получения образования (процесса обучения) – «бюджетная» или «коммерческая», психологического содержания деятельности, отношения к образованию [39, 41, 84, 219]. При более детальной оценке характера динамики мотивации в ходе обучения выявлено, что часть студентов нацелена на получение знаний, умений и навыков, которые будут необходимы для будущей профессиональной деятельности, и достижение через образование материального и личного благополучия [74, 186]. Их отличает регулярность учебной деятельности, целеустремленность, ответственность, хорошие образовательные

результаты и устойчивый познавательный интерес [6]. Студенты, имеющие цель - получение диплома, часто имеют пропуски занятий, низкие учебные показатели, ограничиваются формальной оценкой знаний, познавательная активность выражена недостаточно и проявляется после внешних педагогических воздействий со стороны деканата, родителей, мотив их обучения определяется словом «надо» [156, 178]. Большинство исследователей отмечают увеличение инструментальной ценности обучения среди студентов, когда важны не образование и знания, а документ об образовании [73, 79]. Следовательно, работоспособность зависит от возможностей человека, адекватных уровню мотивации и поставленной цели.

Выполняя любую умственную деятельность человек испытывает эмоции высшего интеллектуального характера, которые необходимы для благоприятного протекания мыслительного процесса. Особенностью является частая смена положительных и отрицательных эмоций. Понимание сущности эмоций авторами сводится к тому, что это переживание чего-либо, обусловленное анализом внешних и внутренних условий деятельности, необходимым для оценки организмом возможности достижения поставленной цели [128, 227]. Установлено, что увеличение вероятности достижения цели приводит к положительным эмоциям, а уменьшение – к отрицательным [12]. В отличие от эмоций низшего порядка качественное восприятие внешней информации происходит без выраженной эмоциональной окраски удовлетворения или неудовлетворения от выполняемого процесса и проявляется чаще в скрытой форме. Эмоции высшего интеллектуального характера, а именно эмоции интереса играют важную роль в познавательной деятельности и взаимодействиях мотивов интеллектуального характера, влияют на учебный процесс обучающихся, тонизируют творческую работу и способствуют формированию знаний в процессе обучения [34, 90, 129].

Образовательная деятельность и интеллектуальное развитие изменяют характер эмоций, их внешнее выражение, что может повлиять на уровень успешности обучения [133]. В этом случае, для быстрого решения определенной работы, достижения цели, преобразования ярко выраженных эмоций в менее

выраженные, человек целенаправленно применяет весь свой многообразный эмоциональный фонд адекватно сложившейся ситуации. Следовательно, продуктивность и успех любой умственной деятельности зависит именно от положительных эмоций [82].

Значительная роль отводится уровню развития психических способностей, а также функциональной подвижности нервных процессов индивида, которые в дальнейшем будут определять психофизиологические аспекты адаптации студентов к учебному процессу и его продуктивность [86, 139, 182, 187]. В связи с тем, что образование студентов идет поэтапно основная нагрузка, обусловленная усвоением большого учебного материала, приходится на психические функции. Студенты-медики находятся в особенно сложном положении, так как их образовательный процесс продолжается всю жизнь, а будущая специальность требует высокого уровня подготовки в связи с ответственностью за жизнь человека [24].

Четвертая группа факторов – **педагогические**, включают в себя организацию практических занятий и лекций; материально-техническое оснащение; величину учебной нагрузки; методы преподавания и учения; уровень профессионального мастерства и знаний педагога; средний образовательный балл абитуриента и студента.

Образовательный процесс в вузе регламентирован режимом работы и расписанием занятий. Рядом авторов отмечено, что чаще всего он не идеален и не соответствует гигиеническим нормативам по следующим параметрам: объем суммарной учебной нагрузки, которая превышает допустимую, не учитывает время на внеаудиторную домашнюю подготовку, связан с возросшими требованиями к профессиональным знаниям студентов; продолжительность учебного дня, которая особенно увеличена у студентов-медиков в связи с необходимостью переезда в другие корпуса или лечебные учреждения; нерационально составленное расписание занятий, противоречащее гигиеническим нормам [26, 192]. Все это оказывает влияние на состояние здоровья и умственную работоспособность, развитие нервно-психического перенапряжения студентов (в

связи с возрастающей интеллектуально-эмоциональной нагрузкой), а также успеваемость [13, 110, 146]. По мнению самих студентов, к наиболее значимым компонентам эффективности учебной деятельности относятся: квалификация, профессионализм преподавателя (1-е место); 2 – организация процесса обучения; 3,4-е места – обеспеченность студентов методической литературой и современными техническими средствами обучения [72, 246, 248].

Анализ взаимосвязи среднего балла школьника, по аттестату об образовании и суммы баллов, полученных им на вступительных экзаменах, показал, что качество школьной подготовки определяет способности к дальнейшему обучению, а количество баллов, полученных при поступлении – уровень готовности абитуриента по экзаменационным дисциплинам на момент их сдачи. Из этого следует, что для успешного обучения в высшей школе важны как способности к обучению, так и хороший уровень подготовленности абитуриента по профилирующим предметам для выбранной специальности, изучаемые им еще в школе [11].

Таким образом, каждый из вышеперечисленных факторов в отдельности, а тем более их сочетанное влияние, способны оказать неблагоприятное воздействие на молодой организм и стимулировать формирование утомления у студентов.

### ***Утомление. Теории утомления.***

В психологии и физиологии труда нет однозначного, точного толкования понятия утомления. Анализ различных вариантов его определения, представленных в научной литературе, свидетельствует о том, что основные из них ориентированы на связь таких компонентов, как влияние деятельности, снижение работоспособности, нарушение основных функций организма и психики [29, 43].

Из многочисленных терминов нами выбрано определение, которое объединяет все эти параметры: «Утомление – функциональное и психологическое состояние человека, которое является следствием напряжённой или длительной

работы и проявляется временным нарушением ряда психических и физиологических функций индивида, а также снижением эффективности и качества труда [29].

Существует несколько теорий утомления, первые из которых появились во второй половине XIX века. Все они сгруппированы в положениях двух теорий утомления: «периферической или гуморально-локалистической» и «центрально-нервной» [30, 46].

К первой группе относят теории, представляющие на сегодняшний день только исторический интерес. Э. Пфлюгер, автор **теории «засорения»** (1872, Германия), утверждал, что усиленный распад энергетических веществ при мышечной работе приводит к накоплению в крови продуктов обмена, в частности молочной кислоты, углекислоты. **Теория «истощения»** Швейцарского ученого М. Шиффа (1868), связывала утомление с истощением веществ, которые служат источником энергии мышечных сокращений. Согласно взглядам Ферворка в основе утомления «лежит» нарушение процессов окисления и недостаток кислорода (**теория «задушения»**). Любое мышечное усилие вызывает увеличение потребления кислорода, а его недостаток приводит к нарушению метаболизма и выделения необходимой для работы энергии. Вейхардт, сторонник **«токсической» теории**, установил, что утомление наступает в результате отравления организма специфическим белковым «ядом усталости» (кенотоксином), образующимся при мышечной работе [46, 230, 237].

Перечисленные гуморально-локальные теории не полностью раскрывают механизмы утомления, так как в качестве его основной причины рассматриваются лишь локальные изменения в мышечной ткани под влиянием физической работы и активного напряжения, не принимая во внимание координирующей роли центральной нервной системы [142].

В противоположность этим концепциям сформировалась центрально-нервная теория развития утомления. Ее основоположниками выступали отечественные физиологи И.М. Сеченов, И.П. Павлов, Н.Е. Введенский, А.А. Ухтомский, М.И. Виноградов, В.А. Левицкий и другие. Они установили ведущую

роль нервных клеток в регуляции процессов напряжения и расслабления мышц. В соответствии с их суждениями первоначальные функциональные сдвиги во время работы возникают в центральной нервной системе, а именно в корковых клетках больших полушарий головного мозга, а затем в скелетных мышцах и вегетативных органах, осуществляющих регуляцию физической или умственной деятельности [114, 127, 162].

Кроме того, Ю.В. Мойкиным, на основе теории о функциональных системах П.К. Анохина, был сформулирован механизм утомления при мышечной работе [10, 185, 197]. Автор установил, что при утомительной работе первичные функциональные изменения возникают в периферической части нервно-мышечного аппарата, проявляющиеся в мышечной слабости и утомлении. После прохождения стадии компенсационной активации всех центральных звеньев нервно-мышечной системы, механизм процесса заканчивается снижением активности мышечной деятельности или прекращением ее сигналом, поданным высшим нервным центром, являющимся аппаратом предвидения и оценки результатов действия, то есть акцептором [140].

Таким образом, концепция центрально-корковой теории конкретизировала связанные с утомлением различные стороны деятельности мозга: истощение нервных клеток, трофические нервные влияния, дискоординацию рабочих процессов, подчеркнув роль центрального торможения при развитии утомления, не исключив возможности местных изменений, происходящих в мышцах [29, 142].

## **1.2. Средства и способы профилактики утомления обучающихся**

Повышение качества подготовки будущего специалиста является актуальной проблемой Российского образования при формировании здоровьесберегающих компетенций в процессе обучения в вузе [130, 218].

В настоящее время охраной здоровья, оптимизацией функционального состояния органов и систем организма студентов, устранением неблагоприятных

факторов, способствующих развитию утомления, занимаются специалисты в самых разных отраслях деятельности, в частности, гигиенисты, психологи, физиологи, педагогические работники.

На основании Федерального Закона «Об образовании» ответственность за жизнь и здоровье студентов во время воспитательно-образовательного процесса несет администрация учебного заведения. Образовательная организация обязана создавать безопасные условия для интеллектуальной деятельности высокой продуктивности, повышающие успешность обучения без потерь физического и психического здоровья студентов на всем протяжении их обучения в вузе, то есть применять основные принципы гигиены учебного процесса студентов [58, 155, 175].

Учебно-образовательная деятельность в высшей школе представляет собой достаточно сложный, трудоемкий процесс высокой интенсивности, с ограничением двигательной активности и значительным нервно-эмоциональным напряжением в течение некоторых периодов учебного года, что способствует развитию механизмов торможения в головном мозге (коре больших полушарий), быстрой утомляемости, ухудшению самочувствия и снижению умственной работоспособности [71, 77].

Для оптимизации условий учебного процесса используют современные **санитарно-гигиенические методы**, разработанные на основе эргономики, изучающей проблемы, возникающие у человека при выполнении умственной или физической деятельности, с целью повышения ее эффективности за счет создания благоприятных условий обучения [87, 222, 231]. Для обеспечения комфортной предметно-пространственной микросреды и субъективного благополучия студентов учитывают требования педагогической, когнитивной эргономики и эргономической биомеханики [9, 109, 148], которые разработаны с учетом изучения антропометрических, психофизиологических, психологических признаков человека. Они позволяют правильно организовать рабочее место и обеспечить субъекту в системе «человек-человек» удобство и эффективную деятельность [161].



При этом оптимальные условия микросреды обучения студента как субъекта образовательной деятельности, формируются: 1 - учебной мебелью с эргономически обоснованной конструкцией и средствами технического обеспечения, исключающих влияние на работоспособность студентов неудобной рабочей позы, статических физических нагрузок, связанных с необходимостью поддерживать положение тела [141]; 2 – достаточной площадью рабочего места на одного студента, с возможностью смены положения тела; 3 – достаточным уровнем совмещенного освещения, соответствующим характеру зрительной работы; 4 – тепловым комфортом, посредством использования естественной и искусственной вентиляции кабинетов, аудиторий; 5 – отсутствием или устранением источников неблагоприятных физических факторов внутренней среды учебных аудиторий, а также за счет поддержания качественного состава воздуха [123, 153, 177]. Все эти требования включают в себя соблюдение санитарно-гигиенических правил и норм, предъявляемых к помещениям образовательных учреждений [171]. Однако, по среднестатистическим данным, многие учебные аудитории не соответствуют этим условиям [132].

Кроме того, рядом авторов рассматривается вопрос об использовании в помещениях с искусственным микроклиматом, системами кондиционирования и очистки воздуха, в которых наблюдается дефицит легких отрицательных аэроионов, приборов аэроионизаторов или фитоаэроионизаторов различных разновидностей. Недостатком данных приборов является то, что их работа не всегда доводит концентрацию аэроионов с отрицательным знаком до нормированных показателей [169], а иногда приводят и к полному исчезновению ионов с положительным знаком [15, 32].

**К педагогическим средствам**, применяемым не только для профилактики утомления, но и для повышения уровня вузовской подготовки, стимулирования познавательной активности студентов, относят: рациональное сочетание учебной деятельности и отдыха; внедрение в образовательный процесс новых, современных методов и средств обучения, например, интерактивных образовательных технологий (case-study, коммуникации, деловые игры, игровое

обучение); использование различных форм организации практического занятия и контроля знаний студентов [51, 157, 198, 209, 221, 232, 242, 251, 253]. Внедрение всех этих инноваций в практику образования возможно только после предварительного обучения преподавателей, готовых к творческому применению педагогических технологий и обеспечивающих психологический комфорт студентов на занятии при их использовании, а также при наличии материально-технических средств [102, 138].

Имеются работы по дифференцированному подходу к формированию микрогрупп студентов (до 3-х человек). При этом учитывается психологический тип личности [50]. Структуризация межгрупповых отношений студент-студент и студент-преподаватель, позволила достичь активизации умственной работоспособности студентов в течение различных временных периодов. Кроме того, студенты в малых группах проявляли положительное взаимовлияние друг на друга, с сохранением своего психического здоровья в динамике всего цикла исследования. Данная организация образовательного процесса уже давно реализуется в вузах за рубежом [229, 239].

Рядом авторов предлагается стабилизировать интенсивность учебной деятельности с помощью специально разработанной шкалы трудоемкости предметов, которая позволила составить более рациональное расписание, распределить учебную нагрузку с учетом дневной и недельной динамики работоспособности и не допустить ее снижения у студентов [25, 26].

В настоящее время для регулирования уровня умственной работоспособности и укрепления здоровья студентов активно применяются **средства физической культуры и спорта** как в период адаптации к образовательному процессу, так и в течение учебных занятий. Многочисленными исследованиями доказано, что занятия физическими упражнениями оказывают эффективное влияние на факторы повышения работоспособности, препятствуют преждевременному наступлению утомления студентов, улучшают общее самочувствие, позволяют уменьшить заболеваемость и недостаток двигательной активности [31, 56, 168, 189]. Заниматься ими можно в период обучения и в

свободное время. На практике их эффективность была подтверждена хорошей успеваемостью, сохранением работоспособности в течение практических занятий, снижением времени адаптации к учебной деятельности [14, 31, 36, 106, 167, 206].

К этим средствам относятся: гимнастика в режиме учебно-трудового дня, реализуемая через физкультурные паузы, физкультурные минутки, микропаузы активного отдыха; утренняя гигиеническая гимнастика; физкультурно-спортивные игры, для которых характерны различные движения – бег, ходьба, повороты, прыжки (баскетбол, волейбол, футбол и другие) и спортивные соревнования по ним [183]; обязательные, факультативные, дополнительные занятия физической культуры в образовательных учреждениях, спортивных секциях, спортзалах, например, занятия ушу, аэробика, йога, плавание [115, 167, 235]; самостоятельные занятия по физическому воспитанию в свободное время от учебных занятий – прогулки, туристические походы; гидропроцедуры (гидромассаж) [53].

Выбор тех или иных средств зависит от характера выполняемой деятельности (от преобладания физического или умственного компонента труда), особенностей быта человека, наличия свободного времени, может основываться на примере членов семьи и знакомых, чтении специальной литературы, положительных эмоциях, получаемых от занятий, а также достижениях высоких спортивных результатов [180].

Авторами доказан положительный эффект спортивных занятий при: регулярном проведении; правильном подборе, с учетом противопоказаний к ним; создании благоприятных санитарно-гигиенических условий за счет поддержания параметров воздушно-теплового режима на комфортном уровне и при наличии отдельного помещения достаточного по площади и объему; разработке оптимальной продолжительности и интенсивности занятий; соблюдении педагогических условий, с учетом взаимосвязи двигательного и интеллектуального потенциалов студентов [44, 76, 131].

Не менее эффективно применение **медицинских препаратов** (ноотропы, адаптогены) и биологически активных добавок природного происхождения [60,

118, 120]. Ноотропы – группа фармакологических средств, которые улучшают работу головного мозга, повышают умственную работоспособность, концентрацию внимания, память, мышление, стимулируют обучение, увеличивают устойчивость организма к влиянию психотравмирующих факторов, ускоряют восстановление нарушенных функций у здоровых после тяжелых психоэмоциональных нагрузок, а также функциональную реабилитацию у лиц после черепно-мозговой травмы, инсульта, интоксикаций алкоголем, ядами или другими препаратами [208]. Например, пирацетам (ноотропил), аминалон, пантогам применяются для лечения детей с дефектами обучения и развития [193].

Адаптогенами называют лекарственные препараты, растительного или животного происхождения способные активизировать неспецифическую резистентность организма к факторам химической, физической, биологической природы, физическим нагрузкам и ускорять механизмы адаптации к ним, оказывать общее тонизирующее действие, повышать стрессоустойчивость, а также умеренно стимулировать физическую и умственную работоспособность человека [33, 54, 208, 211]. Наибольшее распространение получила группа растительных адаптогенов приготовленных на основе корней женьшеня, элеутерококка, корневищ родиолы розовой, плодов и семян лимонника китайского [116].

Практический опыт применения данных медицинских средств показал свою эффективность в укреплении здоровья, повышении как физической, так и умственной работоспособности, адаптации к физическим нагрузкам студентов, спортсменов, выздоравливающих, профилактике стрессовых состояний, уменьшении психоэмоциональной нагрузки в период экзаменов у обучающихся [7, 111, 120, 165, 199].

Однако, каждое из медикаментозных средств, помимо благоприятных воздействий, имеет свои недостатки, которые необходимо учитывать при применении. К ним относятся: побочные эффекты, осложнения от взаимодействия с другими лекарственными препаратами; развитие привыкания; соблюдение определенного режима приема с учетом дозы принятого средства и

исходного состояния нервной системы человека; изготовление некоторых адаптогенов с использованием этилового спирта (экстракты, настойки), который обладает токсическим действием на центральную нервную систему; противопоказания (например, возраст), наличие сопутствующих заболеваний, непереносимость отдельных компонентов и др. Эта информация подробно приводится в инструкциях по применению, но не всегда учитывается потребителем, самостоятельно принимающим препарат [121]. Следовательно, применение средств группы ноотропов и адаптогенов должно проходить строго под контролем врача.

Известен способ снижения утомления путем включения в учебный процесс **музыки, музыкальных пауз** [22, 47]. Положительное влияние музыки подтверждено в терапии, оздоровлении взрослых и детей, страдающих заболеваниями центральной нервной системы, психическими расстройствами (депрессия, психозы), а также в реабилитации инвалидов [124, 176, 184]. О влиянии музыки на функциональное состояние нервной, дыхательной, сердечно-сосудистой систем человека при ее прослушивании, либо играющей фоном при выполнении умственной деятельности известно давно и вызывает немало противоречий [144].

По мнению большинства ученых, психологов, физиологов музыка способна приносить не только эстетическое, эмоциональное наслаждение, но и снижать уровень психологического стресса, снимать усталость, вызывать рабочий настрой на достижение поставленной цели [125]. Значительное количество работ посвящены изучению влияния музыки на состояние внимания, памяти, интеллектуальной работоспособности обучающихся школ и вузов [45, 154, 196].

Однако рядом авторов доказано, что прослушивание даже негромкой музыки не способствует стимулированию умственной деятельности. Это связано с тем, что она приводит к быстрому истощению нервных центров и увеличивает расход «психической энергии». Кроме того, не каждая музыкальная композиция будет помогать в работе, так как ее позитивное воздействие зависит от общего уровня образования и культуры, музыкальных предпочтений каждого

конкретного человека, а также от типа высшей нервной деятельности [91]. В условиях образовательных учреждений не всегда возможно на должном уровне обеспечить музыкальное сопровождение занятий или периодов отдыха, разработать специально подобранную программу композиций, учитывая при этом специфику выполняемой или предстоящей работы, продолжительность их прослушивания, интенсивность и уровень подачи звука; подготовить персонал и иметь специальную аппаратуру для воспроизведения музыки.

В целом следует отметить, что в настоящее время на первый план выходит необходимость комплексного подхода к решению проблемы сохранения высокой умственной работоспособности студентов, как путем соблюдения гигиенических норм и рекомендаций по обучению студентов в условиях вуза, так и с учетом социально-биологических факторов (режима труда, отдыха, питания, сна) за пределами учебного учреждения, которые дополнительно будут способствовать повышению эффективности их интеллектуальной деятельности.

### **1.3. Особенности воздействия калийных солей Верхнекамского месторождения (сильвинита) на функциональное состояние организма человека**

Калийные соли добывают в различных регионах России и за рубежом. На севере Пермского края (Западный Урал) в 1925 году было открыто Верхнекамское месторождение. Оно образовалось за счет высыхания морского бассейна простиравшегося от Урала до низовья Оки и от Каспия до Белого моря около 200 миллионов лет назад [98, 112]. Месторождение представлено минералами: сильвинит, галит и карналлит.

Сильвинитовая порода имеет тонкую слоистость благодаря чередованию слоев галита (25-50%) и сильвина (50-75%). Она содержит 20-40% хлористого калия, 58-78% хлористого натрия, 0,1-0,9% сернокислого кальция, 0,1-0,2% хлористого магния, 0,01-0,036% воды, микропримеси железа, брома, марганца, бора, тория, меди и лития [20, 105].

Научное направление медицины, в основе которого лежит воздействие микроклимата естественных пещер, искусственных горных выработок рудников и шахт сформировалось как спелеосолетерапия. Свое развитие данный метод лечения различных заболеваний человека получил в 60-х годах XX века [20, 28, 52, 145, 243].

Первые гигиенические (теплофизические, аэрологические, аэрофизические) и физиологические исследования, проведенные в калийном руднике исследователями из Пермского государственного медицинского университета, включали в себя изучение условий труда шахтеров и влияния на их организм естественных факторов подземной среды. Они подтвердили положительный эффект воздействия специфических свойств калийных солей на функциональное состояние организма человека, что позволило в 1977 году на базе Верхнекамского месторождения (г. Березники, Пермский край) создать первую в России спелеолечебницу в действующем калийном руднике для профилактики и лечения аллергических заболеваний. Подземный стационар располагался на глубине 280 м от поверхности земли в толще пласта калийной соли. Палаты стационара представляют собой тупиковые сильвинитовые выработки, оборудованные необходимой мебелью и коммуникациями [20, 40].

Основным лечебным фактором, с которым была связана успешность лечения больных, являлось наличие в сильвинитовой породе комплекса микроэлементов. Многокомпонентный соляной аэрозоль хлористого калия и натрия характеризовался высокой дисперсностью пылевых частиц (2 мкм) и низкой концентрацией (3,7–5,3 мг/м<sup>3</sup>). Его вдыхание и последующее проникновение в дистальные отделы бронхов обеспечивало нормализацию проходимости дыхательных путей, функции внешнего дыхания, за счет разжижения и удаления мокроты из легких.

Воздушная среда подземного стационара также характеризовалась благоприятной аэроионизационной средой. Повышенный уровень радиационного фона, обусловленный распадом радиоактивного изотопа калий-40, способствовал образованию легких отрицательных аэроионов, которые поступая в дыхательные

пути и кровь пациентов, улучшали бронхиальную проходимость, снижали антибактериальную активность клеток крови (увеличивались количество фагоцитирующих клеток и фагоцитирующий индекс), активизировали факторы естественного иммунитета [228].

Изучение химического и аэрозольного состава воздуха шахты подтвердило отсутствие в нем аллергенов микробной природы, нормальное содержание кислорода, углекислого газа. Данные условия приводили к снижению сенсбилизации организма и воспаления бронхолегочного аппарата [20, 21, 191].

Проведенные исследования также выявили, что в условиях спелеолечебницы в течение всего года поддерживались благоприятные микроклиматические параметры среды (незначительные колебания температуры и относительной влажности воздуха, выравнивание температур ограждающих поверхностей), обусловленные высокой тепло- и температуропроводностью сильвинита.

Результаты наблюдений за пациентами подземного аллергологического стационара, позволили обосновать значимость данного немедикаментозного метода лечения, а также определить показания и противопоказания к его использованию. Однако, спелеотерапия не получила широкого распространения, даже несмотря на высокую терапевтическую эффективность, которая достигала от 75% до 90% случаев в зависимости от характера и тяжести заболевания. Это было связано с тем, что стационар функционировал только в месте добычи соли, имел небольшое количество мест для лечения и высокую вероятность обрушения горной породы [20].

В связи с этим был создан новый способ лечения – сильвинитотерапия, в основе которого лежит использование соляных устройств, моделирующих специфические подземные факторы калийных рудников, на поверхности в условиях стационаров [68].

Многолетними гигиеническими исследованиями доказано, что калийные соли (минерал сильвинит) способны формировать комплекс естественных физико-гигиенических факторов: несколько повышенный относительно



естественного радиационный фон; благоприятный аэроионный состав атмосферы, характеризующийся значительным содержанием легких отрицательных аэроионов; поддержание стабильного микроклимата; способность калийных солей к нейтрализации вредных газов, образующихся в воздухе в процессе жизнедеятельности человека, за счет естественных процессов хемосорбции и массообмена [17, 18, 20, 61, 148].

В последние годы учеными гигиенистами Пермского государственного медицинского университета были разработаны, запатентованы и внедрены в лечебно-профилактические учреждения многих регионов России и зарубежья более 200 соляных сооружений из природного минерала сильвинита (соляные микроклиматические палаты «Сильвин<sup>®</sup>» и «Сильвин-Универсал<sup>®</sup>», индивидуальный соляной бокс), а также различные технические усовершенствования: устройство для приготовления и подачи мелкодисперсного соляного аэрозоля<sup>®</sup>; потолок из соляных блоков для климатических камер<sup>®</sup>, бытовой насытитель помещений аэрозолем. Перечисленные сильвинитовые сооружения широко применяются в практическом здравоохранении для лечения и реабилитации пациентов с заболеваниями органов дыхания, сердечно-сосудистой, костно-мышечной систем и кожи [19, 64, 95, 97].

Дальнейшее развитие и распространение сильвинитотерапии связано с созданием малозатратных форм сооружений: лечебные соляные экраны, соляные сильвинитовые устройства. Основная цель их разработки – формирование в помещениях организаций, осуществляющих медицинскую деятельность, физиотерапевтических факторов малой интенсивности влияния на функциональное состояние основных систем организма человека, позволяющих увеличить время пребывания в них, определив тем самым их применение в акушерской, педиатрической и стоматологической практиках [92, 94, 122, 158, 206].

Анализ литературных источников показал, что специфические естественные свойства калийных солей определяют их значимое лечебное и профилактическое воздействия на организм человека, влияя на различные патогенетические

механизмы заболеваний, препятствуя их развитию или обострению [21, 79, 98, 205].

Доказана биологическая роль **аэроионизационного фактора** многостороннее лечебное воздействие которого на организм человека реализуется двумя механизмами электрогуморального обмена [38, 205]. Один из них связан с активизацией кожных рефлексов и характеризуется выделением серотонина и гистамина, с которыми связывают благоприятное влияние на вегетативную регуляцию деятельности внутренних органов, метаболизм, высшую нервную систему (повышение интеллектуальных способностей, снижение нервно-эмоционального напряжения и др.). Второй, основной, определяется прямым влиянием ионизированного воздуха на дыхательную систему.

Отрицательные аэроионы способствуют увеличению электрообмена в легочной ткани, активизации дыхательного центра, что проявляется углублением и урежением дыхания [88]. Усиливая двигательную активность ресничек мерцательного эпителия трахеи и бронхов они улучшают легочную вентиляцию и влияют на нервно-мышечный аппарат через ацетилхолин, улучшая функцию дыхательной мускулатуры [204]. Данные клинические эффекты были получены при комплексном лечении больных с пульмонологическими заболеваниями аллергенной природы, в частности бронхиальной астмой и хроническим бронхитом, проходивших курс сальвинитотерапии в климатической камере. Климатическая камера – первое наземное соляное сооружение, представляющая собой палату оборудованную соляными блоками со шлюзовой камерой; соляным фильтром-насытителем, заполненным дробленой солью; кондиционером; дозатором кислорода и углекислого газа и другими техническими системами [17, 107]. Была построена в 1989 году в г.Соликамск Пермской области и применялась для лечения больных респираторными аллергиями.

Следующей разработкой стала спелеокамера, блоки соляной породы которой выполнялись из сальвинитовой крошки, с размером частиц несколько миллиметров [41]. Стены камеры были выполнены из соляных плит, закрепленных на каркасе из дерева. В последующем спелеоклиматические камеры

были видоизменены. Стены и межоконные проемы в них облицовывали прессованной солеплиткой, тем самым уменьшая массу конструкции. Это позволило применить их в образовательном учреждении для оздоровления и реабилитации детей школьного возраста с бронхиальной астмой вне стадии обострения. Эффект от спелеоклиматотерапии в данных сооружениях сохранялся у 92% детей в течение года [37, 40].

Не менее важный положительный эффект аэроионов связан с тем, что они регулируют концентрацию серотонина в крови, дефицит или избыток которого влияет на многие функции организма. Известно, что серотонин – это гормон, основная часть которого вырабатывается в головном мозге, часть в ЖКТ и тромбоцитах; выполняет функции нейромедиатора в центральной нервной системе; играет важную роль в процессах свертывания крови, регуляции моторики, секреции в желудочно-кишечном тракте и других биохимических, физиологических реакциях [216]. Доктор Альберт Крюгер и соавт. еще в 50-е годы описал связь между аэроионами, уровнем серотонина и стресса, показав, что значительное содержание положительных ионов в воздухе увеличивает выброс серотонина в кровь, результатом которого является раздражение, нарушение эмоциональной устойчивости и повышение восприимчивости к стрессу [240, 241]. Воздействие отрицательной ионизации, в зависимости от исходного его количества, обеспечивает не только увеличение уровня серотонина в организме - при низкой его концентрации, но и регулирует его уровень при высоком исходном содержании, создавая благоприятные условия для функционирования всех систем организма человека [195, 250].

Изучено воздействие легких отрицательных аэроионов на сердечно-сосудистую систему и систему кровообращения. Под воздействием отрицательно ионизированного кислорода, поступающего в кровь, эритроциты, отвечающие в организме за газообмен в тканях, органах, клетках, и другие компоненты крови восстанавливают свой отрицательный заряд, теряемый ими вследствие воздействия неблагоприятных внешних факторов (загрязнённой окружающей среды, свободных радикалов, избыточного и нерационального питания и пр.).

Восполнение форменных элементов крови отрицательными зарядами приводит к: улучшению кровообращения (вязкость крови снижается, образования эритроцитарных группировок, атеросклеротических бляшек и агрегации не происходит, сосуды становятся эластичными); поддержанию благоприятного уровня метаболизма; нормализации обменных процессов в организме [205, 212]. Благодаря этому снижается повышенное артериальное давление и риск сердечно-сосудистых заболеваний [94]. Положительная ионизация напротив уменьшает электрозаряженность элементов крови и других клеток организма, нарушает стабильность электростатической системы, физико-химические свойства сывороточных белков и способствует их коагуляции [205]. Подобные результаты, были получены у пациентов с ишемической болезнью сердца в послеоперационном периоде, которые наряду со стандартным медикаментозным лечением проходили солелечение в соляной микроклиматической палате «Сильвин<sup>®</sup>» [203].

В эксперименте рядом исследователей доказана способность отрицательных аэроионов оказывать антистрессовый эффект, активизировать психические процессы у пациентов [93]; улучшать психоэмоциональное, функциональное состояние студентов в условиях повышенной информационной нагрузки; снижать утомление, тревожность и увеличивать физическую и умственную работоспособность человека [48, 49, 244]. Данное многостороннее физиологическое воздействие аэроионов кислорода объясняется оптимизацией интенсивности основных физико-химических и электрообменных процессов в организме человека [103, 137]. Впервые подобные возможности спелеоклиматотерапии в отношении организма здорового человека были достигнуты у студентов, находящихся под воздействием психоэмоционального стресса, обусловленного информационной нагрузкой в период обучения. Цикл спелеоклиматотерапии включал десять двухчасовых сеансов во второй половине дня, при этом студенты размещались в положении полулежа в шезлонгах. Максимальное положительное воздействие определялось исходным состоянием вегетативного баланса и психологического статуса [49, 68, 75].

Следует отметить, что основной лечебный эффект от воздействия легких аэроионов будет возрастать только в том случае, если в помещении будет достаточное количество кислорода. Повышение уровня отрицательной ионизации помещения при сниженной концентрации кислорода не имеет смысла [153].

Не менее важным фактором, определяющим лечебное воздействие калийных солей на организм человека, является **сухой многокомпонентный соляной аэрозоль**. Представляет собой аэродисперсную систему, в аэрозольный компонент которого входит комплекс солей: хлориды калия, натрия, магния. Его оптимальная концентрация находится в прямой зависимости от количественного соотношения сильвина и галита в минерале сильвините и от качества соляных блоков, применяемых для создания данных устройств [205, 249]. Аэрозольные частицы калийных солей являются высокодисперсными (эффективный диаметр от 2 до 5 мкм), что обеспечивает их легкое проникновение в бронхиолы и далее в кровь [23].

Поступая в органы дыхания пациентов с бронхолегочной патологией, частицы соли оказывают противовоспалительное, бронходренажное, муколитическое, бактерицидное и бактериостатическое действия на микрофлору дыхательных путей, а также иммуномодулирующий эффект [67]. В результате восстановления нарушенных функций снижается гиперреактивность бронхов, улучшается бронхиальная проходимость. Кроме того, вдыхание сухого аэрозоля приводит к разжижению мокроты и ускоряет ее выведение из воздухоносных путей. Одновременно с этим восстанавливается мукоцилиарный клиренс мерцательного эпителия бронхов и кровотока слизистой оболочки дыхательных путей [233]. Обладая осмотической активностью соляные частицы улучшают свойства бронхиальной слизи. Купирование воспалительного процесса усиливает вентиляционно-перфузионную функцию легких, улучшает показатели внешнего дыхания, что позволяет скорректировать дыхательную недостаточность у больных хроническим бронхитом, бронхиальной астмы [201].

Усиление местной защиты верхних отделов респираторного тракта, под влиянием аэрозолей калийных солей, приводит к активации клеточного и

гуморального звеньев иммунитета человека, повышению общей неспецифической резистентности организма [62].

В эксперименте доказано, что позитивная динамика функционального состояния дыхательной системы способствует улучшению легочной кардиодинамики: кровяное давление в легочных сосудах снижается, в системе малого круга кровообращения не происходит венозного застоя, одновременно повышается сократительная функция сердца, что клинически проявляется снижением артериального давления [5].

Таким образом, благоприятный макро-, микроэлементный состав калийных солей, оптимальное соотношение биполярных аэроионов оказывают положительное влияние на различные функции организма человека, участвуют в передаче нервных импульсов, улучшают снабжение головного мозга кислородом, способствуют ясности ума, действуют как иммуномодулятор, обладают гипоаллергенным и гипотензивным действиями [205]. Все это определило перспективность использования природных свойств калийных солей для оптимизации работоспособности и профилактики утомления у студентов в динамике продолжительных цикловых практических занятий.

## Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Объем наблюдения и дизайн исследования

На первом этапе исследований изучались фоновые гигиенические параметры внутренней среды сильвинитовой и обычной аудиторий, в отсутствие студентов.

На втором этапе проводились гигиенические измерения физических факторов сильвинитовой аудитории; физиологические исследования студентов при обучении их в аудитории, оборудованной экранами из минерала сильвинита, с площадью соляной поверхности  $5 \text{ м}^2$ .

На третьем этапе – гигиенические и физиологические исследования выполнялись в сильвинитовой аудитории при увеличении площади сильвинитовой поверхности до  $9,1 \text{ м}^2$ .

На четвертом этапе - гигиенические и физиологические исследования проводились в сильвинитовой аудитории при разработанных режимах функционирования приточной системы вентиляции.

Согласно поставленным задачам выполнено простое проспективно-рандомизированное когортное контролируемое исследование.

Дизайн, протоколы измерений и информированное согласие обследуемых на участие в физиологических исследованиях были одобрены и утверждены Локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России (протокол № 8, от 02.10.2017г.).

В соответствии с поставленными задачами использовались следующие методы исследования: гигиенические, физиологические, психологические и статистические.

Дизайн исследования представлен на Рисунке 1.

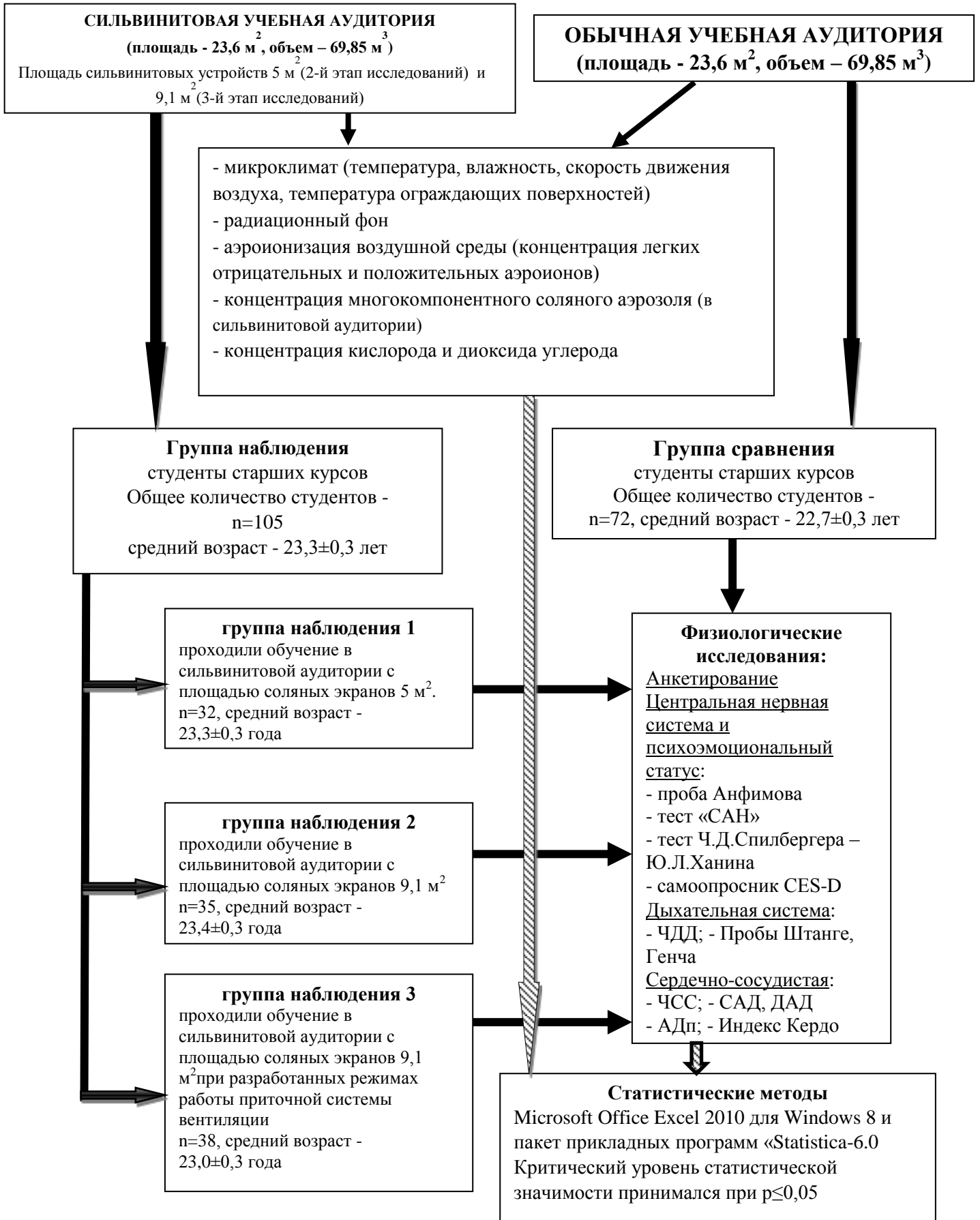


Рисунок 1 – Дизайн исследования



### Объекты, методы и объем проведенных исследований

| № | Объекты  | Методы   | Объем исследований (измерений, тестов)  |
|---|--|--|---|
| 1 | Сильвинитовая учебная аудитория (площадь - 23,6 м <sup>2</sup> , объем – 69,85 м <sup>3</sup> )<br>Площадь сильвинитовых поверхностей:<br>- 5 м <sup>2</sup> (2-й этап исследований)<br>- 9,1 м <sup>2</sup> (3-й этап исследований) | <b>Гигиенические:</b><br><br>- Микроклимат (температура, влажность, скорость движения воздуха, температура ограждающих поверхностей)<br>- Радиационный фон<br>- Аэроионизация воздушной среды (концентрация легких отрицательных и положительных аэроионов)<br>- Концентрация многокомпонентного соляного аэрозоля (в сильвинитовой аудитории)<br>- концентрация кислорода и диоксида углерода | 3888  |
|   | 2  |  | Обычная учебная аудитория (площадь - 23,6 м <sup>2</sup> , объем – 69,85 м <sup>3</sup> ) |
| 3 | Студенты, проходившие обучение в сильвинитовой аудитории<br><br>(группа наблюдения 1; группа наблюдения 2; группа наблюдения 3)  | <b>Анкетный, физиологические и психологические:</b><br><br><u>Анкетирование</u> - для изучения влияния факторов образа жизни студентов.  | 515   |
| 4 | Студенты, проходившие обучение в обычной учебной аудитории<br><br>(группа сравнения)   | <u>Центральная нервная система, работоспособность и психоэмоциональный статус:</u><br>- проба Анфимова<br>- тест «САН»<br>- тест Ч.Д.Спилбергера – Ю.Л.Ханина<br>- самоопросник CES-D<br><u>Дыхательная система:</u><br>- ЧДД<br>- Пробы Штанге, Генча<br><u>Сердечно-сосудистая:</u><br>- ЧСС<br>- САД, ДАД<br>- АДп<br>- Индекс Кердо  | 1850<br>1850<br>1850<br>1380<br>1380<br>2760<br>1380<br>1380<br>1380<br>1054              |

## 2.2. Объекты исследований

Объектами гигиенических исследований были:

1. сильвинитовая учебная аудитория с общей площадью двух соляных экранов  $5 \text{ м}^2$ ;
2. сильвинитовая учебная аудитория с увеличенной площадью соляных экранов до  $9,1 \text{ м}^2$ ;
3. обычная учебная аудитория.

Помещения расположены в ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России, ориентированы на восточную сторону света, оборудованы механической приточной вентиляцией и предназначены для проведения практических занятий со студентами.

Объекты физиологических исследований:

– студенты 5 и 6 курсов, в возрасте 22-26 лет. Средний возраст составил  $23,1 \pm 0,2$  год. Все студенты проходили цикл обучения по дисциплине «Гигиена труда» продолжительностью 18 дней практических занятий, по 5 академических часов каждое.

Всего в исследовании приняло участие 177 студентов. Каждая студенческая группа (10-11 человек) в течение цикла обучения делилась на две части: группа наблюдения (5 чел.) и группа сравнения (5 чел.). В течение занятий в аудитории одновременно находились пять студентов и один преподаватель. В итоге группу наблюдения составили 105 студентов, из них на 2-м этапе исследований приняло участие 32 человека (группа наблюдения 1), на 3-м – 35 студентов (группа наблюдения 2), которые обучались в сильвинитовой аудитории; в группу сравнения вошли 34 студента, проходившие обучение в обычной учебной комнате. На четвертом этапе исследований были сформированы еще две группы студентов: наблюдения (38 студентов) и сравнения (38 студентов), которые проходили обучение в сильвинитовой и обычной аудиториях соответственно, при разработанных режимах работы системы приточной вентиляции.

Группы наблюдения и сравнения были стандартизированы по полу, возрасту, успеваемости по учебному процессу, состоянию здоровья на момент проведения исследований, отсутствию вредных привычек, а также учитывалось совмещение работы в ночные часы с учебой.

Отбор студентов проводился согласно установленным критериям включения и исключения из исследования.

Критерии включения: практически здоровые студенты; возраст – 22-26 лет; юноши и девушки; здоровые или имеющие соматические заболевания в стадии ремиссии или компенсации; отсутствие работы в ночные часы; информированное согласие на участие в исследовании; средний балл по зачетной книжке не ниже 3,5.

Критерии исключения: соматические заболевания в острой фазе; беременность; психические заболевания; средний балл по зачетной книжке ниже 3,5; возраст менее 22 и старше 26 лет; совмещение работы в ночные часы с учебой; отказ от участия в исследовании.

Все обследуемые подписали формы добровольного информированного согласия на проведение физиологических и психологических исследований.

### **2.3. Методы и методики изучения физико-гигиенических факторов внутренней среды учебных аудиторий**

Микроклимат измеряли с помощью прибора Метеометр МЭС-2. Определяли температуру ( $^{\circ}\text{C}$ ), относительную влажность (%), скорость движения воздуха (м/с) и температуру ограждающих поверхностей ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Параметры температуры и скорости движения воздуха (в отсутствие студентов) измеряли у двери, в центре аудитории, у окна на высоте 0,1 и 1,0 м от пола, относительной влажности воздуха на высоте 1,0 м от пола; температуру ограждающих поверхностей определяли на высоте одного метра от пола в 4

точках по периметру сильвинитовой аудитории – местах размещения соляных экранов.

Радиационный фон (мкЗв/час) определяли индикатором радиоактивности РД-1503, оснащенный пороговой визуальной и звуковой сигнализацией, который используется для обнаружения и оценки уровня ионизирующего гамма-излучения, с учетом загрязненности объектов источниками бета-частиц. Замеры радиационного фона проводили в атмосфере (естественный  $\gamma$  – фон), а также в двух точках сильвинитовой и обычной аудиторий.

Аэроионизация воздушной среды исследовалась счетчиком аэроионов МАС-01. Прибор предназначен для измерения концентрации легких отрицательных и положительных аэроионов в воздухе помещений, с целью контроля уровня ионизации. Малогабаритный счетчик аэроионов обеспечивал измерение количественного содержания аэроионов с подвижностью  $> 0,4 \text{ см}^2/\text{В}^{-1}\text{с}^{-1}$ . Замеры аэроионного состава воздуха проводили в сильвинитовой аудитории - у каждого соляного экрана; в обычной аудитории – в двух точках, в отсутствие студентов и в динамике практических занятий. Производился расчёт коэффициента униполярности (КУ), характеризующегося отношением легких положительных к легким отрицательным аэроионам.

Концентрацию многокомпонентного соляного аэрозоля определяли прибором «Аэрокон-П», предназначенным для непрерывного измерения массовой концентрации аэрозольных частиц различного размера, химического состава и происхождения. Диапазон определяемых концентраций от 0 до  $100 \text{ мг}/\text{м}^3$ , с пределами допустимой погрешности  $\pm 20\%$ . Измерение концентрации аэрозоля, выполняли в сильвинитовой аудитории на уровне рабочих поверхностей.

В течение одного практического занятия, продолжительностью 5 академических часов, измерения всех гигиенических показателей внутренней среды сильвинитовой и обычной учебных аудиторий проводили трижды (в начале- 8:30, середине – 10:30 и конце – 12:30), при одномоментном нахождении пяти студентов и одного преподавателя.

Все гигиенические исследования параметров внутренней среды обеих аудиторий проводили в теплый и холодный периоды года.

Исследование химического состава воздуха внутренней среды исследуемых аудиторий оценивали по концентрации диоксида углерода и кислорода (% об.доли). Измерения выполняли с помощью газоанализатора многокомпонентного МАГ-6 П-В в конце академического часа (фоновые значения), а также через 5, 10 и 15 минут после включения приточной системы вентиляции.

### Расчетные методы

Производительность механической приточной системы вентиляции рассчитывали по формуле:

$$L = v_{\text{ср}} * F * 3600, \text{ где}$$

$L$  - производительность вентиляции, м<sup>3</sup>/ч

$v_{\text{ср}}$  - средняя скорость воздуха, м/с

$F$  – площадь сечения проема воздуховода, м<sup>2</sup>

Измерение скоростей движения воздушных потоков производилось крыльчатым анемометром у каждого воздуховода и патрубков. Окончательный результат вычисляли как среднее значение из всех замеров:

$$v_{\text{ср}} = \sum v_i / n, \text{ где}$$

$v_i$  – скорость движения воздуха одного измерения, м/с

$n$  – число измерений.

Площадь сечения воздуховода определяли по формуле:  $S = \pi * r^2$ , так как воздуховод имеет круглое сечение.

Кратность воздухообмена по притоку определяли по формуле:

$$K_{\text{пр}} = \frac{\sum L}{V}, \text{ где}$$

$K_{\text{пр}}$  – кратность воздухообмена по притоку

$\sum L$  - суммарная производительность вентиляции приточной, м<sup>3</sup>/ч

$V$  – объем помещения, м<sup>3</sup>

## 2.4. Физиологические и психологические методы исследования студентов

Физиологические и психологические исследования проводили пять раз в течение цикла и три раза в динамике практических занятий в обеих исследуемых группах (наблюдения и сравнения).

Для изучения влияния факторов образа жизни студентов использовали анкетный метод. В анкету были включены вопросы, касающиеся общих сведений (ФИО, возраст, пол, совмещение учебы с работой, работа в ночные часы накануне исследования); условий проживания; качества питания; наличия хронических заболеваний, вредных привычек; приема лекарственных препаратов (витаминов); продолжительности ночного сна; субъективной оценки самочувствия на момент проведения физиологических тестов.

### **Центральная нервная система.**

Для изучения показателей концентрации, продуктивности и устойчивости внимания, а также умственной работоспособности использовали буквенную корректурную таблицу Анфимова. Каждый студент после соответствующей инструкции должен был, просматривая каждую строчку таблицы слева направо, вычеркивать и/или подчеркивать, обусловленные заданием, определенные комбинации букв за одну минуту. При проверке качества выполнения теста учитывали количество просмотренных букв и количество ошибок (пропущенных не зачёркнутых знаков или зачёркнутых неправильно). Оценку результатов проводили по показателю интенсивности внимания (ИВ), который представляет собой выраженное в процентах отношение количества правильно вычеркнутых за время работы букв (КБ) к их общему числу (ОКБ):

$$\text{ИВ} = \frac{\text{КБ}}{\text{ОКБ}} * 100;$$

а также по показателю качества работы (количество ошибок - КО). вычисляли показатель внимания (ПВ), используя формулу:

$$\text{ПВ} = \frac{\text{КЗ}}{\text{КО} + 1} \text{ где КЗ – количество знаков, просмотренных за 1 минуту; КО – количество ошибок.}$$

Оценку субъективного состояния проводили с помощью психологического теста «САН». Этот бланковый тест предназначен для оперативной оценки самочувствия, активности и настроения. Тест САН состоит из 30 пар слов синонимов, 10 из которых характеризуют самочувствие, отражая силу, здоровье, утомление, 10 – активность, отражая подвижность, скорость и темп протекания функций, 10 – настроение, то есть эмоциональное состояние. Между противоположными понятиями размещена 7-балльная шкала индексов (3 2 1 0 1 2 3), позволяющая дифференцировать выраженность каждого из 30 признаков. Испытуемый должен выбрать и отметить цифру, наиболее точно отражающую его состояние в момент обследования. Достоинством методики является ее повторяемость, т.е. допустимо неоднократное использование теста с одним и тем же испытуемым. Кроме того, данная методика позволяет переключить внимание, сменить вид деятельности, снять эмоциональное напряжение и выявить обучающихся, у которых усталость развивается быстрее и раньше, чем у других [16].

При обработке результатов теста цифры перекодировали следующим образом: индекс 3, соответствует неудовлетворительному самочувствию, низкой активности и плохому настроению, принимается за 1 балл; следующий за ним индекс 2 – за 2; индекс 1 – за 3 балла и так до индекса 3 с противоположной стороны шкалы, который соответственно принимается за 7 баллов. По "приведенным" баллам рассчитывали средние значения каждой категории.

#### **Психологические методы.**

Личностную (ЛТ) и ситуативную (СТ) тревожность студентов оценивали по шкале Ч.Д.Спилбергера – Ю.Л.Ханина, которая состоит из двух субшкал по 20 вопросов каждая. Вопросы первой субшкалы отражают уровень ситуативной тревожности с определением состояния в данный момент. Пункты второй субшкалы необходимы для анализа личностной тревожности, то есть описания привычного модуса самоощущения. Данная методика позволяет сделать заключение о состоянии конституциональной тревожности (как черты личности) и выраженной тревоги (тревога как состояние). Результаты методики относятся не

только к психодинамическим особенностям личности, но и к общему вопросу взаимосвязи параметров реактивности и активности личности, ее темперамента и характера [65].

Общий итоговый показатель по каждой из субшкал определяли от 20 до 80 баллов. При этом, чем выше итоговый показатель, тем выше уровень тревожности (ситуативной или личностной). Для оценки показателей использовали следующие ориентировочные зоны тревожности: до 30 баллов – низкая, 31-44 балла – умеренная, 45 и более – высокая.

Для выявления и определения уровня депрессии проводили психологическое тестирование с использованием шкалы-самоопросника CES-D (Center of Epidemiological studies of USA-Depression). Тест включает 20 вопросов, каждый из которых определяет субъективную частоту симптомов депрессии и ранжирован от 0 (признак обнаруживается редко или вообще никогда) до 3 (симптом присутствует постоянно). Обследуемому необходимо было выбрать ответ, который наилучшим образом соответствует его сегодняшнему состоянию. Полученное суммарное количество баллов соотносили с критериями депрессии: 0-17 баллов – норма; 18-26 – легкая депрессия; 27-30 – депрессия средней тяжести; 31 балл и выше – тяжелая депрессия.

**Дыхательная система.** Состояние внешнего дыхания студентов оценивали в положении сидя по частоте дыхательных движений (ЧДД) (количество дыханий определяли визуально по подъему грудной клетки, в течение одной минуты), а также функциональным пробам:

- с задержкой дыхания на вдохе (проба Штанге). Исследуемый должен сделать глубокий (80-90% от максимального) вдох и задержать дыхание как можно дольше.

- с задержкой дыхания на выдохе (проба Генча). Выполняется также, как и проба Штанге, только задержка дыхания производится после полного выдоха.

Длительность времени задержки дыхания регистрировали секундомером от момента задержки дыхания до ее прекращения (момент вдоха). Полученный показатель фиксировали в секундах. Данные пробы характеризуют



функциональные способности дыхательной и сердечно-сосудистой систем, а также устойчивость организма к недостатку кислорода.

**Сердечно-сосудистая система.** В ходе анализа деятельности данной системы измеряли и рассчитывали основные показатели кардиогемодинамики.

Оценка степени напряжения регуляторных механизмов:

- подсчет частоты сердечных сокращений (ЧСС) – пальпаторно, в покое, в положении сидя, на протяжении одной минуты.

- измерение артериального систолического (САД) и диастолического давления (ДАД) тонометром, аускультативным методом по Н.С. Короткову, на левой руке в положении сидя.

- расчет пульсового артериального давления (АДп) по формуле:

$АДп = САД - ДАД$ , где САД – показатель систолического артериального давления, мм рт.ст.; ДАД – показатель диастолического артериального давления, мм рт.ст.

Трактовка результатов – в норме АДп составляет 25-30% величины минимального давления.

Анализ вегетативного статуса.

Для оценки степени влияния на сердечно-сосудистую систему вегетативной нервной системы рассчитывали вегетативный индекс Кердо (ИК) по формуле:

$ИК = (1 - ДАД / ЧСС) \times 100$ , где ДАД – величина диастолического артериального давления, мм рт.ст.; ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин.

Оценку результатов проводили по следующим критериям:

- Значение ИК равное 0 являлось показателем сбалансированности вегетативной нервной системы (эйтония);

- Показатели ИК от +16 до +30 ед. указывали на преобладание симпатического тонуса (возбуждающих влияний в деятельности вегетативной нервной системы; симпатикотония); ИК  $\geq +31$  ед. свидетельствовал о выраженной симпатикотонии.

- ИК от -16 до -30 ед. подтверждал повышение парасимпатического тонуса (ваготония); ИК более -30 ед. характеризовал выраженную парасимпатикотонию.

- ИК от -15 до +15 ед. показывал уравновешенность симпатических и парасимпатических влияний.

## 2.5. Статистические методы обработки полученных данных

Накопление, систематизация исходных данных, обработка полученных результатов проводились в электронных таблицах Excel. Статистическую обработку осуществляли с использованием Microsoft Office Excel 2010 для Windows 8 и пакета прикладных программ «Statistica-6.0». Выбор методов статистической обработки был определен характером распределения изучаемых параметров (с учетом нормальности распределения, по критерию Шапиро-Уилка), типом данных (количественные или качественные) и дизайном исследования.

Сравнение двух независимых выборок количественных данных проводили с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни. Описательные данные для количественных признаков, при их адекватном распределении, представлены как среднее арифметическое значение (M) с данными ошибки репрезентативности (m) и стандартного квадратичного отклонения ( $\sigma$ ). Для оценки достоверности различий между средними значениями исследуемых переменных использовали параметрический t-критерий Стьюдента. Эффективность профилактического воздействия изучали по парному, знаковому критерию Вилкоксона.

Критический уровень статистической значимости принимался при  $p \leq 0,05$ .

Для определения зависимости между двумя изучаемыми переменными применяли корреляционный анализ по Пирсону. Сила статистической связи оценивалась по коэффициенту корреляции (r): слабая сила связи при r от 0 до  $\pm 0,299$ ; средней силы при r от  $\pm 0,3$  до  $\pm 0,699$ ; сильная при r  $\pm 0,7$  до  $\pm 1,0$ .

### Глава 3. ОЦЕНКА ГИГИЕНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СИЛЬВИНИТОВОЙ УЧЕБНОЙ АУДИТОРИИ

#### 3.1. Анализ фоновых показателей

Сильвинитовая учебная аудитория для студентов оборудована двумя соляными экранами, выполненными из плиток природного сильвинита, двумя соляными фильтрами, воздуховодами, побудителями движения воздуха, направляющими атмосферный воздух по патрубкам на поверхность соляных экранов [96]. Площадь помещения – 23,6 м<sup>2</sup>, объем – 69,85 м<sup>3</sup>.

К параметрам микроклимата, влияющим на процессы терморегуляции в организме человека относятся: температура, влажность, скорость движения воздуха и температура ограждающих поверхностей. Отклонение их от оптимального или допустимого уровней может приводить к напряжению механизмов теплового баланса, возникновению ощущений теплового дискомфорта – перегреванию или переохлаждению, что способствует снижению работоспособности, наступлению утомления и ухудшению самочувствия [126].

Оценку параметров микроклимата проводили трижды как в отсутствие студентов, так и во время практических занятий в теплый и холодный периоды года.

Проведенные исследования фоновых показателей гигиенических факторов в сильвинитовой аудитории, показали, что температура воздуха увеличилась к 12:30 на 1,4<sup>0</sup>С, относительная влажность и скорость движения воздуха оставались стабильными и находились в пределах 42,4-44,1%, 0,14-0,15 м/с соответственно (Таблица 2). Выявлен статистически достоверный рост температуры поверхностей стен без соляных экранов с 20,9±0,4<sup>0</sup>С (8:30) до 22,1±0,3<sup>0</sup>С (12:30). При этом температура соляных поверхностей экранов оставалась в пределах 19,9-20,6<sup>0</sup>С и была ниже, чем температура стен ограждающих поверхностей (p<0,05). Начальные параметры микроклимата соответствовали оптимальным показателям

для помещений 2 категории, в которой студенты заняты умственным трудом, учебой (ГОСТ 30494-2011).

Таблица 2

**Динамика фоновых показателей микроклимата внутренней среды аудитории, оборудованной соляными экранами ( $M \pm m$ )**

| Показатели   | n   | Время измерения |           |                            |                |                            |
|--|-----|-----------------|-----------|----------------------------|----------------|----------------------------|
|  |     | 8:30            | 10:30     | Достоверность различий (p) | 12:30          | Достоверность различий (p) |
| Температура воздуха, °С                              | 396 | 21,0±0,12       | 21,6±0,2  | >0,05                      | 22,4±0,12<br>* | <0,01                      |
| Относительная влажность воздуха, %                   | 396 | 44,1±0,5        | 42,4±0,6  | >0,01                      | 43,1±0,6       | >0,05                      |
| Скорость движения воздуха, м/с                       | 396 | 0,15±0,04       | 0,14±0,06 | >0,05                      | 0,15±0,02      | >0,05                      |
| Температура поверхности стен без соляных экранов, °С | 396 | 20,9±0,4        | 21,3±0,3  | >0,01                      | 22,1±0,3<br>*  | <0,01                      |
| Температура поверхностей соляных экранов, °С         | 396 | 19,9±0,4        | 20,4±0,3  | >0,05                      | 20,6±0,3       | >0,05                      |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям*

Радиационный фон в сельвинитовой аудитории, обусловленный наличием в природных калийных солях радиоактивного изотопа  $K^{40}$ , в течение утра составлял  $0,16 \pm 0,002$  мкЗв/ч (8:30; 10:30) и к 12:30 -  $0,15 \pm 0,002$  мкЗв/ч. При оценке состояния аэроионизационной обстановки прослеживалась зависимость концентрации легких отрицательных аэроионов в воздухе исследуемой аудитории от уровня радиационного фона, способствующего поддержанию высокого уровня ионизации ее внутренней среды с 8:30 до 12:30 (Рисунок 2).

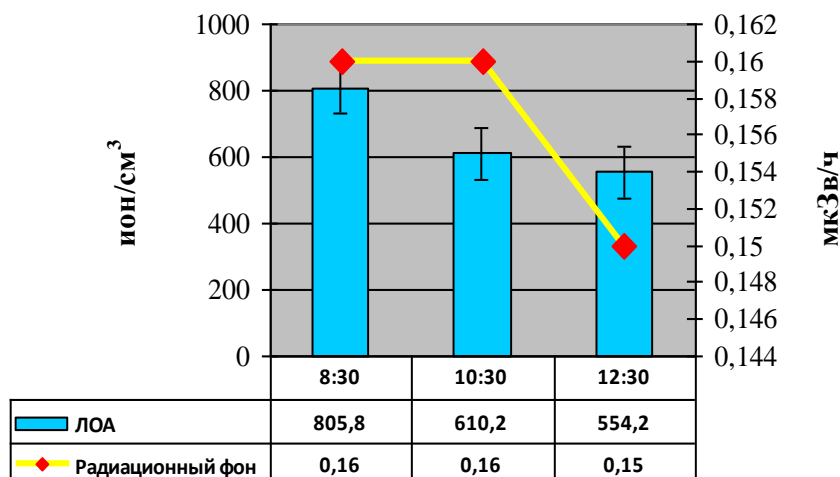


Рисунок 2 – Динамика радиационного фона и легких отрицательных аэроионов в сильвинитовой аудитории

Как следует из данных, представленных на Рисунке 2, средняя концентрация легких отрицательных аэроионов в воздухе сильвинитовой аудитории в 8:30 составляла  $805,8 \pm 31,5$  ион/см<sup>3</sup>, что было достоверно выше их содержания в 10:30 и 12:30 ( $610,2 \pm 33,6$  и  $554,2 \pm 25,5$  ион/см<sup>3</sup> соответственно).

Легкие отрицательные аэроионы в концентрации более 400 ион/см<sup>3</sup> способны снижать количество серотонина в тканях, ускорять его ферментативное расщепление, оказывать стимулирующее влияние на психические процессы, воздействовать на дыхательные ферменты [204].

Количество легких положительных аэроионов снижалось с  $423,4 \pm 30,3$  (8:30) до  $406,7 \pm 23,7$  ион/см<sup>3</sup> (10:30), увеличиваясь к 12:30 до  $509,7 \pm 29,9$  ион/см<sup>3</sup>. Коэффициент униполярности (КУ) в утренние часы был ниже единицы, свидетельствуя о благоприятных условиях внутренней среды аудитории. Колебания КУ были в пределах от  $0,52 \pm 0,04$  (8:30) до  $0,8 \pm 0,05$  (12:30).

Содержание мелкодисперсного соляного аэрозоля (дисперсность частиц 0,4 мкм) в воздухе сильвинитовой аудитории в начале исследований составляло  $0,21 \pm 0,02$  мг/м<sup>3</sup>, к 10:30 снижалось до  $0,18 \pm 0,01$  мг/м<sup>3</sup>, в 12:30 определялось на уровне  $0,17 \pm 0,02$  мг/м<sup>3</sup>.

Сухой многокомпонентный соляной аэрозоль является одним из основных действующих факторов сильвинитотерапии. Он определяет лечебное и

профилактическое воздействия на организм человека, происходящие за счет оптимальной дисперсности соляных частиц (0,4 мкм), глубоко проникающих в дыхательные пути, оказывающих положительное влияние на состояние гуморального и клеточного иммунитета, общей неспецифической реактивности организма [67, 205].

*Оценка физических факторов сильвинитовой аудитории в динамике теплого и холодного периодов года.*

Исследования воздушной среды сильвинитовой аудитории в теплый период года, проведенные без студентов (Рисунок 3), показали, что температура воздуха в 8:30 составляла  $21,9 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ , к 10:30 и 12:30 увеличивалась на 0,5 и  $0,7^{\circ}\text{C}$  соответственно. Минимальные значения относительной влажности воздуха зафиксированы в 12:30 ( $45,7 \pm 0,7\%$ ), в то время как в 8:30 ее уровень составлял  $46,4 \pm 0,4\%$ . Скорость движения воздуха практически не изменялась, оставаясь на уровне  $0,16 \pm 0,03$  м/с в динамике всех измерений. Температура поверхностей соляных экранов ( $20,2 \pm 0,4 \rightarrow 21,0 \pm 0,3 \rightarrow 21,2 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ ) была ниже, чем температура стен аудитории ( $21,1 \pm 0,4 \rightarrow 22,0 \pm 0,3 \rightarrow 22,2 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ), но различия в показателях не выходили за пределы существующих гигиенических норм.

В холодный период года (Рисунок 4) температура воздуха увеличивалась с 8:30 ( $22,0 \pm 0,14^{\circ}\text{C}$ ) до 12:30 на  $1,2^{\circ}\text{C}$  ( $23,2 \pm 0,2$ ) при работающем отоплении, уровень относительной влажности воздуха в начале составлял  $40,8 \pm 0,7\%$  и далее достоверно снижался на 2,7% к 10:30 ( $38,1 \pm 0,5\%$ ) и 3,1% к 12:30 ( $37,7 \pm 0,2\%$ ). Значения скорости движения воздуха находились в пределах 0,14-0,16 м/с. Достоверных отличий между температурами поверхностей соляных экранов ( $21,1 \pm 0,3 \rightarrow 21,4 \pm 0,4 \rightarrow 21,9 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ ) и стен комнаты ( $21,9 \pm 0,4 \rightarrow 22,5 \pm 0,3 \rightarrow 22,3 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ) не выявлено.

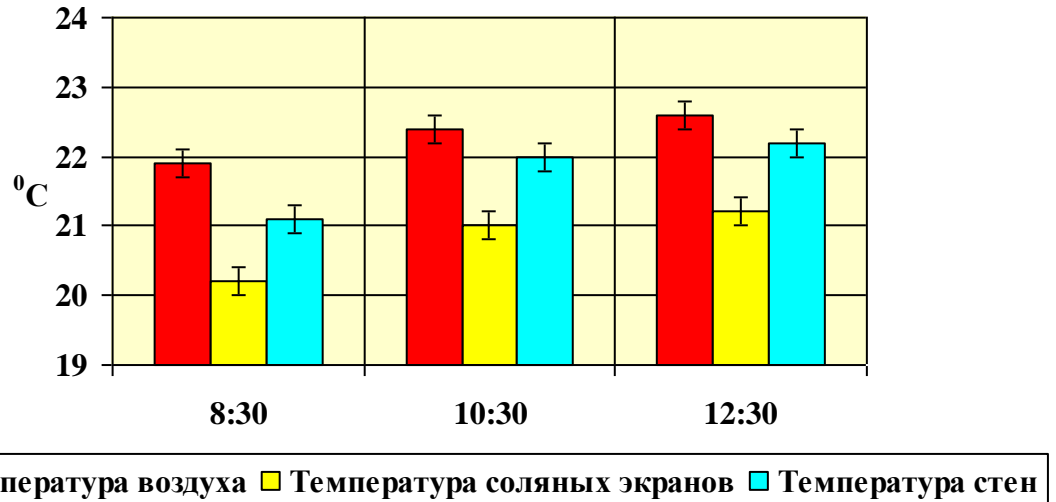


Рисунок 3 – Динамика показателей микроклимата в теплый период года

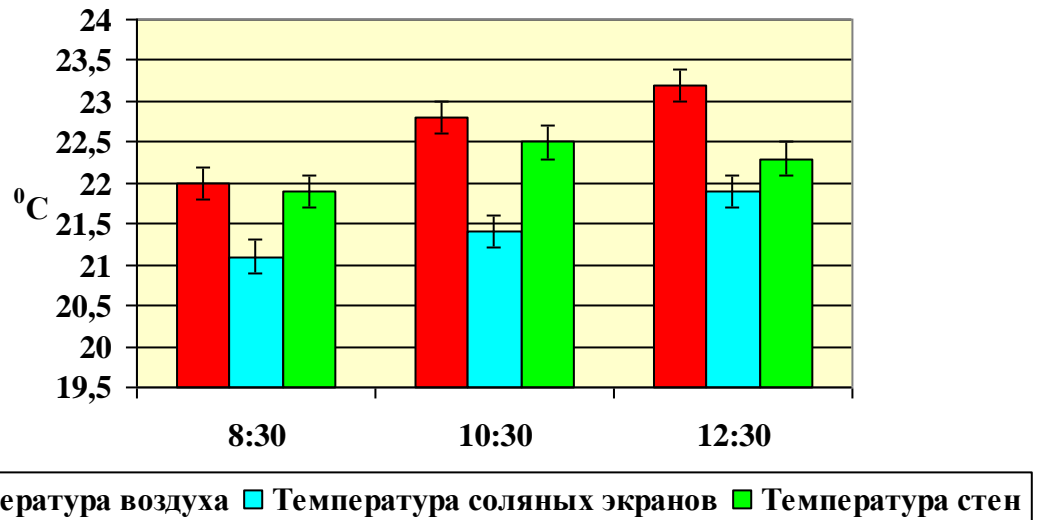


Рисунок 4 – Динамика показателей микроклимата в холодный период года

Показатели радиационного фона находились в пределах норм радиационной безопасности. Естественный радиационный фон в течение года изменялся от 0,08 до 0,10 мкЗв/час. Изучение  $\gamma$  – фона в сильвинитовой аудитории (Рисунок 5) показало, что его уровень в теплый период года оставался стабильным ( $0,16 \pm 0,003$  мкЗв/ч) в течение всех временных интервалов. В холодный период его величина достоверно снижалась с  $0,17 \pm 0,003$  мкЗв/ч (8:30, 10:30) до  $0,15 \pm 0,002$  мкЗв/ч (12:30).

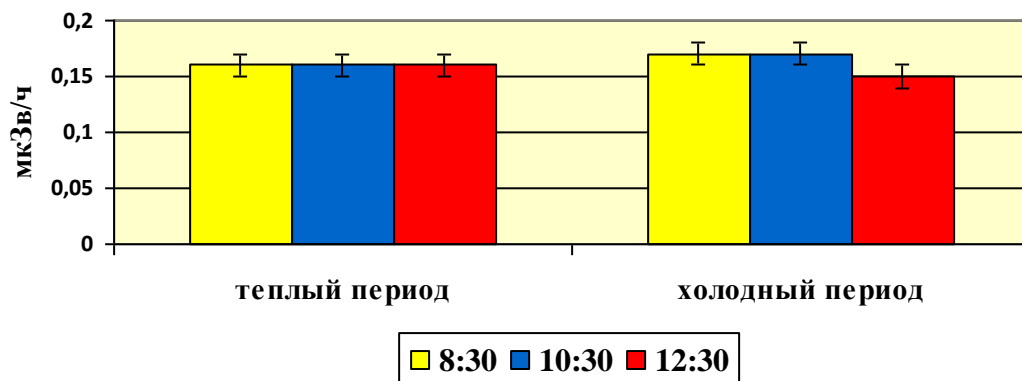


Рисунок 5 – Радиационный фон в сильвинитовой аудитории в теплый и холодный периоды года

Анализ аэроионизационного фона (Таблица 3) показал, что в теплый период года наибольшая концентрация легких отрицательных ионов регистрировалась в 8:30 ( $859 \pm 32,4$  ион/см<sup>3</sup>), достоверно снижаясь к 10:30 до  $659,05 \pm 36,9$  ион/см<sup>3</sup> и к 12:30 до  $521,1 \pm 26,4$  ион/см<sup>3</sup>. Количество легких положительных аэроионов увеличилось к 12:30 на  $151,5$  ион/см<sup>3</sup> ( $p < 0,05$ ).

Таблица 3

**Характеристика показателей аэроионизационного фона в сильвинитовой учебной аудитории в теплый и холодный периоды года ( $M \pm m$ )**

| Показатели   | Период года |                        |                      |                      |          |                        |                        |                        |
|--|-------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------|------------------------|------------------------|------------------------|
|  | Теплый      |                        |                      |                      | Холодный |                        |                        |                        |
|  | n           | 8.30                   | 10.30                | 12.30                | n        | 8.30                   | 10.30                  | 12.30                  |
| Легкие отрицательные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 653         | 859<br>$\pm$<br>32,4   | 659,05±<br>36,9<br>* | 521,1±<br>26,4<br>*  | 653      | 535,2<br>$\pm$<br>45,4 | 458,4<br>$\pm$<br>50,9 | 478,0<br>$\pm$<br>26,7 |
| Легкие положительные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 653         | 327,2<br>$\pm$<br>17,9 | 423,6±<br>26,6<br>*  | 478,7±<br>23,8<br>*  | 653      | 281,6<br>$\pm$<br>31,4 | 240,8<br>$\pm$<br>32,7 | 318,0<br>$\pm$<br>20,6 |
| Коэффициент униполярности                          | 653         | 0,4<br>$\pm$<br>0,03   | 0,6<br>$\pm$<br>0,04 | 0,9<br>$\pm$<br>0,04 | 653      | 0,5<br>$\pm$<br>0,04   | 0,5<br>$\pm$<br>0,03   | 0,6<br>$\pm$<br>0,04   |

Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям

В холодный период года высокий уровень легких отрицательных аэроионов отмечался в 8:30 ( $535,2 \pm 45,4$  ион/см<sup>3</sup>) с дальнейшим его снижением к 12:30 до



478,0±26,7 ион/см<sup>3</sup>. Средние показатели легких положительных аэроионов имели лишь тенденцию к увеличению. Расчетный коэффициент униполярности был меньше единицы и свидетельствовал о благоприятном состоянии внутренней среды сильвинитовой аудитории во все периоды года.

Для поддержания оптимальной аэроионизационной и аэрозольной среды в сильвинитовой аудитории атмосферный воздух пропускаться через соляной фильтр, заполненный дробленным сильвинитом.

Содержание соляных частиц ( $d=0,4-0,5$  мкм) в воздухе аудитории не зависело от периода года и составляло в среднем  $0,19\pm 0,02$  мг/м<sup>3</sup>.

Сравнительный анализ показателей температуры воздуха в теплый и холодный периоды года достоверных различий не выявил (Таблица 4). Относительная влажность воздуха в теплый период была достоверно выше. Скорость движения воздуха в теплый и холодный периоды года не изменялась и составляла  $0,2\pm 0,04$  м/с. Температура стен и соляных экранов при всех замерах оставалась постоянной, что свидетельствовало о стабильности микроклимата в сильвинитовой аудитории независимо от периода года.

Таблица 4

**Сравнительная характеристика средних показателей микроклимата сильвинитовой аудитории в теплый и холодный периоды года ( $M\pm m$ )**

| Показатели микроклимата                      | Период года |           |                            |
|--|-------------|-----------|----------------------------|
|  | Теплый      | Холодный  | Достоверность различий (p) |
| Температура воздуха, °С                      | 22,3±0,23   | 22,7±0,3  | >0,05                      |
| Относительная влажность воздуха, %           | 43,1±0,4    | 38,8±0,5* | <0,01                      |
| Скорость движения воздуха, м/с               | 0,17±0,02   | 0,23±0,06 | >0,05                      |
| Температура соляных поверхностей, °С         | 20,8±0,4    | 21,3±0,3  | >0,05                      |
| Температура стен без соляной поверхности, °С | 21,8±0,3    | 22,2±0,2  | >0,05                      |

*Примечание: \* - разница достоверна между периодами года ( $p<0,05$ )*

Уровень радиационного фона, в динамике утренних часов, в теплый и холодный периоды года был стабильным и составлял  $0,16\pm 0,003$  мкЗв/час.

Оценка аэроионизации в сильвинитовой аудитории выявила зависимость ее параметров от периодов года (Рисунок 6).

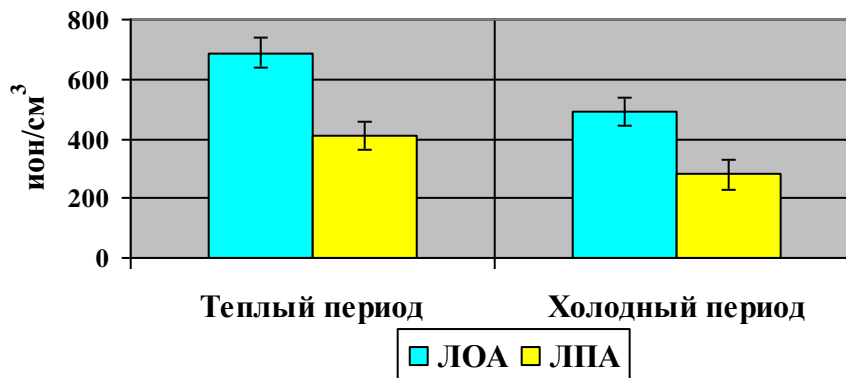


Рисунок 6 – Динамика среднегодовых параметров аэроионизационного фона в сильвинитовой аудитории

Так, средняя концентрация легких отрицательных аэроионов в теплый период года, при всех замерах, была выше, чем в холодный; содержание легких положительных ионов в холодный период, по сравнению с теплым, было минимальным ( $p < 0,05$ ). Это подтверждает данные, полученные рядом исследователей, о влиянии на ионизацию повышенных температур [20, 75].

Таким образом, анализ гигиенических параметров учебной аудитории, оборудованной устройствами из минерала сильвинита показал, что ее внутренняя среда характеризуется благоприятными микроклиматическими условиями; несколько повышенным радиационным фоном, способствующим ионизации воздуха; значимой концентрацией многокомпонентного соляного аэрозоля.

### **Особенности фоновых гигиенических показателей внутренней среды обычной учебной аудитории**

Обследуемая учебная аудитория полностью соответствовала по площади и объему сильвинитовой (площадь - 23,6 м<sup>2</sup>, объем - 69,85 м<sup>3</sup>). Дополнительно она была оборудована механической общей приточной вентиляцией. Фоновые физические факторы внутренней среды обычной аудитории изучались трижды в утренние часы (8:30; 10:30; 12:30) при отсутствии студентов.

Результаты гигиенических исследований представлены в Таблице 5. Температура воздуха в 8:30 составляла  $21,6 \pm 0,14^{\circ}\text{C}$  и была достоверно ниже, чем в 10:30 ( $22,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ) и 12:30 ( $23,8 \pm 0,23^{\circ}\text{C}$ ). Температура ограждающих поверхностей в аудитории увеличивалась с 8:30 до 12:30 на  $1,6^{\circ}\text{C}$  ( $p < 0,05$ ). Значимых различий в показателях относительной влажности и скорости движения воздуха не выявлено.

Таблица 5

**Динамика фоновых физических показателей внутренней среды учебной аудитории ( $M \pm m$ )**

| Показатели   | n   | Время измерения  |                  |                            |                    |                            |
|--|-----|------------------|------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|
|  |     | 08:30            | 10:30            | Достоверность различий (p) | 12:30              | Достоверность различий (p) |
| Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$                  | 468 | $21,6 \pm 0,14$  | $22,6 \pm 0,2$ * | $< 0,05$                   | $23,8 \pm 0,23$ *  | $< 0,01$                   |
| Относительная влажность воздуха, %                       | 468 | $24,7 \pm 0,3$   | $24,6 \pm 0,3$   | $> 0,05$                   | $24,3 \pm 0,4$     | $> 0,05$                   |
| Скорость движения воздуха, м/с                           | 468 | $0,13 \pm 0,02$  | $0,15 \pm 0,03$  | $> 0,05$                   | $0,14 \pm 0,03$    | $> 0,05$                   |
| Температура ограждающих поверхностей, $^{\circ}\text{C}$ | 468 | $21,9 \pm 0,14$  | $22,4 \pm 0,2$   | $> 0,05$                   | $23,4 \pm 0,2$ *   | $< 0,05$                   |
| Радиационный фон, мкЗв/час                               | 468 | $0,12 \pm 0,002$ | $0,11 \pm 0,003$ | $> 0,05$                   | $0,13 \pm 0,003$   | $> 0,05$                   |
| Легкие отрицательные аэроионы, ион/см <sup>3</sup>       | 468 | $240,7 \pm 19,1$ | $228,3 \pm 15,8$ | $> 0,05$                   | $180,9 \pm 17,7$ * | $< 0,05$                   |
| Легкие положительные аэроионы, ион/см <sup>3</sup>       | 468 | $310,2 \pm 18,5$ | $340,5 \pm 21,4$ | $> 0,05$                   | $359,1 \pm 19,7$   | $> 0,05$                   |
| Коэффициент униполярности                                | 468 | $1,3 \pm 0,08$   | $1,5 \pm 0,07$   | $> 0,05$                   | $1,9 \pm 0,07$     | $> 0,05$                   |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям*

Радиационный фон в аудитории оставался стабильным в пределах  $0,11-0,13$  мкЗв/час. Концентрация легких отрицательных аэроионов, находящаяся в 8:30 на уровне  $240,7 \pm 19,1$  ион/см<sup>3</sup>, снижалась к 12:30 до  $180,9 \pm 17,7$  ион/см<sup>3</sup> ( $p < 0,05$ ). Содержание легких положительных аэроионов увеличивалось:  $310,2 \pm 18,5$  ион/см<sup>3</sup> в 8:30,  $340,5 \pm 21,4$  ион/см<sup>3</sup> в 10:30,  $359,1 \pm 19,7$  ион/см<sup>3</sup> в 12:30. При этом

коэффициент униполярности превышал единицу, что свидетельствовало о неблагоприятной ионизационной обстановке в аудитории.

*Динамика физических факторов обычной учебной аудитории в теплый и холодный периоды года.*

Оценка микроклиматических показателей обычной учебной аудитории в теплый и холодный периоды года, представлена в Таблице 6. Установлено, что температура воздуха и ограждающих поверхностей в теплый период года были достоверно ниже, чем в холодный. Относительная влажность в теплый период составила  $24,2 \pm 0,5\%$ , а в холодный регистрировалась на уровне  $24,9 \pm 0,4\%$ . Скорость движения воздуха не зависимо от периода года оставалась в пределах  $0,11-0,12$  м/с.

Показатели радиационного и аэроионизационного фонов не имели значимых отличий в теплый и холодный периоды года. Коэффициент униполярности превышал единицу, характеризуя внутреннюю среду аудитории как неблагоприятную по уровню биполярных аэроионов.

Таблица 6

**Фоновые показатели микроклимата и аэроионизации учебной аудитории в теплый и холодный периоды года ( $M \pm m$ )**

| Показатели микроклимата                            | Период года |                  |                  |                            |
|--|-------------|------------------|------------------|----------------------------|
|  | n           | Теплый           | Холодный         | Достоверность различий (p) |
| Температура воздуха, °С                            | 468         | $22,5 \pm 0,23$  | $23,4 \pm 0,3^*$ | $<0,05$                    |
| Относительная влажность воздуха, %                 | 468         | $24,2 \pm 0,5$   | $24,9 \pm 0,4$   | $>0,05$                    |
| Скорость движения воздуха, м/с                     | 468         | $0,11 \pm 0,01$  | $0,12 \pm 0,06$  | $>0,05$                    |
| Температура ограждающих поверхностей, °С           | 468         | $22,2 \pm 0,3$   | $23,7 \pm 0,2^*$ | $<0,01$                    |
| Радиационный фон, мкЗв/час                         | 468         | $0,11 \pm 0,002$ | $0,10 \pm 0,002$ | $>0,05$                    |
| Легкие отрицательные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 468         | $230,4 \pm 18,9$ | $210,7 \pm 16,8$ | $>0,05$                    |
| Легкие положительные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 468         | $320,7 \pm 17,3$ | $335,2 \pm 18,2$ | $>0,05$                    |
| Коэффициент униполярности                          | 468         | $1,4 \pm 0,05$   | $1,6 \pm 0,07$   | $>0,05$                    |

Примечание: \* - разница достоверна между периодами года

Сравнительный анализ фоновых параметров внутренней среды аудиторий, оборудованной соляными экранами и обычной, выявил наличие статистически значимых различий между показателями температуры и относительной влажности воздуха, а также температурой ограждающих поверхностей (Таблица 7). В сильвинитовой аудитории температура воздуха в утренние часы была ниже, чем в обычной аудитории. Относительная влажность воздуха в сильвинитовой аудитории была достоверно выше. Перепады температур воздуха и ограждающих поверхностей в обеих аудиториях находились в пределах гигиенических норм. Вместе с тем, анализируемые микроклиматические факторы сильвинитовой аудитории соответствовали оптимальным значениям, обеспечивая условия теплового комфорта. Фоновые показатели микроклимата обычной аудитории, полученные при втором и третьем измерении, не были оптимальными, но и не выходили за пределы допустимых значений, также формируя благоприятную микроклиматическую среду.

Различия в показателях исходных температур воздуха аудиторий объясняются особенностями физических свойств минерала сильвинита, участвующего в процессах массообмена, а также обладающего высокой теплоемкостью и теплопроводностью [205].

Таблица 7

**Сравнительная оценка фоновых гигиенических показателей внутренней среды сильвинитовой (1) и обычной аудиторий (2) ( $M \pm m$ )**

| Показатели                         | Время измерения |           |           |           |            |           |
|------------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
|                                    | 8:30            |           | 10:30     |           | 12:30      |           |
|                                    | 1               | 2         | 1         | 2         | 1          | 2         |
| Температура воздуха, °С            | 21,0±0,12*      | 21,6±0,14 | 21,6±0,2* | 22,6±0,2  | 22,4±0,12* | 23,8±0,23 |
| Относительная влажность воздуха, % | 44,1±0,5*       | 24,7±0,3  | 42,4±0,6* | 24,6±0,3  | 43,1±0,6*  | 24,3±0,4  |
| Скорость движения воздуха, м/с     | 0,15±0,04       | 0,13±0,02 | 0,14±0,06 | 0,15±0,03 | 0,15±0,02  | 0,14±0,03 |
| Температура поверхности стен, °С   | 20,9±0,4 *      | 21,9±0,2  | 21,3±0,3* | 22,4±0,2  | 22,1±0,3*  | 23,4±0,2  |

|  |                 |            |                 |            |                 |            |
|--|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| Радиационный фон, мкЗв/час                         | 0,16±0,002<br>* | 0,12±0,002 | 0,16±0,002<br>* | 0,11±0,003 | 0,15±0,002<br>* | 0,13±0,003 |
| Легкие отрицательные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 805,8±31,5<br>* | 240,7±19,1 | 610,2±33,6<br>* | 228,3±15,8 | 554,2±25,5<br>* | 180,9±17,7 |
| Легкие положительные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 423,4±30,3<br>* | 310,2±18,5 | 406,7±23,7<br>* | 340,5±21,4 | 509,7±29,9<br>* | 359,1±19,7 |
| Коэффициент униполярности                          | 0,5±0,04*       | 1,3±0,08   | 0,6±0,05*       | 1,5±0,07   | 0,8±0,05*       | 1,9±0,07   |

*Примечание: \* - разница достоверна между аудиториями (p<0,05).*

Исходные уровни радиационного фона в сильвинитовой аудитории снижались на 0,01 мкЗв/ч к 12:30, но были статистически достоверно выше, чем в обычной аудитории.

Наибольшая концентрация легких отрицательных аэроионов в обеих учебных аудиториях отмечалась в 8:30 (805,8±31,5 ион/см<sup>3</sup> – сильвинитовая, 240,7±19,1 ион/см<sup>3</sup> – обычная), к 12:30 их уровень снижался на 251,6 ион/см<sup>3</sup> в сильвинитовой и на 59,8 ион/см<sup>3</sup> в обычной (p<0,05). При этом аэроионизация воздуха в сильвинитовой аудитории была достоверно выше, чем в обычной. К окончанию занятий концентрация легких аэроионов с положительным знаком увеличивалась в обеих аудиториях. Коэффициент униполярности в сильвинитовой аудитории не превышал единицу, в отличие от обычной, где его значение составляло от 1,3 до 1,9, свидетельствуя о неудовлетворительных гигиенических условиях.

В целом анализ фоновых параметров микроклимата, радиационной и аэроионизационной составляющих внутренней среды сильвинитовой аудитории, в сравнении с обычной аудиторией, показал, что в ней поддерживаются стабильные микроклиматические условия и благоприятная аэроионизационная среда, формирующаяся за счет несколько повышенного, относительно естественного, радиационного фона.

### 3.2. Исследования гигиенических параметров сильвинитовой учебной аудитории в динамике практических занятий со студентами

Гигиенические исследования для оценки основных факторов внутренней среды в динамике практических занятий проводили в два этапа: первый - в сильвинитовой учебной аудитории, с площадью двух сильвинитовых экранов – 5 м<sup>2</sup>, второй – в сильвинитовой аудитории при увеличении площади сильвинитовых экранов до 9,1 м<sup>2</sup>. В качестве контрольной выступала обычная учебная аудитория. Замеры всех гигиенических показателей внутренней среды сильвинитовой и обычной учебных аудиторий проводили трижды в течение занятий (в начале – 8:30, середине – 10:30 и конце – 12:30).

Изучение микроклимата в *сильвинитовой учебной аудитории с общей площадью двух сильвинитовых экранов 5 м<sup>2</sup>* в течение практических занятий со студентами (Рисунок 7), выявило возрастание температуры воздуха от начала (21,7±0,2<sup>0</sup>С) к концу занятия на 1,4<sup>0</sup>С (23,1±0,25<sup>0</sup>С). Относительная влажность и скорость движения воздуха оставались стабильными на протяжении занятия и соответствовали оптимальным параметрам. Температура соляных поверхностей экранов составляла 22,4±0,25<sup>0</sup>С (12:30), что на 1,3<sup>0</sup>С выше, чем в 8:30 (21,1±0,23<sup>0</sup>С) (p<0,05).

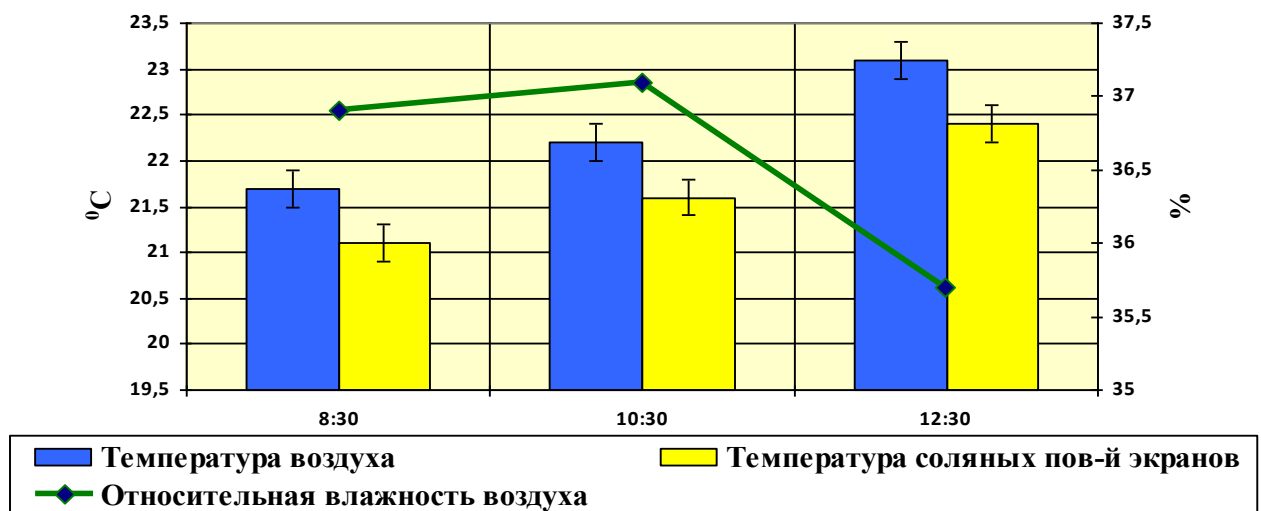


Рисунок 7 – Изменение микроклиматических показателей сильвинитовой аудитории в течение практических занятий со студентами

Радиационный фон в сильвинитовой аудитории в 8:30 ( $0,18 \pm 0,002$  мкЗв/ч) был достоверно выше, чем в 12:30 ( $0,16 \pm 0,001$  мкЗв/ч) (Рисунок 8) и соответствовал естественным природным колебаниям не превышая норм радиационной безопасности [170, 183].

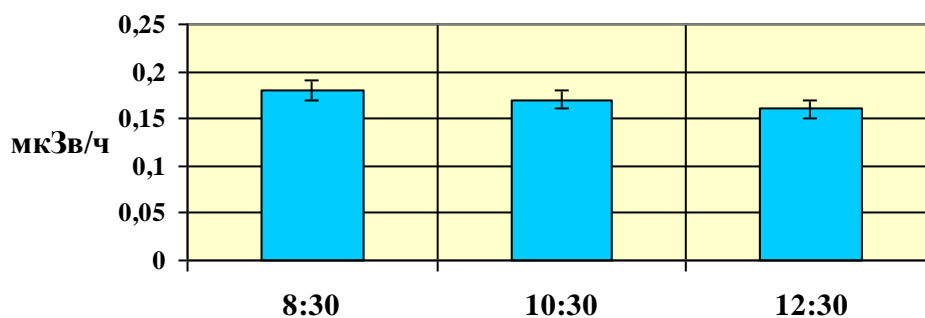


Рисунок 8 – Изменение уровня радиационного фона в течение практического занятия в сильвинитовой аудитории

Аэроионизационная среда имела аналогичную динамику (Рисунок 9). Концентрация легких отрицательных аэроионов в 8:30 составляла  $700,5 \pm 17,4$  ион/см<sup>3</sup>, к 10:30 и 12:30 достоверно снижалась до  $413,1 \pm 18,6$  и  $368,5 \pm 16,9$  ион/см<sup>3</sup>. Была определена прямая сильная корреляционная связь между уровнем радиационного фона и концентрацией легких отрицательных аэроионов (коэффициент корреляции = 0,8), что согласуется с ранее полученными данными о влиянии на ионизацию воздушной среды радиоактивного элемента  $K^{40}$ , содержавшегося в природных калийных солях [20].



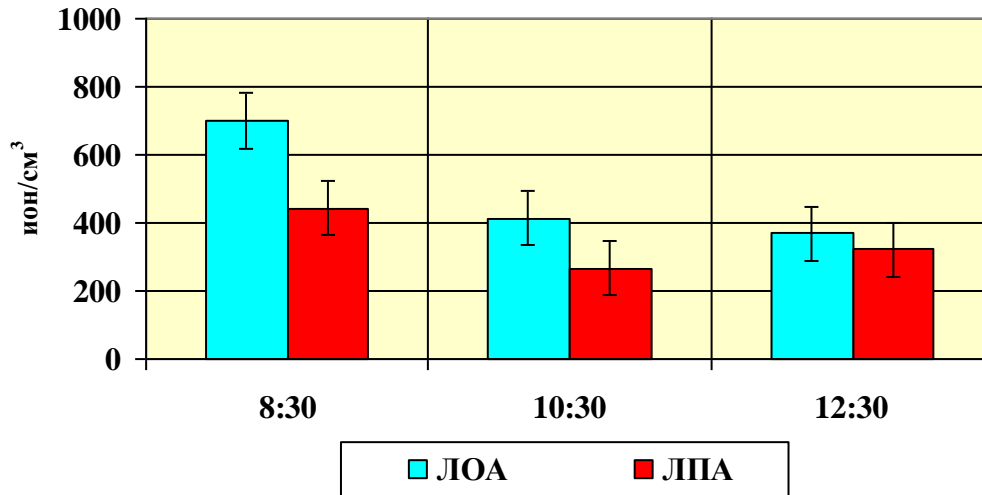


Рисунок 9 – Аэроионизация воздушной среды сильвинитовой аудитории в динамике практического занятия

Содержание легких положительных аэроионов достоверно снижалось с  $443,7 \pm 25,2$  ион/см<sup>3</sup> (8:30) до  $266,1 \pm 17,3$  ион/см<sup>3</sup> (10:30), увеличиваясь к окончанию занятий до  $320,9 \pm 19,8$  ион/см<sup>3</sup>, что возможно обусловлено изменением микроклиматических условий аудитории и накоплением в воздухе антропоксинов. Расчетный уровень коэффициента униполярности в течение всего занятия был от 0,6 до 0,8 – характеризую условия среды как благоприятные для выполнения умственной деятельности. Концентрация мелкодисперсного соляного аэрозоля оставалась стабильной (0,18-0,21 мг/м<sup>3</sup>).

Динамика гигиенических показателей в теплый и холодный периоды года представлена в Таблице 8.

Таблица 8

**Гигиенические параметры внутренней среды сильвинитовой аудитории в теплый и холодный периоды года при обучении студентов (M±m)**

| Показатели микроклимата            | Период года |          |            |          |          |          |
|------------------------------------|-------------|----------|------------|----------|----------|----------|
|                                    | Теплый      |          |            | Холодный |          |          |
|                                    | 8:30        | 10:30    | 12:30      | 8:30     | 10:30    | 12:30    |
| Температура воздуха, °С            | 21,8±0,4    | 22,5±0,3 | 23,7±0,3 * | 21,2±0,2 | 20,3±0,3 | 21,7±0,3 |
| Относительная влажность воздуха, % | 47,3±1,1    | 47,4±1,2 | 45,8±1,4   | 32,7±0,6 | 31,3±0,6 | 31,5±0,5 |

|  |            |              |              |            |              |              |
|--|------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|
| Скорость движения воздуха, м/с                     | 0,12±0,01  | 0,12±0,03    | 0,15±0,03    | 0,11±0,02  | 0,14±0,03    | 0,13±0,02    |
| Температура соляных экранов, °С                    | 20,7±0,4   | 21,7±0,3     | 22,0±0,4     | 20,0±0,2   | 19,7±0,3     | 20,9±0,3     |
| Радиационный фон, мкЗв/час                         | 0,18±0,004 | 0,17±0,003   | 0,16±0,002 * | 0,18±0,003 | 0,17±0,002   | 0,16±0,002 * |
| Легкие отрицательные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 684,8±31,6 | 459,8±29,0 * | 422,7±31,3 * | 561,0±32,8 | 383,3±24,0 * | 361,4±23,3 * |
| Легкие положительные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 514,8±27,4 | 312,5±29,3 * | 337,9±32,7 * | 352,6±29,2 | 237,4±21,1 * | 288,9±20,6   |
| Коэффициент униполярности                          | 0,7±0,07   | 0,6±0,06     | 0,8±0,07     | 0,6±0,05   | 0,6±0,04     | 0,8±0,05     |
| Соляной аэрозоль, мг/м <sup>3</sup>                | 0,23±0,02  | 0,21±0,01    | 0,21±0,03    | 0,21±0,02  | 0,20±0,03    | 0,19±0,03    |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям ( $p < 0,05$ ).*

Из представленных в таблице 8 данных следует, что температура воздуха в сильвинитовой аудитории в теплый период года при пятичасовом практическом занятии возрастала с 8:30 ( $21,8 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ ) на  $1,9^{\circ}\text{C}$  к его окончанию ( $23,7 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ ). В холодный период года температура воздуха в начале занятия составляла  $21,2 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ , снижалась к середине на  $0,9^{\circ}\text{C}$  и в 12:30 определялась на уровне  $21,7 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ . Достоверных отличий в значениях относительной влажности, скорости движения воздуха и температуры ограждающих поверхностей в оба периода года не выявлено.

Следует отметить, что микроклиматические параметры сильвинитовой учебной аудитории в теплый и холодный периоды года находились в пределах санитарных норм для учебных помещений в которой студенты заняты умственным трудом (ГОСТ 30494-2011).

Средние уровни радиационного фона в течение практического занятия, как в теплый, так и в холодный периоды года изменялись идентично. Наибольшие его значения отмечались в 8:30 ( $0,18 \pm 0,004$  мкЗв/час), уменьшаясь к концу занятия до  $0,16 \pm 0,002$  мкЗв/час ( $p < 0,05$ ).

Анализ аэроионизационной обстановки в теплый период года показал, что средняя концентрация легких отрицательных аэроионов в начале занятия была  $684,8 \pm 31,6$  ион/см<sup>3</sup>, к середине занятия происходило их снижение до  $459,8 \pm 29,0$  ион/см<sup>3</sup>, а к концу - до  $422,7 \pm 31,3$  ион/см<sup>3</sup> ( $p < 0,05$ ). Содержание легких положительных аэроионов достоверно уменьшалось с 8:30 ( $514,8 \pm 27,4$  ион/см<sup>3</sup>) до 10:30 в 1,5 раза ( $312,5 \pm 29,3$  ион/см<sup>3</sup>), возрастая к 12:30 до  $337,9 \pm 32,7$  ион/см<sup>3</sup>.

В холодный период года максимальная концентрация легких аэроионов с отрицательным знаком зарегистрирована в начале занятия ( $561,0 \pm 32,8$  ион/см<sup>3</sup>), к середине она снижалась до  $383,3 \pm 24,0$  ион/см<sup>3</sup> и к концу составляла  $361,4 \pm 23,3$  ион/см<sup>3</sup> ( $p < 0,05$ ). Уровень легких положительных аэроионов достоверно уменьшался в середине занятия до  $237,4 \pm 21,1$  ион/см<sup>3</sup>, по сравнению с их количеством в начале ( $352,6 \pm 29,2$  ион/см<sup>3</sup>), незначительно увеличиваясь к окончанию до  $288,9 \pm 20,6$  ион/см<sup>3</sup>. Коэффициент униполярности при всех измерениях оставался меньше единицы.

Содержание мелкодисперсного соляного аэрозоля в воздухе сильвинитовой аудитории несколько снижалось от начала к концу занятия в оба периода года, что объясняется процессами седиментации на поверхностях аудитории и верхних дыхательных путях студентов ( $p > 0,05$ ).

Сравнительная оценка гигиенических показателей сильвинитовой аудитории в различные периоды года показала, что наиболее высокие средние показатели микроклимата (температура и относительная влажность воздуха) отмечались в теплый период года ( $22,6 \pm 0,17^{\circ}\text{C}$ ,  $46,8 \pm 0,7\%$ ) и были достоверно выше, чем в холодный ( $21,1 \pm 0,16^{\circ}\text{C}$ ,  $31,8 \pm 0,3\%$ ). Скорость движения воздуха при всех измерениях оставалась без изменений (Таблица 9).

**Сравнительная характеристика гигиенических показателей сильвинитовой аудитории в теплый и холодный периоды года (во время практических занятий) ( $M \pm m$ )**

| Показатели микроклимата                            | Период года |            |             |                            |
|--|-------------|------------|-------------|----------------------------|
|  | n           | Теплый     | Холодный    | Достоверность различий (p) |
| Температура воздуха, °С                            | 1728        | 22,6±0,17  | 21,1±0,16*  | <0,05                      |
| Относительная влажность воздуха, %                 | 1728        | 46,8±0,7   | 31,8±0,3*   | <0,01                      |
| Скорость движения воздуха, м/с                     | 1728        | 0,12±0,02  | 0,12±0,03   | >0,05                      |
| Температура соляных поверхностей экранов, °С       | 1728        | 21,6±0,16  | 20,2±0,15*  | <0,05                      |
| Радиационный фон, мкЗв/час                         | 1728        | 0,17±0,002 | 0,17±0,001  | >0,05                      |
| Легкие отрицательные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 1728        | 522,4±30,6 | 435,2±26,7* | <0,05                      |
| Легкие положительные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 1728        | 388,4±29,8 | 292,9±14,1* | <0,05                      |
| Коэффициент униполярности                          | 1728        | 0,7±0,03   | 0,6±0,05    | >0,05                      |
| Соляной аэрозоль, мг/м <sup>3</sup>                | 1728        | 0,21±0,02  | 0,20±0,03   | >0,05                      |

*Примечание: \* - разница достоверна между периодами года*

Достоверных различий в уровнях радиационного фона не выявлено.

Изучение аэроионизации воздушной среды сильвинитовой аудитории показало, что наибольшее количество легких отрицательных аэроионов отмечалось в теплый период года 522,4±30,6 ион/см<sup>3</sup> (p<0,05). Уровень легких положительных аэроионов также был выше в теплый период (388,4±29,8 ион/см<sup>3</sup>), достоверно превышая параметры холодного периода года (292,9±14,1 ион/см<sup>3</sup>). При этом коэффициент униполярности на протяжении всего года оставался ниже единицы.

Концентрация соляного аэрозоля в воздухе не зависела от периода года и была на уровне 0,20 мг/м<sup>3</sup>.

В обычной учебной аудитории во время проведения практических занятий со студентами температура воздуха была достоверно выше, чем в сильвинитовой аудитории (Рисунок 10).

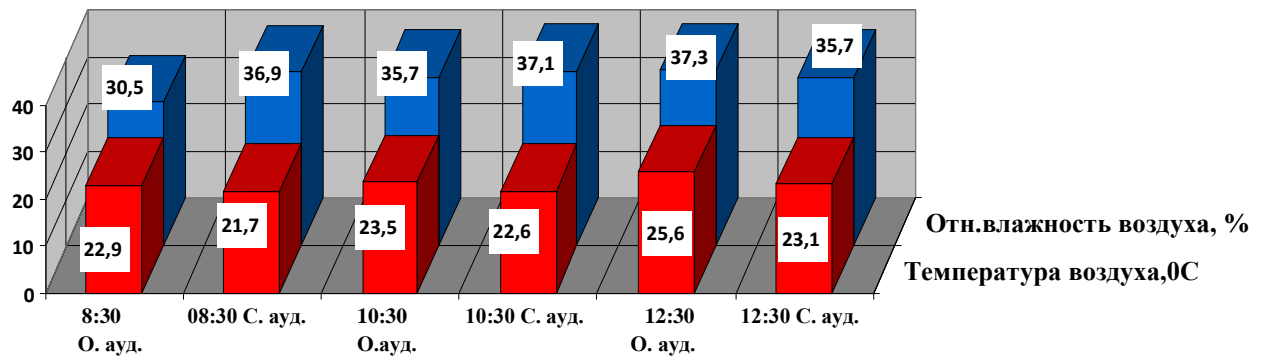


Рисунок 10 – Показатели микроклимата обычной (О.ауд.) и сальвинитовой аудиторий (С. ауд.) в динамике практического занятия

Исходные показатели температуры воздуха в обычной аудитории ( $22,9 \pm 0,12^{\circ}\text{C}$ ) не были оптимальными, но и не выходили за пределы допустимых значений микроклимата. Начиная с середины и до конца занятий температура воздуха в сальвинитовой аудитории соответствовала оптимальному уровню ( $23,1 \pm 0,25^{\circ}\text{C}$ ), а в обычной аудитории достоверно увеличивалась на  $2,6^{\circ}\text{C}$  к концу занятий ( $25,6 \pm 0,12^{\circ}\text{C}$ ), способствуя снижению работоспособности студентов и создавая нагрузку на систему терморегуляции.

Относительная влажность и скорость движения воздуха в течение занятия в обеих аудиториях практически не изменялись.

Таблица 10

**Динамика параметров ионизации воздуха в сальвинитовой (1) и обычной (2) аудиториях при обучении студентов**

| Показатели   | Время измерения       |                  |                       |                  |                       |                  |
|--|-----------------------|------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|------------------|
|  | 8:30                  |                  | 10:30                 |                  | 12:30                 |                  |
|  | 1                     | 2                | 1                     | 2                | 1                     | 2                |
| Радиационный фон, мкЗв/час                         | $0,18 \pm 0,002$<br>* | $0,11 \pm 0,002$ | $0,17 \pm 0,002$<br>* | $0,09 \pm 0,002$ | $0,16 \pm 0,001$<br>* | $0,10 \pm 0,002$ |
| Легкие отрицательные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | $700,5 \pm 17,4$<br>* | $184,5 \pm 17,5$ | $413,1 \pm 18,6$<br>* | $170,6 \pm 18,7$ | $368,5 \pm 16,9$<br>* | $150,0 \pm 18,3$ |

|  |                 |            |                 |            |                 |            |
|--|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| Легкие положительные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 443,7±25,2<br>* | 195,2±15,1 | 266,1±17,3<br>* | 210,0±19,5 | 320,9±19,7<br>* | 380,3±18,6 |
| Коэффициент униполярности                          | 0,6±0,05        | 1,1±0,04   | 0,6±0,03        | 1,2±0,05   | 0,8±0,05        | 2,5±0,05   |

Примечание: \* - разница достоверна между аудиториями ( $p < 0,05$ )

Согласно полученным данным (Таблица 10), радиационный фон в обычной аудитории регистрировался на уровне  $0,10 \pm 0,002$  мкЗв/час, а в сильвинитовой аудитории был достоверно выше и находился в пределах от  $0,16 \pm 0,001$  мкЗв/час до  $0,18 \pm 0,002$  мкЗв/час, не превышая норм радиационной безопасности [170].

В отличие от аудитории, оборудованной соляными устройствами, аэроионизация воздуха в обычной аудитории была ниже ( $p < 0,05$ ). Наибольшие концентрации легких отрицательных аэроионов в обеих аудиториях отмечались в начале практических занятий. При этом среднее содержание их в воздухе обычной аудитории при всех измерениях регистрировалось на уровне начальных значений и было достоверно меньше, чем в сильвинитовой аудитории. Концентрация легких положительных аэроионов увеличивалась от  $195,2 \pm 15,1$  ион/см<sup>3</sup> до  $380,3 \pm 18,6$  ион/см<sup>3</sup> к концу занятий ( $p < 0,05$ ). Коэффициент униполярности в динамике занятия превышал единицу.

Таким образом, создающиеся в сильвинитовой аудитории специфические гигиенические условия сохраняются на оптимальном уровне в течение всего практического занятия и не зависят от периода года.

В результате гигиенических исследований, проведенных в **сильвинитовой учебной аудитории с общей площадью сильвинитовых экранов  $9,1 \text{ м}^2$**  (Таблица 11), установлено, что средняя температура воздуха в начале занятия (8:30) составляла  $21,6 \pm 0,13$ °С, увеличиваясь к концу занятия на  $1,9$ °С. Значимых различий в показателях относительной влажности и скорости движения воздуха в течение практического занятия не выявлено, при этом все параметры находились в пределах оптимальных гигиенических значений. Температура поверхности соляных экранов, в связи с их высокой теплоемкостью была ниже, чем температура воздуха в аудитории.

**Гигиенические показатели внутренней среды сельвинитовой аудитории в течение практических занятий (M±m)**

| Показатели   | Практическое занятие |            |                 |                            |                 |                            |
|--|----------------------|------------|-----------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|
|  | n                    | 8:30       | 10:30           | Достоверность различий (p) | 12:30           | Достоверность различий (p) |
| 1  | 2                    | 3          | 4               | 5                          | 6               | 7                          |
| Температура воздуха, °С                            | 1296                 | 21,6±0,13  | 22,9±0,14 *     | <0,05                      | 23,5±0,12 *     | <0,05                      |
| Относительная влажность воздуха, %                 | 1296                 | 36,6±0,7   | 38,2±0,84       | >0,05                      | 37,5±0,79       | >0,05                      |
| Скорость движения воздуха, м/с                     | 1296                 | 0,13±0,03  | 0,12±0,04       | >0,05                      | 0,12±0,03       | >0,05                      |
| Температура соляных экранов, °С                    | 1296                 | 21,0±0,12  | 21,9±0,11 *     | <0,05                      | 22,6±0,14 *     | <0,01                      |
| Радиационный фон, мкЗв/час                         | 1296                 | 0,18±0,002 | 0,17±0,002      | >0,05                      | 0,17±0,003      | >0,05                      |
| Легкие отрицательные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 1296                 | 833,3±26,6 | 538,9±22,4<br>* | <0,01                      | 424,5±18,3<br>* | <0,01                      |
| Легкие положительные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 1296                 | 544,3±26,3 | 368,1±23,2<br>* | <0,05                      | 257,5±25,4<br>* | <0,05                      |
| Коэффициент униполярности                          | 1296                 | 0,6±0,04   | 0,5±0,07        | >0,05                      | 0,6±0,05        | >0,05                      |
| Соляной аэрозоль, мг/м <sup>3</sup>                | 1296                 | 0,19±0,02  | 0,18±0,02       | >0,05                      | 0,19±0,03       | >0,05                      |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям*

Средние уровни радиационного фона не имели статистически достоверных отличий от начальных показателей. Концентрация аэроионов с отрицательным знаком в 8:30 составляла 833,3±26,6 ион/см<sup>3</sup>, с положительным – 544,3±26,3 ион/см<sup>3</sup>. К середине занятия (10:30) происходило достоверное уменьшение количества легких отрицательных аэроионов до 538,9±22,4 ион/см<sup>3</sup> (середина занятия), а к концу (12:30) до 424,5±18,3 ион/см<sup>3</sup>. Концентрация легких положительных аэроионов к середине занятия достоверно снижалась до 368,1±23,2 ион/см<sup>3</sup>, а к окончанию составила 257,5±25,4 ион/см<sup>3</sup>. Коэффициент

униполярности при всех замерах оставался меньше единицы. Между уровнем легких отрицательных аэроионов и радиационным фоном внутренней среды аудитории прослеживалась прямая сильная корреляционная связь ( $r=0,8$ ).

Оценка содержания соляного аэрозоля в воздухе учебной аудитории показала, что его концентрация в динамике практического занятия находилась в пределах  $0,18-0,19 \text{ мг/м}^3$ .

Результаты исследований микроклимата в различные периоды года приведены в Таблице 12.

Таблица 12

**Динамика микроклиматических параметров в сальвинитовой аудитории в теплый и холодный периоды года при обучении студентов ( $M \pm m$ )**

| Показатели микроклимата                      | Период года |            |           |           |           |            |
|--|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|
|  | Теплый      |            |           | Холодный  |           |            |
|  | 08:30       | 10:30      | 12:30     | 08:30     | 10:30     | 12:30      |
| Температура воздуха, °С                      | 21,7±0,3    | 22,7±0,23* | 23,6±0,3* | 21,4±0,16 | 22,6±0,2* | 23,4±0,23* |
| Относительная влажность воздуха, %           | 31,5±1,1    | 34,1±1,8   | 33,4±1,7  | 34,5±0,7  | 35,8±0,6  | 35,5±0,5   |
| Скорость движения воздуха, м/с               | 0,11±0,02   | 0,13±0,03  | 0,12±0,02 | 0,12±0,02 | 0,13±0,04 | 0,11±0,02  |
| Температура поверхностей соляных экранов, °С | 20,6±0,32   | 21,4±0,3   | 22,1±0,2* | 20,9±0,1  | 22,0±0,2* | 22,7±0,2*  |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям ( $p < 0,05$ ).*

Как следует из представленных данных, температура воздуха в теплый период года возрастала от начала ( $21,7 \pm 0,3^\circ\text{C}$ ) к середине практического занятия до  $22,7 \pm 0,23^\circ\text{C}$ , а в конце находилась на уровне  $23,6 \pm 0,3^\circ\text{C}$  ( $p < 0,05$ ). Достоверных различий в значениях относительной влажности и скорости движения воздуха на протяжении занятий не выявлено. Температура соляных поверхностей экранов в теплый период года составляла  $20,6 \pm 0,32^\circ\text{C}$  (8:30),  $21,4 \pm 0,3^\circ\text{C}$  (10:30),  $22,1 \pm 0,2^\circ\text{C}$  (12:30), что на  $1,1^\circ\text{C}-1,5^\circ\text{C}$  ниже, чем температура воздуха в аудитории.

В холодный период года отмечалось достоверное возрастание температуры воздуха к середине занятия до  $22,6 \pm 0,2^\circ\text{C}$  и концу до  $23,4 \pm 0,23^\circ\text{C}$ . Относительная



влажность и скорость движения воздуха в течение утренних замеров практически не изменялись. Средние показатели температуры поверхностей соляных экранов в 8:30 ( $20,9 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ) были ниже, чем в 10:30 ( $22,0 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ) и 12:30 ( $22,7 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ) ( $p < 0,05$ ).

При этом, различия между температурой воздуха и ограждающих поверхностей в оба периода года не выходили за пределы гигиенических норм. В холодный период года зафиксировано уменьшение уровня радиационного фона к окончанию занятия на  $0,02$  мкЗв/час ( $p < 0,05$ ) (Рисунок 11).

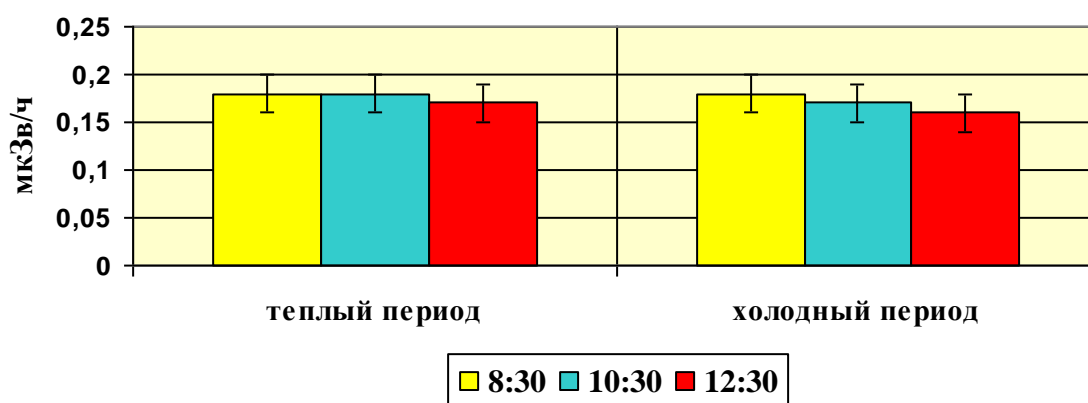


Рисунок 11 – Радиационный фон в сельвинитовой аудитории в теплый и холодный периоды года

В теплый период года радиационный фон в течение утренних часов оставался на стабильно высоком уровне. При этом, все параметры  $\gamma$ -фона находились в пределах норм радиационной безопасности [170].

Анализ аэроионизационного фактора в теплый период года показал, что наибольшая концентрация легких отрицательных аэроионов составляла  $816,9 \pm 40,1$  ион/см<sup>3</sup> (8:30), к 10:30 отмечалось их достоверное снижение до  $484,6 \pm 48,9$  ион/см<sup>3</sup> и к 12:30 до  $390 \pm 33,1$  ион/см<sup>3</sup> (Таблица 13).

**Динамика аэроионизационного фона в различные периоды года в  
сильвинитовой аудитории**

| Показатели<br>внутренней<br>среды                           | Период года |                 |                  |                |              |                 |
|---|-------------|-----------------|------------------|----------------|--------------|-----------------|
|   | Теплый      |                 |                  | Холодный       |              |                 |
|   | 8:30        | 10:30           | 12:30            | 8:30           | 10:30        | 12:30           |
| Легкие<br>отрицательные<br>аэроионы,<br>ион/см <sup>3</sup> | 816,9±40,1  | 484,6±48,9<br>* | 390±33,1<br>*    | 798,4±<br>32,7 | 491,8±47,1 * | 370,7±36,7<br>* |
| Легкие<br>положительные<br>аэроионы,<br>ион/см <sup>3</sup> | 533,8±51,9  | 313,1±33,6<br>* | 301,6±43,<br>5 * | 540,4±<br>33,4 | 324,1±20,2*  | 316,8±21,4<br>* |
| Коэффициент<br>униполярности                                | 0,6±0,09    | 0,6±0,09        | 0,7±0,05         | 0,7±0,08       | 0,6±0,12     | 0,8±0,07        |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям ( $p < 0,05$ ).*

Концентрация легких положительных аэроионов достоверно снижалась к середине занятия до  $313,1 \pm 33,6$  ион/см<sup>3</sup>, к концу - до  $301,6 \pm 43,5$  ион/см<sup>3</sup>.

В холодный период года происходило значительное снижение легких отрицательных ионов к середине и концу занятия на  $306,6$  ион/см<sup>3</sup> и  $427,7$  ион/см<sup>3</sup> соответственно (фоновое значение  $798,4 \pm 32,7$  ион/см<sup>3</sup>) ( $p < 0,05$ ). Максимальное количество легких положительных аэроионов регистрировалось в 8:30 ( $540,4 \pm 33,4$  ион/см<sup>3</sup>), к 10:30 их концентрация уменьшалась до  $324,1 \pm 20,2$  ион/см<sup>3</sup>, а к 12:30 до  $316,8 \pm 21,4$  ион/см<sup>3</sup>. Коэффициент униполярности в течение обоих периодов был менее единицы.

Максимальные концентрации мелкодисперсного соляного аэрозоля как в теплый, так и в холодный периоды регистрировались в 8:30 ( $0,22 \pm 0,02$  мг/м<sup>3</sup>;  $0,21 \pm 0,03$  мг/м<sup>3</sup>), снижаясь до  $0,18 \pm 0,02$  мг/м<sup>3</sup> к 12:30.

Оценка физических параметров внутренней среды сильвинитовой аудитории в динамике теплого и холодного периодов года не выявила их значимых различий ( $p > 0,05$ ) (Таблица 14). Это свидетельствовало о сохранении

оптимальных показателей микроклимата и аэроионизационного фона в сильвинитовой аудитории в течение всего года.

Таблица 14

**Сравнительная характеристика средних гигиенических показателей сильвинитовой аудитории в теплый и холодный периоды года (в присутствии студентов) ( $M \pm m$ )**

| Показатели микроклимата                            | Период года |            |
|--|-------------|------------|
|  | Теплый      | Холодный   |
| Температура воздуха, °С                            | 22,7±0,15   | 22,5±0,1   |
| Относительная влажность воздуха, %                 | 33,05±0,5   | 35,3±1,3   |
| Скорость движения воздуха, м/с                     | 0,11±0,01   | 0,12±0,01  |
| Температура соляных поверхностей экранов, °С       | 21,4±0,1    | 21,9±0,1   |
| Радиационный фон, мкЗв/час                         | 0,18±0,002  | 0,17±0,002 |
| Легкие отрицательные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 563,8±40,7  | 553,6±27,5 |
| Легкие положительные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 385,7±27,1  | 397,5±18,5 |
| Коэффициент униполярности                          | 0,6±0,05    | 0,7±0,07   |
| Соляной аэрозоль, мг/м <sup>3</sup>                | 0,19±0,03   | 0,19±0,02  |

Сравнительный анализ физических факторов внутренней среды 2-х аудиторий: оборудованной сильвинитовыми экранами и обычной (Таблица 15), показал, что температура воздуха обеих аудиторий в течение занятий находилась в пределах оптимальных значений.

**Динамика гигиенических параметров воздушной среды в сельвинитовой (1) и обычной (2) аудиториях при обучении студентов ( $M \pm m$ )**

| Показатели   | Время измерения |             |            |             |            |             |
|--|-----------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
|  | 8:30            |             | 10:30      |             | 12:30      |             |
|  | 1               | 2           | 1          | 2           | 1          | 2           |
| Температура воздуха, °С                            | 21,6±0,13       | 22,9±0,12*  | 22,9±0,14  | 23,5±0,2*   | 23,5±0,12  | 25,6±0,12*  |
| Относительная влажность воздуха, %                 | 36,6±0,7        | 30,5±0,8    | 38,2±0,8   | 35,7±0,7    | 37,5±0,8   | 37,3±0,6    |
| Скорость движения воздуха, м/с                     | 0,13±0,03       | 0,13±0,04   | 0,12±0,04  | 0,13±0,06   | 0,12±0,03  | 0,15±0,02   |
| Радиационный фон, мкЗв/час                         | 0,18±0,002      | 0,11±0,002* | 0,17±0,002 | 0,09±0,002* | 0,17±0,003 | 0,10±0,002* |
| Легкие отрицательные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 833,3±26,6      | 184,5±17,5* | 538,9±22,4 | 170,6±18,7* | 424,5±18,3 | 150,0±18,3* |
| Легкие положительные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 544,3±26,3      | 195,2±15,1* | 368,1±23,2 | 210,0±19,5* | 257,5±25,4 | 380,3±18,6* |
| Соляной аэрозоль, мг/м <sup>3</sup>                | 0,19±0,02       | -           | 0,18±0,02  | -           | 0,19±0,03  | -           |
| Коэффициент униполярности                          | 0,6±0,04        | 1,1±0,04    | 0,5±0,07   | 1,2±0,05    | 0,6±0,05   | 2,5±0,05    |

*Примечание: \* - разница достоверна между аудиториями ( $p < 0,05$ ).*

В тоже время температура воздуха в сельвинитовой аудитории была достоверно ниже, чем в обычной аудитории при всех измерениях. Показатели относительной влажности и скорости движения воздуха в аудиториях значимо не отличались (пределы колебаний 36,6-38,2 %, 0,12-0,13 м/с - в сельвинитовой и 30,5-37,3 %; 0,13-0,15 м/с - в обычной аудиториях).

Уровень радиационного фона в аудитории, оборудованной сельвинитовыми экранами, был статистически достоверно выше (0,18±0,002 мкЗв/час - 8:30, 0,17±0,003 мкЗв/час - 10:30; 12:30), чем в обычной аудитории (0,09±0,002 мкЗв/час - 0,11±0,002 мкЗв/час).

Среднее количество легких аэроионов с отрицательным знаком в сельвинитовой аудитории составило – 833,3±26,6 ион/см<sup>3</sup> (8:30), 538,9±22,4

ион/см<sup>3</sup> (10:30), 424,5±18,3 ион/см<sup>3</sup> (12:30), а в обычной - 184,5±17,5 ион/см<sup>3</sup>(8:30), 170,6±18,7 ион/см<sup>3</sup> (10:30), 150,0±18,3 ион/см<sup>3</sup> (12:30) (p<0,05). Концентрация положительных аэроионов в аудитории, оборудованной соляными экранами была 544,3±26,3 ион/см<sup>3</sup> (8:30), далее снижаясь до 368,1±23,2 ион/см<sup>3</sup> (10:30) и 257,5±25,4 ион/см<sup>3</sup> (12:30). В учебной аудитории без соляных экранов она увеличивалась с 8:30 (195,2±15,1 ион/см<sup>3</sup>) до 12:30 на 185,1 ион/см<sup>3</sup> (380,3±18,6 ион/см<sup>3</sup>) (p<0,05). Коэффициент униполярности в обычной аудитории превысил единицу (1,1-2,5). Содержание соляного аэрозоля в воздухе сильвинитовой аудитории определялось не ниже 0,18±0,02 мг/м<sup>3</sup>.

Как показали гигиенические исследования, уровень ионизации воздуха в аудитории, оборудованной сильвинитовыми устройствами, был в 3,4 раза выше, а коэффициент униполярности в 2,5 раза ниже, чем в обычной аудитории (p<0,05).

**Сравнительная характеристика гигиенических условий в аудитории,  
оборудованной устройствами из минерала сильвинита с разной площадью  
соляных поверхностей.**

Данные гигиенических исследований факторов внутренней среды сильвинитовой аудитории представлены в Таблице 16.

**Гигиенические условия сильвинитовой аудитории  
в динамике практических занятий (M±m)**

| Показатели<br>внутренней среды                     | Площадь двух<br>сильвинитовых<br>экранов 5 м <sup>2</sup> | Площадь двух<br>сильвинитовых<br>экранов 9,1 м <sup>2</sup> |
|--|---|---|
| Температура воздуха, °С                            | 22,2±0,13   | 22,7±0,17   |
| Относительная влажность воздуха, %                 | 36,5±0,5  | 37,4±0,7  |
| Скорость движения воздуха, м/с                     | 0,15±0,03   | 0,12±0,03   |
| Температура соляных экранов, °С                    | 21,6±0,14   | 21,8±0,12   |
| Радиационный фон, мкЗв/час                         | 0,17±0,002  | 0,17±0,002  |
| Легкие отрицательные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 494,0±17,6  | 598,9±22,4 *  |
| Легкие положительные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 343,5±20,7  | 389,9±24,9  |
| Коэффициент униполярности                          | 0,7±0,02  | 0,6±0,05  |
| Соляной аэрозоль, мг/м <sup>3</sup>                | 0,20±0,02   | 0,19±0,02   |

*Примечание: \* - разница достоверна между показателями, полученные на первом и втором этапах исследований в сильвинитовой аудитории (p<0,05).*

Оценка средних показателей микроклимата и уровней радиационного фона не выявила статистически достоверных различий.

При сравнительном анализе показателей аэроионизации, установлено, что концентрация легких отрицательных аэроионов была достоверно выше на втором этапе измерений и составляла 598,9±22,4 ион/см<sup>3</sup>, что связано с большей площадью соляных экранов в аудитории. В тоже время, на первом этапе их значения также были на высоком уровне (494,0±17,6 ион/см<sup>3</sup>). Достоверных различий по содержанию легких положительных аэроионов не выявлено (343,5±20,7 ион/см<sup>3</sup> (1); 389,9±24,9 ион/см<sup>3</sup> (2) соответственно). Коэффициент униполярности на протяжении обоих этапов измерений был ниже единицы, характеризуя аэроионизационную обстановку как благоприятную.

Уровень сухого многокомпонентного соляного аэрозоля составлял 0,20±0,02 мг/м<sup>3</sup> – первый этап и 0,19±0,02 мг/м<sup>3</sup> на втором этапе исследований.

Таким образом, сравнительный анализ гигиенических данных, полученных на первом и втором этапах исследований, свидетельствуют о максимальном соответствии параметров внутренней среды аудитории, оборудованной соляными устройствами, уровню факторов существующих эксплуатируемых соляных физиотерапевтических сооружений. Увеличение площади соляной поверхности в сильвинитовой аудитории приводит к повышению интенсивности факторов, формированию специфических условий, способных оказать благоприятное воздействие на функциональное состояние организма обучающихся и их работоспособность.

## Глава 4. ВОЗДЕЙСТВИЕ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СИЛЬВИНИТОВОЙ АУДИТОРИИ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Физиологические исследования основных систем организма студентов проводили трижды в течение практических занятий (8:30; 10:30; 12:30) и пять раз в динамике восемнадцатидневного цикла (1-й, 5-й, 9-й, 13-й, 18-й день).

На втором этапе в исследовании приняло участие 32 студента (группа 1), на третьем – 35 человек (группа 2), которые проходили обучение в аудитории оборудованной сильвинитовыми устройствами общей площадью сильвинитовых поверхностей 5м<sup>2</sup> (2-й этап исследований), с увеличением площади соляных поверхностей до 9,1 м<sup>2</sup> (3-й этап исследований). Группа сравнения включала 36 студентов, проходивших обучение в обычной учебной аудитории.

Для определения основных видов деятельности студента составлена план-хронокарта практического занятия (Таблица 17).

Таблица 17

### План-хронокарта практического пятичасового занятия

| №  | Этапы практического занятия | Содержание занятия  | Время, выделяемое на каждый этап |
|----|-----------------------------|---|----------------------------------|
| 1. | <b>Организационный</b>      | <p><b>Преподаватель:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приветствие студентов, отмечает отсутствующих;</li> <li>- сообщает тему, цель, план и порядок проведения занятия.</li> </ul> <p><b>Студенты:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приветствие преподавателя;</li> <li>- записывают в тетрадь дату и тему занятия;</li> <li>- воспринимают цель и принимают к исполнению.</li> </ul> | 5 мин.                           |



|           |  |  |         |
|-----------|--|--|---------|
|           |  |  |         |
| <b>2.</b> | <b>Основной</b>                            |  |         |
| 2.1.      | Контроль исходного уровня знаний студентов | <p><b>Преподаватель:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводит устный опрос;</li> <li>- корректирует и дополняет ответы студентов;</li> <li>- диктует для записи новые термины, определения, ссылки на нормативные документы.</li> </ul> <p><b>Студенты:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отвечают на вопросы по теме занятия;</li> <li>- записывают термины, определения, необходимые для запоминания.</li> </ul> | 40 мин. |
|           | <b>Перерыв</b>                             |  | 10 мин. |
| 2.2.      | Самостоятельная работа студентов           | <p><b>Преподаватель:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводит инструктаж к самостоятельной работе;</li> <li>- контролирует ее проведение.</li> </ul> <p><b>Студенты:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводят лабораторную (практическую) работу;</li> <li>- записывают в тетрадь и анализируют полученные результаты проведенной работы.</li> </ul>   | 60 мин. |
|           | <b>Перерыв</b>                             |  | 15 мин. |
| 2.3.      | Решение ситуационных задач по теме занятия | <p><b>Преподаватель:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- раздает задачи, нормативные документы;</li> <li>- объясняет алгоритм решения задачи;</li> <li>- контролирует ее выполнение;</li> <li>- проверяет решение и корректирует ошибки, допущенные при ее решении.</li> </ul> <p><b>Студенты:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- слушают алгоритм решения задачи;</li> </ul>   | 50 мин. |

|           |   |  |          |
|-----------|---|--|----------|
|           |   | - в рабочую тетрадь записывают решение задачи;<br>- устно докладывают преподавателю результаты решения задачи.   |          |
|           | <b>Перерыв</b>  |  | 5 мин.   |
| <b>3.</b> | <b>Заключительный</b>                                 |  |          |
| 3.1.      | Итоговый контроль знаний студентов                    | <b>Преподаватель:</b><br>- раздает тесты;<br>- контролирует их выполнение;<br>- проверяет решение и выставляет оценки.<br><b>Студенты:</b><br>- выполняют тестовые задания.  | 30 мин.  |
| 3.2.      | Подведение итогов, оценка работы студентов на занятии | <b>Преподаватель:</b><br>- выставляет оценки с учетом всех этапов занятия;<br>- дает домашнее задание на следующее занятие.<br><b>Студенты:</b><br>- воспринимают информацию, записывают в тетрадь домашнее задание. | 5 мин.   |
|           | Всего   |  | 225 мин. |

#### 4.1. Социально-гигиеническая характеристика студентов

Для изучения влияния социально-гигиенических факторов образа жизни на физиологические реакции организма было обследовано 177 студентов, которым предлагалось заполнить анкету.

Значимым показателем материального благополучия, который влияет на жизнедеятельность человека, его отдых, работу и обучение являются жилищно-бытовые условия. Анкетирование показало, что 51% студентов проживают в общежитии, 31% - дома в семье, арендуют жилье 16% и лишь 1% студентов имеют собственную квартиру.

Важными компонентами образа жизни человека являются его социальные аспекты, определяемые уровнем материального состояния, характером питания, продолжительностью ночного сна, отсутствием или наличием вредных привычек и другие. Среди всех анкетированных 19% работают в ночные часы: 14% - в сфере обслуживания и 5% - медицина; 81% - не работают. Вредные привычки (курение) имели 11% респондентов. Более половины опрошенных (64%) характеризуют качество своего питания как хорошее, 35% - удовлетворительное и 1% - плохое. Продолжительность ночного сна у 38% студентов составляет 7 часов, у 36% - 6 часов, 15% - 4-5 часов и 11% - 8-9 часов.

Установлена высокая распространенность у студентов хронических заболеваний - 47%. Первое место занимают заболевания желудочно-кишечного тракта (25%), второе - дыхательной системы (13%), третье – другие заболевания (миопия, ВСД, анемия) (9%).

В качестве показателя, характеризующего состояние здоровья студентов, была использована информация о частоте случаев острых респираторных заболеваний в течение года. Большинство респондентов (64%) ответили 1 раз в год, 30% - 2-4 раза в год, не болеют 5% и 1% студентов – более 4 раз в год. Лекарственные препараты, в том числе витамины, принимают 54% анкетированных, не принимают-46%. Кроме того, была отслежена динамика успеваемости студентов по среднему баллу оценок, полученных за цикл обучения, продолжительностью от 10 до 18 дней, в зависимости от семестра. Для его подсчета весь цикл был поделен на 2 части, и далее подсчитаны средние баллы отметок, полученных за первую и вторую его половины. В итоге средний балл студентов групп наблюдения 1 и 2 составил на начало цикла – 4,1 балл, а в конце определялся на уровне 4,3 балла, указывая на его тенденцию к увеличению. В группе 3 показатели среднего балла были на уровне 3,8 балла в течение всего цикла занятий.

Таким образом, результаты, полученные в ходе анкетирования, показали, что общее состояние здоровья студентов неудовлетворительное, наблюдаются

нарушения режима труда и отдыха. Качество питания и условия проживания соответствуют среднему уровню.

#### **4.2. Изучение функционального состояния центральной нервной системы и психоэмоционального статуса обучающихся**

Все исследования проводили в два этапа: 1-й - на студентах группы наблюдения 1, которые обучались в сильвинитовой учебной аудитории с площадью соляной поверхности 5 м<sup>2</sup>; 2-й – на студентах группы наблюдения 2, которые проходили обучение в сильвинитовой учебной аудитории с увеличенной площадью соляной поверхности до 9,1 м<sup>2</sup>; а также на студентах группы сравнения, обучающихся в обычной учебной аудитории.

##### **Первый этап исследований**

Как показали физиологические исследования, умственная работоспособность постепенно повышалась к середине практического занятия (10:30) и далее к его окончанию, о чем свидетельствовали достоверные изменения количественных и качественных показателей корректурной пробы. Так, у студентов группы наблюдения 1 в начале занятия среднее значение ИВ регистрировалось на уровне  $220,6 \pm 4,1$  знаков, увеличиваясь к его середине до  $235,3 \pm 4,2$  знаков ( $T=33$ ;  $p < 0,05$ ), к концу составляла  $240,9 \pm 4,6$  знаков ( $T=37,5$ ;  $p < 0,05$ ), при этом ПВ не имел статистически значимых изменений ( $U=501,5$ ;  $p > 0,05$ ) (Таблица 18).

Положительная динамика параметров теста также выявлена у студентов в течение цикла практических занятий. Установлено повышение ИВ от начала ( $227 \pm 4,0$  знаков) к концу ( $239,5 \pm 5,2$  знаков) цикла ( $T=188$ ;  $p > 0,05$ ), а также уменьшение ПВ от  $1,01 \pm 0,2$  ошибки до  $0,8 \pm 0,11$  ошибок к середине ( $U=467,5$ ;  $p > 0,05$ ), к концу -  $0,7 \pm 0,11$  ошибок ( $U=454$ ;  $p > 0,05$ ).

**Показатели состояния нервной системы студентов группы наблюдения 1 в динамике практических занятий и цикла (M±m)**

| Показатель                                 | n  | Практическое занятие |            |            | Цикл     |           |           |
|--|----|----------------------|------------|------------|----------|-----------|-----------|
|  |    | 8:30                 | 10:30      | 12:30      | начало   | середина  | конец     |
| Проба Анфимова:                            |    |                      |            |            |          |           |           |
| общее количество просмотренных знаков (ИБ) | 32 | 220,6±4,1            | 235,3±4,2* | 240,9±4,6* | 227±4,0  | 229,7±3,7 | 239,5±5,2 |
| количество допущенных ошибок (ПВ)          | 32 | 0,99±0,15            | 0,8±0,11   | 0,7±0,09   | 1,01±0,2 | 0,8±0,11  | 0,7±0,11  |
| Тест «САН»:                                | 32 |                      |            |            |          |           |           |
| самочувствие                               |    | 5,1±0,07             | 5,2±0,08   | 5,24±0,07  | 5,2±0,06 | 5,2±0,06  | 5,1±0,09  |
| активность                                 |    | 5,0±0,08             | 5,2±0,08   | 5,3±0,07*  | 5,3±0,07 | 5,2±0,07  | 5,1±0,09  |
| настроение                                 |    | 5,5±0,07             | 5,52±0,07  | 5,56±0,07  | 5,6±0,07 | 5,5±0,06  | 5,4±0,08  |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям (p<0,05)*

Субъективная оценка психоэмоционального состояния студентов в течение практических занятий, выявила повышение показателей по всем трем категориям теста (Таблица 18). Начальное значение категории «самочувствие» составило  $5,16 \pm 0,07$ , увеличиваясь к концу до  $5,24 \pm 0,07$  ( $T=164$ ;  $p>0,05$ ). «Активность» в начале занятия была  $5,0 \pm 0,08$ , к середине наблюдался рост до  $5,2 \pm 0,08$  ( $T=157$ ;  $p>0,05$ ), достигая максимального уровня в конце занятия -  $5,3 \pm 0,07$  ( $T=172$ ;  $p<0,05$ ). Параметры категории «настроение» находились на стабильно высоком уровне в течение всего занятия.

В процессе цикла категории теста незначительно снижались. Так, показатели, полученные в начале и середине цикла по категории «самочувствие», находились на одном уровне  $5,2 \pm 0,06$  ( $T=256$ ;  $p>0,05$ ), снижаясь к концу до  $5,1 \pm 0,09$  ( $T=209,5$ ;  $p>0,05$ ). Исходное значение критерия «активность» составляло  $5,3 \pm 0,07$ , в середине -  $5,2 \pm 0,07$  ( $T=193,5$ ;  $p>0,05$ ), в конце -  $5,1 \pm 0,09$  ( $T=254,5$ ;  $p>0,05$ ). Аналогичная ситуация прослеживалась в динамике категории

«настроение»: начало цикла -  $5,6 \pm 0,07$ , в середине -  $5,5 \pm 0,06$  ( $T=212,5$ ;  $p > 0,05$ ) и в конце -  $5,4 \pm 0,08$  ( $T=224$ ;  $p > 0,05$ ).

Для исследования ситуативной и личностной тревожности проводили тест Спилбергера-Ханина, являющийся достаточно информативным для оценки уровня тревожности студентов в условиях обучения в высшем учебном заведении. Ситуативная (реактивная) тревожность (СТ) - состояние нервной системы на определенный момент времени, связанная с особенностями конкретной ситуации и характеризуется субъективно переживаемыми эмоциями. Личностная тревожность (ЛТ) является индивидуальной характеристикой личности, отражающая предрасположенность субъекта к тревоге и активизирующаяся при восприятии определенных стимулов [181, 200].

Проведенные исследования показали, что среди студентов группы наблюдения регистрировался умеренный уровень ситуативной и личностной тревожности от начала к концу практический занятий и цикла (Таблица 19). Все показатели находились в пределах 38-41 баллов и не имели статистически значимых отличий.

Таблица 19

**Уровни тревожности и депрессии студентов в динамике практических занятий и цикла ( $M \pm m$ )**

| Показатель       | n  | Практическое занятие |                |                  | Цикл           |                 |                 |
|------------------|----|----------------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|
|                  |    | 8:30                 | 10:30          | 12:30            | начало         | середина        | конец           |
| СТ, балл         | 32 | $39,5 \pm 0,6$       | $38,4 \pm 0,5$ | $39,7 \pm 0,6$   | $39,0 \pm 0,8$ | $40,01 \pm 0,6$ | $39,5 \pm 0,8$  |
| ЛТ, балл         | 32 | $41,4 \pm 0,8$       | $40,2 \pm 0,6$ | $41,2 \pm 0,7$   | $41,7 \pm 1,1$ | $41,1 \pm 0,7$  | $41,3 \pm 1,1$  |
| Тест CES-D, балл | 32 | $8,1 \pm 0,7$        | $8,0 \pm 0,8$  | $7,03 \pm 0,7^*$ | $10,2 \pm 0,9$ | $8,1 \pm 0,7$   | $6,7 \pm 0,8^*$ |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям ( $p < 0,05$ ).*

Анализ результатов субъективной оценки частоты симптомов депрессии позволил установить однонаправленное достоверное снижение показателей как к концу практических занятий ( $T=133$ ;  $p > 0,05$ ), так и цикла ( $T=97$ ;  $p > 0,05$ ). При этом все средние значения теста находились в пределах нормы.

## Второй этап исследований

При исследовании умственной работоспособности студентов группы наблюдения 2 (Рисунок 12) выявлено достоверное возрастание ИВ к середине пятичасовых практических занятий ( $215,8 \pm 4,7$  знаков) ( $T=137$ ;  $p<0,05$ ), к концу до  $225,5 \pm 5,1$  знаков ( $T=134$ ;  $p<0,05$ ), по сравнению с началом -  $205,2 \pm 4,6$ . При этом ПВ снижался с  $1,4 \pm 0,4$  до  $0,7 \pm 0,14$  ( $U=387,5$ ;  $p<0,05$ ). Полученные результаты свидетельствовали об улучшении умственной работоспособности студентов.

Среднее значение интенсивности внимания в начале цикла составляло  $220,8 \pm 5,1$  знаков, увеличиваясь к середине до  $233,6 \pm 4,1$  знаков ( $T=126,5$ ;  $p<0,05$ ). К окончанию цикла ИВ составляла  $250,1 \pm 4,9$  знаков ( $T=31,5$ ;  $p<0,05$ ), а показатель внимания достоверно снижался от  $1,1 \pm 0,16$  ошибок до  $0,4 \pm 0,13$  ошибок к концу ( $U=428,5$ ;  $p<0,05$ ).

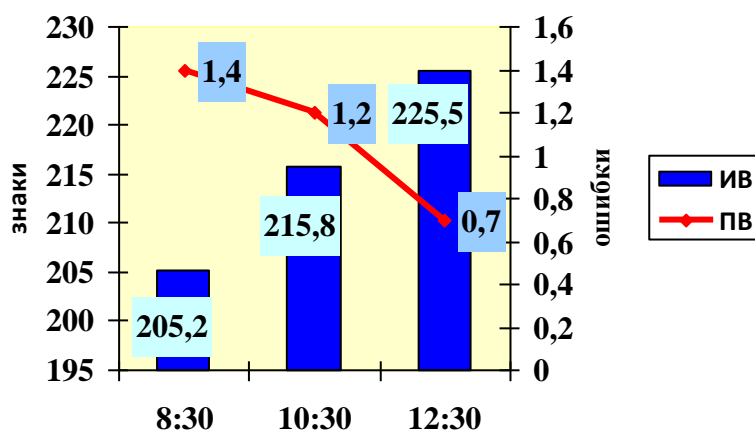


Рисунок 12 – Показатели умственной работоспособности студентов группы наблюдения 2 в динамике практических занятий

Результаты оценки состояния высшей нервной деятельности (Таблица 20) показали, что все параметры теста «САН» на протяжении практических занятий находились на стабильно высоком уровне. Интервалы колебаний категорий составляли: «самочувствие» - 5,0-5,1; «активность» - 4,9-5,1; «настроение» - 5,2-5,3, характеризуя самочувствие и настроение как хорошее, а активность - среднюю.

**Показатели психоэмоционального состояния студентов  
группы наблюдения 2 в динамике практических занятий и цикла (M±m)**

| Показатель                      | n  | Практическое занятие |          |          | Цикл     |          |           |
|---------------------------------|----|----------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|
|                                 |    | 8:30                 | 10:30    | 12:30    | начало   | середина | конец     |
| Тест «САН»:<br>самочувствие     | 35 | 5,0±0,12             | 5,0±0,12 | 5,1±0,11 | 5,4±0,09 | 5,1±0,08 | 5,1±0,14  |
| активность                      |    | 4,9±0,11             | 4,9±0,12 | 5,1±0,11 | 5,3±0,10 | 4,9±0,08 | 4,9±0,15  |
| настроение                      |    | 5,3±0,10             | 5,2±0,11 | 5,3±0,11 | 5,6±0,12 | 5,4±0,13 | 5,3±0,14  |
| Тест<br>Спилбергера-<br>Ханина: | 35 |                      |          |          |          |          |           |
| СТ, балл                        |    | 39,1±0,6             | 38,9±0,7 | 38,5±0,6 | 38,9±0,7 | 38,3±0,6 | 38,7±1,0  |
| ЛТ, балл                        |    | 42,1±0,6             | 41,9±0,5 | 41,9±0,7 | 42,4±0,7 | 42,2±0,7 | 39,1±1,1* |
| Тест CES-D,<br>балл             | 35 | 9,5±0,7              | 8,9±0,7  | 8,7±0,6* | 9,4±0,7  | 9,5±0,6  | 8,7±1,3   |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям ( $p < 0,05$ ).*

По данным теста САН, полученным в динамике цикла, прослеживалось снижение уровня исследуемых критериев на 0,3 балла «самочувствие» ( $T=235$ ;  $p > 0,05$ ), на 0,4 - «активность» ( $T=140$ ;  $p > 0,05$ ) и 0,3 балла «настроение» ( $T=239$ ;  $p > 0,05$ ). При этом статистически значимых различий в показателях не выявлено. Разность между средними показателями самочувствия и настроения не превышала 0,6 баллов – указывая на сохранение работоспособности студентов в течение всего цикла.

Оценка состояния психического здоровья студентов при умственной нагрузке в течение практических занятий и цикла, с помощью теста Спилбергера-Ханина, показала наличие умеренного уровня ситуативной и личностной тревожности. При этом, минимальные значения теста были отмечены в конце занятий (СТ - 38,5±0,6 баллов, ЛТ - 41,9±0,7 баллов), но они достоверно не отличались от начальных показателей. В динамике цикла ситуативная тревожность находилась в пределах 38,3-38,7 баллов, а личностная тревожность в начале составляла 42,4±0,7 балла, снижаясь до 42,2±0,7 баллов ( $T=167,5$ ;  $p > 0,05$ ) к середине и до 39,1±1,1 баллов к его окончанию ( $T=113,5$ ;  $p < 0,05$ ).



Результаты опросника CES-D до начала занятий и цикла составляли -  $9,5 \pm 0,7$ ;  $9,4 \pm 0,7$  баллов, снижаясь до  $8,7 \pm 0,6$  баллов к концу занятий ( $T=92,5$ ;  $p < 0,05$ ) и  $8,7 \pm 1,3$  баллов к окончанию цикла ( $T=212$ ;  $p > 0,05$ ). Все показатели находились в пределах нормы (0-17 баллов).

В целом, оценка результатов физиологических исследований, в данной группе обследуемых, показала, что обучение в сильвинитовой аудитории благоприятно влияет на функциональное состояние центральной нервной системы, повышая их умственную работоспособность и улучшая психоэмоциональный статус.

Изменение показателей функционального состояния центральной нервной системы у студентов группы сравнения представлены в Таблице 21.

Таблица 21

**Показатели психоэмоционального состояния студентов группы сравнения (n=36) в динамике практических занятий и цикла**

| Показатели               |                    | Практическое занятие |           |           | Цикл      |           |           |
|--------------------------|--------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                          |                    | 8:30                 | 10:30     | 12:30     | начало    | середина  | конец     |
| Проба Анфимова           | кол-во знаков (ИВ) | 231,7±4,4            | 234,9±4,9 | 245,7±3,8 | 238,2±4,9 | 236,6±4,3 | 240,3±4,1 |
|                          | кол-во ошибок (ПВ) | 1,6±0,2              | 1,7±0,32  | 1,5±0,17  | 1,7±0,3   | 1,8±0,2   | 1,1±0,15  |
| Тест САН (балл)          | самочувствие       | 5,02±0,08            | 4,8±0,11  | 4,6±0,10* | 5,1±0,09  | 4,8±0,09  | 4,4±0,11* |
|                          | активность         | 4,9±0,09             | 4,7±0,12  | 4,5±0,11* | 4,9±0,11  | 4,7±0,09  | 4,4±0,12* |
|                          | настроение         | 5,2±0,09             | 5,0±0,11  | 4,9±0,11  | 5,4±0,09  | 5,1±0,08* | 4,7±0,12* |
| Шкала Спилбергера-Ханина | СТ, балл           | 38,3±0,8             | 38,2±0,8  | 37,7±0,9  | 38,6±1,3  | 38,4±0,9  | 37,1±1,1  |
|                          | ЛТ, балл           | 40,0±0,7             | 39,8±0,9  | 39,7±0,9  | 40,8±0,8  | 40,1±0,8  | 38,9±1,2  |
| Опросник CES-D           | балл               | 7,7±0,8              | 7,5±0,9   | 7,3±0,8   | 9,3±1,1   | 6,8±0,8*  | 7,2±0,9   |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям ( $p < 0,05$ ).*

Оценка умственной работоспособности показала, что средние значения ИВ в течение практических занятий возрастали с  $231,7 \pm 4,4$  (8:30) до  $234,9 \pm 4,9$  (10:30) знаков ( $T=266$ ;  $p > 0,05$ ) и  $245,7 \pm 3,8$  знаков к 12:30 ( $T=248$ ;  $p > 0,05$ ). При этом ПВ оставался высоким, достигая максимального уровня в середине занятия ( $1,7 \pm 0,32$  ошибок) ( $U=563,5$ ;  $p > 0,05$ ), что свидетельствовало о снижении концентрации

внимания обучающихся группы сравнения. Аналогичная динамика показателей обнаружена у студентов в течение цикла. Установлено увеличение числа просмотренных знаков с  $238,2 \pm 4,9$  до  $240,3 \pm 4,1$  ( $T=280$ ;  $p > 0,05$ ), при одновременно высоком количестве ошибок как в начале цикла ( $1,7 \pm 0,3$ ), так и в середине ( $1,8 \pm 0,2$ ) ( $U=551$ ;  $p > 0,05$ ) с последующим снижением их количества до  $1,1 \pm 0,15$  к концу цикла ( $U=540,5$ ;  $p > 0,05$ ).

Анализ параметров субъективного состояния студентов группы сравнения, при выполнении теста «САН», позволил установить однонаправленное ухудшение всех его категорий в течение практических занятий и цикла (табл.21). В частности, в процессе практических занятий исходное значение категории «самочувствие» было на уровне  $5,02 \pm 0,08$ , к 10:30 снижаясь до  $4,8 \pm 0,11$  ( $T=243,5$ ;  $p > 0,05$ ) и к 12:30 - до  $4,6 \pm 0,10$  ( $T=138$ ;  $p < 0,05$ ). Показатель категории «активность» в 8:30 был  $4,9 \pm 0,09$ , постепенно уменьшаясь к 10:30 и 12:30 до  $4,7 \pm 0,12$  ( $T=410$ ;  $p > 0,05$ ) и  $4,5 \pm 0,11$  ( $T=152,5$ ;  $p < 0,05$ ) соответственно. Аналогично изменялись значения «настроения»: в 8:30 -  $5,2 \pm 0,09$ , 10:30 -  $5,0 \pm 0,11$  ( $T=201$ ;  $p > 0,05$ ) и в 12:30 -  $4,9 \pm 0,11$  ( $T=221$ ;  $p > 0,05$ ).

В процессе цикла отмечалась отрицательная динамика параметров теста САН. Так, в начале цикла «самочувствие» составляло в среднем  $5,1 \pm 0,09$ , достоверно снижаясь до  $4,4 \pm 0,11$  ( $T=163$ ;  $p < 0,05$ ) к его концу. «Активность» в начале исследований регистрировалась на уровне  $4,9 \pm 0,11$ , в середине -  $4,7 \pm 0,09$  ( $T=224,5$ ;  $p > 0,05$ ), в конце -  $4,4 \pm 0,12$  ( $T=168,5$ ;  $p < 0,05$ ). Величина категории «настроение» в первый день цикла была  $5,4 \pm 0,09$  и далее с 10 дня изменялась соответственно от  $5,1 \pm 0,08$  ( $T=136,5$ ;  $p < 0,05$ ) до  $4,7 \pm 0,12$  ( $T=152$ ;  $p < 0,05$ ).

В целом, дивергенция параметров функционального состояния нервной системы свидетельствует о появлении признаков утомления у студентов группы сравнения уже к середине практических занятий и цикла, что находит свое отражение в снижении количественных и качественных показателей умственной работоспособности.

По данным теста Спилбергера-Ханина повышенной ситуативной и личностной тревожности у студентов, проходивших обучение в обычной

аудитории, при 5-часовой продолжительности практических занятий, а также 18-дневного цикла не отмечено. Значения критериев опросника соответствовали умеренному уровню тревожности, а также имели тенденцию к незначительному снижению к концу обоих временных промежутков. Так, от начала к концу практических занятий СТ снижалась на 0,6 балла ( $T=194$ ;  $p>0,05$ ), ЛТ на 0,3 балла ( $T=235$ ;  $p>0,05$ ); в течение цикла СТ на 1,5 балла ( $T=120,5$ ;  $p>0,05$ ) и СТ - 1,9 балла ( $T=76,5$ ;  $p>0,05$ ) соответственно.

Результаты исследования депрессии, полученные по опроснику CES-D, не выявили нервно-психического напряжения организма студентов в динамике ежедневных и цикловых практических занятий.

Сравнительная оценка показателей состояния центральной нервной системы, психоэмоционального статуса студентов групп наблюдения 1, 2 и сравнения в динамике практических занятий и цикла представлена в Таблицах 22, 23.

Таблица 22

**Сравнительная характеристика функционального состояния нервной системы и психоэмоционального состояния студентов в динамике практических занятий ( $M\pm m$ )**

| Показатель                         | Группа наблюдения 1 |                  | Группа наблюдения 2 |                  | Группа сравнения |                 |
|------------------------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|------------------|-----------------|
|                                    | 8:30                | 12:30            | 8:30                | 12:30            | 8:30             | 12:30           |
| Проба Анфимова: кол-во знаков (ИВ) | 220,6 $\pm$ 4,1     | 240,9 $\pm$ 4,6  | 205,2 $\pm$ 4,6*    | 225,5 $\pm$ 5,1* | 231,7 $\pm$ 4,4  | 245,7 $\pm$ 3,8 |
| кол-во ошибок (ПВ)                 | 0,99 $\pm$ 0,15*    | 0,7 $\pm$ 0,09*  | 1,4 $\pm$ 0,4       | 0,7 $\pm$ 0,14*  | 1,6 $\pm$ 0,2    | 1,5 $\pm$ 0,17  |
| Тест САН (балл) самочувствие       | 5,16 $\pm$ 0,07     | 5,24 $\pm$ 0,07* | 5,0 $\pm$ 0,12      | 5,1 $\pm$ 0,11*  | 5,02 $\pm$ 0,08  | 4,6 $\pm$ 0,10  |
| активность                         | 5,0 $\pm$ 0,08      | 5,3 $\pm$ 0,07*  | 4,9 $\pm$ 0,11      | 5,1 $\pm$ 0,11*  | 4,9 $\pm$ 0,09   | 4,5 $\pm$ 0,11  |
| настроение                         | 5,5 $\pm$ 0,07*     | 5,56 $\pm$ 0,07* | 5,3 $\pm$ 0,10      | 5,3 $\pm$ 0,11*  | 5,2 $\pm$ 0,09   | 4,9 $\pm$ 0,11  |
| Тест Спилбергера-Ханина СТ, балл   | 39,5 $\pm$ 0,6      | 39,7 $\pm$ 0,6   | 39,1 $\pm$ 0,6      | 38,5 $\pm$ 0,6   | 38,3 $\pm$ 0,8   | 37,7 $\pm$ 0,9  |
| ЛТ, балл                           | 41,4 $\pm$ 0,8      | 41,2 $\pm$ 0,7   | 42,1 $\pm$ 0,6*     | 41,9 $\pm$ 0,7   | 40,0 $\pm$ 0,7   | 39,7 $\pm$ 0,9  |

|                  |         |          |         |         |         |         |
|------------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|
| Тест CES-D, балл | 8,1±0,7 | 7,03±0,7 | 9,5±0,7 | 8,7±0,6 | 7,7±0,8 | 7,3±0,8 |
|------------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|

Примечание: \* - разница достоверна между группами сравнения и наблюдения (1; 2) ( $p < 0,05$ )

Таблица 23

**Сравнительная характеристика функционального состояния нервной системы и психоэмоционального состояния студентов в течение цикла (M±m)**

| Показатель                         | Группа наблюдения 1 |           | Группа наблюдения 2 |           | Группа сравнения |           |
|------------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|------------------|-----------|
|                                    | начало              | конец     | начало              | конец     | начало           | конец     |
| Проба Анфимова: кол-во знаков (ИВ) | 227±4,0             | 239,5±5,2 | 220,8±5,1*          | 250,1±4,9 | 238,2±4,9        | 240,3±4,1 |
| кол-во ошибок (ПВ)                 | 1,01±0,2            | 0,7±0,11* | 1,1±0,16            | 0,4±0,13* | 1,7±0,3          | 1,1±0,15  |
| Тест САН самочувствие              | 5,2±0,06            | 5,1±0,09* | 5,4±0,09*           | 5,1±0,14* | 5,1±0,09         | 4,4±0,11  |
| активность                         | 5,3±0,07*           | 5,1±0,09* | 5,3±0,10*           | 4,9±0,15* | 4,9±0,11         | 4,4±0,12  |
| настроение                         | 5,6±0,07*           | 5,4±0,08* | 5,6±0,12            | 5,3±0,14* | 5,4±0,09         | 4,7±0,12  |
| Тест Спилбергера-Ханина            |                     |           |                     |           |                  |           |
| СТ, балл                           | 39,0±0,8            | 39,5±0,8  | 38,9±0,7            | 38,7±1,0  | 38,6±1,3         | 37,1±1,1  |
| ЛТ, балл                           | 41,7±1,1            | 41,3±1,1  | 42,4±0,7            | 39,1±1,1  | 40,8±0,85        | 38,9±1,2  |
| Тест CES-D, балл                   | 10,2±0,9            | 6,7±0,8   | 9,4±0,7             | 8,7±1,3   | 9,3±1,1          | 7,2±0,9   |

Примечание: \* - разница достоверна между группами сравнения и наблюдения (1; 2) ( $p < 0,05$ ).

Как следует из представленных данных, средние значения количественного показателя, характеризующего умственную работоспособность у студентов групп наблюдения 1, 2 и сравнения в динамике практических занятий, а также цикла улучшались. У студентов, проходивших обучение в сельвинитовой аудитории, как на первом, так и на втором этапе исследований, наблюдалась высокая интенсивность внимания при сохранении ее качества, о чем свидетельствуют данные показателя внимания. В группе сравнения также видна положительная динамика ИВ, но с одновременной отрицательной динамикой ПВ.

Субъективная оценка состояния студентов групп наблюдения 1 и 2 показала, что в течение практических занятий и цикла категории теста САН оставались на стабильно высоком уровне, в отличие от результатов теста студентов группы сравнения, которые имели отрицательную динамику. Выявлены значительные различия между показателями самочувствия, активности и настроения в конце занятий и цикла ( $p < 0,05$ ).

Показатели эмоциональной сферы, характеризующие уровни ситуативной и личностной тревожности, депрессии лиц изучаемых групп наблюдения 1 и 2, статистически значимо не отличались от таковых в группе сравнения.

Таким образом, изменения показателей функционального состояния нервной системы у студентов, проходивших обучение в обычной аудитории, указывали на появление признаков утомления. В то время как, у обучающихся в сильвинитовой аудитории отмечался стабильный уровень умственной работоспособности, свидетельствующий об оптимальных условиях внутренней среды соответствующих потребностям образовательной системы и функциональным возможностям студентов.

### **4.3. Анализ показателей, характеризующих функции дыхательной и сердечно-сосудистой систем студентов**

#### **Первый этап исследований**

Результаты физиологических исследований приведены в Таблице 24.

Таблица 24

#### **Характеристика показателей дыхательной и сердечно-сосудистой систем у студентов группы наблюдения 1 в динамике практических занятий в сильвинитовой аудитории ( $M \pm m$ )**

| Показатели          | n  | Практическое занятие |           |           |
|---------------------|----|----------------------|-----------|-----------|
|                     |    | 8:30                 | 10:30     | 12:30     |
| Дыхательная система |    |                      |           |           |
| ЧДД, в минуту       | 32 | 16,2±0,3             | 15,5±0,3  | 15,6±0,3  |
| Проба Генча, сек.   | 32 | 26,6±0,7             | 27,9±0,7  | 34,2±0,7* |
| Проба Штанге, сек.  | 32 | 39,7±1,4             | 50,0±1,3* | 49,1±1,3* |

| Сердечно-сосудистая система |    |           |            |           |
|-----------------------------|----|-----------|------------|-----------|
| ЧСС, уд.в минуту            | 32 | 83,1±1,03 | 70,9±0,7*  | 73,6±0,7* |
| САД, мм.рт.ст.              | 32 | 113,4±1,1 | 108,4±1,1* | 111,8±1,3 |
| ДАД, мм.рт.ст.              | 32 | 72,5±0,7  | 72,9±0,7   | 71,9±0,8  |
| АДп, мм.рт.ст.              | 32 | 40,8±0,9  | 35,5±0,8*  | 39,9±1,01 |
| Индекс Кердо, %             | 32 | 11,4±1,2  | -2,4±1,4*  | 2,7±1,5*  |

Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям ( $p < 0,05$ ).

Из представленных данных следует, что частота дыхательных движений в течение практических занятий существенно не изменялась. В начале занятия средняя частота дыхания составляла  $16,2 \pm 0,3$  в минуту,  $15,5 \pm 0,3$  в середине ( $T=110$ ;  $p > 0,05$ ) и до окончания занятия оставалась на уровне  $15,6 \pm 0,3$  в минуту ( $T=221$ ;  $p > 0,05$ ).

Изменение показателей, отражающих реакцию организма на нагрузочное тестирование по данным проб с задержкой дыхания, указывает на положительную динамику функционального состояния дыхательной системы студентов от начала к концу занятий. В 10:30 отмечено возрастание средних показателей пробы Генча с  $26,6 \pm 0,7$  (8:30) до  $27,9 \pm 0,7$  сек. (10:30) ( $T=220,5$ ;  $p > 0,05$ ) и к 12:30 до  $34,2 \pm 0,7$  сек. ( $T=59,5$ ;  $p < 0,05$ ). Исходное время задержки дыхания на вдохе составляло  $39,7 \pm 1,4$  сек., к середине занятий происходило его увеличение до  $50,0 \pm 1,3$  сек. ( $T=127$ ;  $p < 0,05$ ), а к концу снижение до  $49,1 \pm 1,3$  сек. ( $T=100$ ;  $p < 0,05$ ).

Улучшение параметров дыхательной системы у студентов, обучающихся в сильвинитовой аудитории, связано с наличием в воздухе многокомпонентного мелкодисперсного соляного аэрозоля, поступающего в дистальные отделы легких и оказывающего бактерицидное, бронходилатирующее и противовоспалительное действия [205].

Высокая учебная нагрузка приводит к приспособительным изменениям в центральной нервной системе, которые отражаются на показателях деятельности сердечно-сосудистой системы. При анализе динамики ЧСС студентов группы наблюдения 1 нами выявлено достоверное уменьшение ЧСС с  $83,1 \pm 1,03$  (8:30) до

70,9±0,7 ударов в минуту к 10:30 (T=22,5; p<0,05), составляя в 12:30 - 73,6±0,7 удара в минуту (T=61,5; p<0,05), что достоверно ниже фоновых величин.

Подобная тенденция наблюдалась и со стороны систолического артериального давления. Так, в начале занятия САД составляло 113,4±1,1 мм.рт.ст., достоверно уменьшаясь к середине до 108,4±1,1 мм.рт.ст. (T=289,5; p<0,05), вновь приближаясь к фоновому значению (111,8±1,3 мм.рт.ст.) в 12:30 (T=272; p>0,05). Достоверных изменений диастолического артериального давления в динамике учебных занятий не отмечалось, его величина колебалась в пределах 71,9-72,9 мм.рт.ст., с минимальным уровнем в 12:30.

Показатели пульсового давления имели волновую динамику, достоверно снижаясь от начала (40,8±0,9 мм.рт.ст.) к середине занятия на 5,3 мм.рт.ст. (T=169,5; p<0,05) и к 12:30 вновь повышаясь до исходного уровня (39,9±1,01 мм.рт.ст) (T=186; p>0,05).

Вегетативная нервная система обеспечивает достижение оптимального уровня адаптационных механизмов к изменяющимся условиям внутренней и внешней среды, вследствие чего ее функциональное состояние не всегда стабильно. Расчет вегетативного индекса Кердо в начале практических занятий позволил определить наличие симпатикотонии (положительное значение индекса) у большинства студентов (69%). Ваготония (отрицательный индекс) установлена в 28% случаев, эйтония (ИК равен нулю) – у 3% студентов соответственно. К середине практических занятий симпатическое влияние уменьшилось и в большинстве случаев зарегистрировано преобладание влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы со средним значением показателя -2,4±1,4%. Основная роль парасимпатического отдела заключается в устранении дискоординации вегетативной регуляции дыхательной, кардиальной систем и нарушений психоэмоционального статуса, что подтверждают положительные результаты физиологических исследований, описанные нами в предыдущем разделе. После завершения практических занятий (12:30) отмечены симпатические влияния на сердечно-сосудистую систему (ИК 2,7±1,5%).

Показатели дыхательной системы студентов, полученные в динамике цикла, имели незначительные изменения (Таблица 25).

Таблица 25

**Характеристика показателей функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем у студентов группы наблюдения 1 в динамике цикла практических занятий в сильвинитовой аудитории ( $M \pm m$ )**

| Показатели                  | n  | Цикл      |           |            |
|-----------------------------|----|-----------|-----------|------------|
|                             |    | начало    | середина  | конец      |
| Дыхательная система         |    |           |           |            |
| ЧДД, в минуту               | 32 | 15,5±0,4  | 15,9±0,3  | 15,7±0,3   |
| Проба Генча, сек.           | 32 | 26,3±0,9  | 27,0±0,6  | 28,8±0,7*  |
| Проба Штанге, сек.          | 32 | 50,8±1,8  | 48,0±1,1  | 55,1±1,3   |
| Сердечно-сосудистая система |    |           |           |            |
| ЧСС, уд.в минуту            | 32 | 76,0±0,9  | 75,7±0,9  | 76,1±0,9   |
| САД, мм.рт.ст.              | 32 | 112,1±1,5 | 110,9±0,9 | 111,05±1,2 |
| ДАД, мм.рт.ст.              | 32 | 73,4±0,8  | 71,9±0,6  | 72,6±0,8   |
| АДп, мм.рт.ст.              | 32 | 38,7±1,1  | 38,9±0,8  | 38,4±0,9   |
| Индекс Кердо, %             | 32 | 3,5±1,5   | 3,9±1,3   | 4,3±1,6    |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям ( $p < 0,05$ ).*

Из представленных данных видно, что частота дыхательных движений на протяжении всего цикла занятий находилась на стабильном уровне 15,7±0,3 в минуту.

Фоновое значение пробы Генча составляло 26,3±0,9 сек., к середине цикла выявлено увеличение показателя до 27,0±0,6 сек. ( $T=141,5$ ;  $p > 0,05$ ), а в конце отмечено повышение результатов пробы по сравнению с исходными данными до 28,8±0,7 сек. ( $T=96,5$ ;  $p < 0,05$ ). Показатели пробы Штанге в начале цикла регистрировалось на уровне 50,8±1,8 сек., к середине происходило незначительное уменьшение в среднем на 2,8 сек. ( $T=265$ ;  $p > 0,05$ ). По окончании восемнадцатидневного цикла обучения выявлена тенденция к увеличению пробы с задержкой дыхания на вдохе. Ее средние значения к этому периоду составили 55,1±1,3 сек. ( $T=202$ ;  $p > 0,05$ ).

Анализ результатов исследования сердечно-сосудистой системы студентов в течение цикла показал стабильные параметры ЧСС, находящиеся в пределах



физиологической нормы для здоровых нетренированных людей, с минимальным значением  $75,7 \pm 0,9$  ударов в минуту в середине цикла.

При оценке динамики артериального давления достоверных изменений не отмечено. Все полученные величины САД и ДАД оставались на постоянном уровне, достигая минимальных значений в середине цикла -  $110,9 \pm 0,9$  и  $71,9 \pm 0,6$  мм.рт.ст. соответственно ( $T=224,5$ ;  $T=242$ ;  $p>0,05$ ). Поддержание определенного уровня артериального давления способствовало обеспечению достаточного кровотока, нормализации обменных процессов в тканях, а также профилактике гипоксии у обучающихся.

Значения АД пульсового в течение всего цикла учебных занятий статистически значимо не отличались: в начале его величина составляла  $38,7 \pm 1,1$  мм.рт.ст., в середине -  $38,9 \pm 0,8$  мм.рт.ст. ( $T=190$ ;  $p>0,05$ ), в конце -  $38,4 \pm 0,9$  мм.рт.ст. ( $T=203$ ;  $p>0,05$ ), характеризую деятельность сердечно-сосудистой системы как удовлетворительную.

Динамика вегетативного индекса Кердо свидетельствовала (Таблица 26) об уменьшении симпатических влияний на сердечно-сосудистую систему студентов к окончанию цикла обучения в сильвинитовой аудитории, в тоже время преобладание симпатического тонуса у большинства студентов сохранялось.

Таблица 26

**Показатели вегетативного тонуса (индекса Кердо) у студентов до и после цикла обучения в аудитории, оборудованной сильвинитовыми устройствами**

| Показатели исходного вегетативного тонуса   | Студенты, абс. (%) |                      |
|---|--------------------|----------------------|
|   | Фоновые показатели | Конец цикла обучения |
| Положительный индекс Кердо (симпатикотония) | 22 (69%)           | 20 (62%)             |
| Отрицательный индекс Кердо (ваготония)      | 9 (28%)            | 11 (35%)             |
| Индекс Кердо равен нулю (эйтония)           | 1 (3%)             | 1 (3%)               |

Анализ показателей индекса Кердо свидетельствовал о состоянии динамического равновесия симпатического и парасимпатического отделов

вегетативной нервной системы, а также отсутствии напряжения адаптационных механизмов у студентов в процессе обучения.

Таким образом, комплекс физических факторов сильвинитовой аудитории способствовал улучшению функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем студентов группы наблюдения 1, их стабилизации в течение практических занятий, а также цикла.

### Второй этап исследований

Параметры, определяющие функциональное состояние кардиореспираторной системы у студентов группы наблюдения 2 представлены в Таблице 27.

Таблица 27

#### Показатели дыхательной и сердечно-сосудистой систем у студентов группы наблюдения 2 в динамике практических занятий ( $M \pm m$ )

| Показатели                  | n  | Практическое занятие |             |            |
|-----------------------------|----|----------------------|-------------|------------|
|                             |    | 8:30                 | 10:30       | 12:30      |
| Дыхательная система         |    |                      |             |            |
| ЧДД, в минуту               | 35 | 16,2±0,3             | 16,0±0,4    | 16,5±0,4   |
| Проба Генча, сек.           | 35 | 28,8±0,9             | 29,9±0,9    | 31,8±1,1   |
| Проба Штанге, сек.          | 35 | 48,8±1,7             | 59,7±1,6*   | 48,7±1,7** |
| Сердечно-сосудистая система |    |                      |             |            |
| ЧСС, уд.в минуту            | 35 | 83,4±1,1             | 70,8±0,8*   | 72,2±0,9*  |
| САД, мм.рт.ст.              | 35 | 110,8±1,02           | 106,1±1,05* | 108,8±1,2  |
| ДАД, мм.рт.ст.              | 35 | 71,8±0,64            | 70,9±0,74   | 72,5±0,86  |
| АДп, мм.рт.ст.              | 35 | 39,0±0,7             | 35,1±0,7*   | 36,4±0,8*  |
| Индекс Кердо, %             | 35 | 14,1±1,4             | 1,1±1,6*    | -0,02±1,7* |

Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям ( $p < 0,05$ )

\*\* - разница достоверна по отношению к середине практических занятий ( $p < 0,05$ )

Физиологическими исследованиями выявлено, что исходная частота дыхания составляла 16,2±0,3 в минуту и оставалась без существенных изменений в течение практических занятий: в 10:30 - 16,0±0,4 в минуту ( $T=86,5$ ;  $p > 0,05$ ) и 12:30 - 16,5±0,4 в минуту ( $T=137,5$ ;  $p > 0,05$ ), при норме 16-18 в минуту.

Изучение динамики показателей функциональной пробы Генча выявило постепенное увеличение времени задержки дыхания до  $29,9 \pm 0,9$  сек. (10:30) ( $T=240$ ;  $p>0,05$ ) и к 12:30 до  $31,8 \pm 1,1$  сек. ( $T=243$ ;  $p>0,05$ ), по сравнению с начальной величиной ( $28,8 \pm 0,9$  сек). В показателях пробы Штанге также прослеживалась тенденция к увеличению времени кратковременной гипоксии к 10:30 на 22% -  $59,7 \pm 1,6$  сек. ( $T=18$ ;  $p<0,05$ ) относительно исходного уровня  $48,8 \pm 1,7$  сек., возвращаясь к начальному значению теста в 12:30 ( $48,7 \pm 1,7$  сек.) ( $T=325,5$ ;  $p>0,05$ ).

Анализ гемодинамических параметров студентов группы наблюдения 2 выявил достоверное снижение уровня ЧСС к середине занятия до  $70,8 \pm 0,8$  ударов в минуту ( $T=7,5$ ;  $p<0,05$ ), а к концу – до  $72,2 \pm 0,9$  уд. в минуту ( $T=43,5$ ;  $p<0,05$ ), при фоновом показателе  $83,4 \pm 1,1$  уд. в минуту. Урежение ЧСС свидетельствовало о нормальной приспособительной реакции организма студентов и способствовало снижению энергетических затрат сердца.

Средние значения АД у обучающихся в 8:30 составляли: САД  $110,8 \pm 1,02$  мм.рт.ст. и ДАД  $71,8 \pm 0,64$  мм.рт.ст. К 10:30 наблюдалось снижение этих показателей до  $106,1 \pm 1,05$  мм.рт.ст. ( $T=109$ ;  $p<0,05$ ) и  $70,9 \pm 0,74$  мм.рт.ст. ( $T=210,5$ ;  $p>0,05$ ) соответственно, повышаясь на 2,5% (САД) ( $T=246$ ;  $p>0,05$ ) и 2,2% (ДАД) ( $T=221$ ;  $p>0,05$ ) к 12:30.

Показатели пульсового АД достоверно уменьшались к середине практического занятия на 10% ( $T=87,5$ ;  $p<0,05$ ) и к концу на 6% ( $T=139,5$ ;  $p<0,05$ ), указывая на снижение резистентности сосудов, а также нормализацию сердечной деятельности.

Расчетный индекс Кердо в начале практического занятия у большинства обучающихся свидетельствовал о симпатикотонии (74% случаев), со средней величиной показателя  $14,1 \pm 1,4\%$ . К середине занятия выявлено динамическое равновесие симпатических и парасимпатических составляющих вегетативной нервной системы ( $1,1 \pm 1,6\%$ ), а 12:30 симпатико-парасимпатическое влияние отклонилось в сторону парасимпатического отдела ( $-0,02 \pm 1,7\%$ ) – 49% случаев, но оставалось в пределах нормы. Данная динамика показателей в область

ваготонии приводила к повышению адаптационных возможностей и улучшению функционального состояния организма студентов при обучении в сильвинитовой аудитории. Это также подтверждается показателями функционального состояния сердечно-сосудистой системы, свидетельствующими об экономизации ее деятельности.

Изменения показателей, отражающих функцию внешнего дыхания представлены в Таблице 28. Частота дыхательных движений у студентов группы наблюдения 2 не претерпевала выраженных изменений, оставаясь в пределах 16,0-16,6 в минуту в течение всего цикла обучения.

Таблица 28

**Показатели функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем у студентов группы наблюдения 2 в динамике цикла занятий (M±m)**

| Показатели                  | n  | Цикл      |           |            |
|-----------------------------|----|-----------|-----------|------------|
|                             |    | начало    | середина  | конец      |
| Дыхательная система         |    |           |           |            |
| ЧДД, в минуту               | 35 | 16,4±0,3  | 16,0±0,3  | 16,6±0,5   |
| Проба Генча, сек.           | 35 | 21,5±1,2  | 28,8±0,7* | 31,2±1,2*  |
| Проба Штанге, сек.          | 35 | 38,4±1,8  | 46,8±1,3* | 50,03±2,8* |
| Сердечно-сосудистая система |    |           |           |            |
| ЧСС, уд.в минуту            | 35 | 73,3±1,1  | 76,0±0,94 | 77,2±1,5   |
| САД, мм.рт.ст.              | 35 | 108,5±1,3 | 108,1±0,9 | 109,6±1,3  |
| ДАД, мм.рт.ст.              | 35 | 71,6±0,8  | 71,3±0,6  | 72,8±0,9   |
| АДп, мм.рт.ст.              | 35 | 37,0±0,8  | 36,6±0,6* | 37,2±1,1   |
| Индекс Кердо, %             | 35 | 2,8±1,7   | 5,3±1,5   | 7,7±2,1    |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям (p<0,05).*

Проба Генча в начале цикла составляла 21,5±1,2 сек., к середине ее величина возростала до 28,8±0,7 сек. (T=94,5; p<0,05), а в конце среднее значение было на уровне 31,2±1,2 сек. (T=91; p<0,05). В показателях пробы Штанге прослеживалась аналогичная динамика: начальный уровень составлял 38,4±1,8 сек., к середине увеличиваясь до 46,8±1,3 сек. (T=121,5; p<0,05), а к окончанию цикла достигая максимальных цифр 50,03±2,8 сек. (T=129,5; p<0,05).

Как следует из Таблицы 28 статистически значимых различий в показателях функционального состояния сердечно-сосудистой системы в течение цикла не выявлено. За исследуемый период уровень ЧСС в среднем увеличился, по отношению к исходным данным ( $73,3 \pm 1,14$  ударов в минуту), на  $3,9$  ударов в минуту ( $T=330$ ;  $p>0,05$ ). Выявлено снижение как САД, так и ДАД. В начале цикла САД составляло  $108,5 \pm 1,3$  мм.рт.ст., к его концу оно повышалось до  $109,6 \pm 1,3$  мм.рт.ст. ( $T=284,5$ ;  $p>0,05$ ). ДАД увеличивалось к концу цикла до  $72,8 \pm 0,9$  мм.рт.ст. ( $T=302,5$ ;  $p>0,05$ ). Среднее значение пульсового давления в начале цикла было  $37,0 \pm 0,8$  мм.рт.ст., в середине -  $36,6 \pm 0,6$  мм.рт.ст. ( $T=183$ ;  $p<0,05$ ), а в конце -  $37,2 \pm 1,1$  мм.рт.ст. ( $T=331,5$ ;  $p>0,05$ ).

Изменения показателей центральной гемодинамики за данный период наблюдения может быть связан с лабильностью вегетативной нервной системы, что выражалось в активации ее симпатического отдела к концу цикла, о чем свидетельствуют результаты индекса Кердо. Полученные данные выявили, что вегетативный тонус студентов, как исходный ( $2,8 \pm 1,7\%$ ), так и определяемый в середине цикла ( $5,3 \pm 1,5\%$ ) находился на уровне уравновешенности симпатико-парасимпатических влияний, с тенденцией к повышению в сторону симпатикотонии ( $7,7 \pm 2,1\%$ ) ( $T=141$ ;  $p>0,05$ ).

Все вышеизложенное доказывает повышение функциональных и резервных возможностей дыхательной системы студентов, связанное с благоприятным влиянием ионизированного кислорода и соляного аэрозоля на верхние и нижние дыхательные пути. Воздействие физических факторов сельвинитовой аудитории на сердечно-сосудистую систему способствовало оптимизации функции кровообращения и улучшению снабжения кислородом сердечной мышцы.

Результаты исследований функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем студентов группы сравнения представлены в Таблице 29.

**Характеристика функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем студентов группы сравнения (n=36) в течение практических занятий и цикла (M±m)**

| Показатели                         | Практическое занятие |           |           | Цикл      |            |            |
|------------------------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
|                                    | 8:30                 | 10:30     | 12:30     | начало    | середина   | конец      |
| <b>Дыхательная система</b>         |                      |           |           |           |            |            |
| ЧДД, в минуту                      | 17,0±0,2             | 16,3±0,2  | 16,9±0,2  | 16,6±0,3  | 16,9±0,2   | 16,8±0,3   |
| Проба Генча, сек.                  | 27,9±0,6             | 28,4±0,7  | 27,4±0,6  | 29,7±0,7  | 28,2±0,6   | 26,9±0,7   |
| Проба Штанге, сек.                 | 51,2±1,3             | 51,4±1,3  | 52,2±1,3  | 53,2±1,5  | 51,6±1,5   | 51,3±1,2   |
| <b>Сердечно-сосудистая система</b> |                      |           |           |           |            |            |
| ЧСС, уд. в минуту                  | 77,9±1,1             | 74,5±1,1  | 74,7±0,9  | 76,3±1,03 | 75,7±1,0   | 80,1±1,05* |
| САД, мм.рт.ст.                     | 113,3±0,8            | 109,0±0,9 | 109,1±0,8 | 111,9±0,9 | 110,02±0,7 | 110,3±0,9  |
| ДАД, мм.рт.ст.                     | 71,4±0,5             | 70,7±0,6  | 69,9±0,5  | 70,4±0,6  | 70,5±0,4   | 71,0±0,6   |
| АДп, мм.рт.ст.                     | 41,8±0,7             | 38,4±0,9* | 39,1±0,7* | 41,5±0,8  | 39,4±0,5   | 38,8±1,6   |
| Индекс Кердо, %                    | 11,5±1,2             | 3,3±1,6*  | 5,3±1,3*  | 6,6±1,6   | 7,6±1,02   | 5,0±2,7    |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям (p<0,05).*

Существенной динамики показателей, характеризующих состояние функций дыхательной системы студентов группы сравнения в оба периода наблюдения не выявлено. Средняя ЧДД в динамике практических занятий составляла в 8:30 17,0±0,2 в минуту, в 10:30 уменьшалась на 0,7 (T=214,5; p>0,05) и к 12:30 вновь увеличилась до исходной величины - 16,9±0,2 в минуту (T=176,5; p>0,05). В процессе цикла ЧДД находилась в пределах 16,6-16,9 в минуту.

Результаты проб Генча и Штанге достоверных отличий не имели. В течение практических занятий показатели пробы Генча оставались на уровне фоновых значений, а в течение цикла имели тенденцию к снижению к его середине на 1,5 сек. (T=184; p>0,05). Проба Штанге на протяжении занятий достоверно не изменялась. В то время как в динамике цикла время задержки дыхания на вдохе снижалось к середине до 51,6±1,5 сек. (T=280,5; p>0,05), от начального уровня 53,2±1,5 сек., и к концу до 51,3±1,2 сек. (T=303,5; p>0,05).

Частота сердечных сокращений в течение практических занятий имела тенденцию к урежению до  $74,5 \pm 1,1$  ударов в минуту (10:30) ( $T=241$ ;  $p>0,05$ ) и  $74,7 \pm 0,9$  уд. в минуту (12:30) ( $T=254$ ;  $p>0,05$ ), по отношению к исходной ее величине ( $77,9 \pm 1,1$  уд. в минуту). Величина ЧСС в начале цикла равнялась  $76,3 \pm 1,03$  удара в минуту, в середине -  $75,7 \pm 1,0$  уд. в минуту ( $T=303$ ;  $p>0,05$ ), а к его окончанию достоверно увеличивалась до  $80,1 \pm 1,05$  уд. в минуту ( $T=144,5$ ;  $p<0,05$ ). Возрастание ЧСС у студентов группы сравнения может быть обусловлено развитием утомления, процессами торможения в центральной нервной системе, что является проявлением защитной реакции организма от перенапряжения.

Систолическое артериальное давление уменьшалось в середине практических занятий и цикла на  $4,3$  мм.рт.ст. ( $T=188,5$ ;  $p>0,05$ ) и  $1,6$  мм.рт.ст. ( $T=220$ ;  $p>0,05$ ) соответственно, оставаясь на этом уровне до конца выбранных временных промежутков. Диастолическое артериальное давление в динамике практического занятия имело тенденцию к снижению в 10:30 ( $70,7 \pm 0,6$  мм.рт.ст.) ( $T=236,5$ ;  $p>0,05$ ) и 12:30 ( $69,9 \pm 0,5$  мм.рт.ст.) ( $T=203$ ;  $p>0,05$ ), по сравнению с показателями, полученными в 8:30 ( $71,4 \pm 0,5$  мм.рт.ст.), однако не имея статистически значимых различий. Уровни ДАД в течение цикла колебались от  $70,4 \pm 0,6$  до  $71,0 \pm 0,6$  мм.рт.ст. ( $T=293,5$ ;  $p>0,05$ ).

В течение практических занятий прослеживалось снижение показателей пульсового давления. В 10:30 его уровень был наименьшим -  $38,4 \pm 0,9$  мм.рт.ст. по сравнению с  $41,8 \pm 0,7$  мм.рт.ст. ( $T=153$ ;  $p<0,05$ ) в 8:30, а в 12:30 составило  $39,1 \pm 0,7$  мм.рт.ст. ( $T=260,5$ ;  $p>0,05$ ). Средние значения АДп в течение цикла не имело статистически достоверных изменений, однако отмечалась тенденция к снижению ( $41,5 \pm 0,8 \rightarrow 38,8 \pm 1,6$  мм.рт.ст.) ( $T=172$ ;  $p>0,05$ ).

Анализ результатов исследования тонууса вегетативной нервной системы по величине вегетативного индекса Кердо выявил преобладание симпатической составляющей ВНС как в течение практических занятий, так и цикла, что составило в среднем  $6,7 \pm 1,4\%$  и  $6,4 \pm 1,7\%$ , соответственно. Кроме того, сравнительная оценка вегетативного индекса Кердо (Таблица 30) показала

наличие симпатикотонии у большинства студентов как в начале, так и в конце цикла (64% и 61,1%). Ваготония зарегистрирована в 33,3% случаев в оба периода исследований, эйтония – у 2,7% и 5,6% студентов.

Таблица 30

**Показатели вегетативного тонуса (индекса Кердо)  
у студентов группы сравнения**

| Показатели исходного вегетативного тонуса   | Студенты, абс. (%) |                      |
|---|--------------------|----------------------|
|   | Фоновые показатели | Конец цикла обучения |
| Положительный индекс Кердо (симпатикотония) | 23 (64%)           | 22 (61,1%)           |
| Отрицательный индекс Кердо (ваготония)      | 12 (33,3%)         | 12 (33,3%)           |
| Индекс Кердо равен нулю (эйтония)           | 1 (2,7%)           | 2(5,6%)              |

Сравнительная оценка показателей состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем студентов групп наблюдения 1, 2 и сравнения представлена в Таблицах 31, 32.

У студентов 1 и 2 групп наблюдения, в отличие от группы сравнения, происходило улучшение функционального состояния дыхательной системы на протяжении практических занятий в сильвинитовой аудитории (достоверно увеличивалось время задержки дыхания на выдохе, повышались показатели пробы Штанге, полученные у студентов группы наблюдения 1). В течение цикла наиболее выраженные положительные сдвиги отмечены в группах наблюдения 1 и 2, а в группе сравнения они имели тенденцию к снижению.

Таблица 31

**Сравнительная характеристика функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем студентов в динамике практических занятий (M±m)**

| Показатели          | Группа наблюдения 1 |           | Группа наблюдения 2 |           | Группа сравнения |          |
|---------------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|------------------|----------|
|                     | 8:30                | 12:30     | 8:30                | 12:30     | 8:30             | 12:30    |
| Дыхательная система |                     |           |                     |           |                  |          |
| ЧДД, в мин.         | 16,2±0,3            | 15,6±0,3  | 16,2±0,3            | 16,5±0,4  | 17,0±0,2         | 16,9±0,2 |
| Проба Генча, сек.   | 26,6±0,7            | 34,2±0,7* | 28,8±0,9            | 31,8±1,1* | 27,9±0,6         | 27,4±0,6 |
| Проба Штанге, сек.  | 39,7±1,4*           | 49,1±1,3  | 48,8±1,7            | 48,7±1,7  | 51,2±1,3         | 52,2±1,3 |



| Сердечно-сосудистая система |           |           |            |            |           |           |
|-----------------------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|
| ЧСС, в мин.                 | 83,1±1,03 | 73,6±0,7  | 83,4±1,1   | 72,2±0,9   | 77,9±1,1  | 74,7±0,9  |
| САД, мм.рт.ст.              | 113,4±1,1 | 111,8±1,3 | 110,8±1,02 | 108,8±1,2  | 113,3±0,8 | 109,1±0,8 |
| ДАД, мм.рт.ст.              | 72,5±0,7  | 71,9±0,8  | 71,8±0,64  | 72,5±0,86  | 71,4±0,5  | 69,9±0,5  |
| АДп, мм.рт.ст.              | 40,8±0,9  | 39,9±1,01 | 39,0±0,7   | 36,4±0,8   | 41,8±0,7  | 39,1±0,7  |
| Индекс Кердо, %             | 11,4±1,2  | 2,7±1,5   | 14,1±1,4   | -0,02±1,7* | 11,5±1,2  | 5,3±1,3   |

Примечание: \* - разница достоверна между группами сравнения и наблюдения ( $p < 0,05$ ).

Таблица 32

### Сравнительная характеристика функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем студентов в динамике цикла обучения ( $M \pm m$ )

| Показатели                  | Группа наблюдения 1 |            | Группа наблюдения 2 |           | Группа сравнения |           |
|-----------------------------|---------------------|------------|---------------------|-----------|------------------|-----------|
|                             | начало              | конец      | начало              | конец     | начало           | конец     |
| Дыхательная система         |                     |            |                     |           |                  |           |
| ЧДД, в мин.                 | 15,5±0,4            | 15,7±0,3*  | 16,4±0,3            | 16,6±0,5  | 16,6±0,3         | 16,8±0,3  |
| Проба Генча, сек.           | 26,3±0,9*           | 28,8±0,7   | 21,5±1,2*           | 31,2±1,2  | 29,7±0,7         | 26,9±0,7  |
| Проба Штанге, сек.          | 50,8±1,8            | 55,1±1,3   | 38,4±1,8*           | 50,03±2,8 | 53,2±1,5         | 51,3±1,2  |
| Сердечно-сосудистая система |                     |            |                     |           |                  |           |
| ЧСС, в мин.                 | 76,0±0,9            | 76,1±0,9*  | 73,3±1,1            | 77,2±1,5  | 76,3±1,03        | 80,1±1,05 |
| САД, мм.рт.ст.              | 112,1±1,5           | 111,05±1,2 | 108,5±1,3           | 109,6±1,3 | 111,9±0,9        | 110,3±0,9 |
| ДАД, мм.рт.ст.              | 73,4±0,8            | 72,6±0,8   | 71,6±0,8            | 72,8±0,9  | 70,4±0,6         | 71,0±0,6  |
| АДп, мм.рт.ст.              | 38,7±1,1            | 38,4±0,9   | 37,0±0,8            | 37,2±1,1  | 41,5±0,8         | 38,8±1,6  |
| Индекс Кердо, %             | 3,5±1,5             | 4,3±1,6    | 2,8±1,7             | 7,7±2,1   | 6,6±1,6          | 5,0±2,7   |

Примечание: \* - разница достоверна между группами сравнения и наблюдения ( $p < 0,05$ ).

Оценка деятельности сердечно-сосудистой системы, в течение практических занятий, показала улучшение ее работы, за счет стабилизации основных показателей у студентов групп наблюдения и сравнения (Таблица 31). В динамике цикла (Таблица 32) статистически достоверные отличия получены в показателях частоты сердечных сокращений. В группе сравнения ЧСС как в

начале, так и в конце цикла была выше, чем в группах наблюдения. Другие показатели работы сердца оставались в пределах физиологических колебаний, не имея статистически значимых различий между исследуемыми группами.

Таким образом, проведенные физиологические исследования подтвердили положительное воздействие данного комплекса гигиенических факторов внутренней среды соляной аудитории на состояние нервной, дыхательной и сердечно-сосудистой систем студентов.

## **Глава 5. ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЙ**

Проведенные гигиенические исследования показали значительные колебания факторов внутренней среды изучаемых учебных аудиторий, как при обучении студентов, так и в их отсутствие. С целью стабилизации физических факторов в обычной аудитории помимо естественной вентиляции применяли механическую общую приточную вентиляционную систему. В сильвинитовой аудитории поддержание оптимальных параметров внутренней воздушной среды обеспечивала приточная вентиляция с механическим побуждением.

Забор воздуха производился на высоте 8,5 м от поверхности земли со стороны заднего фасада здания. Выброс отработанного воздуха осуществлялся через фрамугу.

Принцип организации и работы вентиляционной системы в сильвинитовой аудитории: атмосферный воздух поступал через два воздуховода, рабочие концы которых подведены к отверстию фрамуги с закрылками, а противоположные концы зафиксированы в соляном фильтре, внутренний объем которого заполнен деревянными пластинами с наклеенными на них осколками сильвинита. В верхней части фильтра имеются отверстия с воздухораспределителями для направленной подачи воздуха на поверхность сильвинитовых экранов [96]. В результате воздух, насыщенный легкими, электрически заряженными аэроионами и частицами соли, поступает в зону дыхания учащихся. Он смешивается с воздухом учебной аудитории, который ионизирован за счет радиоактивного излучения от сильвинитовых поверхностей и естественных процессов, связанных с диффузионным и динамическим отрывом легких заряженных частиц с поверхности соляных блоков под воздействием потока воздуха [205].

В обычной учебной аудитории общая приточная вентиляция представлена двумя воздуховодами, оборудованными вентиляторами, осуществляющими забор атмосферного воздуха через фрамугу, с дальнейшей его подачей через

воздухораспределители вертикальными струями сверху вниз, обеспечивая воздухообмен в помещении.

Вентиляция является дополнительным гигиеническим средством, используемым для поддержания условий внутренней среды учебных аудиторий. Для определения основных принципов работы системы приточной вентиляции в сильвинитовой и обычной аудиториях нами были разработаны режимы ее применения.

По расчетным данным производительность системы вентиляции в обеих аудиториях составила:  $L=2,16*0,0133*3600= 103,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ . При этом 2,16 м/с – это средняя скорость движения воздушных потоков, измеренная у каждого воздуховода и патрубков;  $0,0133 \text{ м}^2$ – площадь сечения проема воздуховода. Суммарная производительность приточной системы вентиляции составила  $206,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Также была рассчитана кратность воздухообмена по притоку:

$$K_{\text{пр}}=206,8/69,8= 3 \text{ раза в час.}$$

Таким образом, расчетная производительность одной вентиляционной системы составила  $103,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ , обеспечивающая скорость воздушного потока 2,16 м/с и кратность воздухообмена по притоку – 3 раза/час. При этом объем воздуха, приходящийся на одного человека, составляет  $11,7 \text{ м}^3$ , позволяя одновременно находится в аудитории четверем студентам и одному преподавателю.

Для установления режимов работы системы вентиляции фоновые замеры параметров внутренней среды обеих аудиторий проводили в динамике академического часа (45 минут) – на 15-й, 25-й, 35-й и 45-й минутах, в течение теплого и холодного периодов года. При этом студенты находились в аудитории, естественное проветривание и включение механической приточной вентиляции в этот период не осуществлялось.

В качестве основных оценочных критериев работы вентиляции в обеих аудиториях были выбраны: микроклиматические показатели (температура и относительная влажность воздуха); содержание в воздухе легких отрицательных и положительных аэроионов; химический состав воздушной среды аудитории.

**Параметры микроклимата обычной аудитории  
в динамике академического часа (без работы вентиляции) (M±m)**

| Показатель                         | Время измерения    |                |                |                |                |
|------------------------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                    | Фоновые показатели | через 15 минут | через 25 минут | через 35 минут | через 45 минут |
| Холодный период года               |                    |                |                |                |                |
| Температура воздуха, °С            | 21,9±0,2           | 22,5±0,2*      | 23,0±0,4*      | 23,4±0,4*      | 23,9±0,2*      |
| Относительная влажность воздуха, % | 30,1±0,3           | 32,5±0,5*      | 31,5±0,9       | 31,6±0,6       | 32,3±0,5*      |
| Теплый период года                 |                    |                |                |                |                |
| Температура воздуха, °С            | 22,2±0,2           | 22,7±0,2       | 23,4±0,3*      | 23,8±0,4*      | 24,2±0,3*      |
| Относительная влажность воздуха, % | 25,0±0,3           | 25,3±0,4       | 25,1±0,7       | 24,9±0,5       | 24,3±0,4       |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к фоновым показателям*

Анализ состояния параметров микроклимата в обычной аудитории, проведенный в холодный период года (Таблица 33), показал, что на 15-й минуте от начала занятия происходило повышение температуры и относительной влажности воздуха на 0,6°С и 2,4% в сравнении с фоновыми значениями. На 25-й и далее 35-й, 45-й минутах отмечался дальнейший достоверный рост температуры воздуха до 23,9±0,2°С, превышая фоновые значения и выходя за пределы нормативных значений на 2,0°С. Относительная влажность воздуха была выше исходных показателей (30,1±0,3%) при всех замерах и находилась в пределах 31,5-32,5% (p<0,05).

Температура воздуха в динамике теплого периода года изменялась аналогично холодному периоду года. Достоверный ее подъем на 1,2°С был отмечен на 25-й минуте занятия. Максимальные значения (24,2±0,3°С) регистрировались через 45 минут (p<0,05). Относительная влажность воздуха была на уровне фоновых величин.

**Динамика аэроионизационного фона в воздухе обычной аудитории ( $M \pm m$ )**

| Показатель   | Время измерения    |                |                |                |                |
|--|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|  | Фоновые показатели | через 15 минут | через 25 минут | через 35 минут | через 45 минут |
| Холодный период года                               |                    |                |                |                |                |
| Легкие отрицательные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 190,0±29,1         | 183,7±29,6     | 177,1±27,3     | 166,4±22,6     | 140,1±25,5     |
| Легкие положительные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 210,2±28,5         | 236,2±22,7     | 255,4±24,3     | 290,2±24,1*    | 330,5±27,5*    |
| Коэффициент униполярности                          | 1,1±0,08           | 1,3±0,07       | 1,4±0,09       | 1,7±0,07       | 2,3±0,07       |
| Теплый период года                                 |                    |                |                |                |                |
| Легкие отрицательные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 220,3±20,1         | 197,2±27,1     | 180,0±26,3     | 169,3±23,7     | 150,7±25,4*    |
| Легкие положительные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 200,0±28,5         | 229,2±31,3     | 240,3±27,2     | 278,1±26,1*    | 310,0±28,4*    |
| Коэффициент униполярности                          | 0,9±0,08           | 1,2±0,08       | 1,3±0,09       | 1,6±0,09       | 2,0±0,09       |

Примечание: \* - разница достоверна по отношению к фоновым показателям

При оценке аэроионизационной среды обычной аудитории, в теплый и холодный периоды года (Таблица 34), выявлено уменьшение количества легких отрицательных аэроионов через 15 минут от начала занятия. На 45-й минуте их концентрация снижалась до 140,1±25,5 и 150,7±25,4 ион/см<sup>3</sup> (холодный и теплый период соответственно). Концентрация легких положительных аэроионов в динамике практических занятий в течение всего года постепенно повышалась и достигала максимума к 45-й минуте (330,5±27,5 ион/см<sup>3</sup> - холодный период; 310,0±28,4 ион/см<sup>3</sup> - теплый период) ( $p < 0,05$ ). Коэффициент униполярности превышал единицу, указывая на ухудшение аэроионизационной воздушной среды, что обусловлено увеличением концентрации углекислого газа в воздухе учебной аудитории.

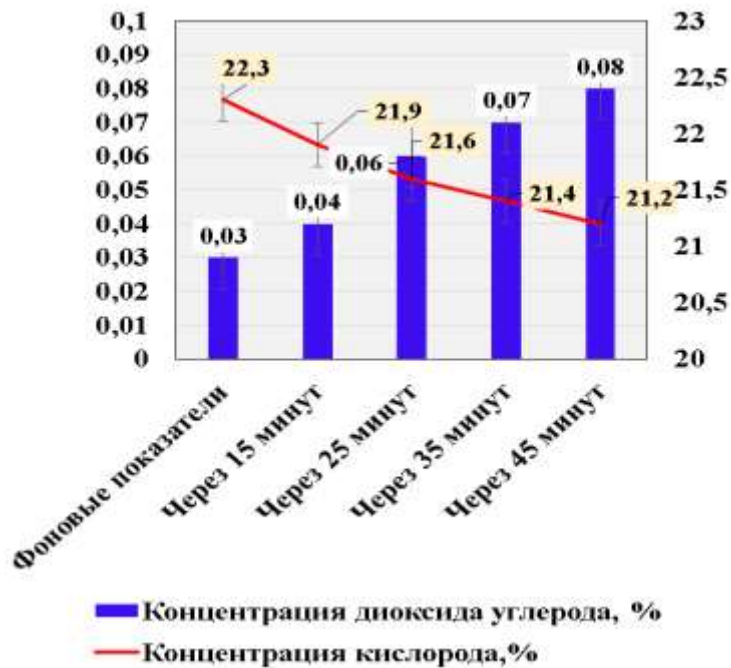


Рисунок 13 – Химический состав воздуха в обычной аудитории в динамике практического занятия

При оценке содержания химических веществ в воздухе обычной учебной аудитории выявлено достоверное снижение кислорода на 35 минуте академического часа по сравнению с фоновыми значениями, а также тенденция к увеличению диоксида углерода от начала к концу занятий (Рисунок 13).

Таким образом, результаты проведенных исследований доказывают необходимость проветривания учебной аудитории через каждые 35-45 минут практического занятия с целью поддержания благоприятных условий обучения.

Для определения времени работы искусственной приточной вентиляции в обычной аудитории нами были проведены замеры концентраций биполярных аэроионов, кислорода и углекислого газа. Исследования проводились после 45 минут практического занятия (фоновое значение) и далее через 5, 10, 15 минут работы вентиляции (Таблица 35, 36).

Таблица 35

**Динамика содержания аэроионов в воздухе обычной аудитории при различных режимах работы приточной вентиляционной системы ( $M \pm m$ )**

| Показатель   | Время измерения    |               |                |                |
|--|--------------------|---------------|----------------|----------------|
|  | Фоновые показатели | через 5 минут | через 10 минут | через 15 минут |
| Легкие отрицательные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 145,4±17,6         | 156,6±18,5    | 210,4±16,8*    | 211,0±17,8*    |
| Легкие положительные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 320,2±18,5         | 290,4±17,4    | 277,2±18,4     | 289,8±19,1     |
| Коэффициент униполярности                          | 2,2±1,0            | 1,8±0,9       | 1,3±1,1        | 1,4±1,1        |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к фоновым показателям*

Результаты исследования аэроионизации воздуха (Таблица 35) показали, что при заданном времени работы приточной вентиляции средняя концентрация легких отрицательных аэроионов увеличивалась, имея достоверное отличие с фоновым показателем через 10 минут. Содержание в воздухе положительных аэроионов снижалось через 5, 10 минут подачи воздуха, а через 15 минут увеличилось, однако достоверные отличия с фоном не получены. Коэффициент униполярности превышал единицу.

Таблица 36

**Содержание кислорода и диоксида углерода в воздухе обычной учебной аудитории после включения приточной вентиляции ( $M \pm m$ )**

| Показатель                   | Время измерения    |               |                |                |
|------------------------------|--------------------|---------------|----------------|----------------|
|                              | Фоновые показатели | через 5 минут | через 10 минут | через 15 минут |
| Кислород, % (об.д.)          | 21,2±0,11          | 21,3±0,2      | 21,4±0,13      | 21,4±0,15      |
| Диоксида углерода, % (об.д.) | 0,08±0,03          | 0,05±0,02     | 0,01±0,003*    | 0,01±0,002*    |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к фоновым показателям*

Анализ состава воздушной среды обычной аудитории (Таблица 36), показал, что фоновая концентрация диоксида углерода после 45 минут практического



занятия была  $0,08 \pm 0,03\%$ , что соответствовало его предельно допустимой концентрации в воздухе помещения (ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»), характеризуя качество воздуха в аудитории как допустимое, однако, требующее проведения профилактических гигиенических мероприятий для предотвращения дальнейшего повышения концентрации диоксида углерода и превышения предельно допустимых норм.

Включение вентиляции на 10 и 15 минут приводило к достоверному снижению концентрации диоксида углерода до  $0,01 \pm 0,002\%$  и к стабилизации концентрации кислорода на уровне  $21,4 \pm 0,15\%$ .

Полученные результаты доказывают, что оптимальным временем работы приточной системы вентиляции, для своевременного предотвращения ухудшения качества воздуха учебной аудитории, следует считать 10 минут.

Изучение динамики показателей внутренней среды сильвинитовой аудитории в течение академического часа в холодный и теплый периоды года, без включения приточной вентиляции представлено в Таблице 37.

Таблица 37

**Микроклиматические параметры в сильвинитовой аудитории в динамике практического занятия ( $M \pm m$ )**

| Показатель                         | Время измерения    |                |                   |                  |                  |
|------------------------------------|--------------------|----------------|-------------------|------------------|------------------|
|                                    | Фоновые показатели | через 15 минут | через 25 минут    | через 35 минут   | через 45 минут   |
| Холодный период года               |                    |                |                   |                  |                  |
| Температура воздуха, °С            | $21,3 \pm 0,2$     | $21,5 \pm 0,2$ | $22,1 \pm 0,15^*$ | $22,7 \pm 0,2^*$ | $23,3 \pm 0,2^*$ |
| Относительная влажность воздуха, % | $34,6 \pm 0,6$     | $34,8 \pm 0,4$ | $35,1 \pm 0,6$    | $35,5 \pm 0,6$   | $35,1 \pm 0,5$   |
| Теплый период года                 |                    |                |                   |                  |                  |
| Температура воздуха, °С            | $21,7 \pm 0,3$     | $21,9 \pm 0,2$ | $22,0 \pm 0,4$    | $22,5 \pm 0,3$   | $23,2 \pm 0,3^*$ |
| Относительная влажность воздуха, % | $39,4 \pm 1,1$     | $41,2 \pm 0,3$ | $43,3 \pm 0,6^*$  | $43,1 \pm 0,5^*$ | $42,8 \pm 0,6^*$ |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к фоновым показателям*

Как следует из представленных данных, в холодный период года температура воздуха через 15 минут от начала академического часа, составляла  $21,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ , что соответствовало ее фоновым значениям ( $21,3 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ). Далее при всех измерениях, вплоть до окончания практического занятия, температура воздуха достоверно превышала фоновые величины, но не выходила за пределы гигиенических норм. Относительная влажность воздуха в течение всего периода оставалась стабильной. В теплый период года температура воздуха достоверно возрастала с  $21,7 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$  (фон) до  $23,2 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$  через 45 минут занятия ( $p < 0,05$ ). Относительная влажность воздуха практически не изменялась и находилась в пределах 39,4-43,3%.

Таблица 38

**Динамика показателей аэроионизации внутренней среды в  
сильвинитовой аудитории ( $M \pm m$ )**

| Показатель   | Время измерения    |                |                |                 |                |
|--|--------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
|  | Фоновые показатели | через 15 минут | через 25 минут | через 35 минут  | через 45 минут |
| Холодный период года                               |                    |                |                |                 |                |
| Легкие отрицательные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 679,0±32,7         | 638,2±33,8     | 590,3±30,5     | 550,1±29,9<br>* | 493,7±28,8*    |
| Легкие положительные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 346,5±31,3         | 355,4±28,7     | 369,2±26,8     | 388,5±31,7      | 410,7±29,1     |
| Коэффициент униполярности                          | 0,5±0,08           | 0,5±0,07       | 0,6±0,08       | 0,7±0,06        | 0,8±0,06       |
| Теплый период года                                 |                    |                |                |                 |                |
| Легкие отрицательные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 690,8±31,0         | 640,3±29,7     | 610,7±30,3     | 580,4±31,7<br>* | 569,3±29,2*    |
| Легкие положительные аэроионы, ион/см <sup>3</sup> | 324,3±30,6         | 330,8±32,1     | 357,4±29,7     | 375,2±31,3      | 387,4±33,1     |
| Коэффициент униполярности                          | 0,4±0,02           | 0,5±0,04       | 0,6±0,05       | 0,6±0,06        | 0,7±0,05       |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к фоновым показателям*

Гигиеническая оценка аэроионизационной обстановки в воздухе сильвинитовой аудитории (Таблица 38) показала, что фоновая концентрация легких отрицательных аэроионов составляла  $679,0 \pm 32,7$  ион/см<sup>3</sup> (холодный

период) и  $690,8 \pm 31,0$  ион/см<sup>3</sup> (теплый период), легких положительных –  $346,5 \pm 31,3$  ион/см<sup>3</sup> (холодный период),  $324,3 \pm 30,6$  ион/см<sup>3</sup> (теплый период).

В динамике холодного периода года достоверное снижение количества легких отрицательных аэроионов (на  $128,9$  ион/см<sup>3</sup>) отмечалось через 35 минут от начала занятия. К окончанию академического часа их концентрация составляла  $493,7 \pm 28,8$  ион/см<sup>3</sup> ( $p < 0,05$ ). В первые 35 минут практического занятия концентрация легких положительных аэроионов имела лишь тенденцию к повышению. На 45-й минуте отмечен максимальный рост числа легких положительных ионов до  $410,7 \pm 29,1$  ион/см<sup>3</sup>.

В теплый период года происходило достоверное снижение легких отрицательных ионов в динамике 35-ти минут занятия на  $110,4$  ион/см<sup>3</sup> и далее к концу академического часа их уровень составлял  $569,3 \pm 29,2$  ион/см<sup>3</sup>, относительно фонового значения ( $690,8 \pm 31,0$  ион/см<sup>3</sup>). Концентрация легких положительных аэроионов увеличивалась на  $63,1$  ион/см<sup>3</sup>, достигая максимальных величин в конце 45 минут занятия –  $387,4 \pm 33,1$  ион/см<sup>3</sup>.

Коэффициент униполярности в течение обоих периодов года был менее единицы и свидетельствовал о благоприятном качестве воздушной среды в сельвинитовой аудитории.

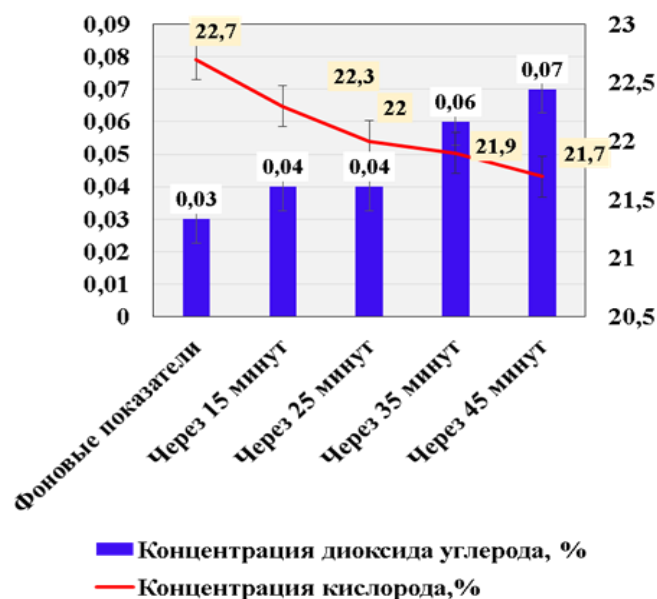


Рисунок 14 – Изменение химического состава воздуха в сельвинитовой аудитории в течение 45 минут практического занятия

Анализ химического состава воздушной среды в сильвинитовой аудитории показал рост концентрации диоксида углерода, а также достоверное снижение концентрации кислорода на 45-й минуте занятия, однако, в отличие от обычной учебной аудитории, его содержание поддерживалось на достаточном уровне в течение всего академического часа (Рисунок 14).

Таким образом, за 45 минут практического занятия в сильвинитовой аудитории происходили изменения в микроклиматических параметрах, соотношении биполярных аэроионов и химического состава воздушной среды, что предопределяло необходимость использования искусственной приточной вентиляционной системы для восстановления и поддержания ее специфических факторов с целью благоприятного влияния на организм студентов и их работоспособность.

Для обоснования оптимального режима работы механической приточной вентиляции в сильвинитовой аудитории критерием оценки ее эффективности были выбраны концентрации легких отрицательных и положительных аэроионов, диоксида углерода и кислорода. Замеры гигиенических факторов сильвинитовой аудитории выполнялись через 5, 10 и 15 минут работы вентиляции. Результаты исследований представлены на Рисунке 15 и в Таблице 39.

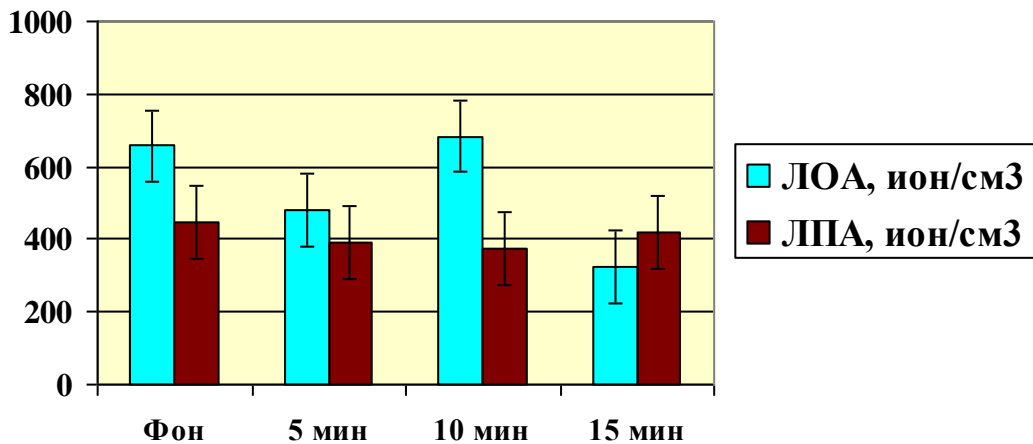


Рисунок 15 – Динамика содержания аэроионов в воздухе сильвинитовой аудитории при различных режимах работы приточной вентиляционной системы

Как следует из представленных данных, фоновая концентрация легких отрицательных аэроионов составляла  $656,7 \pm 30,2$ , положительных –  $446,6 \pm 27,9$  ион/см<sup>3</sup>. Через пять минут после включения приточной вентиляции их количество было  $480,7 \pm 25,2$  и  $392,4 \pm 21,7$  ион/см<sup>3</sup> соответственно. Коэффициент униполярности был ниже единицы. После 10 минут принудительной подачи воздуха в аудиторию происходило достоверное увеличение легких отрицательных аэроионов до  $684,3 \pm 76,3$  ион/см<sup>3</sup> и снижение количества положительных до  $376 \pm 23,4$  ион/см<sup>3</sup>. Спустя 15 минут отмечалось уменьшение числа легких отрицательных аэроионов более чем в два раза ( $325,2 \pm 20,6$  ион/см<sup>3</sup>) и увеличение положительных аэроионов до  $420,1 \pm 48,6$  ион/см<sup>3</sup>. Коэффициент униполярности превышал единицу.

Таблица 39

**Содержание кислорода и диоксида углерода  
в воздухе сильвинитовой учебной аудитории после включения приточной  
вентиляции ( $M \pm m$ )**

| Показатель                      | Время измерения    |                 |                  |                  |
|---------------------------------|--------------------|-----------------|------------------|------------------|
|                                 | Фоновые показатели | через 5 минут   | через 10 минут   | через 15 минут   |
| Кислород,<br>% (об.д.)          | $21,4 \pm 0,2$     | $21,6 \pm 0,14$ | $21,7 \pm 0,12$  | $21,7 \pm 0,15$  |
| Диоксида углерода,<br>% (об.д.) | $0,07 \pm 0,04$    | $0,06 \pm 0,02$ | $0,02 \pm 0,003$ | $0,02 \pm 0,003$ |

Следовательно, с гигиенической точки зрения, 10 минут являются оптимальным временем работы механической приточной вентиляции. Включение вентиляции необходимо проводить после каждого академического часа (в отсутствие студентов в аудитории), а также между 5-ти часовыми практическими занятиями в аудитории. Проветривание в течение этого времени приводило к восстановлению факторов внутренней среды, создавая благоприятные гигиенические условия в сильвинитовой аудитории за счет обеспечения комфортного температурно-влажностного режима, оптимального уровня аэроионизации для учебной деятельности студентов и нормализации содержания химических веществ в воздухе аудитории.

С целью обоснования установленных режимов функционирования механической вентиляции как оптимальных, в каждой из исследуемых аудиторий, в динамике практических занятий и цикла были проведены физиологические исследования функционального состояния центральной нервной, дыхательной и сердечно-сосудистой систем организма студентов групп наблюдения, которые обучались в сильвинитовой аудитории (38 студентов) и сравнения, проходивших обучение в обычной аудитории (38 студентов).

Таблица 40

**Показатели состояния нервной системы у студентов группы наблюдения в динамике практических занятий и цикла (M±m)**

| Показатель   | n  | Практическое занятие |            |            | Цикл      |           |            |
|--|----|----------------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|
|  |    | 8:30                 | 10:30      | 12:30      | начало    | середина  | конец      |
| Проба Анфимова: кол-во знаков (ИВ)<br>количество ошибок (ПВ) | 38 | 212,9±4,3            | 226,5±4,2* | 233,2±4,8* | 223,9±4,5 | 231,6±3,9 | 244,8±5,0* |
|  |    | 1,2±0,3              | 1,0±0,1    | 0,7±0,1    | 1,05±0,2  | 0,75±0,11 | 0,55±0,12* |
| Тест «САН»: самочувствие<br>активность<br>настроение         | 38 | 4,8±0,12             | 4,9±0,11   | 5,3±0,10*  | 5,3±0,11  | 5,1±0,10  | 5,1±0,10   |
|  |    | 4,7±0,10             | 5,0±0,12   | 5,3±0,12*  | 5,3±0,10  | 5,0±0,11  | 5,0±0,12   |
|  |    | 4,9±0,10             | 5,2±0,11   | 5,5±0,11*  | 5,4±0,12  | 5,4±0,10  | 5,3±0,11   |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям*

Изучение умственной работоспособности студентов группы наблюдения (Таблица 40) показало, что средние показатели интенсивности внимания уже к середине практического занятия достоверно увеличивались с 212,9±4,3 до 226,5±4,2 знаков. В конце занятия ИВ составляла 233,2±4,8 знака, при этом ПВ снижался с 1,2±0,3 до 0,7±0,1 ошибок. В течение цикла прослеживалась аналогичная положительная динамика, с более выраженным ростом количества просмотренных знаков с 223,9±4,5 до 244,8±5,0 и уменьшением числа ошибок до 0,55±0,12 к восемнадцатому дню цикла, что свидетельствовало о достоверном улучшении интегрального показателя функционального состояния центральной нервной системы - умственной работоспособности ( $p < 0,05$ ).

Субъективная оценка психоэмоционального состояния студентов (Таблица 40) выявила достоверное увеличение показателей теста «САН» в течение занятий по всем трем критериям: на 0,5 балла - «самочувствие»; на 0,6 балла - «активность» и «настроение». В процессе цикла практических занятий параметры теста незначительно снижались ( $p > 0,05$ ), однако, оставались в пределах средних значений (5-5,5 балла), что позволило студентам продуктивно осуществлять учебную деятельность.

Таблица 41

**Динамика показателей состояния дыхательной системы студентов  
в сиввинитовой аудитории ( $M \pm m$ )**

| Показатели         | n  | Практическое занятие |           |           | Цикл      |           |           |
|--------------------|----|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                    |    | 8:30                 | 10:30     | 12:30     | начало    | середина  | конец     |
| ЧДД, в минуту      | 38 | 16,2±0,3             | 15,7±0,3  | 16,0±0,3  | 15,9±0,3  | 15,7±0,3  | 16,1±0,4  |
| Проба Генча, сек.  | 38 | 27,7±0,8             | 28,9±0,8  | 33,0±0,9* | 23,9±1,05 | 27,9±0,6* | 30,0±0,9* |
| Проба Штанге, сек. | 38 | 44,2±1,5             | 54,8±1,4* | 48,9±1,5* | 44,6±1,8  | 47,4±1,2  | 52,5±2,0* |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям*

Анализ показателей состояния дыхательной системы в динамике цикловых занятий показал, что частота дыхательных движений находилась на физиологическом уровне, в пределах 15-16 движений в минуту (Таблица 41).

Изучение результатов функциональных дыхательных проб Штанге и Генча выявило достоверное увеличение времени задержки дыхания на вдохе с 44,2±1,5 до 54,8±1,4 секунд к середине занятия.

В конце занятия показатели пробы Штанге находились на уровне 48,9±1,5 сек. ( $p < 0,05$ ). Время задержки дыхания на выдохе увеличивалось на 5,3 сек. и в конце занятия определялось на уровне 33,0±0,9 сек.

К середине 18-дневного цикла у студентов отмечалась тенденция к увеличению средних показателей пробы Штанге с 44,6±1,8 до 47,4±1,2 секунд, с прогрессивным ростом к его окончанию до 52,5±2,05 секунд ( $p < 0,05$ ). Фоновое значение времени задержки дыхания на выдохе было 23,9±1,05 секунд. В середине цикла оно достоверно возросло в среднем до 27,9±0,6 секунд по

сравнению с фоновыми показателями. В конце циклового обучения оно составляло  $30,0 \pm 0,9$  секунд.

Таблица 42

**Параметры функционального состояния сердечно-сосудистой системы студентов группы наблюдения ( $M \pm m$ )**

| Показатели       | n  | Практическое занятие |                   |                  | Цикл            |                 |                 |
|------------------|----|----------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                  |    | 8:30                 | 10:30             | 12:30            | начало          | начало          | начало          |
| ЧСС, уд.в минуту | 38 | $83,2 \pm 1,1$       | $70,8 \pm 0,7^*$  | $72,9 \pm 0,8^*$ | $74,6 \pm 1,0$  | $75,8 \pm 0,9$  | $76,6 \pm 1,2$  |
| САД, мм.рт.ст.   | 38 | $112,1 \pm 1,0$      | $107,2 \pm 1,1^*$ | $110,3 \pm 1,2$  | $110,3 \pm 1,4$ | $109,5 \pm 0,9$ | $110,3 \pm 1,2$ |
| ДАД, мм.рт.ст.   | 38 | $72,1 \pm 0,6$       | $71,9 \pm 0,7$    | $72,2 \pm 0,8$   | $72,5 \pm 0,8$  | $71,6 \pm 0,6$  | $72,7 \pm 0,8$  |

*Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям*

При исследовании состояния сердечно-сосудистой системы студентов было выявлено достоверное снижение частоты сердечных сокращений. В начале практических занятий она составляла  $83,25 \pm 1,1$ , в середине –  $70,8 \pm 0,7$  и к окончанию –  $72,9 \pm 0,8$  ударов в минуту (Таблица 42). При этом в динамике цикла достоверных изменений не наблюдалось. Уровень систолического артериального давления к середине практических занятий достоверно снижался с  $112,1 \pm 1,06$  (фон) до  $107,2 \pm 1,1$  мм.рт.ст. (10:30) и до  $110,3 \pm 1,2$  мм.рт.ст. (12:30). Выраженных изменений параметров САД в течение цикла не выявлено. В показателях диастолического артериального давления, в выбранные временные пределы, достоверных отличий не было.

Таблица 43

**Показатели состояния нервной системы у студентов группы сравнения в динамике практических занятий и цикла ( $M \pm m$ )**

| Показатель                         | n  | Практическое занятие |                 |                 | Цикл            |                 |                 |
|------------------------------------|----|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                    |    | 8:30                 | 10:30           | 12:30           | начало          | середина        | конец           |
| Проба Анфимова: кол-во знаков (ИВ) | 38 | $219,4 \pm 3,3$      | $225,1 \pm 3,8$ | $227,4 \pm 4,4$ | $228,9 \pm 4,8$ | $234,5 \pm 3,7$ | $238,4 \pm 4,2$ |
| количество ошибок (ПВ)             | 38 | $1,5 \pm 0,3$        | $1,8 \pm 0,2$   | $1,7 \pm 0,1$   | $1,7 \pm 0,3$   | $1,9 \pm 0,1$   | $1,5 \pm 0,2$   |



|                             |    |          |          |           |          |          |           |
|-----------------------------|----|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| Тест «САН»:<br>самочувствие | 38 | 5,1±0,09 | 4,8±0,12 | 4,7±0,10* | 5,1±0,10 | 4,9±0,11 | 4,6±0,09* |
| активность                  |    | 4,8±0,09 | 4,6±0,10 | 4,4±0,12* | 4,9±0,10 | 4,7±0,12 | 4,5±0,10* |
| настроение                  |    | 5,1±0,10 | 5,0±0,10 | 4,8±0,11* | 4,9±0,11 | 4,8±0,11 | 4,7±0,11* |

Примечание: \* - разница достоверна по отношению к начальным показателям

При оценке функционального состояния центральной нервной системы у студентов группы сравнения, проходивших обучение в обычной аудитории, установлено, что показатели интенсивности внимания в динамике занятия и цикла увеличивались незначительно (Таблица 43). Показатель внимания оставался стабильно высоким (максимальные величины - 1,8±0,2 ошибок – 10:30; 1,9±0,1 ошибок – середина цикла), определяя качество выполнения теста как неудовлетворительное, а также указывая на снижение работоспособности студентов в середине занятия и цикла.

При изучении данных теста «САН» у обучающихся группы сравнения регистрировалась статистически достоверная отрицательная динамика всех показателей в период занятий и цикла, свидетельствуя о развитии процесса утомления ( $p < 0,05$ ).

Таблица 44

**Показатели дыхательной и сердечно-сосудистой систем студентов  
в обычной аудитории (M±m)**

| Показатели                         | Практическое занятие |           |           | Цикл      |           |           |
|------------------------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                    | 8:30                 | 10:30     | 12:30     | начало    | середина  | конец     |
| <b>Дыхательная система</b>         |                      |           |           |           |           |           |
| ЧДД, в минуту                      | 16,0±0,3             | 16,1±0,3  | 16,7±0,2  | 16,2±0,4  | 16,7±0,3  | 16,6±0,3  |
| Проба Генча, сек.                  | 26,9±0,7             | 27,4±0,8  | 27,0±0,6  | 25,9±0,9  | 26,2±0,7  | 26,9±0,8  |
| Проба Штанге, сек.                 | 33,2±1,4             | 30,4±1,3  | 30,2±1,2  | 35,2±1,7  | 36,6±1,6  | 34,5±1,3  |
| <b>Сердечно-сосудистая система</b> |                      |           |           |           |           |           |
| ЧСС, уд.в минуту                   | 76,7±1,0             | 73,8±1,1  | 74,9±1,3  | 75,5±1,1  | 76,3±1,1  | 77,6±1,2  |
| САД, мм.рт.ст.                     | 115,3±0,9            | 119,8±1,2 | 113,2±1,2 | 119,9±0,7 | 115,3±0,8 | 116,7±1,1 |
| ДАД, мм.рт.ст.                     | 73,4±0,8             | 74,6±0,7  | 71,9±0,7  | 71,4±0,8  | 73,7±0,7  | 74,1±0,6  |

Значимых различий в средних показателях функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем в динамике практических занятий и цикла у студентов группы сравнения не выявлено ( $p > 0,05$ ), что свидетельствует об отсутствии рассогласования в работе симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (Таблица 44).

Кроме того, была проанализирована успеваемость студентов за один год. Выявлено, что у обучающихся группы наблюдения средний балл по журналу практических занятий составил в начале цикла 4,1 балла, а к окончанию вырос на 0,2 балла. В группе сравнения его значения остались на одном уровне (3,88 балла соответственно), тем самым подтверждая перспективность применения сильвинитовой аудитории для совершенствования условий обучения студентов в учреждениях высшего образования.

Таким образом, проведенные исследования показали, что при работе приточной вентиляции в сильвинитовой учебной аудитории формировался комфортный микроклимат, создавались специфические условия обучения за счет дополнительного насыщения воздуха биполярными аэроионами и соляным аэрозолем, нормализации содержания в воздухе аудитории кислорода и диоксида углерода, что приводило к улучшению умственной работоспособности, психоэмоционального статуса и нормализации функционального состояния основных систем организма студентов группы наблюдения.

У студентов, проходивших обучение в обычной аудитории, несмотря на применение механической приточной вентиляции, позволяющей обеспечить оптимальные гигиенические условия, отмечалось снижение показателей, характеризующих эмоциональное и физическое состояние, как в течение практических занятий, так и цикла, что отражалось на уровне их работоспособности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Студенты относятся к группе повышенного риска вследствие интенсивной, длительной умственно-эмоциональной нагрузки на центральную нервную систему. По степени напряженности учебный процесс студента относится к категории напряженного (класс условий труда – 3.1 (напряженный труд 1 степени) [135]. Это обусловлено большой информационно-операционной перегрузкой, адаптацией к меняющимся формам и методам преподавания, систематическим умственным трудом, в течение которого значительная часть времени проходит в образовательном учреждении [146]. Особенно активно при данном роде деятельности происходит функционирование физиологических механизмов, осуществляющих процессы мышления и запоминания.

На сегодняшний день практическая работа по сохранению, поддержанию физического и психического здоровья студентов, их интеллектуальной активности высокой продуктивности является одной из приоритетных обязанностей всей системы высшей школы и профессорско-преподавательского состава образовательных учреждений [130, 175, 218]. Это направление сформировалось как гигиена учебного труда студента, включающее в себя психогигиену его познавательной деятельности и различные меры защиты здоровья от неблагоприятных воздействий окружающей и социальной сред, способствующих получению профессионального образования, к которым относят: санитарно-гигиенические, педагогические, медицинские средства, физическая культура и спорт, музыка и музыкальные паузы [45, 47, 56, 58, 132, 221, 235].

Одним из санитарно-гигиенических методов, позволяющим стабилизировать параметры внутренней среды помещений, способствующим улучшению функций центральной нервной системы человека, считается использование природных свойств калийных солей.

Цель настоящего исследования заключалась в обосновании способа повышения работоспособности студентов путем создания благоприятных гигиенических условий обучения.

Для достижения поставленной цели были проведены комплексные исследования гигиенических факторов аудитории, оборудованной устройствами из сильвинита; изучены функциональное состояние основных систем организма студентов, их работоспособность в динамике практических занятий; гигиенически обоснована возможность использования соляной аудитории в учебном процессе для профилактики снижения умственной работоспособности студентов; разработаны санитарно-гигиенические режимы эксплуатации сильвинитовой учебной аудитории для обеспечения оптимальных условий образовательного процесса.

Программа исследования включала ряд последовательных этапов. На первом этапе изучались фоновые гигиенические параметры внутренней среды сильвинитовой и обычной аудиторий, в отсутствие студентов.

На втором этапе проводились измерения гигиенических факторов сильвинитовой аудитории в процессе практических занятий, а также физиологические исследования студентов при обучении их в аудитории, оборудованной экранами из минерала сильвинита, с площадью соляной поверхности  $5 \text{ м}^2$ .

На третьем этапе – параметры, описанные во втором этапе, исследовались в сильвинитовой аудитории, но при увеличении площади сильвинитовых экранов до  $9,1 \text{ м}^2$ .

На четвертом этапе - гигиенические и физиологические исследования выполнялись в сильвинитовой аудитории при разработанных режимах функционирования приточной системы вентиляции.

Объектами гигиенического исследования были выбраны:

- 1) сильвинитовая учебная аудитория с разной площадью соляных экранов ( $5 \text{ м}^2$  и  $9 \text{ м}^2$ );

2) обычная учебная комната полностью идентична по площади и объему сильвинитовой и оборудована механической приточной системой вентиляции.

Для оценки гигиенических условий внутренней среды обеих аудиторий изучали фоновые показатели факторов в отсутствие студентов, а также их динамику в процессе практических занятий. Измеряли: микроклиматические параметры, радиационный фон, аэроионизационный и аэрозольный состав воздушной среды, рассчитывали коэффициент униполярности.

Принцип функционирования сильвинитовой аудитории заключается в том, что в учебную аудиторию через специально оборудованную фрамугу поступает наружный атмосферный воздух, затем с помощью побудителя движения воздуха он направляется в соляные фильтры через воздухопроводы. Воздух, прошедший через соляной фильтр, направляется на поверхность соляного экрана через патрубки. В результате в зону дыхания учащихся поступает воздух, насыщенный легкими, электрически заряженными аэроионами и частицами соли, который смешивается с воздухом аудитории, ионизированным за счет радиоактивного излучения сильвинитовых поверхностей и естественных процессов, связанных с диффузионным и динамическим отрывом легких заряженных соляных частиц с поверхностей экранов под воздействием потока воздуха.

При оценке фоновых гигиенических показателей внутренней среды сильвинитовой аудитории выявлено повышение температуры воздуха в динамике утренних часов на  $1,4^{\circ}\text{C}$ , а также температуры поверхностей стен без соляных экранов на  $1,2^{\circ}\text{C}$ . Относительная влажность и скорость движения воздуха существенно не изменялись. Исследования микроклимата в теплый и холодный периоды года не показали достоверных различий, за исключением относительной влажности воздуха, которая в теплый период года была выше, чем в холодный на 4,3%. Микроклимат в сильвинитовой аудитории в различные сезоны года незначительно изменялся и соответствовал оптимальным значениям, что способствовало формированию благоприятной внутренней среды для помещений 2 категории, в которой студенты заняты учебой.

Естественная радиоактивность в исследуемой аудитории формировалась благодаря наличию в структуре минерала сильвинита радиоактивного изотопа калий 40 ( $K^{40}$ ), являющегося источником гамма и бета-излучений. Так, с 8:30 до 10:30 утра радиационный фон не опускался ниже  $0,16 \pm 0,002$  мкЗв/ч, к 12:30 его уровень был  $0,15 \pm 0,002$  мкЗв/ч, оставаясь в пределах норм радиационной безопасности. Под влиянием ионизирующего излучения нейтральные молекулы воздуха приобретали электрический заряд, превращаясь в аэроионы кислорода, которые в концентрации более  $400$  ион/см<sup>3</sup> способны положительно влиять на функции внешнего дыхания, оказывать стимулирующее воздействие на психические процессы, улучшать кровоснабжение внутренних органов, нормализовать обменные механизмы в организме.

Оценка аэроионизационной обстановки выявила зависимость концентрации легких отрицательных аэроионов от уровня радиационного фона. Наибольшая концентрация легких отрицательных аэроионов отмечалась в 8:30 ( $805,8 \pm 31,5$  ион/см<sup>3</sup>), через два часа уменьшаясь до  $610,2 \pm 33,6$  ион/см<sup>3</sup> и далее до  $554,2 \pm 25,5$  ион/см<sup>3</sup> ( $p < 0,05$ ). Количество положительных аэроионов к середине занятий незначительно снижалось, увеличиваясь к 12:30 относительно фонового уровня на  $86,3$  ион/см<sup>3</sup>, что вероятно обусловлено повышением концентрации диоксида углерода в воздухе учебной аудитории.

В ходе исследований аэроионного состава воздуха сильвинитовой аудитории также была выявлена зависимость его показателей от периода года. Максимальный уровень легких отрицательных аэроионов отмечался в теплый период, что согласовывалось с литературными данными [75]. Минимальные значения отрицательных аэроионов регистрировались в холодный период года. Коэффициент униполярности во все периоды года был менее единицы, свидетельствуя о благоприятном состоянии внутренней среды аудитории, оборудованной сильвинитовыми устройствами.

Одним из основных факторов определяющим терапевтическое и профилактическое воздействия на организм человека во время сильвинитотерапии является мелкодисперсный соляной аэрозоль, в состав

которого входят хлориды калия, натрия, магния. Содержание его в воздухе аудитории в начале измерений составляло  $0,21 \pm 0,02$  мг/м<sup>3</sup>, снижаясь к 12:30 до  $0,17 \pm 0,02$  мг/м<sup>3</sup>. При этом, концентрация соляных частиц в воздухе аудитории не зависела от периода года и составляла в среднем  $0,19 \pm 0,02$  мг/м<sup>3</sup>.

Сравнительная гигиеническая оценка параметров внутренней среды сильвинитовой и обычной аудиторий показала, наличие статистически значимых различий между показателями микроклимата. Установлено, что в сильвинитовой аудитории температура воздуха, в течение утренних часов, была ниже, чем в обычной аудитории ( $p < 0,05$ ). Относительная влажность воздуха была достоверно выше в сильвинитовой аудитории. Перепад между температурой воздуха по вертикали и температурой ограждающих поверхностей в обеих аудиториях находился в пределах  $3^{\circ}\text{C}$ . Вместе с тем, анализируемые микроклиматические параметры сильвинитовой аудитории соответствовали оптимальным значениям, обеспечивая условия теплового комфорта, в отличие от фоновых показателей обычной аудитории, которые не являлись оптимальными, но и не выходили за пределы допустимых значений, также формируя благоприятную микроклиматическую среду.

Различия в показателях исходных температур воздуха аудиторий можно объяснить особенностями физических свойств минерала сильвинита, участвующего в процессах массообмена, а также обладающего высокой теплоемкостью и теплопроводностью [205].

Состояние воздушной среды обычной аудитории, в сравнении с сильвинитовой, характеризовалось более низким уровнем радиационного фона ( $0,11-0,13$  мкЗв/ч). Аэроионизация воздуха в сильвинитовой аудитории была достоверно выше, чем в обычной. Концентрация легких аэроионов с положительным знаком увеличивалась к концу занятий в обеих аудиториях. Коэффициент униполярности в сильвинитовой аудитории не превышал единицу, в отличие от обычной, где его значение составляло от 1,3 до 1,9, свидетельствуя об ухудшении гигиенических условий.

Таким образом, в сильвинитовой учебной аудитории поддерживаются стабильные микроклиматические условия, создаются оптимальные аэроионизационная и аэрозольная среды.

Гигиенические исследования, проведенные во время цикловых занятий в сильвинитовой аудитории, на втором этапе не выявили значительных различий в показателях микроклимата. Оптимальные микроклиматические условия поддерживались не зависимо от продолжительности занятий и периода года.

Радиационный фон, как в теплый, так и холодный периоды года имел несколько повышенные значения в начале занятий ( $p < 0,05$ ). Это способствовало стимулированию процессов аэроионизации. Концентрация легких отрицательных аэроионов достигала максимального уровня в начале занятий, несколько снижаясь к его окончанию. При проведении корреляционного анализа выявлено, что уровень радиационного фона имеет прямую сильную связь с концентрацией легких отрицательных аэроионов ( $r = 0,8$ ;  $p < 0,05$ ). Это согласуется с данными о влиянии на ионизацию воздушной среды радиоактивного элемента  $K^{40}$ , содержавшегося в природных калийных солях [20]. Уровень легких положительных аэроионов в оба периода года к середине занятия уменьшался, однако к его концу он увеличивался, при этом оставаясь ниже исходных значений ( $p < 0,05$ ).

В течение года отмечалась тенденция к снижению концентрации мелкодисперсного соляного аэрозоля в воздухе сильвинитовой аудитории от начала к концу занятий ( $p > 0,05$ ).

Сравнительная характеристика гигиенических факторов сильвинитовой аудитории с обычной во время цикловых занятий, показала, что начальная температура воздуха в аудитории без соляных экранов не была оптимальной, но соответствовала допустимому уровню и имела более высокие значения в отличие от аудитории, оборудованной соляными экранами по показателям, полученным в середине и конце занятий ( $p < 0,05$ ). Относительная влажность и скорость движения воздуха в течение занятия в обеих аудиториях практически не изменялись.



Радиационный фон в обеих аудиториях снижался к концу занятий, однако в сильвинитовой - его уровень был достоверно выше, чем в обычной. Аналогичные изменения выявлены в показателях аэроионизации воздуха. Наибольшее содержание легких отрицательных аэроионов в исследуемых аудиториях отмечалось в начале практических занятий. При этом их средняя концентрация в воздухе обычной аудитории при всех замерах была на уровне начальных значений. Концентрация легких положительных аэроионов увеличивалась к концу занятий ( $p < 0,05$ ). Коэффициент униполярности в динамике цикловых практических занятий в обычной аудитории превышал единицу, свидетельствуя о неудовлетворительной аэроионизационной среде.

На третьем этапе исследований, который включал гигиенические измерения факторов внутренней среды в учебной аудитории, оборудованной устройствами из минерала сильвинита, с площадью соляной поверхности  $9,1 \text{ м}^2$ , анализ микроклимата показал, что все его параметры обеспечивали условия температурного комфорта в течение практических занятий как в теплый, так и холодный периоды года.

Естественная радиоактивность в аудитории не превышала норм радиационной безопасности. Радиационный фон на протяжении всех занятий был в пределах  $0,18\text{-}0,17 \text{ мкЗв/час}$ . В динамике холодного периода года уровень радиационного фона уменьшался к окончанию занятия на  $0,02 \text{ мкЗв/час}$ , но не влиял на концентрацию аэроионов в воздухе.

Благоприятная аэроионизационная обстановка в аудитории формировалась за счет оптимального соотношения легких отрицательных и положительных аэроионов, уровень которых к концу занятий снижался ( $p < 0,05$ ). В течение года наибольшая концентрация легких ионов с отрицательным знаком отмечалась в теплый период, минимальные их значения регистрировались в холодный, что соотносилось с низкими показателями радиационного фона.

Средний уровень легких положительных аэроионов в холодный период года был незначительно меньше, чем в теплый ( $p > 0,05$ ). Коэффициент униполярности при всех замерах был менее единицы.

Концентрация соляного аэрозоля оставалась без изменений в динамике практических занятий.

При гигиеническом сравнении факторов внутренней среды сильвинитовой и обычной аудиторий выявлено, что температура воздуха обеих аудиторий в течение занятий обеспечивала условия температурного комфорта для помещений 2 категории, где люди заняты умственным трудом. В тоже время температура воздуха в сильвинитовой аудитории была достоверно ниже, чем в обычной аудитории при всех измерениях. Показатели относительной влажности и скорости движения воздуха в аудиториях значимо не отличались.

Радиационный фон и среднее количество легких отрицательных аэроионов в аудитории, оборудованной соляными устройствами, были статистически достоверно выше, чем в аудитории без них ( $p < 0,05$ ). Коэффициент униполярности равнялся  $0,56 \pm 0,05$  и  $1,6 \pm 0,05$  соответственно в аудитории с экранами и в обычной.

Гигиенические исследования, проведенные в сильвинитовой учебной аудитории с площадью сильвинитовой поверхности  $5\text{ м}^2$  и  $9,1\text{ м}^2$ , показали, что средние значения микроклиматических показателей не имели статистически достоверных различий. Формированию и поддержанию оптимального микроклимата в сильвинитовой аудитории способствовали специфические процессы массообмена и хемосорбции, происходящие в соляной породе. Уровень радиационного фона был стабильным.

Анализ электрической составляющей внутриаудиторной среды, установил, что концентрация легких отрицательных аэроионов была достоверно выше на втором этапе исследований, что связано с увеличением площади соляной поверхности. В тоже время, их уровень находился в пределах терапевтически значимых показателей и на первом этапе исследований. Достоверных различий по содержанию положительных аэроионов не выявлено. Коэффициент униполярности был ниже единицы, характеризуя аэроионизационную обстановку как благоприятную. Концентрация соляного аэрозоля находилась на постоянном уровне.

Таким образом, данные гигиенических исследований, показали, что в сильвинитовых учебных аудиториях формируются специфические условия за счет радиационного фона, аэроионизационного состава воздуха, мелкодисперсного соляного аэрозоля минерала сильвинита и оптимального микроклимата.

Увеличение площади сильвинитовой поверхности, позволит оптимизировать условия обучения студентов, являющиеся одним из значимых факторов, оказывающих непосредственное влияние на функциональное состояние основных систем организма студентов, а также их умственную работоспособность во время проведения цикловых практических занятий в учебном учреждении.

В физиологических исследованиях приняло участие 177 студентов старших курсов. Средний возраст составил  $23,1 \pm 0,2$  год. Все студенты проходили цикл обучения по дисциплине «Гигиена труда» продолжительностью 18 дней. Каждое практическое занятие - 5 академических часов. Группу наблюдения составили 105 студентов, из них на 2-м этапе исследований приняло участие 32 человека, на 3-м - 35 студентов, которые занимались в сильвинитовой аудитории; в группу сравнения вошли 34 студента, проходивших обучение в обычной учебной комнате. На четвертом этапе исследований были сформированы еще две группы студентов: наблюдения (38 студентов) и сравнения (38 студентов), которые проходили обучение в сильвинитовой и обычной аудиториях соответственно, при разработанных режимах работы системы приточной вентиляции. Все обследуемые подписали формы добровольного информированного согласия на проведение физиологических и психологических исследований. Оценивалось функциональное состояние центральной нервной, дыхательной, сердечно-сосудистой систем организма студентов обеих групп.

По результатам анкетирования студентов установлено, что общее состояние их здоровья неудовлетворительное. Хронические заболевания имеют 47% обучающихся, среди которых ведущее место занимают заболевания желудочно-кишечного тракта (25%), на втором месте - болезни дыхательной системы (13%),

третьем - миопия, ВСД, анемия (9%). Кроме того, выявлены нарушения режима труда и отдыха - работа в ночные часы (19% опрошенных), продолжительность сна менее 8 часов в сутки. При этом качество питания и условия проживания соответствовали среднему уровню.

Оценка состояния высшей нервной деятельности студентов, проходивших обучение в аудитории, оборудованной сивинитовыми устройствами общей площадью 5 м<sup>2</sup> (второй этап исследований, группа наблюдения 1), показала, что уже к середине и далее к окончанию практических занятий, а также цикла, происходило достоверное возрастание числа просмотренных знаков, с положительной тенденцией снижения количества ошибок. Анализ субъективного статуса обследуемых по данным теста «САН» показал, что «самочувствие» и «активность» от начала к концу занятий возрастали, а параметры категории «настроение» находились на стабильно высоком уровне в течение всего занятия. В динамике цикла параметры теста не имели статистически значимых колебаний и соответствовали уровню «хорошее самочувствие, настроение и средняя активность». Личностная и ситуативная тревожность студентов соответствовала средним величинам. Установлено однонаправленное снижение показателей депрессии у студентов, как к концу практических занятий, так и цикла ( $p > 0,05$ ). При этом все средние значения теста находились в пределах нормы.

Изучение показателей корректурной пробы Анфимова студентов, обучающихся в сивинитовой аудитории с общей площадью сивинитовых экранов 9,1 м<sup>2</sup> (третий этап исследований, группа наблюдения 2), выявило возрастание числа просмотренных знаков и точности выполнения теста, по сравнению с исходными данными, о чем свидетельствовало снижение показателя внимания, как к концу практических занятий, так и цикла ( $p < 0,05$ ). Результаты оценки состояния высшей нервной деятельности у студентов показали, что все параметры теста «САН» на протяжении практических занятий находились на стабильно высоком уровне. В динамике цикла, отмечено снижение уровня исследуемых критериев, однако без статистически значимых различий. Разность между средними показателями самочувствия и настроения не превышала 0,6

баллов – указывая на сохранение работоспособности студентов в течение всего цикла. Анализ состояния психического здоровья студентов в течение практических занятий и цикла по тесту Спилбергера-Ханина, выявил наличие умеренного уровня ситуативной и личностной тревожности. К окончанию цикла показатели личностной тревожности достоверно снижались. Результаты опросника CES-D не выходили за пределы нормы.

Сравнительная оценка результатов состояния центральной нервной системы, психоэмоционального статуса студентов групп наблюдения 1, 2 и сравнения, полученных на втором и третьем этапах исследования, показала, что у студентов, проходивших обучение в сильвинитовой аудитории, наблюдался высокий уровень умственной работоспособности при сохранении качества выполняемой работы, о чем свидетельствовали данные показателя внимания. В группе сравнения отмечалась аналогичная положительная направленность изменений ИВ, однако, с меньшей степенью выраженности и одновременным снижением ПВ. Выявлено достоверное отличие аналогичных показателей у студентов групп наблюдения и сравнения ( $p < 0,05$ ). При изучении данных субъективной оценки состояния центральной нервной системы обследуемых, в течение практических занятий и цикла, выявлено, что у студентов групп наблюдения отмечался стабильно высокий уровень исследуемых критериев, в то время как у студентов группы сравнения регистрировалась статистически достоверная отрицательная динамика по всем трем категориям ( $p < 0,05$ ). Оценка психоэмоциональной сферы студентов не показала статистически значимых различий в группах наблюдения 1, 2 и сравнения по показателям, характеризующим уровни ситуативной, личностной тревожности и депрессии.

В ходе физиологических исследований функционального состояния кардиореспираторной системы студентов групп наблюдения и сравнения, на втором и третьем этапах исследований, установлено, что частота дыхательных движений в течение практических занятий существенно не изменялась. Выявлен рост показателей, отражающих реакцию организма на смешанную гиперкапнию и гипоксию по данным проб с задержкой дыхания на вдохе и выдохе у студентов

обеих групп наблюдения, указывающий на положительное профилактическое воздействие специфических факторов среды сильвинитовой аудитории на органы дыхания от начала к концу занятий ( $p < 0,05$ ). В то время как у студентов группы сравнения оценка исследуемых показателей не показала значимых различий, как в течение занятий, так и цикла, однако имелась тенденция к их снижению.

Улучшение функционального состояния органов дыхания приводило к положительным изменениям гемодинамических показателей у студентов группы наблюдения. Анализ деятельности сердечно-сосудистой системы студентов, проходивших обучение в сильвинитовой аудитории, выявил снижение частоты сердечных сокращений к концу практических занятий, по сравнению с фоновыми значениями, как на втором, так и третьем этапах исследования ( $p < 0,05$ ). Урежение пульса свидетельствовало о нормальной приспособительной реакции организма студентов и способствовало снижению энергетических затрат сердца.

По результатам исследования сердечно-сосудистой системы студентов группы наблюдения 2 отмечено незначительное увеличение ЧСС к окончанию цикла обучения по отношению к исходным показателям, однако она оставалась в пределах физиологической нормы для здоровых нетренированных людей. В группе наблюдения 1 ЧСС значительно не изменялась. Данные частоты пульса у студентов группы сравнения указывали на его урежение к концу занятий, но с тенденцией к возрастанию к окончанию цикла.

У студентов обследуемых групп САД и ДАД оставались на стабильном уровне, что способствовало обеспечению достаточного кровотока, нормализации обменных процессов в тканях, а также профилактике гипоксии у обучающихся.

Показатели пульсового давления у студентов всех групп снижались к концу занятий и цикла, оставаясь при этом в пределах физиологических значений и указывая на нормализацию сердечной деятельности.

Тонус вегетативной нервной системы, а также степень его влияния на сердечно-сосудистую систему студентов оценивались по величине вегетативного индекса Кердо. Было выявлено преобладание симпатической составляющей ВНС в течение практических занятий и цикла. Симпатико-парасимпатическое влияние

отклонялось в сторону парасимпатического отдела в 49% случаев, но оставалось в пределах нормы. Динамика показателей в область ваготонии приводила к повышению адаптационных возможностей и улучшению функционального состояния организма студентов при обучении в сильвинитовой аудитории, что подтверждалось показателями функционального состояния сердечно-сосудистой системы, свидетельствующими об экономизации ее деятельности.

Таким образом, создание специфических гигиенических условий внутренней среды в сильвинитовой аудитории, а также воздействие ее гигиенических факторов на функциональное состояние основных систем организма и работоспособность студентов группы наблюдения, позволило оптимизировать их деятельность, за счет активизации и стабилизации умственной работоспособности, соответствующей возможностям студентов и требованиям образовательного процесса, а также отсрочке процессов утомления к концу цикловых практических занятий.

Проведенные гигиенические исследования выявили колебания факторов внутренней среды обеих аудиторий, как при обучении студентов, так и в их отсутствие. Поддержание оптимальных параметров внутренней воздушной среды в обычной и сильвинитовой аудиториях обеспечивала приточная вентиляция с механическим побуждением.

Расчетная производительность одной вентиляционной системы -  $103,4\text{ м}^3/\text{ч}$ , обеспечивающая скорость воздушного потока  $2,16\text{ м/с}$  и кратность воздухообмена по притоку – 3 раза/час. Кроме того объем воздуха, приходящийся на одного человека, составлял  $11,7\text{ м}^3$ , позволяя одновременно находится в аудитории пяти людям, включая преподавателя.

Для установления режимов работы вентиляции фоновые замеры параметров внутренней среды обеих аудиторий проводили в течение академического часа (45 минут) – на 15-й, 25-й, 35-й и 45-й минутах. При этом студенты находились в аудитории, проветривание и включение механической приточной вентиляции в этот период не проводилось.

В обычной аудитории в динамике 45 минут занятия происходило снижение количества аэроионов, выход микроклиматических параметров за пределы допустимых значений, повышение концентрации диоксида углерода и снижение кислорода, что определяло необходимость проветривания аудитории через каждые 45 минут практического занятия с целью поддержания благоприятных условий обучения. Доказано, что оптимальным временем работы вентиляции является 10 минут. За это время происходило достоверное снижение концентрации диоксида углерода и насыщение воздуха кислородом до уровней соответствующих гигиеническим требованиям, а также нормализация микроклимата и аэроионизации воздуха.

В сильвинитовой аудитории изменения в соотношении биполярных аэроионов, микроклиматических параметрах, содержании химических веществ происходили на 45 минуте от начала практического занятия, что предопределило необходимость использования приточной вентиляционной системы сразу после окончания академического часа.

При определении времени работы механической приточной вентиляции в сильвинитовой аудитории критериями оценки были выбраны аэроионная среда и содержание в воздухе диоксида углерода и кислорода. Исследования проводили через 5, 10 и 15 минут после ее включения. Проведенные замеры показали, что десять минут являются оптимальным временем работы приточной вентиляции. Включение вентиляции необходимо проводить после каждого академического часа (в отсутствие студентов в аудитории), а также между практическими занятиями в аудитории. Проветривание в течение этого времени приводило к восстановлению природных факторов минерала сильвинита, создавая благоприятную окружающую обстановку в сильвинитовой аудитории за счет обеспечения комфортного температурно-влажностного режима, оптимального уровня аэроионизации и нормализации содержания химических веществ в воздухе аудитории для учебной деятельности студентов.

С целью обоснования режимов функционирования механической вентиляции в динамике практических занятий и цикла были проанализированы



данные успеваемости обучающихся, а также проведены физиологические исследования основных систем организма студентов, проходивших обучение в сильвинитовой и обычной аудиториях.

Выполненные физиологические исследования позволили подтвердить правильность выбора режимов работы вентиляции, способствующих положительному влиянию условий внутренней среды на работоспособность и функциональное состояние нервной, дыхательной и сердечно-сосудистой систем организма студентов. У обучающихся группы наблюдения, в отличие от группы сравнения, происходило улучшение умственной работоспособности, психоэмоционального статуса, нормализация функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем организма, за счет создания оптимальных микроклиматических условий, дополнительного насыщения воздуха сильвинитовой аудитории биполярными аэроионами и соляным аэрозолем.

У студентов, проходивших обучение в обычной аудитории, несмотря на применение оптимальных режимов работы механической приточной вентиляции, позволяющих обеспечить благоприятные микроклиматические условия и химический состав воздуха, отмечалось снижение показателей, характеризующих эмоциональное и физическое состояние, как в течение практических занятий, так и цикла, что отражалось на уровне их работоспособности.

При анализе успеваемости студентов в динамике цикла установлено, что у студентов группы наблюдения средний балл успеваемости составил в начале цикла 4,1 балла, а к окончанию вырос на 0,2 балла. В группе сравнения его значения остались на исходном уровне (3,88 балла соответственно), тем самым подтверждая возможность использования сильвинитовой аудитории в учебном процессе для профилактики снижения умственной работоспособности студентов высшего и среднего образования.

## ВЫВОДЫ

1. Гигиеническими исследованиями установлено, что в сильвинитовой учебной аудитории формируются специфические условия внутренней среды за счет радиационного фона ( $0,17 \pm 0,002$  мкЗв/ч), благоприятного соотношения биполярных аэроионов (ЛОА -  $546,4 \pm 20,0$  ион/см<sup>3</sup>; ЛПА -  $366,7 \pm 22,8$  ион/см<sup>3</sup>), наличия в воздухе мелкодисперсного аэрозоля природного минерала сильвинита ( $0,19-0,20$  мг/м<sup>3</sup>), которые сохраняются на оптимальном уровне в течение практических занятий и не зависят от периода года.

2. Комплекс физических факторов сильвинитовой учебной аудитории способствует улучшению и стабилизации функционального состояния дыхательной, сердечно-сосудистой систем студентов групп наблюдения в динамике 18-дневных циклов практических занятий. В течение практических занятий и цикла наблюдается достоверный рост показателей проб Штанге и Генча в группах наблюдения. Частота сердечных сокращений за время практических занятий снижалась в обеих группах наблюдения (на 9,5 сек. и 11,2 сек.) по сравнению с исходными данными ( $p < 0,05$ ).

3. Доказано, что применение сильвинитовой аудитории в учебном процессе способствовало поддержанию умственной работоспособности студентов обеих групп наблюдения на уровне соответствующем функциональным возможностям их организма и потребностям образовательной системы. Оптимизация работоспособности у студентов 2-й группы наблюдения (увеличение интенсивности внимания, улучшение показателя внимания) была обусловлена увеличением площади соляной поверхности на 1 обучающегося до  $2,3$  м<sup>2</sup>. Динамика показателей функционального состояния нервной системы у студентов, проходивших обучение в обычной аудитории, указывала на появление признаков утомления.

4. Разработанные и научно обоснованные санитарно-гигиенические режимы применения механической приточной вентиляции в сильвинитовой

учебной аудитории способствовали оптимизации условий учебной деятельности студентов за счет быстрого восстановления факторов ее внутренней среды, насыщения воздуха аэроионами, кислородом и снижения концентрации диоксида углерода, приводя к улучшению умственной работоспособности, психоэмоционального статуса и повышению успеваемости студентов.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

### 1. Организационные мероприятия

Предложенный способ повышения работоспособности студентов, доказавший свою эффективность, может использоваться в высших и средних образовательных учреждениях во время проведения учебного процесса, в частности в период проведения 18-ти ежедневных пятичасовых цикловых практических занятий, семинаров и др. (патент РФ, № 2492879; 2012).

### 2. Технологические мероприятия

2.1. Размеры аудитории, которая будет оборудована экранами из сильвинита с общей площадью сильвинитовой поверхности до  $9,1 \text{ м}^2$ , должны быть в пределах  $23,6 \text{ м}^2$ ;  $69,85 \text{ м}^3$ .

2.2. Сильвинитовая аудитория должна быть оборудована двумя экранами из минерала сильвинита (площадь каждого не менее  $1,97 \text{ м}^2$ ) и системой механической вентиляции. Вентиляционная установка должна обеспечивать принудительное продвижение атмосферного воздуха по воздуховодам и далее через фильтр-насытитель, заполненный деревянными пластинами с наклеенными на них осколками сильвинита, с направленной подачей воздуха на соляные экраны (патент РФ, № 2462218; 2011).

2.3. Установить радиаторы отопления с регулировкой температуры воды.

### 3. Санитарно-гигиенические мероприятия

3.1. Для оптимизации условий внутренней среды сильвинитовой аудитории и восстановления природных свойств минерала сильвинита необходимо применять механическую вентиляцию с кратностью воздухообмена по притоку не менее 3 раз/час, с предварительным пропусканием воздуха через фильтр-насытитель. Оптимальным временем работы приточной вентиляции, с гигиенической точки зрения, считать 10 минут. Включение вентиляции необходимо проводить после каждого академического часа (в отсутствие студентов в аудитории), а также между практическими занятиями в аудитории.

3.2. Необходимым временем работы механической вентиляции в обычной аудитории считать 10 минут, проветривание необходимо проводить после каждых 45 минут занятия и в отсутствие студентов в аудитории. Продолжительность работы естественной вентиляции определять в зависимости от периода года (СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях», с изменениями от 24 ноября 2015г.).

#### **4. Медико-профилактические мероприятия**

Проводить со студентами санитарно-просветительную работу по вопросам организации самостоятельной работы по подготовке к учебным занятиям, здорового образа жизни, профилактике заболеваний инфекционной и неинфекционной природы.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

|        |  |
|--------|--|
| ФГБОУ  | федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение |
| ВО     | высшее образование   |
| ПГМУ   | пермский государственный медицинский университет                 |
| РФ     | Российская Федерация   |
| СанПиН | санитарные (санитарно-эпидемиологические) правила и нормы        |
| ЛОА    | легкие отрицательные аэроионы                                    |
| ЛПА    | легкие положительные аэроионы                                    |
| КУ     | коэффициент униполярности  |
| мкЗв   | микрозиверт  |
| ИВ     | интенсивность внимания   |
| ПВ     | показатель внимания  |
| САН    | самочувствие, активность, настроение                             |
| ЛТ     | личностная тревожность   |
| СТ     | ситуативная тревожность  |
| CES-D  | Center of Epidemiological studies of USA-Depression              |
| ЧДД    | частота дыхательных движений                                     |
| ЧСС    | частота сердечных сокращений                                     |
| САД    | систолическое артериальное давление                              |
| ДАД    | диастолическое артериальное давление                             |
| АДп    | пульсовое артериальное давление                                  |
| ИК     | индекс Кердо   |

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абазова, З.Х. Влияние кратковременной гипоксии на биоэлектрическую активность головного мозга детей, подростков и юношей / З.Х. Абазова, В.К. Кумыков // *Фундаментальные науки*. – 2014. – № 4. – С. 466–471.
2. Агаджанян, Н.А. Изучение образа жизни, состояния здоровья и успеваемости студентов при интенсификации образовательного процесса / Н.А. Агаджанян, Т.Ш. Миннибаев, А.Е. Северин, Н.В. Ермакова, Л.Ю. Кузнецова, А.А. Силаев // *Гигиена и санитария*. – 2005. – № 3. – С. 48–52.
3. Аганянц, Е.К. Физиология человека: учеб. для вузов / Е.К. Аганянц. - М.: Сов. спорт, 2005. – 335 с.: ил. – Библиогр.: С. 333–334. – ISBN 5-85009-991-3.
4. Адамчук, В.В. Эргономика: учебное пособие для вузов / В.В. Адамчук, Т.П. Варна, В.В. Воротникова; под ред. проф. В.В. Адамчука. – М.: ЮНИТИ–ДАНА, 1999. – 254 с.
5. Айрапетова, Н.С. Обоснование комплексного применения криомассажа и сильвинитовой спелеотерапии в реабилитации больных бронхиальной астмой / Н.С. Айрапетова, М.А. Рассулова, И.В. Антонович, Е.М. Стяжкина, И.В. Ксенофонтова, Н.В. Никода, Н.А. Деревнина // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. – 2011. – № 5. – С. 12–17.
6. Александрова, О. Высшее образование и структура российской экономики / О. Александрова // *Высшее образование в России*. – 2006. – № 5. – С. 27–36.
7. Алексеева, Э.А. Влияние комплексного растительного адаптогена на функциональное состояние организма студентов в период экзаменационного стресса / Э.А. Алексеева, И.К. Иванова, Л.Н. Шантанова, А.Н. Петунова // *Бюллетень Восточно–Сибирского научного центра СО РАМН*. – 2013. – № 2, 2 (90). – С. 9–12.

8. Андреев, И.В. Влияние уровня концентрации кислорода и отрицательных его ионов в учебной аудитории на умственную работоспособность и академическую успеваемость студенток / И.В. Андреев // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 3. – С. 1–4.

9. Андрейчик, И.А. Обеспечение субъективного благополучия студентов средствами педагогической эргономики / И.А. Андрейчик // Психология, социология и педагогика. – 2014. – № 4 (31). – С. 13.

10. Анохин, П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы // П.К. Анохин. – М.: Наука, 1980. – 196 с.

11. Арсентьева, М.В. Влияние уровня школьного образования на успешность обучения в вузе / М.В. Арсентьева, В.А. Никитин // Известия Тульского гос. университета. Технические науки. – 2012. – 11–2. – С. 264–269.

12. Артеменков, А.А. Изменения вегетативных функций у студентов при адаптации к умственным нагрузкам / А.А. Артеменков // Гигиена и санитария. – 2007. – № 1. – С. 62–64.

13. Артеменков, А.А. Оценка психоэмоционального состояния студентов университета / А.А. Артеменков // Гигиена и санитария. – 2013. – № 4. – С. 73–76.

14. Ахмедова, О.О. Психофизиологическое состояние студентов-первокурсников с разным уровнем двигательной активности / О.О. Ахмедова, Г.О. Овезгельдыева, А.Г. Григорьян // Физиология человека. – 2011. – Т. 37, № 5. – С. 84–90.

15. Бакланова, А.В. Поиск возможности снижения риска профзаболеваний и повышения продуктивности в процессе обучения путем применения аэроионизации / А.В. Бакланов, В.И. Гаршин, Е.В. Егорушкин // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. – 2015. – № 3 (16). – С. 92–97.

16. Балин, В.Д. Практикум по общей, экспериментальной и прикладной психологии: учебное пособие / В.Д. Балин, В.К. Гайда, В.К. Гербачевский. – 2-е изд., доп. и перераб. – СПб.: Питер, 2003. – 560 С.



17. Баранников, В.Г. Гигиенические особенности микроклимата калийных рудников Верхнекамского месторождения / В.Г. Баранников // Тезисы докладов научно-практической конференции «Актуальные вопросы гигиены труда на промышленных предприятиях». – Пермь, 1985. – С. 22–23.

18. Баранников, В.Г. Гигиеническая оценка процессов самоочищения воздуха в калийном руднике / В.Г. Баранников, В.А. Черешнев // Проблемы безопасности при эксплуатации месторождений полезных ископаемых в зонах градопромышленных агломераций: тез. докл. международного симпозиума SPM-95 Москва-Пермь. – Пермь, 1995. – С. 12–13.

19. Баранников, В.Г. Лечение бронхолегочных заболеваний природными калийными солями Западного Урала / В.Г. Баранников, Л.В. Кириченко, Л.Д. Киреенко, С.В. Дементьев // Доклады Всероссийской научно-технической конференции «Современные проблемы экологии». – М. – Тула. 2006. – Т. 135, кн. 1. – С. 22–24.

20. Баранников, В.Г. Спелеотерапия в калийном руднике / В.Г. Баранников, А.Е. Красноштейн, Л.М. Папулов, А.В. Туев, В.А. Черешнев. – Екатеринбург: изд-во УрОРАН, 1996. – 173 с.

21. Барышева, Е.С. Влияние йодного дефицита на показатели умственной работоспособности у студентов и преподавателей ОГУ / Е.С. Барышева, О.В. Баранова // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 8. – С. 55–56.

22. Белозерова, Л.М. Умственная работоспособность: монография / Л.М. Белозерова. – Пермь, 2007. – С. 39–46.

23. Береснев, С.А. Введение в физику аэродисперсных систем / С.А. Береснев. – Екатеринбург: Уральский ГУ, 2003. – 50 с.

24. Бисалиев, Р.В. Психологические аспекты адаптации студентов медицинского ВУЗа / Р.В. Бисалиев, О.А. Куц // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 4. – С. 97–98.

25. Блинова, Е.Г. Гигиенический подход к регламентации интенсивности учебного процесса в высшей школе / Е.Г. Блинова // Уральский медицинский журнал. – 2008. – № 6 (46). – С. 71–73.

26. Блинова, Е.Г. Основы социально-гигиенического мониторинга условий обучения студентов высших учебных заведений / Е.Г. Блинова, В.Р. Кучма // Гигиена и санитария. – 2012. – № 1. – С. 35–40.

27. Бойко, Т.А. Влияние шума автомагистрали на умственную работоспособность студентов / Т.А. Бойко, Е.И. Почекаева, Т.В. Попова // Транспорт–2014, международная научно-практическая конференция в 4-х частях. – С. 19–21.

28. Богданович, А.С. Мировая практика использования метода спелеотерапии / А.С. Богданович, Д.А. Зинковская, С.С. Зинковская // Рудник будущего. – 2010 – № 4 – С. 137–140.

29. Бодров, В.А. Профессиональное утомление: фундаментальные и прикладные проблемы / В.А. Бодров // Институт психологии Российской академии наук, 2009. – 560 с.

30. Бодров, В.А. Развитие учения о профессиональном утомлении человека. Часть II. Теоретические положения проблемы утомления / В.А. Бодров // Психологический журнал. – 2010. – Т. 31, № 4. – С. 83–93.

31. Бородина, М.С. Применение средств физической культуры в процессе регулирования работоспособности студентов в период адаптации к обучению в вузе / М.С. Бородина // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. – 2008. – № 3. – С. 266–268.

32. Боряк, В.П. Коррекция нарушенного ваго-симпатического равновесия с помощью фитоаэроионизации / В.П. Боряк // Курортная медицина. – 2013. – № 2. – С. 30–33.

33. Брехман, И.И. Человек и биологически активные вещества / И.И. Брехман. – Л.: Наука. – 1980. – 120 с.

34. Брусиловская, Э.В. Факторы, влияющие на развитие интереса к учебной деятельности и эмоциональную удовлетворенность обучением / Э.В. Брусиловская // Образование. Наука. Научные кадры. – 2013. – № 2. – С. 116–124.

35. Бурханов, А.И. Характеристика умственной работоспособности студентов педагогического вуза / А.И. Бурханов, Т.А. Бурханова // Гигиена и санитария. – 1994. – № 7. – С. 39–41.

36. Бышевец, Н.Г. Средства физического воспитания как основа мероприятий для восстановления умственной работоспособности студентов в условиях информатизации образования / Н.Г. Бышевец // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2012. – № 5. – С. 10–12.

37. Валиуллина, Л.Ф. Социально-гигиеническая характеристика образа жизни студентов / Л.Ф. Валиуллина, А.Х. Яруллин // Казанский медицинский журнал. – 2007. – Т. 88, № 1. – С. 74–76.

38. Васильев, Л.Л. Влияние атмосферных ионов на организм / Л.Л.Васильев. – Л.: Наука, 1960. – 100 с.

39. Ведута, О.В. Психолого-педагогические особенности становления учебной мотивации студентов технического среднего специального учебного заведения / О.В. Ведута // Образование и наука. – 2011. – № 7 (86). – С. 55–64.

40. Верихова, Л.А. Спелеотерапия в России / Л.А. Верихова. – Пермь, 2000. – 240 с.

41. Виштак, О.В. Мотивационные предпочтения абитуриентов и студентов / О.В. Виштак // Социологические исследования. – 2003. – № 2. – С. 135–138.

42. Волосатова, С.В. Проблемы освещения в вузах [электронный ресурс] / С.В. Волосатова, О.М. Михайлова, С.А. Овчукова // 2010. – Режим доступа: [http://lightonline.ru/svet/Science/problemi\\_osvecheniya\\_v\\_vuzah.html](http://lightonline.ru/svet/Science/problemi_osvecheniya_v_vuzah.html)

43. Воробьев, А.С. Толковый англо-русский и русско-английский словарь физиологических терминов / А.С. Воробьев, Ю.В. Ставцева, В.А. Шанина, С. А. Шастун. – М.: Российский университет Дружбы народов им. Патриса Лумумбы, 2010. – 520 с.

44. Галеев, И.Ш. Анализ умственной работоспособности студентов на фоне занятий физической культурой и спортом [Электронный ресурс] / И.Ш.

Галеев, Н.В. Святова, А.А. Ситдикова, Л.Т. Миннахметова, А.А. Мисбахов, А.И. Садыкова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. – Режим доступа: <http://science-education.ru/108-9137>.

45. Геворкян, Э.С. Влияние музыки на функциональное состояние студентов / Э.С. Геворкян, С. М. Минасян, Э.Т. Абраамян, Ц.И. Адамян // Гигиена и санитария. – 2013. – № 3. – С. 85–89.

46. Германова, Г.Н. Периферическая теория утомления как основание педагогической технологии совершенствования специальной мышечной выносливости юных бегуний на 800 м при использовании тренировочных заданий на тренажерах / Г.Н. Германова, Е.Г. Цуканова // Вестник Московского городского педагогического университета. – 2014. – № 3 (15). – С. 38–50.

47. Глазунова, Л.И. Экспериментальное обоснование использования музыки в образовательном процессе вуза / Л.И. Глазунова, Л.А. Зубарева, Т.Р. Арзуманова // Интеграция образования. – 2011. – № 4. – С. 30–35.

48. Гольдштейн, Н.И. Активные формы кислорода как жизненно необходимые компоненты воздушной среды / Н.И. Гольдштейн // Биохимия. – 2002. – Т. 67, вып. 2. – С. 194–204.

49. Горбатенко, Н.П. Влияние спелеоклиматотерапии на психоэмоциональное состояние студентов в процессе обучения / Н.П. Горбатенко, Е.В. Дорохов, В.Н. Яковлев, Е.А. Павлова // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. 19, № 2. – С. 127–129.

50. Горбачева, Н.А. Активация умственной работоспособности с учетом психоэмоционального статуса студента / Н.А. Горбачева, К.С. Жижикин // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 5. – С. 12–14.

51. Горбачева, Н.А. Активация работоспособности и психоэмоционального статуса студента / Н.А. Горбачева // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 5 (242). – С. 25–28.

52. Горбенко, П.П. Влияние микроклимата Солотвинских солекопей на течение бронхиальной астмы: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.05 / Горбенко Павел Петрович. – Ленинград, 1982. – 32 с.

53. Горбунов, Ю.Е. Применение гидромассажа как средства восстановления умственной работоспособности студентов во время учебного процесса: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Горбунов Юрий Евгеньевич.– Омск, 1999. – 18 с.

54. Горчакова, Н. Адаптогены в спортивной медицине / Н. Горчакова // Наука в олимпийском спорте. – 2006. – № 2. – С. 22–36.

55. Григорьев, С.П. Аэроионотерапия в комплексном лечении больных бронхиальной астмой / С.П. Григорьев, О.В. Александров // Российский медицинский журнал. – 2003. – № 2. – С. 14-15.

56. Григорьева, И.В. Влияние двигательной активности студентов на повышение умственной работоспособности / И.В. Григорьева, Е.Г. Волкова // Воронежский научно-технический Вестник. – 2012. – № 2 (2). – С. 1–7.

57. Грошева, Л.Ф. Совершенствование процесса физического воспитания в современных условиях высшего образования / Л.Ф. Грошева, Д.С. Сосновских // Аграрное образование и наука. – 2014. – № 4. – С. 15–18.

58. Грязева, Е.Д. Гигиена учебного труда студентов: учебное пособие / Е.Д. Грязева, О.Ю. Кузнецов, Г.С. Петрова; под ред. проф. В.П. Подвойского.– Тула: Изд-во ТулГУ, 2012. – 164 с.

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

60. Гулин, А.В. Фармакологические средства коррекции умственной и физической работоспособности: монография / А.В. Гулин. – Тамбов: Тамбовский гос. ун-т, 2011. – 164 с.

61. Дадашев, Ф.Г. Изменение некоторых психофизиологических характеристик студентов в разные периоды учебного года / Ф.Г. Дадашев, К.Г. Дадашева, В.А. Адигезалова // История и педагогика естествознания. – 2011. – № 1. – С. 17–20.

62. Дворянская, С.В. Влияние спелеотерапии на активность факторов естественного иммунитета у больных бронхиальной астмой / С.В. Дворянская, Г.Н. Мирская // Материалы Международной конференции «Совершенствование методов исследования иммунитета и иммунодиагностики». – Пермь, 1982. – Т. 156.

63. Дегтярев, В.П. Взаимосвязь индивидуально-типологических свойств студентов с успешностью их обучения / В.П. Дегтярев // Вестник РАМН. – 2007. – № 1. – С. 31–36.

64. Дементьев, С.В. Современные устройства для солелечения (спелеокамеры - соляная микроклиматическая палата «Сильвин» и индивидуальный соляной бокс; экран из природного сильвинита) / С.В. Дементьев, В.Г. Баранников, Л.В. Кириченко, Л.Д. Киреенко. – Пермь, 2006. – 18 с.

65. Дерманова, И.Б. Диагностика эмоционально-нравственного развития / И.Б. Дерманова. – СПб. – 2002. – С. 124–126.

66. Дорохов, Е.В. Корректирующее влияние спелеотерапии на функциональное состояние кардиореспираторной системы работников горно-обогатительного машиностроения: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.33 / Дорохов Евгений Владимирович. – Москва, 1997. – 21 с.

67. Дорохов, Е.В. Терапевтическое воздействие макро- и микроэлементного состава воздуха спелеоклиматической камеры / Е.В. Дорохов, О.А. Жоголева, А.В. Карпова // Технологии живых систем. – 2009. – Т. 6, № 1. – С. 70–76.

68. Дорохов, Е.В. Спелеоклиматотерапия как инновационный метод здоровьесбережения / Е.В. Дорохов, О.А. Жоголева // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – Т. XVIII, № 2. – С. 133–135.

69. Дядичкин, В.П. Психофизиологические резервы повышения работоспособности: монография / В.П. Дядичкин. – Минск: Выс. шк., 1990. – 119 с.

70. Евтух, Т.В. Успешность учебной деятельности студентов педагогического вуза в связи с их индивидуально-психологическими характеристиками / Т.В. Евтух // Вестник Пермского государственного гуманитарного-педагогического университета. Серия № 1. Психологические и педагогические науки. – 2014. – № 1. – С. 101–108.

71. Егорова, Н.А. Гигиеническая оценка умственной работоспособности студентов медицинского вуза: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.07 / Егорова Наталия Анатольевна. – Ростов-на-Дону, 2005. – 27 с.

72. Есауленко, И.Э. Влияние условий обучения на состояние здоровья студентов/ И.Э. Есауленко, А.С. Фаустов, И.И. Либина, О.И. Губина // Вестник Воронежского гос. университета. Серия: проблемы высшего образования. – 2009.– № 2. – С. 55–59.

73. Еремин, А.С. Реалии и проблемы активации учебной мотивации студентов / А.С. Еремин // Вестник Самарского государственного технического университета. – 2009. – № 1. – С. 66–71.

74. Еремин, А.С. Значение мотивационной составляющей обучения в современных российских технических вузах / А.С. Еремин // Вестник Самарского государственного технического университета. – 2011. – № 2. – С. 45–48.

75. Зубкова, С.М. Биофизические основы аэроионотерапии / С.М. Зубкова // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2007. – № 1. – С. 3–6.

76. Иванова, В.В. Педагогические условия интеграции умственной работоспособности и двигательной активности студентов вуза в процессе профессиональной подготовки / В.В. Иванова, В.В. Пономарёв// Омский научный Вестник. – 2012. – № 1 (105). – С. 204–207.

77. Иванова, В.В. Формирование умственной работоспособности студентов технического ВУЗа в процессе профессиональной подготовки / В.В. Иванова// Омский научный вестник. – 2012. – № 1 (105). – С. 207–210.

78. Ильин, В.П. Психофизиология физического воспитания: (деятельность и сознание): учебное пособие для студентов фак. физ. воспитания пед. ин-тов / В.П. Ильин. – М.: Просвещение, 1980. – С. 24–28.

79. Ильин, Е.П. Мотивации и мотивы / Е.П.Ильин. – СПб.: Питер, 2006. – 265 с.
80. Ильинич, В.И. Физическая культура студента: учебник / В.И. Ильинич. – М.: Гардарики, 1999. – 448 с.
81. Ильинич, В.И. Физическая культура студента и жизнь: учебник / В.И. Ильинич. – М.: Гардарики, 2005. – 366 с.
82. Ильясов, И.И. Лекции, прочитанные на факультете психологии МГУ имени М.В. Ломоносова, 2003.
83. Ишков, А.Д. Учебная деятельность студента: монография / А.Д. Ишков. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 224 с.
84. Карабинская, О.А. Влияние личностных качеств студентов первых курсов на процесс адаптации в медицинском ВУЗе / О.А. Карабинская, В.Г. Изатулин, О.В. Колесникова, А.Н. Калягин, А.Б. Атаманюк // Сибирский медицинский журнал. – 2010. – Т. 98, № 7. – С. 71–74.
85. Карабинская, О.А. Оценка медико-биологических и социально-гигиенических факторов, влияющих на формирование здорового образа жизни студентов медицинского вуза / О.А. Карабинская, В.Г. Изатулин, О.А. Макаров, О.В. Колесникова, А.Н. Калягин, А.Б. Атаманюк // Сибирский медицинский журнал. – 2011. – Т. 102, № 3. – С. 112–114.
86. Карпенко, Ю.Д. Динамика функционального состояния и адаптационных процессов у студентов / Ю.Д. Карпенко // Гигиена и санитария. – 2012. – № 4. – С. 61–63.
87. Карпов, А.В. Психология труда: учебник для вузов 2-е изд. / А.В. Карпов, Е.В. Маркова, Е.В. Конева; под ред. проф. А.В. Карпова. – М.: Юрайт, 2011. – 350 с.
88. Карпухин, В.А. Исследование процесса оседания аэроионов на стенки верхних дыхательных путей человека при аэроиотерапии / В.А. Карпухин, Ю.И. Зотов, Е.Д. Крюкова // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2012. – № 3. – С. 36–41.



89. Картышева, С.И. Санитарно-гигиеническая характеристика условий обучения первокурсников педуниверситета и их связь с основными показателями качества жизни / С.И. Картышева, Н.В. Соколова, И.Г. Артюхова, Н.М. Преснякова. – Материалы II конгресса РОШУМЗ с международным участием – М.: Издатель НЦЗД РАМН, 2010. – С. 283–286.

90. Киколов, А.И. Умственный труд и эмоции: монография / А.И. Киколов. – М.: Медицина, 1978. – 366 с.

91. Киреева, Л.А. Влияние прослушивания музыки Моцарта и рок-музыки на умственную работоспособность у студентов с различными типами высшей нервной деятельности / Л.А. Киреева, В.Н. Яковлев, Е.В. Дорохов, А.В. Сергиенко, А.В. Карпова, Е.Ю. Анциферова // Прикладные информационные аспекты медицины. – 2015. – Т. 18, № 1. – С. 102–105.

92. Киреенко, Л.Д. Физиолого-гигиеническое обоснование лечения дерматологических больных с применением экранов из природного сильвинита / Л.Д. Киреенко, В.Г. Баранников, В.Д. Елькин, М.С. Бахтина, Л.В. Кириченко, С.В. Дементьев // Пермский медицинский журнал. – 2009. – Т. 26, № 1. – С. 82–87.

93. Кириченко, Л.В. Гигиенические факторы солелечения и их влияние на физиологические и иммунологические реакции организма пациентов / Л.В. Кириченко, В.Г. Баранников, Л.Д. Киреенко, С.В. Дементьев // Пермский медицинский журнал. – 2007. – Т. 24, № 1–2. – С. 84–89.

94. Кириченко, Л.В. Особенности применения 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.

95. Кириченко, Л.В. Минералотерапия заболеваний органов дыхания / Л.В. Кириченко, В.Г. Баранников // Сибирский медицинский журнал. – 2012. – № 1. – С. 99–101.

96. Кириченко, Л.В. Соляное устройство для оздоровления учащихся: пат. 2011115339 Рос. Федерация / Л.В. Кириченко, В.Г. Баранников, Е.А. Русанова, С.В. Дементьев. № 2462218; заявл. 18.04.11; опубл. 27.09.12. Бюл. № 27 – 5 с.

97. Кириченко, Л.В. Гигиеническое и физиолого-клиническое обоснование использования физических свойств природных минералов и подземных полостей для обеспечения оптимальных условий лечения больных: дис. ...д-ра мед. наук: 14.02.01 / Кириченко Лариса Викторовна. – Пермь, 2012. – 270 с.

98. Клейменов, Д.А. Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей. Знаменитые месторождения Урала: научно-популярное издание. Часть I. / Д.А. Клейменов, В.Г. Альбрехт, В.А. Коротеев. - Екатеринбург: ООО Издательство "Баско"; 2006. – С. 120–157.

99. Ключников, С. Ю. Фактор успеха, новая психология саморазвития / С. Ю. Ключников. – М.: Беловодье, 2002. – 480 с.

100. Кожевникова, Н.Г. Особенности заболеваемости студентов вуза / Н.Г. Кожевникова // Гигиена и санитария. – 2011. – № 4. – С. 59–62.

101. Кожевникова, Н.Г. Гигиенические аспекты формирования здорового образа жизни студентов / Н.Г. Кожевникова, В.А. Катаева // Гигиена и санитария. – 2011. – № 6. – С. 48–51.

102. Колдаев, В.Д. Принципы образовательной концепции на основе использования технологии обучения / В.Д. Колдаев, Е.Л. Федотова // Высшее образование сегодня. – 2011. – № 3. – С. 76–79.

103. Кондрашова, М.Н. Аэроионы. Ионизированный кислород снаружи и внутри организма. Провидение Чижевского / М.Н. Кондрашова, В.П. Тихонов, Т.В. Сирота, И.Г. Ставровская и др. // Вестник Калужского университета. – 2007. – № 1. – С. 64–73.

104. Коннов, А.Д. Эколого-гигиеническая оценка освещенности в учебных аудиториях физического факультета Оренбургского гос. ун-та // Материалы всероссийской научно-практической конференции, Оренбург, 20-22 мая 2009 г. – Оренбург, 2009. – С. 2373–2375.

105. Копнин, В.И. Верхнекамское месторождение калийных, калийно-магниевых и каменных солей и природных рассолов / В.И. Копнин // Горный журнал. – 1995. – № 6. – С. 10–43.

106. Королинская, С.В. Влияние физического воспитания на уровень адаптации студентов к учебной деятельности / С.В. Королинская // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2012. – № 5. – С. 80–82.

107. Красноштейн, А.Е. Применение природных калийных солей для наземной спелеоклиматической терапии / А.Е. Красноштейн, Л.Н. Битинская, А.Г. Исаевич // Уральское медицинское обозрение. – 1999. – № 4. – С. 26–27.

108. Кротова, И.Г. Влияние социальных и психологических факторов на формирование здоровья студентов в период обучения в высшем учебном заведении / Гигиена и санитария. – 2014. – № 4. – С. 85–89.

109. Крецан, З.В. Организация воспитательно-образовательного процесса в вузе: эргономический аспект / З.В. Крецан // Сибирский психологический журнал. – 2007. – № 25. – С. 103–107.

110. Крылова, А.Г. Успеваемость студентов экономических специальностей и статистическая оценка факторов, на нее влияющих [Электронный ресурс] / А.Г.Крылова // Современные научные исследования и инновации. – 2012. – № 6. – Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2012/06/14688>.

111. Кудайбердиев, А.К. Изменение функциональных показателей кардиореспираторной системы, физической работоспособности и уровня тревожности у студентов при применении эпсорина / А.К. Кудайбердиев, И.Е. Эверстов, Н.А. Варфоломеева, Э.А. Бушкова, А.А. Кузьмина, И.Ш. Малогулова // Сборник материалов IV–го конгресса с международным участием «Экология и здоровье человека на севере», Якутск, 04–07 декабря 2013 г. – 2013. – С. 353–356.

112. Кудряшов, А.И. Верхнекамское месторождение солей / А.И. Кудряшов. – Пермь: ГИ УрО РАН, 2001. – 429 с.

113. Кузнецова, Л.М. Показатели психического здоровья современных старшеклассников и студентов вуза / Л.М. Кузнецова, В.Д. Кузнецов, К.Т. Тимошенко // Гигиена и санитария. – 2008. – № 3. – С. 59–63.

114. Кулак, А.И. Физиология утомления при умственном и физическом утомлении // А.И. Кулак. – Минск: Беларусь, 1968, 272 с.

115. Куликова, О.А. Влияние психофизических упражнений ушу на работоспособность студенток I–II курсов: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Куликова Ольга Анатольевна. – Улан-Уде. – 2004. – 18 с.

116. Куркин, В.А. Исследование номенклатуры адаптогенных лекарственных препаратов, представленных на фармацевтическом рынке Российской Федерации / В.А. Куркин, И.К. Петрухина, А.С. Акушская // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8. – С. 898–902.

117. Куулар, А.С. Исследование умственной работоспособности студентов Тувинского государственного университета / Вестник Тувинского государственного университета. – 2015. – № 2 (25). – С. 44–48.

118. Кушнерова, Н.Ф. Профилактика стрессовых состояний у студентов очной формы обучения / Н.Ф. Кушнерова, С. Е. Фоменко, Ю.А. Рахманин // Гигиена и санитария. – 2007. – № 4. – С. 47–49.

119. Лакшин, А.М. Питание как фактор формирования здоровья и работоспособности студентов / А.М. Лакшин, Н.Г. Кожевникова // Вопросы питания. – 2008. – Т. 77, № 1. – С. 43–45.

120. Лапкина, Т.И. Как чрезмерно переутомленный человек может укрепить здоровье и повысить работоспособность / Т.И. Лапкина // Медицинская помощь. – 1998. – № 6. – С. 33–35.

121. Лебедев, М.А. Распространенность и особенности самостоятельного употребления студентами адаптогенов и транквилизаторов / М.А. Лебедев, С. Ю. Палатов // Наркология. – 2009. – Т. 8, № 11. – С. 35–37.

122. Лившиц, О.Д. Влияние режима питания на показатели напряженности умственного труда студентов / А.М. Лившиц, Л.А. Меньшикова // Гигиена и санитария. – 1992. – № 1. – С. 31–33.

123. Лысенко, А.В. Возрастные особенности влияния аэроионизации на функциональное состояние студентов / А.В. Лысенко, Д.С. Лысенко, Т.В. Попова,

Е.И. Почекаева, С. А. Парфенов, А.А. Елькин // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 2 (132). – С. 114–118.

124. Маляренко, Т.Н. Оптимизация функционального состояния организма человека / Т.Н. Маляренко, А.Т. Быков, Е.П. Громыко, А.Б. Порошенко, Г.Ю. Маляренко, М.В. Сеницын, В.А. Холодный // Медицинский журнал. – 2010. – № 4 (34). – С. 114–120.

125. Матохина, А.А. Исследование влияния классической музыки на функциональное состояние людей различных профессий / А.А. Матохина // Грани познания. – 2013. – № 2 (22). – С. 69–72.

126. Марченков, А.П. Производственный микроклимат, теплообмен и терморегуляция организма человека / А.П. Марченков, И.В. Филиппова // Вестник научного центра безопасности жизнедеятельности детей. – 2011. – № 4 (10). – С. 19–22.

127. Медведев, В.И. Физиология трудовой деятельности // В.И. Медведев, А.Б. Леонова и др. – Санкт–Петербург: Наука, 1993, 528 с.

128. Медведев, В.И. Адаптация человека / В.И. Медведев. – СПб.: Изд. Инст. мозга человека, 2003. – 584 с.

129. Медведева, В.Е. Педагогические условия формирования эмоциональной устойчивости студентов–психологов в вузе: автореф. дис. ... канд.пед.наук. – Орел, 2011.

130. Медведева, С.А. Инновационная политика здоровьесбережения образовательного процесса вуза / С.А. Медведева // Педагогика и современность. – 2013. – № 2. – С. 112–116.

131. Медведкова, Н.И. Зависимость коэффициента интеллекта от уровня двигательной активности первокурсников / Н.И. Медведкова, К.Б. Илькевич, М.Ю. Нохрин, В.Д. Медведков // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2013. – № 2 (96). – С. 102–105.

132. Мелихова, Е.П. Гигиеническая оптимизация процесса обучения студентов медицинского вуза: автореф. дис. ... канд.биол.наук. – Москва, 2010.

133. Милютин, С.Г. Успешность обучения учащихся в медицинском колледже в зависимости от эмоционально-оценочного отношения / С.Г. Милютин, В.Н. Сысоев, А.М. Борисов, Д.Ю. Будко, А.В. Чебыкина, А.А. Корнилова // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2013. – № 2 (42). – С. 145–147.

134. Минко, В.А. Анализ состояния микроклимата в учебных аудиториях БГТУ им. В.Г. Шухова / В.А. Минко, Т.Н. Ильина, И.В. Дивиченко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2009. – № 3. – С. 83–88.

135. Миннибаев, Т.Ш. Социально-гигиеническая и психолого-педагогическая адаптация студентов / Т.Ш. Миннибаев, П.И. Мельниченко, В.И. Архангельский, Н.И. Прохоров, К.Т. Тимошенко, Г.А. Гончарова // Гигиена и санитария. – 2012. – № 1. – С. 48–50.

136. Миннибаев, Т.Ш. Изучение влияния условий и организации обучения на показатели успеваемости и здоровья студентов / П.И. Мельниченко, Н.И. Прохоров, К.Т. Тимошенко, В.И. Архангельский, Г.А. Гончарова, С.А. Мишина, Е.А. Шашина // Гигиена и санитария. – 2015. – № 4. – С. 57–60.

137. Минх, А.А. Ионизация воздуха и ее гигиеническое значение / А.А. Минх. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Медгиз, 1963 – 352 с.

138. Мирза, Н.В. Подготовка компетентных специалистов в условиях вузовского обучения / Н.В. Мирза // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 1. – С. 143–145.

139. Михайлова, Л.А. Особенности нейродинамических процессов у студентов с различным типом работоспособности нервных процессов / Л.А. Михайлова, С. Н. Орлова // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 2. – С. 8–9.

140. Мойкин, Ю.В. Психофизиологические основы профилактики перенапряжения / Ю.В. Мойкин и др. - М.: Медицина, 1987. – 256 с.

141. Мунипов, В.М. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: учебник / В.М. Мунипов, В.П.Зинченко. – М.: Логос, 2001. – 356 с.
142. Мурик, С.Э. Психология и физиология функциональных состояний человека. LAP LAMBERT Academic Publishing, Deutschland. – 2013. – 310 с.
143. Мусина, С. В. Физическая и умственная работоспособность студентов и влияние на нее различных факторов / С.В. Мусина, Е.В. Егорычева, М.К. Татарников // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2008. – Т. 5, № 5. – С. 148–150.
144. Налбандьян, М.А. Музыкотерапия и ее становление в науке и практике / М.А. Налбандьян, М.Г. Мигунова// КАНТ. –2012. – № 2. – С. 113–116.
145. Невзоров, А.Ю. Спелеотерапия как разновидность альтернативной медицины / А.Ю. Невзоров, М.Ю. Мухина // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2013. – Т. 3, № 2. – С. 177.
146. Нифонтова, О.Л. Влияние специфики обучения в высшем учебном заведении на возможности нервной системы человека / О.Л. Нифонтова, А.А. Иост, П.П. Ерещенко // В мире научных открытий. – 2013. – 11.2 (47). – С. 129–137.
147. Нотова, С. В. Оценка питания студентов Оренбурга / С. В. Нотова, М.Г. Скальная, О.В. Баранова // Вопросы питания. – 2005. – Т. 74, № 3. – С. 14–17.
148. Овчинников, Ю.Д. Эргономическая биомеханика в практической деятельности человека / Ю.Д. Овчинников, Е.И. Воскобойник // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2014. – № 6–2. – С. 117–120.
149. Огарышева, Н.В. Динамика умственной работоспособности как критерий адаптации к учебной нагрузке / Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 5–1. – С. 636–638.
150. Павлов, В.Н. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов высших учебных заведений // В.Н. Павлов и др. – М.: Академия, 2008. – 336 с.

151. Петрякова, О.Д. Аэроионный состав воздушной среды воздуха рабочей зоны на примере учебного корпуса ВУиТ / О.Д.Петрякова, И.С. Алексеев // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2009. – № 8. – С. 105–108.

152. Плетенева, Т.В. Аэроионы и среда обитания человека / Т.В. Плетенева, Т.В. Максимова, Н.А. Ходорович, А.В. Сыроешкин // Вестник Российского университета дружбы народов. – 2012. – № 2. – С. 28–34.

153. Полосин, И.И. Оздоровление воздушной среды помещений путем озонирования и аэроионизации воздуха / И.И. Полосин, Д.В. Лобанов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2012. – № 1. – С. 15–20.

154. Полякова, В.Б. О возможности применения музыки для стимуляции умственной работоспособности / В.Б. Полякова // Физиологические характеристики умственного и физического труда. – М., 1969. – С. 103–104.

155. Попов, В.И. Проблемы совершенствования и оптимизации учебного процесса в медицинском вузе / В.И. Попов, И.И. Либина, О.И. Губина // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2010. – № 1, т. 5. – С. 185–186.

156. Попова, А.И. Социально-педагогическая картина мотивационной сферы учащейся молодежи различных образовательных учреждений / А.И. Попова, А.Е.Ардашев // Вестник Челябинского государственного университета. – 2013. – № 34 (325). – С. 73–80.

157. Пчелинцева, Е.В. Игровое обучение – технология профессионального образования / Е.В. Пчелинцева // Вестник высшей школы Alma mater. – 2011. – № 8. – С. 37–39.

158. Разумов, А.Н. Использование спелеоклиматотерапии в педиатрии / А.Н. Разумов, И.П. Корюкина, О.П. Ипанова // Спелеоклиматотерапия: методики и эффективность применения: Материалы Российской научно-практической школы–семинара. – Москва–Пермь, 2002. – С. 28–32.



159. Рахманин, Ю.А. Комплексный подход к гигиенической оценке качества жизни учащихся / Ю.А. Рахманин, И.Б. Ушаков, Н.В. Соколова, И.К. Рапопорт // Гигиена и санитария. – 2010. – № 2. – С. 67–70.

160. Рассулова, М.А. Влияние сильвинитовой спелеотерапии на физическую работоспособность и качество жизни больных хронической обструктивной болезнью / М.А. Рассулова // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры, 2008. – № 4. – С. 40–42.

161. Резниченко, М.Г. К вопросу о построении эргономичного воспитательного пространства вуза / М.Г. Резниченко // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. ак. С.П. Королёва. – 2005. – № 2. – С. 64–67.

162. Розенблат, В.В. Проблема утомления. М.: Медгиз, 1961. 220 с.

163. Розенфельд, Л.Г. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности студентов вузов / Л.Г. Розенфельд, С.А. Батрымбетова // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2008. – № 1. – С. 16–18.

164. Романова, Е.А. Динамика умственной работоспособности в течение пятилетнего обучения в ВУЗе / Е.А. Романова, В.И. Павлова, А.Н. Романова // Вестник ЮУрГУ. – 2010. – № 37. – С. 23–25.

165. Ростовцев, В.Л. Применение комплекса адаптогенов для повышения адаптации к физическим нагрузкам в лыжных гонках / В.Л. Ростовцев, Л.В. Сафонов, М.В. Арансон // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2013. – № 8 (102). – С. 146–152.

166. Русанова, Е.И. Комплексное изучение освещенности в ВУЗе / Е.И. Русанова, Н.А. Дрожжина, А.А. Горбов // Гигиена и санитария. – 2007. – № 4. – С. 38–43.

167. Савкин, В.В. Системный подход, показатели здоровья и привычной двигательной активности у студентов во время выполнения валеологической (оздоровительной) программы / В.В. Савкин, В.А. Зырянова, Н.В. Пахомова, Н.В.

Савкина, М.В. Трапезникова // Пермский медицинский журнал. – 2011. – Т. 28, № 6. – С. 120–127.

168. Сайкина, Е.Г. Комплексное применение фитнес-технологий для повышения умственной и физической работоспособности студентов / Е.Г. Сайкина, В.И. Бочарова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6–0. – С. 524–531.

169. СанПиН 2.2.4.1294–03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений».

170. СанПиН 2.6.1.2523–09 Нормы радиационной безопасности (НРБ–99/2009). – М.: Минздрав России, 2009.

171. СанПиН 2.4.2.2821–10 "Санитарно–эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях" (с изменениями на 24 ноября 2015 года).

172. СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

173. Сахарова, О.Б. Влияние социально–гигиенических факторов на состояние здоровья студентов Дальневосточного федерального университета / О.Б. Сахарова, П.Ф. Кику, А.В. Гришанов, Т.В. Горборукова // Здравоохранение РФ. – 2012. – № 2. – С. 38–41.

174. Севрюкова, Г.А. Адаптивные изменения функционального состояния и работоспособность студентов в процессе обучения / Г.А. Севрюкова // Гигиена и санитария. – 2006. – № 1. – С. 72–73.

175. Семикин, Г.И. Научные и организационно-методические основы разработки здоровьесберегающих технологий в условиях высшей школы и их медико-техническое обеспечение / Г.И. Семикин // Медицинская техника. – 2005. – № 1. – С. 13–17.

176. Серебрякова, Е.А. Музыкальная терапия в практике оздоровления психоэмоционального состояния человека / Е.А. Серебрякова // Мир образования – образование в мире. – 2014. – № 2. – С. 225–230.

177. Сеницын, М.В. Эргономические и психологические факторы повышения интеллектуальной работоспособности студентов: автореф. дис. ... канд. психол. наук: 19.00.03 / Сеницын Максим Владимирович. – Ярославль, 2007. – 26 с.

178. Скороход, Г.И. Факторы, влияющие на мотивацию студентов к обучению / Г.И. Скороход // Теория и методика электронного обучения.– 2011. – Т.2, № 1. – С. 146–151.

179. Смирнов, С.Д. Психологические факторы успешной учебы студентов ВУЗа / С.Д. Смирнов // Вестник Московского университета сер.20. Педагогическое образование. – 2004. – № 1. – С. 10–35.

180. Собянин, Ф.И. Выявление эффективных средств физической культуры способствующих повышению умственной работоспособности студентов вузов / Ф.И. Собянин, В.И. Бочарова, И.А. Куликов // Культура физическая и здоровье. – 2011. – № 11. – С. 29–32.

181. Спилбергер, Ч.Д. Концептуальные и методологические проблемы исследования тревоги / Ч.Д. Спилбергер // Стресс и тревога в спорте. – М., 1983. – С. 12–34.

182. Спицин, А.П. Особенности адаптации студентов младших курсов медицинского вуза к учебной деятельности / А.П. Спицин // Гигиена и санитария. – 2002. – № 1. – С. 47–49.

183. Сторожева, А.В. Влияние игровых элементов баскетбола на умственную работоспособность студенток первого курса / А.В. Сторожева, М.В. Палкин, Ф.И. Собянин // Культура физическая и здоровье. – 2012. – № 2. – С. 52–55.

184. Сугрובה, Г.А. Сравнительная оценка различных методов (музыкотерапия и кинезиология) снижения психоэмоционального напряжения у младших школьников / Г.А. Сугрובה // Известия Пензенского гос. пед. ун-та им. В.Г. Белинского. – 2007. – № 5(9). – С. 45–50.

185. Судаков, К.В. Функциональные системы / К.В. Судаков. – М.: РАМН, 2011. – 320 с.

186. Тимкин, С. Л. Мотивация студента в модели смешанного обучения / С.Л. Тимкин // Высшее образование в России. – 2008. – № 9. – С. 116–119.

187. Токаева, Л.К. Адаптивные реакции на учебный процесс студентов-спортсменов с разным уровнем тревожности / Л.К. Токаева, С.С. Павленкович // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 9. – С. 309–313.

188. Толоконникова, Е.П. Оценка влияния микроклимата на состояние работоспособности студентов / Е.П. Толоконникова, В.И. Попов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2009. – Т.8, № 4. – С. 951–954.

189. Третьяков, А.А. Повышение устойчивости студентов к нервно-эмоциональному напряжению в учебном процессе средствами физической культуры / А.А. Третьяков, А.А. Горелов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2012. – № 9 (91). – С. 152–157.

190. Третьяков, А.А. Динамика показателей умственной работоспособности и уровня напряженности студентов (девушек) в недельном цикле / А.А. Третьяков, В.В. Дрогомерецкий, А.В. Воронков, А.В. Гавришова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6. – С. 333.

191. Ухтомский, А.А. Доминанта / А.А. Ухтомский – СПб.: Питер, 2002. – 448 с.

192. Ушаков, И.Б. Современные проблемы качества жизни студентов / И.Б. Ушаков, Н.В. Соколова // Гигиена и санитария. – 2007. – № 2. – С. 56–58.

193. Фардиева, Р.М. Применение ноотропов при интеллектуальной недостаточности у детей / Р.М. Фардиева, Л.Н. Залялютдинова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. – С. 78–85.

194. Фертикова, Т.Е. Взаимосвязь условий обучения и состояния здоровья студентов вузов / Т.Е. Фертикова, А.А. Рогачев // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 7. – С. 28–31.

195. Фодор, Л. Ионизированная кислородная ингаляционная терапия в клинической практике / Л. Фодор // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры, 2000. – № 2. – С. 50–52.

196. Фудин, Н.А. Музыка как средство улучшения функционального состояния студентов перед экзаменом / Н.А. Фудин, О.П. Тараканов, С.Я. Классик // Физиология человека. – 1996. – Т.22, № 2. – С. 1–9.

197. Фудин, Н.А. Системные механизмы утомления при физических нагрузках циклической направленности / Н.А. Фудин, Ю.Е. Вагин, С. Н. Пигарева // Вестник новых медицинских технологий. – 2014. – т.21, № 3. – С. 118–121.

198. Фурс, М.В. Интерактивные формы обучения – средство повышения уровня профессиональной подготовки студентов / М.В. Фурс // Вестник высшей школы Alma mater. – 2011. – № 10. – С. 29–32.

199. Хабибуллин, Р.М. Влияние адаптогенов на восстановление работоспособности спортсменов / Р.М. Хабибуллин, С.Е. Фазлаева // Материалы V Всероссийской научно–практической конференции молодых ученых «Молодежная наука и АПК: проблемы и перспективы», Уфа, 28–29 ноября 2012г. – 2012. – С. 195–196.

200. Ханин, Ю.Л. Краткое руководство к применению шкалы реактивной и личностной тревожности Ч.Д. Спилбергера / Ю.Л. Ханин. – Л., 1976. – 41 с.

201. Хомякова, Л.Г. Аэрозоли для лечения заболеваний органов дыхания / Л.Г. Хомякова, И.Г. Зайцева, З.Н. Мнушко. – М.: Медицина, 2003. – 117 с.

202. Черемушникова, И.И. Психофизиологическое тестирование как способ оценки эффективности учебной деятельности студентов / И.И. Черемушникова, С.В. Нотова, Е.С. Барышева, Н.О. Давыдова, Н.В. Гривко, Т.А. Сманцер // Вестник Оренбургского ГУ. – 2011. – № 12 (131). – С. 312–314.

203. Черешнев, В.А. Использование солелечения в восстановительном периоде у кардиохирургических больных / В.А. Черешнев, Л.В. Кириченко, С. Г. Суханов, В.Г. Баранников, М.В. Черешнева // Материалы Всероссийской научно–практической конференции с международным участием «Охрана здоровья населения промышленных регионов: стратегия развития, инновационные подходы и перспективы. – Екатеринбург, 2009. – С. 434–436.

204. Черешнев, В.А. Физиолого-гигиенические исследования в солелечении / В.А. Черешнев, В.Г. Баранников, С. В. Дементьев, М.В. Черешнева

// Вестник уральской медицинской академической науки. – 2010. – № 3 (31). – С. 90–93.

205. Черешнев, В.А. Физиолого–гигиеническая концепция спелеосолелечения / В.А. Черешнев, В.Г. Баранников, Л.В. Кириченко, С. В. Дементьев. – Екатеринбург: РИО УроРАН; 2013. – 184 с.

206. Чернышёва, И.В. Анализ влияния физической культуры на умственную работоспособность студентов / И.В. Чернышёва, М.В. Шлемова, Е.В. Егорычева, С.В. Мусина // Современные исследования социальных проблем. – 2011. – Т.5, № 1. – С. 74–77.

207. Чеснокова, В.Н. Биоритмологические особенности психофункционального состояния студентов в течение учебного года / В.Н. Чеснокова, А.В. Грибанов // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6. – С. 42–44.

208. Шабанов, П.Д. Адаптогены и антигипоксанты / П.Д. Шабанов // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. – 2003. – Т.2, № 3. – С. 50–81.

209. Шамис, В.А. Активные методы обучения в вузе / В.А. Шамис // Сибирский торгово-экономический журнал. – 2011. – № 14. – С. 136–144.

210. Шамшина, Н.В. Психофизиологические основы учебного труда и интеллектуальной деятельности. Средства физической культуры в регулировании работоспособности: метод. указания / сост.: Н.В. Шамшина, Е.В. Голякова, Е.А. Гаврилова. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2010. – 40 с.

211. Шантанова, Л.Н. Адаптогены в тибетской медицине / Л.Н. Шантанова, Д.Б. Дашиев, Д.Б. Рандаева, Т.Г. Петрова // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2008. – № 3. – С. 175–176.

212. Шевченко, Е.В. Исследование возможностей лечебного применения аэроионов в середине XX столетия: исторический обзор / Е.В. Шевченко, А.В. Коржуев // Сибирский медицинский журнал. – 2010. – Т. 93, № 2. – С. 136–138.

213. Шеметова, Е.Г. Исследование освещенности рабочих мест студентов университета / Е.Г. Шеметова // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2015. – № 2 (62), т.5. – С. 118–121.

214. Щербаков, С. Ю. Гигиеническая оценка освещенности в учебных аудиториях химико-биологического факультета Оренбургского гос. ун-та // Материалы всероссийской научно-практической конференции, Оренбург, 20–22 мая 2009г. – Оренбург, 2009. – С. 2405–2407.

215. Шоюсупова, Х.Б. Факторы, определяющие изменения динамики умственной работоспособности студентов в течение учебного дня / Х.Б. Шоюсупова // Молодой ученый. – 2017. – № 1–2 (135). – С. 55–57.

216. Шур, В.Ю. Адаптивное значение серотонинергической модуляции клеточных метаболических процессов / В.Ю. Шур, Н.Н. Тривно // Астраханский медицинский журнал. – 2013. – Т.8, № 3. – С. 97–103.

217. Шуралёва, Е.В. Влияние биологических ритмов на физическую и умственную работоспособность студентов / Е.В. Шуралёва, М.В. Славинский, Я.А. Озорнов, П.А. Лай // Научный альманах. – 2015. – № 9 (11). – С. 1068–1072.

218. Югова, Е.А. Анализ структуры и содержания здоровьесберегающей компетенции студентов педагогического вуза / Е.А. Югова // Вестник Красноярского гос. пед. ун-та им. В.П. Астафьева. – 2011. – № 3(17). – С. 213–217.

219. Якобсон, П.М. Психологические проблемы мотивации человека / П.М. Якобсон. – М., 1969. – 316 с.

220. Яковлев, Б.П. Психофизиологические характеристики уровня работоспособности студентов / Б.П. Яковлев, О.Г. Литовченко // Гигиена и санитария. – 2008. – № 1. – С. 60–63.

221. Яковлев, Б.П. Педагогические инновации в оптимизации образовательного процесса основных субъектов учебной деятельности вуза/ Б.П. Яковлев, А.А. Пасишников, А.В. Сальков, О.В. Булгакова // Теория и практика физической культуры. – 2011. – № 5. – С. 89–93.

222. Ярушкин, Н.Н. Повышение уровня подготовки в высшей школе на основе оптимизации условий учебной деятельности студентов / Н.Н. Ярушкин, Н.Н. Сатонина // Вестник Самарского государственного технического университета. – 2013. – № 2(8). – С. 123–131.

223. Яценко, М.В. Эффект воздействия цветостимуляции на ситуативную тревожность и умственную работоспособность студентов первого курса / М.В. Яценко, Н.З. Кайгородова, М.В. Молоков, М.Н. Белкин // Известия Алтайского государственного университета. – 2014. – № 2–1 (82). – С. 79–83.

224. Ahmed, Al Ghaithi; Al Alawi, Bader; Al Weshahi, Yousef. Learning environment for medical professionalism// Journal of Interprofessional Education & Practice. – 2016. – Vol. 5. – P. 65–67.

225. Åkerstedt, Torbjörn. Altered sleep/wake patterns and mental performance // Physiology & Behavior. – 2007. – Vol. 90, Issue 2–3. – P. 209–218.

226. Andonova, A.N. Research on working conditions for majors at the faculty of medicine Trakia university – Stara Zagora / A.N. Andonova, H.T. Milcheva, M.S. Platikanova // Prospects of science. – 2012. – № 32. – P. 238–240.

227. Atkinson, J.W. An introduction to motivation / J.W. Atkinson, D. Birch. – N.Y., 1978. – 423 p.

228. Beamon, S. P. Speleotherapy for Asthma / S. P. Beamon, A. Falkenbach, G. Fainburg et al. // Cochrane Review. – Oxford, 2002.

229. Betty, Akullu Ezati Addressing Pedagogical Training Needs of Teaching Staff: Lessons from Makerere University Short Professional Development Programs 2006 – 2010 / Akullu Ezati Betty, Charles Opolot-Okurut, Proscovia Namubiru Ssentamu // American Journal of Educational Research. – 2014. – Vol. 2, № 12. – P. 1190–1198.

230. Cameron, C. A theory of fatigue. Man under stress//Proc. 9 annual cond. Univ. Adelaide. 1974. P. 67–82.

231. Choi, K. Dynamic lighting system for the learning environment: performance of elementary students / K. Choi, H.J.Suk // Opt.Express. – 2016. – V.24 (10). – P. 907–16.



232. Crego, A. Stress and Academic Performance in Dental Students: The Role of Coping Strategies and Examination-Related Self-Efficacy / A. Crego, M. Carrillo-Diaz, J.M. Armfield, M. Romero // *J. Dent. Educ.* – 2016. – V. 80 (2). – P. 165–72.

233. Daviskas, E. Inhalation of hypertonic saline aerosol enhances mucociliary clearance in asthmatic and healthy subjects / E. Daviskas, S.D. Anderson, I. Gonda et al. // *Eur. Respir. J.* – 1996. – Vol. 9, № 4. – P. 725–732.

234. Franssona, N., Vastfjall D., Skoog J. In search of the comfortable indoor environment: A comparison of the utility of objective and subjective indication of indoor comfort // *Built and Environment.* – 2007. – Vol. 17 (5). – P. 1886–1890.

235. Ganpat, T.S. Efficacy of yoga for mental performance in University students / T.S. Ganpat, H.R. Nagendra, V. Selvi // *Indian journal of Psychiatry.* – 2013. – Vol. 55, № 4. – P. 349–352.

236. Garcia-Vargas, M.C. Impact of paid work on the academic performance of nursing students / M.C.Garcia-Vargas, M.Rizo-Baeza, E.Cortes-Castell // *Peer J.* – 2016. – V. 4. – P. 1838.

237. Holding, D. Fatigue // *Stress and fatigue in human performance*/Ed. R. Hockey. Chishester: John Wiley and Sons, 1983. P. 145–167.

238. Kajtar, L. et al. Influence of carbon dioxide pollutant on human wellbeing and work intensity. *Healthy Buildings.* Lisbon, Portugal; 2006.

239. Knowles, M. S. *The Modern Practice of Adult Education.* Chicago, 1980

240. Krueger, A.P. The biological mechanism of air ion action / A.P. Krueger, R.F.Smith // *J. Gen. Physiology.* – 1960. – Vol. 44. – P. 269–281.

241. Krueger, A.P. Air Ions and Physiological Function // *The journal of General Physiology.* – 1962. – Vol. 45. – P. 233–241.

242. Kulykova, V.G. Evaluation des etudiants: approche pedagogique / V.G. Kulykova // *Вісник національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Серія: філологія. Педагогіка.* – 2015. – № 5. – P. 101–106.

243. Horvath, T. Speleotherapy in Europe: past, present and future / T. Horvath // *10 Internationals Symposium for Speleotherapie. Wissenschaftliche Beihefte zur*

Zeitschrift «Die Höhle», Heft 48. Beiträge zu Speleotherapie und Höhleklima II. Wien. – 1994. – P. 15–17.

244. Ogungbe, A.S. Effects of gaseous ions on the environment and human performance / A.S. Ogungbe, H. Akintoye, B.A. Idowu // Trends Applied Sci. Res.– 2011. – № 6. – P. 130–133.

245. Perez–Olmos, I. Night shifts, sleep deprivation, and attention performance in medical students / I. Perez–Olmos, M. Ibanez–Pinilla // Int. J. Med. Educ. – 2014. – V.5. – P. 56–62.

246. Simeon, London. Medical students' professional identity and lapses of professionalism in the learning environment // International Journal of Osteopathic Medicine. – 2015 – Vol. 18 (1). – P. 73–74.

247. Shepherd S.J. Effect of negative air ions on the potential for bacterial contamination of plastic medical equipment / S.J. Shepherd, C.B. Begg, C.F. Smith et al. // BMC Infect.Dis. – 2010. – № 10. – P. 92.

248. Shochet, R.B. Gauging events that influence students' perceptions of the medical school learning environment: findings from one institution. Shochet R.B., Colbert–Getz J.M., Levine R.B., Wright S.M. – Acad. Med. – 2013. –Vol. 88 (2).–P. 246–252.

249. Suter, P. The effects of potassium, magnesium, calcium and fiber anrisk of stroke / P. Suter // Nutr.–Rev. – 1999. – Vol. 57, № 3. – P. 84–88.

250. Tikhonov, V.P. Complex therapeutical effect of ionized air: stimulation of the immune system and decrease in excessive serotonin. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> as a link between the two counterparts / V.P. Tikhonov, A.A. Temnov, V.A. Kushnir, T.V. Sirota, E.G. Litvinova, M.V. Zakharchenko, M.N. Kondrashova // IEEE Transactions on Plasma Science. – 2004. – V. 32. – P. 1661–1667.

251. Tony, Succar MScMed, PhD, John Grigg MBBS, MD; Hilary A. Beaver MD and Andrew G. A systematic review of best practices in teaching ophthalmology to medical students // Survey of ophthalmology. – 2016. – Vol. 61 (1). – P. 83–94.

252. Wege, N. Mental health among currently enrolled medical students in Germany / N. Wege, T. Muth, J. Li and P. Angerer // *Public Health*. – 2016. –Vol. 132. – P. 92–100.

253. Williams, Pamela C., MD; Epps, Anna Cherrie, PhD; McCammon, Sametria, MSPH. The Strategic Impact of a Changing Curriculum and Learning Environment on Medical Students' Academic Performance // *Journal of the National Medical Association*. – 2011. – Vol. 103, Issue 9–10. – P. 802–810.

254. Valic, M. The relationship between sleep habits and academic performance in dental students in Croatia / M. Valic, R. Pecotic, L. Lusic, K. Peros, Z. Pribudic, Z. Dogac // *Eur. J. Dent. Educ.* – 2014. – V. 18 (4). – P. 187–94.

255. Zeek, M.L. Sleep Duration and Academic Performance Among Student Pharmacists/ M.L. Zeek, M. Song, L.M. Kennemur, J. Qian, P.W. Jungnickel, S.C. Westrick // *Am J. Pharm. Educ.* – 2015. – V. 79 (5). – P. 63.


## Внедрение результатов исследования в практическую деятельность



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ  
**ЛЕЧЕБНЫЙ КЛИМАТ**

г. Чайковский, Пермский край

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ООО НПК  
«Лечебный Климат»

 С.В. Дементьев  
«25» апреля 2018 г.

## АКТ

внедрения в практическую деятельность результатов диссертационной работы Д.А. Сидоровой «Гигиеническое обоснование способа оптимизации условий обучения и повышения работоспособности студентов»

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 Д.А. Сидоровой «Гигиеническое обоснование способа оптимизации условий обучения и повышения работоспособности студентов» используются для создания оптимальных условий внутренней среды учебных аудиторий, профилактики утомления обучающихся, а также для их оздоровления в условиях ГБУЗ ПК «Чайковская городская поликлиника №1».

Председатель



С.В. Дементьев

Члены комиссии

О.Г. Столбова

А.С. Килин

Юридический адрес: 617760, Пермский край, г. Чайковский, район Подустров

Почтовый адрес: 617763, Пермский край, г. Чайковский – 3, а/я № 91

Тел./факс: (34241) 2-20-24, тел. 2-20-90

E-mail: 22090@silvin.ru, Site: www.silvin.ru

Расчет./счет 40702810349470110437

Корр./счет 30101810900000000603 Западно-Уральский банк ПАО «Сбербанк России» г. Пермь

БИК 045773603, ИНН 592007325, КПП 592001001, ОГРН 1025902035829, ОКПО 56795537

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) 217-20-20, факс (342) 217-20-21  
Телефон для справок: (342) 212-04-04  
E-mail: rector@psma.ru

д.ф. 05. 2018 № 376д  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

«УТВЕРЖДАЮ»  
Начальник Управления  
по непрерывному медицинскому  
образованию  
ФГБОУ ВО ПГМУ  
им. академика Е.А. Вагнера  
Минздрава России,  
доктор медицинских наук,  
профессор  
М.Ф. Заривчакин  
23 мая 2018 года  
М.П.

### Акт внедрения

1. Наименование предложения для внедрения: «Способ профилактики утомления обучающихся». Патент на изобретение №2492879 от 13.07.2012 года зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ.

2. Авторы изобретения: В.Г. Баранников д.м.н., профессор, заведующий кафедрой коммунальной гигиены и гигиены труда медико-профилактического факультета, Л.В. Кириченко, д.м.н., профессор кафедры коммунальной гигиены и гигиены труда медико-профилактического факультета, Д.А. Сидорова ассистент кафедры коммунальной гигиены и гигиены труда медико-профилактического факультета, О.Н. Братчикова ординатор кафедры коммунальной гигиены и гигиены труда медико-профилактического факультета, С.В. Дементьев директор ООО НПК «Лечебный климат».

3. Форма внедрения: методика используется в учебном процессе на кафедре коммунальной гигиены и гигиены труда медико-профилактического факультета ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России, в процессе преподавания элективных курсов, учебных дисциплин «Гигиена труда» и «Коммунальная гигиена» для студентов, ординаторов.

Заведующий кафедрой коммунальной  
гигиены и гигиены труда  
д.м.н., профессор

*В.Г. Баранников*

В.Г. Баранников

К.м.н., доцент кафедры коммунальной  
гигиены и гигиены труда



Е.А. Рязанова

