

УДК 615.834.03

**В.Г. Баранников, Л.В. Кириченко, О.И. Гурина,
А.М. Гольденберг, Д.А. Сидорова**

Пермская государственная медицинская академия
им. акад. Е.А. Вагнера

**ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ
ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ УЧЕБНОЙ АУДИТОРИИ
ИЗ ПРИРОДНЫХ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ
НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СТУДЕНТОВ**

Проведено исследование физических параметров внутренней среды сильвинитовой аудитории. Дана оценка ее возможного использования в учебном процессе. Выявлено ее положительное влияние на работоспособность обучающихся.

Ключевые слова: калийные соли, учебный процесс, сильвинитовая аудитория, физиологическое состояние студентов, работоспособность, утомление.

На Западном Урале располагается крупнейшее в мире Верхнекамское месторождение калийных солей. Основной добываемый минерал – сильвинит, образованный сильвином и галитом, 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 (рис. 1).



Рис. 1. Минерал сильвинит (калийная соль Верхнекамского месторождения)

С начала эксплуатации месторождения кафедра коммунальной гигиены и гигиены труда Пермской медицинской академии занимается изучением воздействия на организм человека природных калийных солей. Макро- и микроэлементы, входящие в состав минерала, оказывают положительное влияние на работу клеток организма, особенно нервных и мышечных, участвуют в передаче нервных импульсов, улучшают снабжение головного мозга кислородом, способствуют ясности ума, действуют как иммуномодулятор, обладают гипоаллергенным и гипотензивным действием [1].

Калийные соли Верхнекамского месторождения обладают высокой естественной способностью нейтрализовать вредные примеси, содержащиеся в воздухе, за счет процессов хемосорбции и массообмена. Их активная хемосорбция обусловлена наличием внутри кристаллов и в межкристаллическом пространстве «хемогенной» обезвоженной биологической массы, состоящей из простых и сложных белковых тел, которые способны взаимодействовать с окисью углерода [2]. Вначале происходит конвективно-диффузионный массоперенос растворенных в воздухе примесей к поглощающей поверхности, а затем их массопередача от воздуха к сорбирующему сильвиниту. Сорбент состоит из хлоридов с примесью большого количества различных видов минералов и пород.

Физиолого-гигиенические исследования, выполненные сотрудниками кафедры, позволили разработать и запатентовать различные виды соляных сильвинитовых устройств (индивидуальные микроклиматические соляные боксы, устройства и экраны из природного сильвинита), которые успешно применяются для немедикаментозного лечения широкого спектра терапевтических заболеваний [3]. Продолжаются научные работы по созданию новых сооружений из природных калийных солей для их использования в профилактических целях.

В настоящее время запатентована и построена соляная учебная аудитория для занятий студентов. Данное помещение оборудовано двумя соляными экранами, выполненными из плиток природного сильвинита (рис. 2). В аудиторию через специально оборудованную фрамугу поступает наружный воздух и по воздуховодам с помощью побудителей направляется в соляные

фильтры, внутри которых располагаются деревянные пластины с прикрепленными осколками минерала. Затем воздух через патрубки поступает на поверхность соляных экранов и в зону дыхания студентов.



Рис. 2. Фрагмент соляной аудитории

Известно, что получение высшего образования требует от студентов значительных интеллектуальных и нервно-эмоциональных напряжений, особенно выраженных во время экзаменов, зачетов, практических занятий, участия в студенческих конференциях, при совмещении учебы с трудовой деятельностью. Студенческий возраст является также заключительным этапом поступательного возрастного развития психофизиологических и двигательных возможностей организма [4].

Одним из основных показателей учебной деятельности студентов является умственная работоспособность, обеспечивающая эффективное освоение знаний, умений, навыков и определяющая физиологические изменения в организме обучающихся. Работоспособность определяется как способность человека к выполнению конкретной умственной деятельности в рамках заданных временных лимитов и параметров эффективности. Ее основу составляют специальные знания, умения и навыки, необходимые в конкретной деятельности определенные особенности: психофизические (память, внимание, мышление), физиологические (состояние сердечно-сосудистой, дыхательной, мышечной, эндокринной и дру-

гих систем), физические (уровень развития выносливости, силы, быстроты движений), возможности человека, адекватные уровню мотивации и поставленной цели [5].

Под влиянием учебно-трудовой деятельности работоспособность студентов претерпевает изменения, которые отчетливо наблюдаются в течение дня, недели, полугодия (семестра), учебного года в целом. Длительность, глубина и направленность изменений определяются функциональным состоянием организма до начала работы, особенностями самой работы, ее организацией и другими причинами.

С целью обоснования применения в учебном процессе сильвинитовой аудитории проведены комплексные гигиенические исследования.

Температура, относительная влажность воздуха и температура ограждающих поверхностей определялись прибором CENTER 311, скорость движения воздуха – кататермометром, уровень атмосферного давления в аудитории – барометром-анероидом. Радиационный фон измерялся снаружи и внутри учебного корпуса прибором РД-1503. Аэроионизация воздушной среды аудитории исследовалась счетчиком аэроионов – МАС-01, многокомпонентный соляной аэрозоль – измерителем массовой концентрации аэрозольных частиц «Аэрокон-П». Производился расчет коэффициента униполярности, характеризующийся отношением легких положительных к легким отрицательным аэроионам. Исследования проводили трехкратно в утренние часы. Всего выполнено 235 замеров.

На первом этапе оценены физические параметры внутренней среды помещения. На втором этапе проведены комплексные физиологические исследования студентов, обучающихся в сильвинитовой аудитории.

В результате гигиенических исследований установлено: средняя температура воздуха в соляной аудитории составляла $(22,7 \pm 0,12)$ °С, относительная влажность – $(47,4 \pm 0,2)$ %, скорость движения – $(0,09 \pm 0,01)$ м/с, атмосферное давление – $(748 \pm 0,16)$ мм рт.ст. В соляной учебной комнате температура воздуха была достоверно ниже, чем в контрольной аудитории. Температура поверхности соляных экранов, вследствие физико-

химических особенностей минерала сильвинита, была достоверно ниже – $(20,5 \pm 0,3)$ °С, чем температура стен комнаты – $(22,4 \pm 0,17)$ °С. Различия между температурой воздуха и ограждающих поверхностей не выходили за пределы гигиенических требований. Показатели барометрического давления, относительной влажности и скорости движения воздуха находились в пределах нормы. Как показали результаты исследования, данный микроклимат может способствовать активизации процессов хемосорбции.

Для поддержания оптимальных параметров воздушной среды в экспериментальной аудитории использовалась вентиляционная система, обеспечивающая скорость воздушного потока в воздуховодах – 2,16 м/с, производительность – $103,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ и кратность воздухообмена по притоку – 3 раза в 1 ч. Количество воздуха, приходящееся на одного человека, составляло $11,7 \text{ м}^3$. Согласно расчетам, в соляной аудитории могут находиться одновременно пять человек.

Диапазон колебаний радиационного фона в сильвинитовой учебной комнате составлял от 0,13 до 0,24 мкЗв/ч, при этом естественный радиационный фон вне учебного корпуса был равен $(0,10 \pm 0,01)$ мкЗв/ч. Полученные результаты не превышали санитарных норм. Несколько повышенный уровень естественной радиации обусловлен наличием в минерале сильвините естественного радионуклида K^{40} – источника гамма- и бета-излучений. Под влиянием ионизирующего излучения нейтральные молекулы воздуха приобретали электрический заряд, превращаясь в аэроионы.

Для дополнительного насыщения воздуха аудитории легкими отрицательными аэроионами в середине занятия включали побудитель движения воздуха. Средняя концентрация легких отрицательных аэроионов была на уровне $(1544,5 \pm 110)$ ион/см³, а легких положительных – $(990,5 \pm 70,3)$ ион/см³. Коэффициент униполярности не превышал допустимого значения и составлял $0,7 \pm 0,04$. В контрольной аудитории показатели биполярных аэроионов были достоверно ниже: легкие отрицательные – $(84,5 \pm 7,5)$ ион/см³, легкие положительные – $(95 \pm 5,0)$ ион/см³.

Наибольшая концентрация легких отрицательных аэроионов отмечалась в 8 ч утра, постепенно снижаясь к 12 ч дня (табл. 1). Данные различия обусловлены природными геофизическими процессами в минерале сильвините.

Таблица 1

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

Показатель	Время измерения		
	8 ч 30 мин	10 ч 30 мин	12 ч 00 мин
Температура воздуха, °С	22,1±0,10	22,5±0,13	22,5±0,11
Температура поверхности соляных экранов, °С	20,6±0,15	21,6±0,18	21,3±0,12
Относительная влажность, %	47,13±0,4	46,9±0,48	48,13±0,95
Атмосферное давление, мм рт.ст.	759±0,05	759,3±1,08	759,5±1,17
Легкие отрицательные аэроионы, ион/см ³	920,1±85,4	810,9±68,2*	737,5±43,1*
Легкие положительные аэроионы, ион/см ³	877,2±98,5	575,8±59,4*	561,6±34,6*
Радиационный фон, мкЗв/ч	0,17±0,003	0,16±0,004	0,16±0,005

* Достоверные различия при $p < 0,05$.

Высокие концентрации легких отрицательных аэроионов положительно воздействуют на дыхательные ферменты, снижают количество серотонина в тканях, ускоряют его ферментативное расщепление и оказывают стимулирующее влияние на психические процессы [6]. В результате их влияния происходит уменьшение возбудимости центров симпатической системы, расширение периферических и мозговых сосудов, что приводит к улучшению кровоснабжения головного мозга.

Отрицательные аэроионы вызывают значительное повышение концентрационной способности, улучшение самочувствия, уменьшение агрессивности, замедление чрезмерной подвижности и повышение восприятия [7]. Благоприятный ионный состав воздуха нормализует состояние сердечно-сосудистой системы, увеличивает устойчивость организма к различным заболеваниям.

В воздухе сильвинитовой аудитории содержание соляного аэрозоля составляло $(0,08 \pm 0,004)$ мг/м³ с размером частиц от 0,4 до 0,75 мкм, которые способны глубоко проникать в дыхательные пути, обеспечивая восстановительное и профилактическое действие за счет поступления жизненно необходимых ионов минеральных солей и переноса электрического заряда. Химические компоненты аэрозоля изменяют электролитный баланс гладкомышечных волокон дыхательных путей, что приводит к их релаксации и повышению числа полноценно вентилируемых альвеол, способствуя улучшению параметров функции внешнего дыхания.

Нами были проведены комплексные физиологические исследования студентов, обучающихся в сильвинитовой аудитории [8]. Для характеристики параметров внешнего дыхания определяли частоту дыхательных движений (ЧДД), использовали функциональные пробы с задержкой дыхания на вдохе (Штанге) и выдохе (Генча). Общее количество исследований 1800.

Так как работоспособность в течение дня имеет характерные особенности, показатели систем организма оценивались в состоянии относительного покоя в начале (период вработывания и постепенного повышения работоспособности), середине (оптимальной устойчивой работоспособности) и конце занятий (периоды полной компенсации и появления начальных признаков утомления). Именно в последнем начинается прогрессивное снижение работоспособности, снижение продуктивности труда, проявляются изменения в системах органов и психических функциях.

Было установлено достоверное снижение ЧДД в группе наблюдения, что свидетельствует об отсутствии развития утомления (так как при утомлении дыхание учащается и становится неравномерным). Показатели проб Штанге и Генча оставались стабильными у студентов обеих групп в течение отдельных практических занятий и цикла.

Как известно, в процессе длительной и напряженной учебной деятельности может происходить изменение частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД). При изучении сердечно-сосудистой системы выявлено снижение ЧСС как в группе наблюдения с $78,06 \pm 1,14$ до $71,25 \pm 1,29$, так

и в группе сравнения с $79,6 \pm 1,7$ до $73,6 \pm 1,5$ к концу занятий ($p < 0,05$). Статистически значимых различий в уровнях артериального систолического и диастолического давления у студентов не наблюдалось. На протяжении цикла занятий показатели функционирования сердечно-сосудистой системы в обеих группах не изменялись.

Для выявления интенсивности умственной работы студентов измеряли температуру кожи лба инфракрасным термометром в начале, середине и конце практических занятий в течение 18 дней цикла (2160 измерений). Сохранение работоспособности было подтверждено полученными данными (температура изменялась от $(35,0 \pm 0,15)$ до $(36,5 \pm 0,05)$ °C к концу занятия).

Состояние центральной нервной системы оценивали корректурной пробой по таблице Анфимова (устойчивость и концентрация внимания обучающихся) и с помощью психологического субъективного теста САН (самочувствие, активность, настроение) – 1200 определений. Результаты исследований состояния нервной системы студентов представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Изменение показателей нервной системы студентов
в течение цикла занятий**

Показатель	Группа наблюдения			Группа сравнения		
	начало	середина	конец	начало	середина	конец
<i>Тест Анфимова</i>						
Кол-во знаков	204,79±7,2	269,69±8,6	303,9±8,95	242±6,2	259±6,8	283,6±8,5
Кол-во ошибок	0,46±0,11	0,46±0,13	0,33±0,12	0,55±0,09	0,77±0,12	0,66±0,19
<i>Тест САН</i>						
Самочувствие	4,5±0,17	4,84±0,17	5,31±0,11	4,8±0,11	4,4±0,14	4,6±0,13
Активность	4,73±0,19	5,32±0,16	5,29±0,13	4,6±0,12	4,3±0,15	4,4±0,19
Настроение	4,35±0,17	5,52±0,11	5,32±0,15	4,9±0,11	4,6±0,12	4,5±0,23

Как следует из табл. 2, по окончании практических занятий у студентов I группы достоверно увеличивалось количество просмотренных знаков корректурного теста Анфимова с $257,16 \pm 2,1$ до $280,42 \pm 2,6$, а также снижалось количество ошибок с $0,42 \pm 0,02$ до $0,29 \pm 0,08$ ($p < 0,05$), что характеризовало высокий уровень работоспособности. У обучающихся II группы количество просмотренных знаков повышалось в середине занятий с $246 \pm 2,4$ до

264±2,6, возвращаясь к исходному уровню к его завершению ($p<0,05$). Максимальное количество допущенных ошибок регистрировалось в середине занятий (0,47±0,11; $p<0,05$).

В динамике 18-дневного цикла обучения студентов происходило увеличение количества просмотренных знаков в обеих группах. При этом количество ошибок к концу цикла в группе наблюдения снижалось с 0,46±0,01 до 0,33±0,02, а в группе сравнения отмечалась обратная динамика (0,55±0,09→0,66±0,09, $p<0,05$), свидетельствующая о наступившем утомлении центральной нервной системы обследуемых.

Показатели теста САН в I группе в течение занятий по всем трем критериям достоверно увеличивались: «самочувствие» – 4,53±0,15 → 4,8±0,12 → 5,45±0,11; «активность» – 4,65±0,18 → 5,4±0,18 → 5,65±0,11; «настроение» – 4,59±0,15 → 5,0±0,16 → 5,50±0,15. Во II группе результаты теста по всем категориям не претерпевали изменений.

В процессе цикла практических занятий у студентов группы наблюдения показатели психоэмоционального статуса были следующими: «самочувствие» – 4,5±0,17→5,31±0,11; «активность» – 4,73±0,19→5,29±0,13; «настроение» – 4,35±0,17→5,32±0,15 ($p<0,05$). В группе сравнения существенной динамики данных показателей не происходило.

Проведенные гигиенические исследования показали, что для учебной комнаты из природных калийных солей характерны следующие специфические факторы: благоприятный микроклимат, высокий уровень легких отрицательных аэроионов и наличие мелкодисперсного многокомпонентного соляного аэрозоля. Результаты исследований показателей нервной системы студентов выявили положительное воздействие внутренней среды сальвинитовой аудитории на функциональное состояние основных систем организма студентов, их работоспособность и психоэмоциональный статус. На основании полученных данных сальвинитовая аудитория может быть рекомендована к использованию в учебном процессе.

Библиографический список

1. Минаева Н.В., Корюкина И.П., Вотяков В.М. Сальвинитовая спелеоклиматотерапия как метод немедикаментозной иммунореабилитации // Тез. XVII Всемир. конгр. по астме. – СПб., 2003. – С. 77.

2. Спелеотерапия в калийном руднике / В.Г. Баранников [и др.]. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1996. – 173 с.

3. Баранников В.Г., Кириченко Л.В., Русанова Е.А. Современные устройства для солелечения из природного сильвинита: метод. рекомендации. – Пермь; Чайковский, 2011. – С. 7–10.

4. Яковлев Б.П., Литовченко О.Г. Психофизиологические характеристики уровня работоспособности студентов // Гигиена и санитария. – 2008. – №1. – С. 60–63.

5. Гигиенические основы изучения эффективности НОТ студентов: метод. рекомендации / Э.Э. Саркисян [и др.]. – М., 1983. – 40 с.

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

7. Разумов А.Н., Корюкина И.П. Использование спелеоклиматотерапии в педиатрии // Спелеоклиматотерапия: методики и эффективность применения: материалы Рос. науч.-практ. школы-семинара. – Москва; Пермь, 2002. – С. 28–32.

8. Физико-гигиенические факторы внутренней среды учебной комнаты для студентов, оборудованной устройствами из природных калийных солей Верхнекамского месторождения / Е.А. Русанова [и др.] // Материалы научной сессии 2012 года / Перм. гос. мед. акад. им. акад. Е.А. Вагнера. – Пермь, 2012. – С. 109–111.

Получено 26.05.2012

**V. Barannikov, L. Kirichenko, O. Gurina,
A. Goldenberg, D. Sidorova**

**HYGIENIC RESEARCH OF THE INTERNAL
ENVIRONMENT OF THE CLASSROOM
OF NATURAL POTASSIUM SALTS**

Carried out research of physical parameters of inner environment of the sylvinitite auditorium. The estimation is given to its possible use in the educational process. This examinations revealed the increasing workability of the students.

Keywords: potassium salts, educational process, sylvinitite auditorium, physiological conditions of the students, workability, tiredness.