



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

БАЛЫХИН Г. А., д.э.н., проф.
 ГРАЧЕВ В. А., чл.-корр. РАН,
 д.т.н., проф.
 ГРИГОРЬЕВ С. Н., д.т.н., проф.
 ДУРНЕВ Р. А., д.т.н., доц.
 ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН,
 д.т.н., проф. (председатель)
 КЛИМКИН В. И., к.т.н.
 КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н.,
 проф.
 РОДИН В. Е., д.т.н., проф.
 СОКОЛОВ Э. М., д.т.н., проф.
 ТЕТЕРИН И. М., д.т.н.
 УШАКОВ И. Б., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 ФЕДОРОВ М. П., акад. РАН,
 д.т.н., проф.
 ЧЕРЕШНЕВ В. А., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 АНТОНОВ Б. И.
 (директор издательства)

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Ответственный секретарь

ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.

Редакционная коллегия:

БЕЛИНСКИЙ С. О., к.т.н., доц.
 ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.
 ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.
 КАЧУРИН Н. М., д.т.н., проф.
 КОСОРУКОВ О. А., д.т.н., проф.
 КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н., д.т.н.,
 проф.
 КСЕНОФОНТОВ Б. С., д.т.н.,
 проф.
 КУКУШКИН Ю. А., д.т.н., проф.
 ЛУЦЦИ С., проф. (Италия)
 МАЛАЯН К. Р., к.т.н., проф.
 МАРТЫНЮК В. Ф., д.т.н., проф.
 МАТЮШИН А. В., д.т.н.
 МИНЬКО В. М., д.т.н., проф.
 МИРМОВИЧ Э. Г., к.ф.-м.н., доц.
 ПАЛЯ Я. А., д.с.-х.н., проф.
 (Польша)
 ПЕТРОВ С. В., к.ю.н., с.н.с.
 СИМАНКИН А. Ф., к.т.н., доц.
 ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.
 ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.
 ФРИДЛАНД С. В., д.х.н., проф.
 ЦЗЯН МИНЦЮНЬ, д.т.н.,
 проф. (Китай)
 ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

10(178)
2015

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

- Михайлов В. А., Сотникова Е. В.** Комбинированная установка для кондиционирования воздуха в кабинах колесных и гусеничных машин при работе в тяжелых условиях эксплуатации 3
Дежурный Л. И., Иевлев А. А., Григорян А. Г. Этические и социально-правовые аспекты оказания первой помощи в Российской Федерации 11
Кирсанов В. В. Хлороорганические соединения и заболеваемость населения 17

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Комкин А. И., Готлиб Я. Г., Смирнов С. Г.** Нормирование шума. Реальный подход к проблеме 23

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Барчуков В. В., Сумароков М. Ю., Бузаева М. В., Климов Е. С.** Модифицирование природного диатомита для придания минералу сорбционных свойств 31

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Киреев И. Р., Закирова З. А., Латыпова Э. А.** Методы устранения опасности возникновения взрывов и пожаров на ООО РН-Юганскнефтегаз 37

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

- Гуськов В. Д., Коротков Г. В., Воронцов В. В., Царев А. В., Ходасевич К. Б.** Создание транспортного упаковочного комплекта для хранения и транспортирования ОЯТ реакторов ВВЭР-1000 40

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Удилов Т. В.** Системный подход к защите населенных пунктов от лесных пожаров. 46

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Пенджиев А. М., Пенжиев М. А.** Безотходный гелиобиотехнологический комплекс для жизнедеятельности в аридной зоне 50

ОБРАЗОВАНИЕ

- Малаян К. Р.** Области знаний и учебной дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" — 25 лет. 58
Крегова И. Г., Беляева О. В. Является ли компьютерное тестирование по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" объективным критерием оценки качества знаний студентов? 68

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, и включен в систему Российского индекса научного цитирования.



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since
January 2001

Editorial board

BALYKHIN G. A., Dr. Sci. (Econ.)
GRACHEV V. A., Cor.-Mem. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
GRIGORYEV S. N., Dr. Sci. (Tech.)
DURNEV R. A., Dr. Sci. (Tech.)
ZALIKHANOV M. Ch.,
Acad. RAS, Dr. Sci. (Tech.)
KLIMKIN V. I., Cand. Sci. (Tech.)
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)
RODIN V. E., Dr. Sci. (Tech.)
SOKOLOV E. M., Dr. Sci. (Tech.)
TETERIN I. M., Dr. Sci. (Tech.)
USHAKOV I. B., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
FEDOROV M. P., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
CHERESHNEV V. A., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
ANTONOV B. I.

Editor-in-chief

RUSAK O. N., Dr. Sci. (Tech.)

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Responsible secretary

PRONIN I. S.,
Dr. Sci. (Phys.-Math.)

Editorial staff

BELINSKIY S. O.,
Cand. Sci. (Tech.)
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)
KOSORUKOV O. A., Dr. Sci. (Tech.)
KRASNOGORSKAYA N. N.,
Dr. Sci. (Tech.)
KSENOFONTOV B. S.,
Dr. Sci. (Tech.)
KUKUSHKIN Yu. A.,
Dr. Sci. (Tech.)
LUZZI S. (Italy), Prof.
MALAYAN K. R., Cand. Sci. (Tech.)
MARTYNYUK V. Ph.,
Dr. Sci. (Tech.)
MATYUSHIN A. V., Dr. Sci. (Tech.)
MINKO V. M., Dr. Sci. (Tech.)
MIRMOVICH E. G.,
Cand. Sci. (Phis.-Math.)
PALJA Ja. A. (Poland),
Dr. Sci. (Agri.-Cult.)
PETROV S. V., Cand. Sci. (Yurid.)
SIMANKIN A. F., Cand. Sci. (Tech.)
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)
FRIDLAND S. V., Dr. Sci. (Chem.)
JIANG MINGJUN (China), Prof.
SHVARTSBURG L. E.,
Dr. Sci. (Tech.)

10(178)
2015

CONTENTS

LABOUR PROTECTION AND POPULATION HEALTH

- Mikhailov V. A., Sotnikova E. V.** Combined Installation for Air Conditioning in the Cabins of Wheeled and Tracked Vehicles when Operating in Severe Conditions 3
Dezhurnyj L. I., Ievlev A. A., Grigoryan A. G. Ethical, Social and Legal Aspects of the First Aid in Russian Federation 11
Kirsanov V. V. Organochlorines and Morbidity of the Population 17

INDUSRTIAL SAFETY

- Komkin A. I., Gotlib Ya. G., Smirnov S. G.** Regulation of Noise. The Real Approach to the Problem 23

ECOLOGICAL SAFETY

- Barchukov V. V., Sumarokov M. Yu., Buzaeva M. V., Klimov E. S.** Modification of Natural Diatomite to Make the Sorption Properties of Mineral 31

SITUATION OF EMERGENCY

- Kireev I. R., Zakirova Z. A., Latypova E. A.** Methods of Eliminating the Risk of Explosions and Fires at OOO RN-Yuganskneftegaz 37

ENGINEERING SOLUTIONS

- Guskov V. D., Korotkov G. V., Vorontsov V. V., Tsarev A. V., Khodasevich K. B.** Development of a Transport Package for Storage and Transportation of SNF of the VVER-1000 Reactors 40

FIRE SAFETY

- Udilov T. V.** A Systematic Approach to the Protection of Settlements from Forest Fires 46

REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Penjiyev A. M., Penjiyev M. A.** Wasteless Geliobiotechnological Complex for Activity Lifes in Arid Zone. 50

EDUCATION

- Malayan K. R.** Knowledge and Educational Discipline "Life Safety" — 25 Years 58
Kretova I. G., Belyaeva O. V. Is Computer Testing on "Health Safety" as a Subject a Sufficient Criteria of Assessing Students' Knowledge? 68

Information about the journal is available online at: <http://novtex.ru/bjd>, e-mail: bjd@novtex.ru

УДК 338.436.33

В. А. Михайлов, д-р техн. наук, проф., **Е. В. Сотникова**, канд. хим. наук, проф.,
Московский Государственный машиностроительный университет (МАМИ)

Комбинированная установка для кондиционирования воздуха в кабинах колесных и гусеничных машин при работе в тяжелых условиях эксплуатации

Рассмотрен вопрос обеспечения безопасности жизнедеятельности операторов колесных и гусеничных машин путем создания в кабинах в теплый период года "динамического" микроклимата и высокоэффективной очистки приточного воздуха от мелкодисперсных твердых и газообразных примесей с помощью комбинированной установки, объединяющей элементы хладонового кондиционера и водоиспарительного адиабатного воздухоохладителя.

Показано, что в хладоновом кондиционере температура обрабатываемого воздуха снижается при постоянном влагосодержании на величину, обусловленную выбранной холодопроизводительностью в расчете на обеспечение в кабине нормализуемых температурно-влажностных параметров при относительно невысокой наружной температуре. При ее же возрастании, когда требуется увеличить холодопроизводительность установки, в работу автоматически включается водоиспарительная орошаемая адиабатная насадка, выполняющая здесь двойную функцию — автоматического регулятора создания "динамического" микроклимата, с одной стороны, и аппарата "мокрой" очистки воздуха от вредных примесей, с другой.

Ключевые слова: колесные и гусеничные машины, кабина, оператор, теплый период года, санитарные нормы, "динамический" микроклимат, авторегулирование параметров микроклимата, очистка воздуха от твердых и газообразных вредных примесей, орошаемая насадка адиабатного увлажнения

Состояние вопроса

Одним из важнейших требований к качеству современных сельскохозяйственных тракторов, строительно-дорожных машин и других колесных и гусеничных транспортных средств, работающих в тяжелых эксплуатационных условиях, является обеспечение безопасности жизнедеятельности операторов путем создания в кабинах в теплый период года благоприятного микроклимата и обеспечения санитарных норм по чистоте воздуха на рабочем месте при высокой запыленности внешней среды мелкодисперсными частицами, а также наличии газообразных вредных веществ, таких как диоксид азота, оксид углерода, углеводороды. В связи с этим кабины колесных и гусеничных машин должны быть оборудованы установками кондиционирования воздуха (УКВ). Одной из разновидностей УКВ является традиционный хладоновый кондиционер, в конструкцию которого встроен пароконденсационный охладитель воздуха [1]. Принципиальное устройство такого охладителя воздуха будет рассмотрено далее.

Хотя в настоящее время зарубежные хладоновые кондиционеры широко используются на легковых автомобилях, автобусах и других объектах, с точки зрения применения на машинах, работающих в тяжелых эксплуатационных условиях, выявлены рассмотренные ниже обстоятельства, обуславливающие снижение их потребительских качеств [2].

Первое обстоятельство связано с тем, что контактный бумажный фильтр в УКВ не в состоянии очистить воздух от пыли мелких фракций. Так, по данным работы [2], вероятность проскока частиц пыли размером даже 5 мкм у серийных картонов достигает 18 %, а эффективность таких фильтров в начальный период работы не превышает 72...75 %. По мере накопления на поверхности фильтра частиц пыли эффективность очистки от мелкодисперсной пыли повышается, но это сопровождается резким увеличением его аэродинамического сопротивления, что приводит к падению производительности УКВ. Кроме того, фильтр из обычной бумаги (картона) не может очистить воздух от газообразных примесей,



и тогда в УКВ легковых машин применяются фильтры с активированным углем. Однако они не в состоянии уловить оксид углерода. К тому же для их эффективного действия в части диоксида азота и углеводородов требуется, чтобы скорость движения очищаемого воздуха через фильтр составляла не более 0,25 м/с [3], что обуславливает необходимость увеличения фронтального размера такого устройства.

Второе обстоятельство, связанное со снижением потребительских качеств УКВ, обусловлено невозможностью обеспечения в кабине рекомендованного в свое время гигиенистами "динамического" микроклимата [4], характеризующегося автоматическим поддержанием допустимого перепада между наружной t_n и внутренней t_k температурами (по ГОСТ Р 50993—96 [5] не более 8 °С) во избежание переохлаждения человека, поскольку в теплый период года в течение дневной рабочей смены наружная температура t_n существенно изменяется. Так, по данным работы [2], разница между t_n в 8 часов утра и 14 часов может достигать 12,8 °С, что определяет резкое изменение тепловой нагрузки кабины, а следовательно, и холодопроизводительности, и энергозатрат хладонового кондиционера. Отметим, что в УКВ легковых автомобилей имеется устройство "климат-контроль", которое поддерживает заданную температуру t_k на постоянном уровне, создавая тем самым статический "монотонный" микроклимат. Однако, по мнению гигиенистов [4], "динамический" микроклимат обеспечивает лучшие условия для самочувствия человека, чем "статический". К тому же при этом достигается существенная экономия энергии на привод УКВ, учитывая, что кабина машины относится к непостоянному рабочему месту, поскольку оператор в течение дневной рабочей смены часто выходит из нее для выполнения определенных технологических операций вне машины [2]. Следовательно, для достижения необходимого уровня современных УКВ машин требуются соответствующие технические нововведения в их конструкцию.

Анализ путей решения задачи

В первую очередь рассмотрим вопрос регулирования температуры t_k (с учетом нормируемой относительной влажности ϕ_k) в зависимости от температуры t_n . В общем случае [6] это может быть обеспечено как за счет изменения температуры охлаждаемого воздуха t_0 при неизменной его подаче L_0 (так называемое качественное регулирование), так и путем изменения величины L_0 при постоянной температуре t_0 (так называемое количественное регулирование). Однако

последнее в рассматриваемом случае практически неприемлемо, во-первых, из-за того, что при уменьшении подачи воздуха в кабину в ней не будет обеспечиваться необходимое избыточное давление, препятствующее поступлению наружного загрязненного воздуха через неплотности в ее ограждениях, а во-вторых, изменение режима работы вентиляторного агрегата требует наличия в УКВ специального оборудования и средств автоматизации. Кроме того, в этом случае возникает проблема обеспечения постоянства температуры t_0 при переменном расходе L_0 с помощью соответствующего устройства, поскольку изменяется процесс теплоотдачи в охлаждающем теплообменнике УКВ. Все это существенно усложняет конструкцию кондиционера.

Что же касается использования качественно-регулирующего, то здесь, хотя оно в принципе для нас предпочтительнее количественного, конструкция хладонового кондиционера также существенно усложняется из-за необходимости иметь в нем элементы автоматического управления температурой t_0 в зависимости от изменения значений t_n и t_k [4].

Вместе с тем установлено [2], что водоиспарительный адиабатный воздухоохладитель, принципиальное устройство которого рассмотрено далее, обладает следующими положительными потребительскими свойствами:

- саморегулирование производительности по отведенной явной теплоте из обрабатываемого воздуха (условной холодопроизводительности) при колебаниях температуры внешней среды;
- более простая конструкция и сниженная энергоемкость по сравнению с хладоновыми УКВ;
- способность, наряду с высокоэффективной "мокрой" очисткой воздуха от мелкодисперсной пыли в орошаемой насадке, обеспечить нейтрализацию вредных газообразных примесей путем введения в воду специальных растворимых в ней химически активных добавок.

Направление разработки

Учитывая, что в практике кондиционирования воздуха стационарных помещений с целью энергосбережения рекомендуется использовать сочетание (симбиоз) водоиспарительного (естественного) и искусственного (машинного) методов охлаждения [7], предлагается комбинированная УКВ (рис. 1) для кабин колесных и гусеничных машин.

Она содержит установленный на крыше кабины блок обработки воздуха и его подачи на рабочее место после соответствующей очистки и охлаждения с контурами хладонового кондиционера и водоиспарительного охладителя.

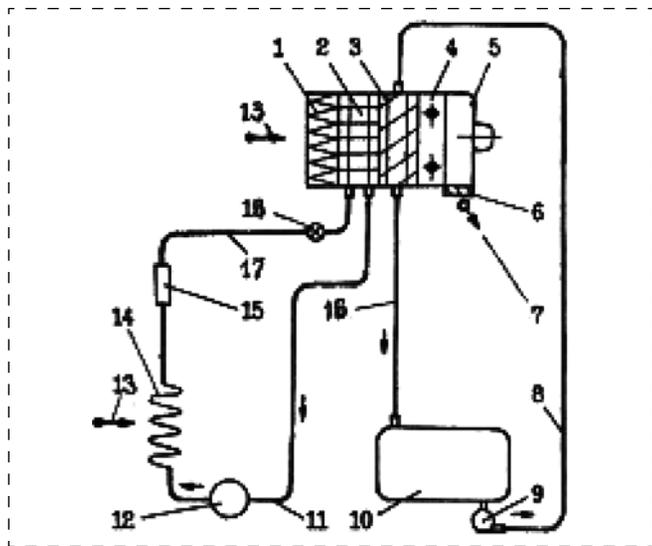


Рис. 1. Принципиальная схема установки кондиционирования воздуха (УКВ):

1 — воздушный бумажный фильтр; 2 — теплообменник хладонового испарителя; 3 — адиабатная орошаемая насадка; 4 — несущая камера для выравнивания статического давления; 5 — вентиляторный агрегат; 6 — воздухораспределитель; 7 — поток кондиционированного воздуха; 8 — водяной нагнетательный трубопровод; 9 — водяной насос; 10 — водяной бак; 11 — всасывающий хладоновый трубопровод; 12 — компрессор; 13 — поток наружного воздуха; 14 — теплообменник хладонового конденсатора; 15 — ресивер; 16 — водяной сливной трубопровод; 17 — нагнетательный хладоновый трубопровод; 18 — терморегулирующий вентиль

Общими для указанных контуров являются воздушный бумажный фильтр 1, несущая камера 4, вентиляторный агрегат 5 и воздухораспределитель 6. Кроме того, в контур хладонового кондиционера входят теплообменник испарителя 2, размещенный в крышном блоке, а также смонтированные вне его терморегулирующий вентиль 18 и размещенные в подкапотном пространстве двигателя внутреннего сгорания машины ресивер 15, теплообменник конденсатора 14, компрессор 12, сообщенные между собой соответствующими трубопроводами 11 и 17.

В контур водоиспарительного охладителя соответственно входят адиабатная орошаемая насадка 3, размещенная в крышном блоке, а также смонтированные на полу кабины водяной бак 10 и водяной насос 9, сообщенные с трубопроводами 8 и 16.

Контур хладонового кондиционера и водоиспарительного охладителя могут работать независимо друг от друга, поскольку представляют собой самостоятельные подсистемы.

Если же они функционируют совместно, то при обработке кондиционируемого воздуха происходит следующее. При относительно невысокой температуре t_n , на которую и должна быть рассчитана холодопроизводительность хладонового

контура, орошаемая насадка как вторая ступень снижения температуры практически не будет функционировать. Если t_n существенно возрастет, то из-за недостаточной холодопроизводительности хладонового контура температура воздуха после теплообменника испарителя повысится, что обусловит естественное автоматическое включение в процесс обработки воздуха его дальнейшее водоиспарительное охлаждение в насадке. При этом чем выше будет t_n , тем большую тепловую нагрузку будет брать на себя вторая ступень.

Оценка теплотехнических качеств

Прежде чем проводить дальнейший функциональный анализ принятой схемы кондиционера, определим необходимые исходные данные. Примем условие, что УКВ будет эксплуатироваться в условиях жаркого сухого климата, где не требуется проводить процесс кондиционирования с осушением воздуха. В табл. 1 [1] представлен характер изменения температурно-влажностных параметров наружного воздуха в Южном регионе России (г. Грозный) в летний период в течение дневной рабочей смены и требуемые значения температуры в кабине трактора, характеризующие "динамический" микроклимат.

Отметим, что здесь для тепловых режимов 3, 4, 5 и 6 значение $t_{к\text{ рац}}$ принято, исходя из максимального допустимого перепада температур $t_n - t_k = 8^\circ\text{C}$ по ГОСТ Р 50993—96, а для режимов 1 и 2 значение $t_{к\text{ рац}}$ определено с учетом рекомендаций ГОСТ 12.1.005—88 [9].

Как следует из приведенных данных, влагосодержание наружного воздуха изменяется в диапазоне 8,6...9,3 г/кг сухого воздуха. В связи с этим для дальнейшего анализа примем режим работы насадки водоиспарительного охладителя при среднем расчетном постоянном влагосодержании $d_n = 9,0$ г/кг сухого воздуха. Для определения температуры охлажденного в хладоновом испарителе воздуха на диаграмме $I-d$ (рис. 2) нанесли точку H_1 , соответствующую тепловому режиму 1 по табл. 1 при $t_n = 24,5^\circ\text{C}$ (принятом $d_n = 9,0$ г/кг сухого воздуха). Полагая, что охлаждение воздуха в испарителе происходит при постоянном влагосодержании, провели из этой точки вниз вертикальную линию и на ее пересечении с $\phi = 90\%$ нашли точку O_1 , характеризующую температуру $t_1 = 13,5^\circ\text{C}$ охлажденного воздуха. Отметим, что здесь индекс "1" в обозначениях H_1 , O_1 и t_1 соответствует тепловому режиму 1 в табл. 1 и 2.

Что же касается тепловой нагрузки кабины трактора, то ее значения в зависимости от t_n применительно к ее объему $3,4\text{ м}^3$ приняты по рекомендации [2] и приведены в табл. 2. Необходимая

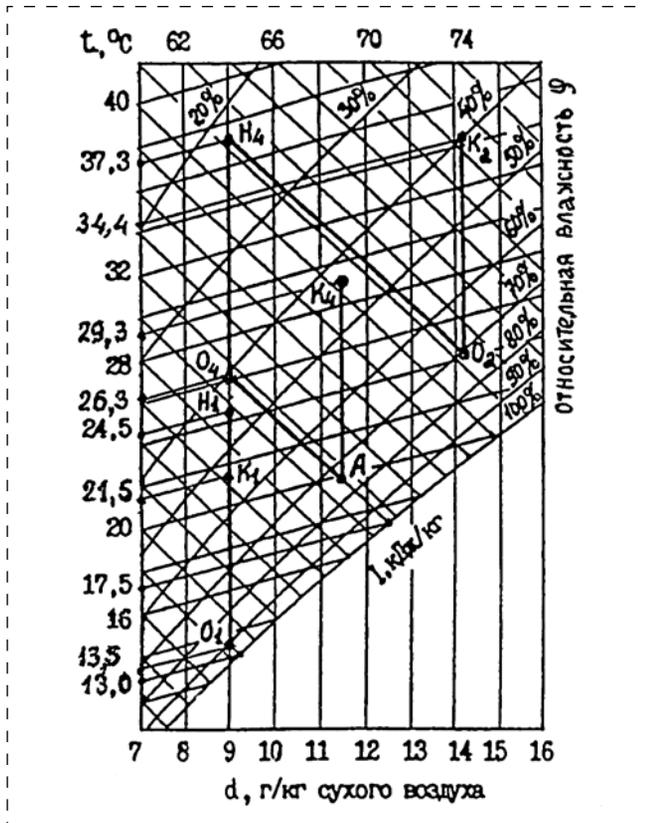


Рис. 2. Процессы изменения состояния воздуха при тепло-влажностной обработке в комбинированной УКВ: H_1-O_1 , H_4-O_4 — снижение температуры воздуха в хладоновом испарителе; O_4-A , H_4-O_4 — снижение температуры воздуха в орошаемой насадке; O_1-K_1 , $A-K_4$, O_a-K_a — повышение температуры воздуха за счет ассимиляции теплопритоков в кабину

же производительность УКВ по воздуху L_o (m^3/c) рассчитывалась по выражению:

$$L_o = \frac{Q_{\text{п}}}{c_p \rho_0 (t_k - t_1)}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{п}}$ — тепловая нагрузка кабины, Вт; $c_p = 1005$ Дж/(кг·°C) — теплоемкость воздуха;

ρ_0 — расчетная плотность воздуха при температуре t_1 после охлаждения, кг/м³.

Располагая приведенными данными, найдем минимально необходимую производительность по воздуху L_o хладонового контура УКВ для обеспечения в кабине $t_{\text{к рац}} = 21,5$ °C (по табл. 1), имея в виду, что при $t_{\text{н}} = 24,5$ °C тепловая нагрузка кабины составляет 1160 Вт (см. табл. 2), а $\rho_0 = 1,2$ кг/м³. Получим $L_o = 0,12$ м³/с (432 м³/ч).

По данным работы [2] в рассматриваемом случае к реализации можно взять модель кондиционера СНМ-2-5 унифицированного типажа системы нормализации микроклимата с номинальной подачей воздуха $L_o = 480$ м³/ч (0,13 м³/с). В этом случае при $t_{\text{н}} = 24,5$ °C в кабине будет обеспечена приемлемая $t_{\text{к}}$, близкая к указанной $t_{\text{к рац}}$. Таким образом, выбранная реальная величина L_o может быть принята для дальнейшего анализа. Холодопроизводительность (Вт) хладонового контура УКВ при $t_{\text{н}} = 24,5$ °C оценивается по выражению [2]:

$$Q_o = c_p \rho_0 (t_{\text{н}} - t_1). \quad (2)$$

При использовании указанных выше данных по значениям c_p , ρ_0 и t_1 получим $Q_o = 1720$ Вт. Что же касается оценки параметров охлажденного в этой ступени воздуха на остальных тепловых режимах при других указанных в табл. 2 значениях $t_{\text{н}}$, то порядок их расчета следующий. Примем условие, что при установленной $L_o = 480$ м³/ч (0,13 м³/с) первая ступень УКВ сохраняет постоянную, рассчитанную по формуле (2), холодопроизводительность $Q_o = 1720$ Вт (1,72 кВт). Это предопределяет допущение, что при изменении температуры $t_{\text{н}}$ перепад между ней и температурой охлажденного воздуха t_1 должен быть постоянным и равным $\Delta t = 24,5 - 13,5 = 11,0$ °C, по которому и вычисляется значение этой температуры по сухому термометру в остальных случаях. Температура же по мокрому термометру $t_{\text{м1}}$ этого

Таблица 1

Параметры воздуха, характеризующие "динамический" микроклимат

Время суток, ч		8	10	12	14	16	18	
Номер теплового режима		1	2	3	4	5	6	
Параметры внешнего воздуха	Температура, °C	По сухому термометру $t_{\text{н}}$	24,5	29,0	35,0	37,3	36,8	34,8
		По мокрому термометру $t_{\text{мн}}$	17,3	18,4	20,0	20,6	20,0	19,8
	Влагосодержание $d_{\text{н}}$, г/кг сухого воздуха	9,3	9,2	9,1	9,0	8,8	8,6	
Температура воздуха в кабине, °C:								
нижний предел по ГОСТ Р 50993—96, $t_{\text{к доп min}}$		16,5	21,0	27,0	29,3	28,8	26,8	
верхний предел по ГОСТ 12.2.120—88 [8], $t_{\text{к доп max}}$		28,0	31,0	33,0	33,0	33,0	33,0	
рациональное значение, $t_{\text{к рац}}$ [1]		21,5	24,0	27,0	29,3	28,8	26,8	

Таблица 2

Тепловая нагрузка кабины

Номер теплового режима	1	2	3	4	5	6
Наружная температура t_n , °C	24,5	29,0	35,0	37,3	36,8	34,8
Тепловая нагрузка Q_n , Вт	1160	1260	1400	1460	1440	1390

воздуха определяется с помощью диаграммы $I-d$ (см. рис. 2), на которой в качестве примера показан также случай, относящийся к наиболее напряженному тепловому режиму 4 по табл. 1 и 2 при $t_n = 37,3$ °C. Тепловые же режимы 2, 3, 5 и 6 на диаграмме не представлены, хотя необходимые вычисления для них были проведены.

Согласно схеме на рис. 1 охлажденный в первой ступени воздух поступает в орошаемую насадку 3, где снижает свою температуру по сухому термометру и увлажняется при постоянной энтальпии I (адиабатное увлажнение), что обуславливается психометрической разностью его начальных температур t_1 по сухому и t_{m1} по мокрому термометрам. Причем в силу этого естественного (природного) явления практически не требуется ощутимых энергозатрат УКВ, поскольку при наличии уже имеющегося здесь вентиляторного агрегата необходимо осуществить лишь привод водяного электрического насоса мощностью не более 25 Вт [2].

В общем случае достигаемый уровень снижения температуры воздуха t_a в адиабатной насадке оценивается через коэффициент эффективности E_a по выражению:

$$E_a = (t_1 - t_a)/(t_1 - t_{m1}), \quad (3)$$

где t_a — температура воздуха после ступени адиабатного увлажнения, °C.

По данным работ [2, 7], у водоиспарительных воздухоохладителей моделей СНМ $E_a = 0,73$. Приняв это значение и преобразовав формулу (3), для точки A на рис. 2 определим значение температуры t_a по выражению:

$$t_a = t_1 - 0,73(t_1 - t_{m1}). \quad (4)$$

Результаты расчета t_a для всех тепловых режимов приведены в табл. 3.

Обеспечиваемая при обработке воздуха в комбинированной УКВ при различной температуре t_n его относительная влажность в кабине определяется при построении процессов на диаграмме $I-d$ (см. рис. 2). Здесь в качестве примеров приведено решение этой задачи для минимальной $t_n = 24,5$ °C и, как указывалось выше, при максимальной $t_n = 37,3$ °C.

Для теплового режима 1 (см. табл. 3), когда $t_n = 24,5$ °C, имеем следующее. При охлаждении воздуха до температуры по сухому термометру $t_1 = 13,5$ °C в первой ступени (луч процесса H_1-O_1) температура воздуха по мокрому термометру становится равной $t_{m1} = 13,0$ °C. Поскольку здесь психометрическая разность мала (всего 0,5 °C), то можно считать, что вторая ступень водоиспарительного действия как охладитель практически не функционирует, и поступающий в кабину воздух имеет температуру t_a близкую к t_1 при относительной влажности 90 % (точка O_1). Далее, за счет ассимиляции теплопритоков в кабину, температура воздуха поднимается до состояния в точке K_1 (луч процесса O_1-K_1), характеризующегося температурой $t_{k1} = 20,9$ °C, вычисленной при значениях $Q_n = 1160$ Вт; $c_p = 1005$ Дж/(кг·°C); $\rho_0 = 1,2$ кг/м³, $L_o = 0,13$ м³/с и $t_1 = 13,5$ °C по формуле:

$$t_{k1} = (Q_n + c_p \rho_0 L_o t_1)/(c_p \rho_0 L_o). \quad (5)$$

При указанной температуре по данным построения на диаграмме $I-d$ относительная влажность воздуха в точке K_1 составит 54 %, что соответствует нормативу.

Для теплового режима 4 (см. табл. 3) получается следующее. При снижении температуры воздуха в первой ступени до 26,3 °C (луч процесса H_4-O_4) по сухому термометру его температура по мокрому термометру становится равной $t_{m4} = 17,5$ °C. Поскольку здесь психометрическая разность существенна 8,8 °C, это обуславливает при адиабатном увлажнении воздуха в орошаемой насадке (луч процесса O_4-A) дальнейшее снижение температуры обрабатываемого воздуха до величины $t_a = 19,9$ °C, рассчитанной по выражению, аналогичному формуле (5).

Таблица 3

Параметры воздуха при обработке в комбинированной УКВ

Номер теплового режима		1	2	3	4	5	6	
Температура, °C	Наружная	По сухому термометру t_n	24,5	29,0	35,0	37,3	36,8	34,8
	После первой ступени	По сухому термометру t_1	13,5	18,0	24,0	26,3	25,8	23,8
		По мокрому термометру t_{m1}	13,0	14,5	16,5	17,5	17,3	16,3
	После второй ступени	По сухому термометру t_a	13,5	15,4	18,5	19,9	19,6	18,5



Таблица 4

Температурно-влажностные параметры воздуха в кабине трактора при работе комбинированной УКВ в штатной ситуации

Номер теплового режима		1	2	3	4	5	6
Параметры воздуха	$t_n, ^\circ\text{C}$	24,5	29,0	35,0	37,3	36,8	34,8
	$t_k, ^\circ\text{C}$	20,9	23,4	27,4	29,3	28,9	27,4
	$\varphi_k, \%$	56	52	46	43	45	46
	$t_n - t_k, ^\circ\text{C}$	3,6	5,6	7,6	8,0	7,9	7,4

Для определения температуры воздуха в кабине при подаче в нее $L_o = 480 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($0,13 \text{ м}^3/\text{с}$) охлажденного воздуха с температурой $t_a = 19,9 ^\circ\text{C}$ при $t_n = 37,3 ^\circ\text{C}$ и $Q_n = 1460 \text{ Вт}$ (см. табл. 2) использовали выражение (5). Получили, что $t_{k4} = 29,3 ^\circ\text{C}$, а построив луч процесса $A-K_4$ на рис. 2, нашли величину относительной влажности воздуха в точке K_4 (т. е. в кабине) $\varphi_4 = 43 \%$, что соответствует норме. Аналогичным образом решались задачи для остальных тепловых режимов эксплуатации УКВ, результаты расчета которых приведены в табл. 4. Дополнительно отметим, что принятый выше индекс 4 в обозначениях H_4, O_4, t_{k4}, K_4 и φ_4 соответствует указанному тепловому режиму 4 по табл. 1.

Данные табл. 4 свидетельствуют, что комбинированная УКВ способна обеспечить в кабине "динамический" микроклимат, характеризующийся температурным режимом t_k практически на уровне рациональных значений $t_{k \text{ рац}}$ по табл. 1 при относительной влажности $\varphi_k = 43...56 \%$ (при нормативе 40...60 %), причем такое ее значение достигается вследствие саморегулирования второй ступени без применения каких-либо дополнительных сложных программных устройств. Следовательно, основная поставленная задача здесь решается. Что же касается энергозатрат УКВ, то оценка этого показателя производится следующим образом.

Уровень совершенства УКВ по отношению к потребляемой ею мощности N_o оценивается с помощью холодильного коэффициента [2]:

$$\eta_o = Q_o/N_o. \quad (6)$$

Если известны величины Q_o и η_o , то затраты мощности на привод УКВ могут быть оценены по выражению:

$$N_o = Q_o/\eta_o. \quad (7)$$

По данным работы [2], у транспортных хладоновых УКВ $\eta_o = 0,9$. Тогда, имея в виду, что в рассматриваемом случае $Q_o = 1,72 \text{ кВт}$, по формуле (7) найдем, что $N_o = 1,91 \text{ кВт}$. Поскольку водоиспарительная ступень комбинированной УКВ

требует энергозатрат лишь $0,25 \text{ кВт}$ на привод водяного насоса, в целом величина энергозатрат такой УКВ составит не более $1,94 \text{ кВт}$ (это значение является постоянным, не зависящим от t_n).

Если применить на машине традиционный хладоновый кондиционер, то его холодопроизводительность должна быть рассчитана на условия работы при максимальной $t_n = 37,3 ^\circ\text{C}$, когда при $t_o = t_a = 19,9 ^\circ\text{C}$ в кабине обеспечивается $t_k = 29,3 ^\circ\text{C}$. В этом случае расчет по формуле (2) дает значение $Q_o = 2,73 \text{ кВт}$, на что требуется затратить $N_o = 3,03 \text{ кВт}$. Таким образом, здесь превышение над энергозатратами комбинированной УКВ составляет более 1 кВт (в 1,56 раза). Следовательно, с позиции энергосбережения и экологичности конструкции комбинированная УКВ является более предпочтительной для кабин.

Оценка качества очистки воздуха

Что же касается очистки кондиционируемого воздуха от вредных примесей, то в отличие от традиционного хладонового кондиционера комбинированная УКВ в силу наличия в ней водоиспарительной ступени приобретает следующие свойства.

Интенсифицированная орошаемая насадка регулярной структуры, выполненная из пластин пористой пластмассы и испытанная в УКВ [2], обладает необходимыми свойствами в части очистки воздуха от высокодисперсной пыли. Поскольку в ней установлена функциональная связь между эффективностью очистки воздуха от пыли μ и степенью снижения его температуры E_a , то можно оценить качество такой очистки при достигнутой степени охлаждения воздуха по выражению [2]:

$$\mu = 1 - e^{1,89 \lg(1-E_a)}. \quad (8)$$

В рассматриваемом случае $E_a = 0,73$ и вычисление по формуле (8) дает следующий результат: эффективность очистки от пыли во второй ступени УКВ составит $\mu = 0,916$. Общая же эффективность очистки воздуха при последовательной его обработке в первой (сухой) ступени с помощью бумажного фильтра ($\eta_1 = 0,72$) и во второй

Температурно-влажностные параметры воздуха в кабине трактора при работе комбинированной УКВ в аварийной ситуации

Номер теплового режима		1	2	3	4	5	6
Параметры воздуха	$t_a, ^\circ\text{C}$	19,0	21,0	23,9	25,1	24,8	23,7
	$t_k, ^\circ\text{C}$	26,4	29,0	32,8	34,4	34,0	32,6
	$\varphi_k, \%$	49	46	41	40	39	41

(мокрой) ступени в насадке ($\mu_2 = 0,916$) оценивается по выражению:

$$\mu_{\text{общ}} = 1 - (1 - \mu_1)(1 - \mu_2). \quad (9)$$

Произведя вычисления по формуле (9), получим, что $\mu_{\text{общ}} = 0,998$ при требуемой величине не менее 0,96 [2] для обеспечения нормируемой ГОСТ 12.2.120—88 запыленности воздуха в кабине не более 2 мг/м^3 при внешней расчетной запыленности до 50 мг/м^3 . Следовательно, как средство очистки воздуха от пыли комбинированная УКВ свою задачу может выполнить.

Что касается очистки воздуха от газообразных примесей, то ранее уже указывалось на потенциальную способность орошаемой насадки выполнить эту функцию при введении в воду специальных активных добавок для осуществления в ней процесса хемосорбции. Исследования [10] показали, что если растворить в орошающей воде недефицитные перманганат калия KMnO_4 (марганцовка) и бикарбонат натрия Na_2CO_3 (техническая сода), то воздух в комбинированной УКВ можно очистить не только от оксида углерода, оксидов азота и углеводородов, но и одновременно снизить токсическое воздействие вносимых в организм оператора с остаточной пылью (поскольку $\mu_{\text{общ}}$ не достигает 100 %) гербицидов, пестицидов, минеральных удобрений и других загрязнителей, присутствующих при проведении сельскохозяйственных работ. Следовательно, и эта задача комбинированной УКВ решается.

Работа в аварийной ситуации

Отметим еще одно положительное качество комбинированной УКВ. При аварийной ситуации в случае выхода из строя первой ее ступени вторая ступень будет продолжать функционировать в режиме прямого водоиспарительного охлаждения. Чтобы оценить достижимые в этом случае параметры микроклимата в кабине, проведем расчет, при котором величина температуры t_a охлажденного воздуха оценивается по формуле, аналогичной (4), где $t_1 = t_H$ и $t_{M1} = t_{MH}$ при $E_a = 0,73$, а величина t_k определяется с использованием формулы (5)

$$t_a = t_H - 0,73(t_H - t_{MH}); \quad (10)$$

$$t_k = (Q_{\text{п}} + c_p \rho_0 L_o t_1) / (c_p \rho_0 L_o). \quad (11)$$

Здесь значения t_H и t_{MH} принимаются по табл. 1; $Q_{\text{п}}$ — по табл. 2; $c_p = 1005 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$; $\rho_0 = 1,2 \text{ кг/м}^3$; $L_o = 0,13 \text{ м}^3/\text{с}$.

Результаты расчета приведены в табл. 5. Самый напряженный тепловой режим 4 для работы УКВ при $t_H = 37,3 \text{ }^\circ\text{C}$ в аварийной ситуации отражен на рис. 2.

Как следует из приведенного выше, в этом случае УКВ при подаче воздуха $L_o = 480 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($0,13 \text{ м}^3/\text{с}$) может обеспечить в кабине температурный режим достаточно близкий к предельно допустимому ($t_{\text{доп}} = 28...33 \text{ }^\circ\text{C}$) по ГОСТ 12.2.120—88. Учитывая это, а также то, что УКВ здесь продолжает эффективно очищать воздух от вредных примесей, оператор без ущерба своему здоровью может продолжать выполнять работу до конца рабочей смены. Для сравнения укажем, что по результатам испытаний [2] даже при интенсивной (до $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$) вентиляции закрытой кабины неохлажденным воздухом температура t_k существенно (минимум на $5 \text{ }^\circ\text{C}$) превышает наружную. Тогда в рассматриваемом случае, например, при $t_H = 36,8...37,3 \text{ }^\circ\text{C}$ при отсутствии второй ступени и подаче $480 \text{ м}^3/\text{ч}$ неохлажденного воздуха t_k по данным [2] может достигнуть величины порядка $45 \text{ }^\circ\text{C}$, что для оператора вызвало бы необходимость открыть двери или окна кабины для проветривания и снижения в ней температуры хотя бы до уровня наружной, несмотря на воздействие на него при этом загрязненного воздуха и внешнего шума.

Список литературы

1. Михайлов В. А., Шарипова Н. Н. Инновация в конструкции хладонового кондиционера воздуха в тракторной кабине // Тракторы и сельхозмашины. — 2009. — № 4. — С. 34—39.
2. Михайлов В. А. Создание системы модульных типизированных и унифицированных средств нормализации микроклимата и оздоровления воздушной среды в кбинах самоходных машин: Дис. ... д-ра техн. наук. — М.: МГТУ "МАМИ", 1998. — 492 с.



3. **Техника** и технология защиты воздушной среды: Учеб. пособие для вузов / В. В. Юшин, В. М. Попов, П. П. Кукин, Н. И. Сердюк и др. — М.: Высш. шк., 2005. — 391 с.
4. **Юрманов Б. Н.** Автоматизация систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: Учеб. пособие для вузов. — Л.: Стройиздат, 1976. — 216 с.
5. **ГОСТ Р 50993—96.** Автотранспортные средства. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Требования к эффективности и безопасности.
6. **Сотников А. Г.** Системы кондиционирования воздуха с количественным регулированием. — Л.: Стройиздат, 1976. — 168 с.
7. **Кокорин О. Я.** Энергосберегающие технологии функционирования систем вентиляции, отопления, кондиционирования воздуха (систем ВОК). — М.: "Проспект", 1999. — 208 с.
8. **ГОСТ 12.2.120—88.** ССБТ. Кабины и рабочие места операторов тракторов, самоходных строительно-дорожных машин, одноосных тягачей, карьерных самосвалов и самоходных сельскохозяйственных машин. Общие требования безопасности.
9. **ГОСТ 12.1.005—88.** ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
10. **Михайлов В. А., Сотникова Е. В., Карев С. В.** Защита водителей автомобилей от воздействия вредных факторов окружающей воздушной среды в городских транспортных потоках // Безопасность жизнедеятельности. — 2005. — № 12. — С. 2—7.

V. A. Mikhajlov, Professor, E. V. Sotnikova, Professor, e-mail: ev.sotnikova@yandex.ru
Moscow State University of Mechanical Engineering (MAMI)

Combined Installation for Air Conditioning in the Cabins of Wheeled and Tracked Vehicles when Operating in Severe Conditions

The question of providing life safety operators of wheeled and tracked vehicles by building a cabin in the warm period of the dynamic microclimate and highly effective cleaning with the exact air of fine particulate and gaseous impurities with a combined installation that combines elements of conditioning and photo-spreteen adiabatic cooler.

It is shown, that in the cold period the conditioning temperature of the treated air is reduced at constant moisture content on the value, selected due to cold performance in the calculation of the provision in the cabin normalized by the temperature and humidity parameters at relatively low ambient temperature. When it increases, when you want to increase the cold performance of installation, operation automatically turns on the adiabatic nozzle that performs a double function — automatic controller create dynamic microclimate, on the one hand, and machine wet cleaning air from harmful admixtures with other.

Keywords: wheeled and tracked vehicles, cabin, operator, warm season, sanitary norms, dynamic microclimate, autoregulation microclimate parameters, air purification from solid and gaseous impurities, irrigated nozzle cooling adiabatic

References

1. **Mihajlov V. A., Sharipova N. N.** Innovacija v konstrukcii hladonovogo kondicionera vozduha v traktornoj kabine. *Traktory i sel'hoz mashiny*. 2009. No 4. P. 34—39.
2. **Mihajlov V. A.** Sozdanie sistemy modul'nyh tipizirovannyh sredstv normalizacii mikroklimate i ozdorovlenija vozduhnoj sredy v kabinah samohodnyh mashin: Dis. D-ra tech. nauk. MGTU "MAMI", 1998. 492 p.
3. **Техника** i tehnologija zashhity vozduhnoj sredy: Ucheb. Posobie dlja vuzov / V. V. Jushin, V. M. Popov, P. P. Kukin, N. I. Serdjuk i dr. M.: Vyssh. Shk., 2005. 391 p.
4. **Jurmanov B. N.** Avtomatizacija sistem otopenenija i kondicionirovanija vozduha: Ucheb. Posobie dlja vuzov. L.: Strojizdat, 1976. 216 p.
5. **ГОСТ Р 50993—96.** Avtotransportnye sredstva. Sistemy otopenenija, ventiljacii i kondicionirovanija. Trebovanija k jeffektivnosti i bezopasnosti.
6. **Sotnikov A. G.** Sistemy kondicionirovanija vozduha s kolichestvennym regulirovaniem. L.: Strojizdat, 1976. 168 p.
7. **Kokorin O. Ja.** Jenergosberegajushhie tehnologii funkcionirovanija sistem ventiljacii, otopenenija i kondicionirovanija (system VOK). M.: Prospekt, 1999. 208 p.
8. **ГОСТ 12.2.120—88.** ССБТ. Kabinya i rabochie mesta operatorov traktorov, samohodnyh stroitel'no-dorozhnyh mashin, odnoosnyh tyagochej, kar'ernyh samosvalov i samohodnyh sel'skhozajstvennyh mashin. Obshhie trebovanija bezopasnosti.
9. **ГОСТ 12.1.005—88.** ССБТ. Obshhie sanitarno-gigienicheskie trebovanija k vozduhu rabochej zony.
10. **Mihajlov V. A., Sotnikova E. V., Karev S. V.** Zashita voditelej avtomobilej ot vozdejstvija vrednyh factorov okruzhajushej vozduhnoj sredy v gorodstkih transportnyh potokah. *Bezopasnost' zhiznedejatelnosti*. 2005. No. 12. P. 2—7.

Л. И. Дежурный, д-р мед. наук, вед. науч. сотр., Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва,

А. А. Иевлев, науч. сотр., e-mail: ievlevanrey@yandex.ru, Автономная некоммерческая научно-исследовательская организация "Экстренная медицина", Воронеж,

А. Г. Григорян, канд. мед. наук, председатель, Межрегиональная общественная организация "Национальная молодежная лига здравоохранения", Москва

Этические и социально-правовые аспекты оказания первой помощи в Российской Федерации

Показано, что в России в результате отсутствия системного подхода к развитию в стране системы первой помощи, невысокой мотивации граждан к оказанию первой помощи лицам, не имеющие медицинского образования, первую помощь пострадавшим практически не оказывают, поэтому остро стоит вопрос о создании системы первой помощи. Отмечено, что на первом заседании Межведомственной рабочей группы по совершенствованию оказания первой помощи в Российской Федерации Минздрава России были определены основные направления развития системы первой помощи в России: нормативная база и организация оказания первой помощи, система обучения по первой помощи, оснащение участников оказания первой помощи, система пропаганды и мотивации и система учета и анализа эффективности.

Ключевые слова: первая помощь, травматизм, неотложное состояние, скорая медицинская помощь, система первой помощи, законодательство России

Каждый год от травм в мире погибает примерно 5 млн человек. Травмы независимо от того, являются ли они следствием дорожно-транспортных происшествий, насилия или иных причин, оказывают воздействие не только непосредственно на самого пострадавшего, но и на его семью и окружающих. Травматизм ложится на общество тяжким социальным и экономическим бременем. Экономическое бремя травматизма связано как с прямыми расходами на необходимую медицинскую помощь, так и с косвенными расходами, связанными с преждевременной смертью или инвалидностью, произведенным продуктом. Это бремя увеличивается, если одному или нескольким членам семьи приходится оставить работу, чтобы ухаживать за ставшим инвалидом родственником. Пока происходит адаптация семьи, друзей и общества к смерти или инвалидности близких людей, теряются бесчисленные часы продуктивной работы.

Показатели травматизма очень высоки, особенно в развивающихся странах. Наличие высоких показателей травматизма в развивающихся странах способствует целый ряд факторов. Среди них можно назвать следующие: опасная среда и опасные рабочие места, гендерное и экономическое неравенство, плохо спроектированные дороги, ненадлежащее правоприменение в отношении

правил дорожного движения, плохое состояние автомобильного транспорта, злоупотребление алкоголем, отсутствие эффективных систем скорой медицинской помощи и перегруженные инфраструктуры здравоохранения [1].

При травмах и неотложных состояниях оказание первой помощи потерпевшим на месте происшествия в ряде случаев способно сохранить им жизнь и здоровье. Большинство мероприятий первой помощи должно выполняться немедленно, так как при травмах и неотложных состояниях у пострадавших в течение короткого времени могут развиваться тяжелые, и даже необратимые нарушения в организме, а кровопотеря и клиническая смерть, вызванная остановкой сердца, могут привести к гибели пострадавшего на месте происшествия.

Выполнить мероприятия сердечно-легочной реанимации и остановку кровотечения могут очевидцы происшествия, так как никакая система оказания медицинской помощи на догоспитальном этапе не в состоянии обеспечить мгновенное прибытие машины скорой медицинской помощи на место происшествия. Особое значение это имеет в России, где машины скорой медицинской помощи по ряду причин зачастую опаздывают на десятки минут. Несмотря на это, в России первая помощь оказывается крайне редко.



При отсутствии оказания первой помощи, сотрудникам скорой медицинской помощи при прибытии на место происшествия приходится выполнять мероприятия первой помощи, которые не были выполнены ранее, а потом только приступать к лечению пострадавшего. Кроме того, приходится лечить пострадавшего, состояние которого является более тяжелым, чем могло бы быть при своевременном оказании ему первой помощи, что усложняет задачу и ухудшает исходы лечения на последующих этапах.

Поэтому в Российской Федерации существует острая необходимость заполнения этого этапа оказания помощи пострадавшим и создания всех условий для активного оказания первой помощи очевидцами происшествия, сотрудниками экстренных служб.

Цель настоящей статьи заключается в обосновании важности становления и развития системы оказания первой помощи пострадавшим, а также выявлении демотивирующих факторов, влияющих на этот процесс в нашей стране, которые необходимо преодолеть в самое ближайшее время.

Несмотря на понимание широкими слоями населения, органами власти, медицинским сообществом важности оказания первой помощи, в настоящее время частота и качество ее оказания находятся на низком уровне. Это связано с наличием ряда объективных и субъективных причин, мешающих обеспечить условия для массового оказания первой помощи.

Так, до недавнего времени в гражданской медицине не было официальной терминологии относительно первой помощи, что порождало трудности в трактовке законов, их применении, обучении первой помощи. Однако в текущей редакции Федерального закона от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" неоднозначности устранены: в ст. 31 применяется термин "первая помощь". В законе подчеркнуто, что первая помощь не является видом медицинской помощи и оказывается пострадавшим до медицинской помощи. В отличие от медицинской помощи, первая помощь может оказываться любым человеком.

Первая помощь — это вид помощи, оказываемый на месте происшествия при травмах и неотложных состояниях лицами, не имеющими медицинского образования, до прибытия бригады скорой медицинской помощи.

Цель оказания первой помощи заключается в поддержании жизненно важных функций пострадавшего путем временного устранения или уменьшения выраженности причин, угрожающих жизни, и в предупреждении развития тяжелых осложнений до прибытия медицинского работника.

Необходимо подчеркнуть, что речь идет не о лечении пострадавшего, а о проведении мероприятий, позволяющих поддержать основные жизненные функции организма в этот критический для него момент и не дать пострадавшему умереть. Сложившаяся в России ситуация показывает, что лица, не имеющие медицинского образования, первую помощь пострадавшим практически не оказывают.

Результаты проведенных научных исследований показали, что в России для совершенствования оказания первой помощи пострадавшим, существует большое количество сложностей и препятствий. Выяснилось, что слепое копирование военной системы оказания этапной медицинской помощи, сформированной еще в Советском Союзе, не может давать полный эффект в мирных условиях. Требуется творческая адаптация военного опыта. То, что допустимо на войне, не всегда применимо в условиях мирной жизни. Это, в частности, касается юридических вопросов оказания первой помощи и некоторых методик ее оказания.

Одна из проблем совершенствования оказания первой помощи связана с подчиненностью потенциальных исполнителей первой помощи. Для военного времени вопросы оказания помощи пострадавшим разрабатываются и утверждаются Министерством обороны Российской Федерации, которому подчиняются все военнослужащие. В мирное время действия по оказанию первой помощи должны разрабатываться Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации, а исполнителями являются лица, не имеющие медицинского образования и органам здравоохранения не подчиняющиеся. Это приводит к сложным и длительным согласованиям между министерствами при разработке вопросов первой помощи.

Важным фактором, снижающим частоту оказания первой помощи пострадавшим в мирное время, является боязнь ответственности в случае гибели пострадавшего или возникновения у него осложнений в процессе оказания первой помощи. В боевых условиях иск за причинение неумышленного вреда пострадавшему при оказании первой помощи (например, перелом ребер при проведении закрытого массажа сердца) невозможен. В мирных же условиях потенциальная возможность ответственности в случае причинения вреда жизни и здоровью пострадавшего в процессе оказания первой помощи является серьезным демотивирующим фактором.

При этом согласно такой норме, как "Крайняя необходимость", которая закреплена ст. 39 Уголовного кодекса Российской Федерации, ст. 2.7

Кодекса об административных правонарушениях Российской Федерации и ст. 1067 Гражданского кодекса Российской Федерации, законодательство защищает гражданина, оказывающего первую помощь. Согласно этим статьям, неумышленное причинение вреда в ходе оказания первой помощи пострадавшим при травмах и неотложных состояниях подпадает под признаки деяния, совершенного в состоянии крайней необходимости, следовательно, не является преступлением и не наказывается. Связано это с тем, что в данном случае оказание первой помощи направлено на спасение охраняемых законом интересов — жизни или здоровья человека, которые согласно ст. 2 Конституции Российской Федерации признаются высшей ценностью. При этом угроза жизни или здоровью пострадавшего не может быть устранена другими средствами. Поэтому требуется широкая пропаганда законодательства, защищающего гражданина, оказывающего первую помощь, от дальнейшего юридического преследования в случае нанесения им неумышленного вреда пострадавшему.

Для некоторых категорий граждан оказание первой помощи является обязанностью — это сотрудники ГИБДД, МВД, МЧС, пожарных служб, медицинские работники, присутствующие на месте происшествия. Правда, не до конца определенным представляется правовой вопрос об обязанности оказания первой помощи этими категориями граждан в нерабочее время. С одной стороны, обязанность оказывать первую помощь пострадавшим для этих категорий граждан зафиксирована в законодательстве. Например, для спасателей она упомянута наряду с другими профессиональными обязанностями "активно вести поиск пострадавших", "принимать меры по их спасению", которые наложены на работника только в рабочее время. При этом ст. 60 Трудового кодекса РФ прямо запрещает требовать выполнения работы, не обусловленной трудовым договором. Правила или закона, которые обязывали бы эти категории граждан оказывать пострадавшим первую помощь в нерабочее время, в Российской Федерации нет. С другой стороны, комментарий к уголовному кодексу указывает, применительно к ст. 124 УК РФ "Неоказание помощи больному без уважительных причин лицом, обязанным ее оказывать в соответствии с законом или специальным правилом, если это повлекло по неосторожности причинение средней тяжести вреда здоровью", что неоказание первой помощи попадает под действие этой статьи. В данном случае неоказание помощи выражается в бездействии. Обязательное условие ответственности за неоказание помощи больному — отсутствие уважительных

причин в преступном поведении субъекта. Не могут быть, в частности, признаны уважительными ссылки на нерабочее время, усталость и т. д.

Следует уточнить, что под неоказанием помощи подразумевается отказ или уклонение от оказания не терпящей отлагательства помощи, что создает реальную угрозу причинения серьезного вреда здоровью потерпевшего.

Интерес представляет круг людей, попадающих под ответственность за совершение данного деяния. Существует мнение, что данная статья распространяется лишь на медицинских работников. Это не верно. Круг лиц, обязанных оказать первую помощь в силу закона или специального правила, как уже рассматривалось выше, достаточно широк. Это сотрудники полиции, органов МВД, в ряде случаев военнослужащие, спасатели и др.

Необходимо отметить, что сотрудники полиции и ГИБДД в России редко исполняют обязанности по оказанию первой помощи, считая, что они не способны оказать ее правильно. Одна из причин этого — отсутствие систематического обучения полицейских первой помощи.

Остальные граждане оказывают первую помощь добровольно, по мере своих возможностей и умений. Однако в случае, когда человек не может или не хочет оказывать первую помощь пострадавшему, в его обязанности входит вызов скорой медицинской помощи — такое действие тоже относится к мероприятиям первой помощи.

После распада СССР в России долгое время развитие первой помощи практически не выполнялось. Ситуация стала меняться после внесения поправок в Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан, которые были утверждены Федеральным законом от 25 ноября 2009 г. № 267-ФЗ. Этим законом в Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан была введена ст. 19.1 "Оказание первой помощи", а также были внесены поправки в терминологию первой помощи еще в ряд федеральных нормативных документов. Этот закон обозначил единый термин, которым должна называться помощь пострадавшим, оказываемая лицами, не имеющими медицинского образования при травмах и неотложных состояниях до прибытия медицинского персонала.

В несколько видоизмененном виде ст. 31 "Первая помощь" вошла в Федеральный закон Российской Федерации от 21 ноября 2011 № 323-ФЗ "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации". Эта статья определила участников оказания помощи, закрепила роль Министерства здравоохранения Российской Федерации в разработке ключевых вопросов и нормативных актов,



регламентирующих оказание первой помощи и, что важно, определила права граждан по оказанию первой помощи, тем самым, уполномочив их на ее оказание. В развитие ст. 31 Федерального закона № 323-ФЗ приказ Минздравсоцразвития России от 4 мая 2012 г. № 477н "Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечня мероприятий по оказанию первой помощи" утвердил перечень состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечень мероприятий первой помощи.

Принятие данных документов является очень важным мотивирующим фактором для участников оказания первой помощи, так как делает понятие первой помощи и необходимые мероприятия по ее оказанию конкретными и понятными.

Еще одним важным событием в развитии системы первой помощи в России стало создание Межведомственной рабочей группы по совершенствованию оказания первой помощи в Российской Федерации. Таким образом, в России появился орган управления развитием первой помощи. На первом заседании этой рабочей группы были определены перечисленные ниже основные направления развития системы первой помощи в России:

- Нормативная база и организация оказания первой помощи.
- Система обучения по первой помощи.
- Оснащение участников оказания первой помощи.
- Система пропаганды и мотивации.
- Система учета и анализа эффективности.

Все элементы системы первой помощи являются равновелико важными и не будут эффективны друг без друга. Обязательным моментом является строгое соответствие составляющих системы друг другу. Только комплексное выполнение всех составляющих позволит создать систему первой помощи и повысит частоту и качество оказания первой помощи на догоспитальном этапе. Поэтому крайне важным является выработка единой согласованной концепции построения и развития системы первой помощи и ее дальнейшее внедрение, что позволит создать в стране унифицированную систему подготовки, оснащения и непосредственного оказания первой помощи пострадавшим, основанную на базе современного научного и практического опыта.

Развитая нормативно-правовая база является ключевой для эффективной работы системы первой помощи [2]. Учитывая разнородность потенциальных участников оказания первой помощи и множественность аспектов, требующих нормативного регулирования, не удастся обойтись

каким-либо одним всеобъемлющим нормативным актом. Необходимо формирование системы нормативно-правовых актов, имеющих свою иерархию, основанных на единой идеологии и описывающих все вопросы организации оказания первой помощи для всех ее участников.

Должно быть нормативно закреплено определение первой помощи, сформулированы ее цель и задачи. В настоящее время они трактуются совершенно неоднозначно. Также должны быть более четко определены участники оказания первой помощи, их обязанности и полномочия. Кроме уже утвержденных перечня состояний, требующих оказания первой помощи, и перечня мероприятий первой помощи, необходимо утвердить последовательность мероприятий первой помощи, т. е. четкий алгоритм действий. Это необходимо для выбора приоритетов при оказании первой помощи. Для отдельных категорий участников оказания первой помощи должны быть разработаны и нормативно утверждены соответствующие объемы, позволяющие дополнительно подготовленным участникам оказания первой помощи оказывать ее в расширенном объеме и в особых условиях.

После принятия этих документов необходимо создание новых подзаконных нормативных актов для различных составляющих системы первой помощи и для различных ее субъектов, а также приведение в соответствие уже действующих нормативных актов.

Немаловажным моментом для создания системы первой помощи является система мотивации для ее оказания. Для этого необходимо устранение или минимизация демотивирующих факторов, среди которых боязнь ответственности в случае гибели пострадавшего или развития у него осложнения, нежелание тратить собственное время как на оказание самой помощи, так и в дальнейшем на дачу показаний и пр., боязнь заразиться от пострадавшего, испачкать одежду и многое другое. Должна быть создана мощная продуманная и постоянно действующая система пропаганды оказания первой помощи [3].

На основании сформированного законодательства по первой помощи необходимо создать систему обучения различных потенциальных участников ее оказания. Система обучения должна быть подчинена единой идеологии, использовать стандартные программы обучения, методологию и др. [4].

Структура системы обучения должна иметь определенную иерархию и разделение функций. Для этого необходимо создать Федеральный учебно-методический центр по обучению вопросам оказания первой помощи. Основная задача такого

центра — методическое обеспечение всей системы обучения, контроль за этой системой и научные разработки в области методик преподавания, организационных схем обучения и др. Реальное обучение в этом центре должно ограничиваться группами преподавателей первой помощи и организаторов процесса обучения правилам оказания первой помощи. В регионах должны быть созданы специализированные учебные центры для обучения граждан вопросам первой помощи. Эти учебные центры должны выполнять перечисленные ниже функции:

- Обучение преподавателей различных учебных центров, в которых вопросы первой помощи изучаются в рамках различных немедицинских программ обучения, оснащение их всеми необходимыми материалами для дальнейшего обучения.
- Обучение инструкторов первой помощи как для оказания ими, при необходимости, первой помощи пострадавшим, так и для дальнейшего обучения ими лиц, не имеющих медицинского образования (коллег, сослуживцев и др.). Инструкторов также необходимо обучать педагогическим методикам и снабжать необходимыми материалами для дальнейшего преподавания на рабочих местах предприятий, при проведении инструктажей и т. д.
- Обучение лиц, не имеющих медицинского образования, для оказания ими первой помощи пострадавшим.

Одной из важнейших функций учебно-методических центров являются контроль и методическая помощь организациям, проводящим обучение правилам оказания первой помощи. Для создания системы обучения правилам оказания первой помощи важным моментом является определение правового статуса преподавателей и инструкторов первой помощи, утверждение для них квалификационных требований, создание системы подготовки и переподготовки.

Кроме того, необходимо решить весь спектр вопросов, связанных с оснащением потенциальных исполнителей первой помощи средствами для ее оказания. Перечни оснащения для оказания первой помощи (аптечки, наборы, укладки и т. д.) должны разрабатываться и утверждаться на основе утвержденного объема первой помощи. Необходимо чтобы все производители аптечек, наборов и упаковок первой помощи выпускали свою продукцию в соответствии с утвержденными перечнями.

За выполнением этого требования должен быть установлен постоянно действующий контроль со стороны Межведомственной рабочей группы по совершенствованию оказания первой помощи

в Российской Федерации, Министерства здравоохранения Российской Федерации и других контролирующих органов. Кроме того, должна быть создана и отработана система, обеспечивающая попадание аптечек, наборов и упаковок первой помощи к потребителям.

Еще одним важным пунктом, имеющим большое значение в становлении и развитии системы оказания первой помощи в стране, является создание системы учета и анализа эффективности ее оказания пострадавшим [5]. На основании проведенных исследований, можно отметить практически отсутствие системы учета оказания первой помощи пострадавшим среди сотрудников МВД, ГИБДД, МЧС и других должностных лиц, которые, по роду своей профессиональной деятельности, обязаны выполнять эти функции.

Формы первичной медицинской документации скорой медицинской помощи не содержат графы, отражающей ответ на вопрос "была ли оказана первая помощь пострадавшему в результате ДТП, несчастного случая на улице, нападения, производственной травмы и др.". В связи с этим невозможно оценить частоту и качество оказания первой помощи, была ли она оказана своевременно и в полном объеме или нет. Поэтому необходимо создать систему учета и анализа частоты и эффективности оказания первой помощи в целом, распределить положительные/отрицательные результаты среди различных групп участников оказания первой помощи. Результаты этих исследований позволят по принципу обратной связи эффективно совершенствовать действующую нормативную базу, повышать качество обучения и оснащения широких слоев населения страны для оказания первой помощи.

В заключение важно отметить, что создание и совершенствование системы оказания первой помощи не даст мгновенного и даже быстрого результата, так как вероятность оказания первой помощи каждым конкретным гражданином не высока. Для получения существенного эффекта необходимо создание критической массы граждан, обученных правилам оказания первой помощи, для того чтобы была достаточно высокая вероятность их участия в оказании первой помощи пострадавшим.

Необходимо еще раз подчеркнуть, что выполнение отдельных элементов системы первой помощи или их несогласованное выполнение не даст ожидаемого результата, либо этот результат будет минимальным. Только комплексное выполнение всех составляющих позволит создать систему первой помощи и повысит частоту и качество оказания первой помощи на догоспитальном этапе.



Список литературы

1. **Всемирная организация** здравоохранения. Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире. — Женева, 2013. — 303 с.
2. **Михайлова Ю. В., Сон И. М., Дежурный Л. И., Халмуратов А. М.** Система первой помощи. Принципы создания и функционирования в Российской Федерации // Информационно-аналитический вестник "Социальные аспекты здоровья населения". — 2008. — № 1.
3. **Закурдаева А. Ю., Батурич Д. И., Халмуратов А. М.** Пропаганда и мотивация к оказанию первой помощи в России: реальность и предложения по развитию // Тезисы Всероссийской конференции "Итоги реализации мероприятий федеральной целевой программы "Повышение безопасности дорожного движения в 2006—2012 годах" в системе здравоохранения. — Екатеринбург, 2012. — С. 158—160.
4. **Радушкевич В. Л., Неудахин Г. В., Чурсин А. А., Ершова М. Ю., Таранцев Т. Е.** Анализ научно-методического обеспечения и результативности обучения первой медицинской помощи лиц, участвующих в ликвидации последствий ДТП // Скорая медицинская помощь. — 2007. — № 2. — С. 6—10.
5. **Лысенко К. И.** Медико-организационные мероприятия первой помощи пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук (14.02.03). ФГБУ Центральный НИИ организации и информатизации здравоохранения. — Москва, 2011. — 44 с.

L. I. Dezhurnyj, Leading Researcher, Central Scientific Research Institute of Public Health Organization and Informatics, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow,
A. A. Ievlev, Researcher Associate, e-mail: ievlevanrey@yandex.ru, Autonomous non-profit research organization "Jekstrennaja medicina", Voronezh,
A. G. Grigoryan, Chairman Interregional public organization "National Youth League of Health", Moscow

Ethical, Social and Legal Aspects of the First Aid in Russian Federation

Due to the absence of the comprehensive approach to the development of the first aid system, mismatch between the curricula, low motivation of the citizens to participation in the first aid acts, among many factors, it is not allowed to provide first aid without holding a medical school degree.

Therefore, in the Russian Federation there is an urgent need for developing a well-organized structure of first aid. At the first meeting of the Interagency Working Group on improving first aid in the Russian Federation, the Ministry of Health identified the main directions of the development of the system of the first aid in Russia: creating legal framework and the organization of the first aid, providing equipment as well as sufficient training for the first aid participants, developing the system of raising awareness to the question and motivation of the citizens as well as the system of the efficiency analysis.

All elements of the system represent equal importance and cannot be effective without each other. Only comprehensive implementation of all the components of the system will create a well-organized structure of the first aid and increase the frequency and quality of the first aid in the pre-hospital phase.

Keywords: first aid, traumatism, medical emergency, ambulance, first-aid system, legislation of Russia

References

1. **World Health Organization.** The Global status report on road safety. Geneva, 2013. 303 p.
2. **Mikhajlova Ju. V., Son I. M., Dezhurnyj L. I., Halmuratov A. M.** The system of first aid. The principles of its development and functioning in Russian Federation. *Informacionno-analiticheskij vestnik "Social'nye aspekty zdorov'ja naselenija"*. 2008. No. 1.
3. **Zakurdaeva A. Ju., Baturin D. I., Halmuratov A. M.** The promotion and motivation of providing first aid in Russia: reality and proposals of development. *Tezisy Vserossijskoj konferencii "Itogi realizacii meroprijatij federal'noj celevoj programmy "Povyshenie bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija v 2006—2012 godah" v sisteme zdavoohranenija"*. Ekaterinburg, 2012. P. 158—160.
4. **Radushkevich V. L., Neudahin G. V., Chursin A. A., Ershova M. Ju., Tarancev T. E.** The analysis of the scientific and methodological support and effectiveness of first aid training to persons involved in the aftermath of road accidents. *Skoraja medicinskaja pomoshh'*. 2007. No. 2. P. 6—10.
5. **Lysenko K. I.** The medical arrangements of first aid to victims of road traffic accidents. Avtoreferat dissertacii. ... Doc. med. Sci. (14.02.03). Central'nyj NII organizacii i informatizacii zdavoohranenija. Moskva, 2011. 44 p.

В. В. Кирсанов, д-р техн. наук, проф. кафедры, e-mail: vvkirsanov@gmail.com, КНИТУ-КАИ им. А. Н. Туполева

Хлорорганические соединения и заболеваемость населения

Дана характеристика хлора и хлорорганических соединений в воде при воздействии через трофический уровень человека, органы дыхания и поверхность тела. На примере заболеваемости различных нозологических форм сельского населения, проживающего по берегам реки Волги вниз по течению реки от основных источников сбросов хлора и органических загрязнений крупного мегаполиса, показаны в сравнении результаты исследований заболеваемости различных групп населения. Сделан вывод о причинно-следственной связи здоровья населения и влияния хлорорганических соединений.

Ключевые слова: хлор, токсичность, мутагенность, канцерогенность, заболеваемость, население, загрязняющие вещества, водоем, окружающая природная среда, обеззараживание, хлорирование, биологическая активность, питьевая вода

В последние десятилетия все более актуальной становится проблема загрязнения окружающей среды (ОС) мутагенами, канцерогенами, образующимися в результате хозяйственной деятельности человека, и влияние их на наследственность.

Содержание в воде хлора и его производных провоцирует респираторно-вирусные заболевания, пневмонию, гастриты и, что самое опасное, — онкологические заболевания. Несмотря на это, хлор продолжает активно применяться для обеззараживания воды. Например, в США 98,6 % питьевой воды подвергается хлорированию.

Кроме того, (и это, видимо, самое главное в проблеме воздействия хлора и его производных) основным каналом проникновения хлора и хлоропроизводных являются кроме трофического уровня, — кожа и органы дыхания.

Продолжительный горячий душ или ванна опасны по причине вдыхания испаряющихся из воды при повышенной температуре летучих органических веществ и сорбции их паров и в виде водного раствора через поры кожи. Подсчеты специалистов показывают, что риск отравления при вдыхании этих веществ может быть таким же серьезным, как и питье воды, т. е. вдыхание во время принятия душа равносильно употреблению 2 л воды в день. При дыхании во время принятия душа или ванны организм человека может получить в несколько раз больше химических веществ, чем с питьевой водой.

Необходимо на государственном уровне решить вопрос обеззараживания сточных вод и воды для питьевых целей способами, исключаящими образование диоксинов, мутагенов и ввести контроль производства и продажи бутилированной питьевой воды, качество которой не всегда соответствует необходимым требованиям. Доказано, что загрязненная вода обуславливает до 80 % заболеваний населения и, поэтому, обеспечение

людей качественной питьевой водой, как один из основных аргументов здоровья нации, должно находиться не у предпринимателей, а в руках государства [1].

Возрастающее загрязнение водоемов поллютантами напрямую и опосредованно оказывает воздействие на организм человека, вызывая всевозможные экологически обусловленные заболевания. По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), заболеваемость злокачественными новообразованиями на 80—90 % связана с факторами окружающей среды.

Известно, что здоровье населения формируется под влиянием ряда факторов, к которым, прежде всего, относятся:

- наследственные биологические факторы (10...12 %);
- образ жизни (до 50 %);
- качество медицинского обслуживания (10...12 %);
- факторы окружающей среды (25...30 %) (некоторые авторы считают, что при определенных условиях доля влияния факторов ОС может вырасти до 50 %).

Ответную реакцию организма на воздействие факторов, связанных с состоянием ОС, в которой проживает человек, принято оценивать по медико-демографическим показателям, к которым относятся: коэффициенты общей и младенческой смертности; коэффициент рождаемости и естественного прироста [2].

Более представительным критерием, чем медико-демографические показатели, считаются данные по частоте заболеваемости и распространенности инфекционных и соматических заболеваний, анализируемых по трем параметрам: по возрастным группам; среди разных административных районов; в динамике за ряд лет.



Основным неблагоприятным фактором, влияющим на здоровье населения, являются галогенопроизводные соединения, обладающие выраженной биологической активностью [2]. Большая часть галогенопроизводных соединений образуется в первые 4...5 часов после дозирования хлора; в последующие часы формируются более стойкие соединения, не разрушающиеся при кипячении, хранении и не поддающиеся очистке современными технологиями водоподготовки. Уже давно выявлена связь между дозой хлора и развитием рака желудка [3].

Доказана коррелятивная зависимость между содержанием в питьевой воде дибромхлорпропана и других галогенопроизводных соединений и раком желудка, лейкозами, развитием аутоиммунных процессов, злокачественных новообразований [3].

Установлена связь между мутагенностью и канцерогенностью и показано, что не менее 80 % химических канцерогенов вызывают генные мутации и хромосомные aberrации [3].

Зоной влияния неблагоприятных факторов, связанных с отведением обеззараженных хлором сточной и питьевой воды промышленных и коммунальных предприятий г. Казани, являются территории Верхне-Услонского, Лаишевского, Камско-Устьинского районов и все население, там проживающее. Группой специалистов Казанского государственного медицинского университета и химического предприятия ОАО "Казаньоргсинтез" проведены исследования возможного влияния загрязняющих веществ, в частности — хлорорганических соединений, на население указанных

районов, расположенных в непосредственной близости от места сброса сточных вод (СВ) вниз по течению реки Волги.

Население выше упомянутых районов в большей степени, чем все остальное население Республики Татарстан (РТ), подвержено воздействию загрязняющих веществ СВ, так как весь образ жизни людей, проживающих по берегам реки Волги, традиционно связан с рекой. Известно, что загрязняющие вещества в воде водоемов попадают в организм человека по следующим трофическим и биологическим цепочкам: вода — гидробионты — человек; вода — растения — человек; вода — растения — животные организмы — человек; вода — воздух — человек. Следует обратить внимание также на проникновение поллютантов в организм человека через кожу при принятии водных процедур: умывании; мытье в душе и ванной; летнем купании в водоемах. Естественно, все водные процедуры человек принимает при теплой (>20 °С) или повышенной температуре (>35 °С) и, как правило, использует моющие средства, что многократно усиливает эффект проникновения поллютантов в организм через органы дыхания и, особенно, через поверхность тела.

Заболевания по основным нозологическим формам сравнивали с заболеваемостью других сельских районов РТ (кроме населения городов РТ). Учитывая то, что хлоропроизводные соединения инициируют развитие новообразований, была проанализирована частота онкологических заболеваний среди населения трех указанных районов РТ (табл. 1).

Таблица 1

Частота онкологических заболеваний среди населения РТ в 1993—1998 гг. на 1000 человек

Административный район	Годы наблюдений						Среднее за 1993—1998 гг. ($M \pm m$)
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
Всего							
Верхне-Услонский	3,33	3,93	3,46	3,76	3,81	3,27	3,59 ± 0,03
Лаишевский	1,83	2,77	2,58	2,64	2,70	3,01	2,58 ± 0,06
Камско-Устьинский	2,43	2,64	2,81	3,25	2,79	3,35	2,81 ± 0,05
РТ	2,00	2,03	2,24	2,36	2,36	2,44	2,23 ± 0,01
Мужчины							
Верхне-Услонский	3,88	4,83	4,79	4,73	4,55	3,79	4,42 ± 0,09
Лаишевский	2,12	3,33	2,90	3,22	3,25	2,99	2,96 ± 0,08
Камско-Устьинский	1,79	2,67	3,21	3,57	3,91	3,91	3,17 ± 0,27
РТ	2,24	2,26	2,42	2,53	2,51	2,54	2,41 ± 0,07
Женщины							
Верхне-Услонский	2,86	3,14	2,29	2,91	3,15	2,81	2,86 ± 0,04
Лаишевский	1,59	2,29	2,32	2,15	2,23	3,04	2,27 ± 0,08
Камско-Устьинский	3,01	2,61	2,44	2,97	2,76	2,82	2,76 ± 0,02
РТ	1,79	1,83	2,07	2,22	2,23	2,35	2,08 ± 0,02

Примечание: здесь и в других таблицах M — среднее значение результатов показателей; m — отклонение.

Из табл. 1 видно, что частота онкологических заболеваний среди населения, проживающего в рассматриваемых районах, достоверно выше, чем в среднем по РТ. Данные позволяют предполагать о причинно-следственной зависимости данного показателя здоровья от фактора риска, обусловленного сбросом сточных вод и образованием хлорорганических соединений.

Достоверными показателями, характеризующими состояние здоровья населения, следует считать данные о смертности от злокачественных новообразований, представленные в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что частота смертности от злокачественных новообразований по административным районам выше, чем в среднем по РТ, особенно среди населения Верхне-Услонского и Камско-Устьинского районов, что может быть связано с общим уровнем защитно-адаптационных возможностей иммунного статуса организма населения под влиянием различных факторов, в том числе состояния окружающей среды.

Известно, что наибольшее влияние хлорорганические соединения оказывают через трофический уровень на желудочно-кишечный тракт. Поэтому особый интерес представляют исследования частоты заболеваемости и смертности населения при злокачественных новообразованиях желудка, представленные в табл. 3 и 4.

Из табл. 3 видно, что частота заболеваемости злокачественными заболеваниями желудка у населения Верхне-Услонского, Лаишевского, Камско-Устьинского районов значительно больше, чем

в среднем по РТ. Смертность от злокачественных новообразований в этих районах также намного выше, чем по РТ.

Приведенные данные, использующие статистику здоровья и здравоохранения в РТ, подтверждают многочисленные источники, в которых многие виды заболеваемости населения связывают с экологическими факторами и, особенно, качеством воды в водоемах [3].

Учитывая, что снижение иммунитета, защитно-адаптационных возможностей организма приводит к усилению "куркового" эффекта развития онкологических заболеваний любой локализации, особый интерес представляет анализ частоты наиболее распространенной формы злокачественных новообразований, прежде всего, — новообразования трахеи, бронхов и легких (данные заболеваемости приведены в табл. 5) [4].

Анализ данных табл. 5 показывает, что частота заболеваемости при новообразованиях органов дыхания на территории Верхне-Услонского района в 2,5—3,0 раза выше, чем в среднем по РТ. Отмечена также высокая частота заболеваемости среди мужчин Лаишевского и Камско-Устьинского районов.

В табл. 6 представлены данные заболеваемости населения при злокачественных новообразованиях всех локализаций.

В Верхне-Услонском районе заболеваемость при злокачественных новообразованиях всех локализаций выше, чем в среднем по РТ. Данный показатель имеет тенденцию к возрастанию по

Таблица 2

Смертность населения от злокачественных новообразований за 1993—1998 гг. на 100 000 населения

Административный район	Годы наблюдений						Среднее за 1993—1998 гг. ($M \pm m$)
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
Все население							
Верхне-Услонский	2,77	3,52	2,80	3,04	2,98	2,32	2,90 ± 0,06
Лаишевский	2,23	2,03	2,29	1,75	2,08	2,13	2,08 ± 0,01
Камско-Устьинский	2,70	2,69	2,44	2,40	2,72	2,70	2,55 ± 0,009
РТ	1,45	1,56	1,71	1,63	1,67	1,67	1,61 ± 0,003
Мужчины							
Верхне-Услонский	3,44	4,72	3,81	4,29	3,33	3,12	3,78 ± 0,15
Лаишевский	2,60	2,32	3,13	2,34	2,18	2,50	2,51 ± 0,04
Камско-Устьинский	3,36	3,11	2,88	3,01	3,13	3,29	3,13 ± 0,01
Республика Татарстан	1,74	1,89	2,06	1,96	1,76	2,21	1,93 ± 0,01
Женщины							
Верхне-Услонский	2,19	2,48	1,91	1,94	2,66	1,60	2,13 ± 0,06
Лаишевский	1,90	1,78	1,56	1,25	1,79	1,74	1,67 ± 0,02
Камско-Устьинский	2,11	2,32	2,03	1,84	1,76	2,20	2,04 ± 0,01
РТ	1,19	1,28	1,41	1,35	1,42	1,40	1,34 ± 0,003



Таблица 3

Частота заболеваемости при злокачественных новообразованиях желудка в 1993—1998 гг. на 100 000 населения

Административный район	Годы наблюдений						Среднее за 1993—1998 гг. ($M \pm m$)
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
Все население							
Верхне-Услонский	56,4	40,8	66,2	61,8	47,0	47,5	53,3 ± 9,7
Лаишевский	22,3	43,9	32,7	29,7	45,5	48,5	37,1 ± 10,4
Камско-Устьинский	10,6	63,5	26,5	58,8	37,7	32,4	38,2 ± 20,0
РТ	30,3	30,3	31,5	30,5	30,5	30,0	30,7 ± 0,6
Мужчины							
Верхне-Услонский	66,6	54,9	98,1	66,0	66,6	78,0	71,7 ± 14,8
Лаишевский	24,2	59,6	29,6	35,2	63,8	64,5	46,1 ± 18,5
Камско-Устьинский	22,4	55,7	22,2	78,1	44,7	33,5	42,7 ± 21,6
Республика Татарстан	38,1	38,6	41,3	38,5	37,1	37,6	38,5 ± 1,4
Женщины							
Верхне-Услонский	47,6	28,6	38,3	58,2	29,5	20,0	37,0 ± 14,0
Лаишевский	20,6	30,5	35,3	25,0	29,8	34,9	29,3 ± 5,7
Камско-Устьинский	50,2	70,5	30,5	41,0	31,1	31,4	42,4 ± 15,7
РТ	23,5	23,1	22,9	25,2	24,6	23,3	23,7 ± 0,9

годам, особенно среди населения Камско-Устьинского района.

Давно доказано, что при комплексном воздействии ряда веществ на кроветворную и иммунную системы могут возникнуть хромосомные нарушения, опухолевые заболевания [5]. Частота заболеваний крови и кроветворных органов является индикатором уровня здоровья населения,

поэтому в табл. 7 представлены данные частоты и распространенности болезней крови и кроветворных органов [4].

Обобщая результаты исследований заболеваемости населения, проживающего в районе выпуска сточных вод предприятий, коммунального городского хозяйства Казани и ниже по течению Волги, и сравнивая с заболеваемостью остальных

Таблица 4

Смертность населения от злокачественных новообразований желудка за 1993—1998 гг. на 100 000 населения

Административный район	Годы наблюдений						Среднее за 1993—1998 гг. ($M \pm m$)
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
Все население							
Верхне-Услонский	46,1	61,3	56,0	46,4	47,0	46,4	50,5 ± 6,5
Лаишевский	36,2	32,9	32,7	21,6	32,1	40,4	32,7 ± 6,2
Камско-Устьинский	37,0	52,9	53,0	26,7	43,0	43,2	42,6 ± 10,0
Республика Татарстан	24,6	28,5	29,5	27,8	25,7	26,5	27,1 ± 1,8
Мужчины							
Верхне-Услонский	66,6	87,9	76,3	66,0	66,6	44,6	68 ± 14,3
Лаишевский	42,4	41,7	41,4	23,4	40,6	58,7	41,4 ± 11,1
Камско-Устьинский	67,2	55,7	44,3	33,5	55,9	33,5	48,4 ± 13,6
Республика Татарстан	38,1	36,3	39,7	35,0	31,9	32,8	36,6 ± 3,0
Женщины							
Верхне-Услонский	28,6	38,1	38,3	29,1	29,6	10,0	20,0 ± 10,3
Лаишевский	30,9	25,4	25,2	20,0	24,9	24,9	25,2 ± 3,5
Камско-Устьинский	10,0	50,3	61,0	20,5	31,1	52,4	20,1
Республика Татарстан	18,6	21,8	20,6	21,5	20,3	20,9	20,6 ± 1,1

**Частота заболеваемости населения
при злокачественных новообразованиях трахеи, бронхов, легких в 1993—1998 гг. на 100 000 населения**

Административный район	Годы наблюдений						Среднее за 1993—1998 гг. ($M \pm m$)
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
Все население							
Верхне-Услонский	76,9	91,9	45,9	67,0	104,4	73,9	76,6 ± 20,2
Лаишевский	33,4	57,6	59,9	56,8	48,2	48,5	50,7 ± 9,8
Камско-Устьинский	26,5	37,0	37,1	69,4	48,4	91,9	51,7 ± 24,5
Республика Татарстан	32,6	32,0	31,2	34,5	34,0	33,8	33,0 ± 1,2
Мужчины							
Верхне-Услонский	155,4	175,8	98,1	132,0	177,6	144,9	147,3 ± 29,8
Лаишевский	66,6	107,3	118,3	117,2	98,7	76,3	97,4 ± 21,5
Камско-Устьинский	44,8	66,8	77,6	133,9	100,7	178,8	100,4 ± 49,0
Республика Татарстан	59,9	59,0	57,6	62,9	61,8	62,0	60,5 ± 2,0
Женщины							
Верхне-Услонский	9,5	19,0	13,6	9,7	39,4	10,0	16,8 ± 11,6
Лаишевский	5,1	15,3	10,9	5,0	5,0	24,9	11,0 ± 8,0
Камско-Устьинский	10,0	10,0	13,0	10,2	11,8	10,4	10,9 ± 1,2
Республика Татарстан	9,0	8,4	8,0	9,6	9,6	9,2	8,9 ± 0,6

Таблица 6

**Заболеваемость населения
при злокачественных новообразованиях всех локализаций за 1993—1998 гг. на 100 000 населения**

Административный район	Годы наблюдений						Среднее за 1993—1998 гг. ($M \pm m$)
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
Все население							
Верхне-Услонский	33,3	393,0	346,6	376,3	381,0	327,3	359,6 ± 27,4
Лаишевский	183,0	277,2	258,7	264,9	270,5	301,7	259,3 ± 40,2
Камско-Устьинский	243,5	264,4	281,0	325,8	279,8	335,1	288,3 ± 35,5
Республика Татарстан	200,3	203,3	224,3	236,9	236,7	244,5	224,3 ± 18,6
Мужчины							
Верхне-Услонский	209,9	205,6	206,5	310,2	397,6	340,2	278,3 ± 82,7
Лаишевский	212,0	333,7	289,9	322,4	325,0	299,3	297,1 ± 44,8
Камско-Устьинский	179,1	267,7	321,5	357,1	391,5	391,0	317,9 ± 82,6
Республика Татарстан	294,0	226,4	242,0	253,2	251,3	254,3	253,5 ± 22,4
Женщины							
Верхне-Услонский	286,0	314,6	229,7	291,0	315,3	280,8	286,3 ± 31,3
Лаишевский	159,7	289,0	232,1	215,7	283,9	303,8	247,4 ± 55,1
Камско-Устьинский	301,2	261,8	243,9	297,1	176,3	282,7	260,5 ± 46,6
Республика Татарстан	179,6	183,0	207,7	222,6	223,9	235,8	208,8 ± 23,1

сельских районов РТ, можно сделать следующие выводы.

1. Частота заболеваемости по основным нозологическим формам в Верхне-Услонском, Лаишевском, Камско-Устьинском районах значительно выше заболеваемости остального сельского населения Республики Татарстан.

2. Учитывая официально признанный вывод специалистов о 80 %-ной заболеваемости от некачественной воды, высокую токсичность, канцерогенность, мутагенность хлорорганических соединений и их устойчивость во времени, можно сделать вывод о причинно-следственной связи между концентрацией загрязняющих веществ



Таблица 7

Частота и распространенность болезней крови и кроветворных органов в 1996–2000 гг. на 1000 населения

Годы наблюдений	Верхне-Услонский	Лаишевский	Камско-Устьинский	Республика Татарстан
Частота болезней крови и кроветворных органов				
1996	3,1	4,6	7,7	4,1
1997	4,1	7,1	8,5	4,0
1998	1,9	6,0	10,0	3,9
1999	3,1	4,6	7,7	4,0
2000	2,8	4,7	10,3	4,5
(<i>M ± m</i>)	3,0 ± 0,8	5,4 ± 1,1	8,8 ± 1,2	4,1 ± 0,2
Распространенность болезней крови и кроветворных органов				
1996	3,1	4,6	7,7	4,2
1997	5,8	8,9	20,0	7,2
1998	5,0	7,5	20,3	8,0
1999	3,6	6,3	24,0	9,6
2000	4,4	7,1	23,3	11,0
(<i>M ± m</i>)	4,4 ± 1,1	6,9 ± 1,6	19,1 ± 6,6	8,0 ± 2,6

и прежде всего, хлорорганических соединений, в воде Куйбышевского водохранилища в районе г. Казани и заболеваемости населения.

Как уже упоминалось выше, пути проникновения загрязняющих растворенных в воде веществ различны: через органы пищеварения, через органы дыхания и через кожный покров.

Весь образ жизни населения, проживающего по побережью крупных рек (в данном случае — по берегам реки Волги) веками был ориентирован на воду рек и связан с ней. Основные факторы, связывающие жизнедеятельность людей с водоемом:

- полив волжской водой огородов, садов и, соответственно, употребление в пищу плодов;
- рыболовство и употребление в пищу рыбы;
- использование волжской воды из водопроводов для пищевых целей;
- использование волжской воды для питья домашним скотом и употребление населением в пищу молока и мяса домашних животных;
- купание в водоеме в летний период и систематическое принятие ванн, душа — сорбция загрязняющих веществ через кожу и органы дыхания [1].

3. Хлорорганические соединения в воде реки Волги образуются в результате хлорирования сточных вод и водопроводной воды предприятиями и коммунальными организациями не только Казани, но и вышерасположенных в бассейне реки Волги и ее притоков городов и поселений.

Тем не менее проблема избавления воды водоемов от биологически активных соединений, образующихся при хлорировании сточных вод и водопроводной воды, продолжает быть очень актуальной,

так как во всем мире реагентная обработка воды и стоков хлором остается на сегодняшний день наиболее распространенным способом обеззараживания.

Поэтому для сохранения водной экосистемы и здоровья людей необходима разработка и последующее внедрение альтернативных методов обеззараживания, обеспечивающих биологическую безопасность при высокой степени обеззараживания патогенной микрофлоры. Таким высокоэффективным методом, основанным на естественных процессах антагонизма между сапрофитной микрофлорой активного ила и патогенной микрофлорой бытовых сточных вод, является разработанная и внедренная в ОАО "Казаньоргсинтез" технологическая схема безреагентного обеззараживания с помощью сапрофитной микрофлоры избыточного активного ила [1].

Список литературы

1. **Кирсанов В. В.** Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках: монография / Под ред. А. Н. Глебова. — Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2010. — 264 с.
2. **Буштуева К. А., Случанко И. С.** Методы и критерии оценки состояния здоровья населения в связи с загрязнением окружающей среды. — М.: Медицина, 1979.
3. **Иванов А. В.** Побочные эффекты обеззараживания воды хлором // Инф. бюл. ГК РТ СЭН. — 1995. — № 5. — 43 с.
4. **Кирсанов В. В., Смолко А. А.** Способ безреагентной дезинфекции (биообеззараживания) сточных вод // Химическая промышленность сегодня. — М., 2007. — № 11. — С. 49–51.
5. **Эльпинер Л. И.** Медико-экологические подходы к оценке роли водного фактора в среде обитания человека // Вестник АМН СССР. — 1989. — № 8. — С. 18–26.

V. V. Kirsanov, Professor, e-mail: vvkirsanov@gmail.com, Kazan National Research Technical University – KAI

Organochlorines and Morbidity of the Population

The characteristic of chlorine and organochlorine compounds in water when exposed through the trophic level of human respiratory organs and the body surface. On the example of the incidence of different clinical entities rural population living on the banks of the river. Volga River downstream from the main sources of discharges of chlorine and organic contaminants megalopolis are shown in the results of studies comparing the incidence of various population groups. It is concluded that a causal link public health and the impact of organochlorine compounds.

Keywords: chlorine, toxicity, mutagenicity, carcinogenicity, morbidity, population, pollutants, water, environment, disinfection, chlorination, biological activity, drinking water

References

1. Kirsanov V. V. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty biologicheskoh ochildki stochnyh vod v ajerotenkah: monografija / Pod red. A. N. Glebova. Kazan': Izd-vo Kazan. gos. tehn. un-ta, 2010. 264 p.
2. Bushtueva K. A., Sluchanko I. S. Metody i kriterii ocenki sostojanija zdorov'ja naselenija v svjazi s zagriznieniem okruzhajushhej sredy. M.: Medicina, 1979.
3. Ivanov A. V. Pobochnye jeffekty obezzarzhivaniya vody hlorom. *Inf. bjul. GK RT SJeN*. 1995. No. 5. 43 p.
4. Kirsanov V. V., Smolko A. A. Sposob bezreagentnoj dezinfekcii (bioobezzarzhivaniya) stochnyh vod. *Himicheskaja promyshlennost' segodnja*. 2007. No. 11. P. 49–51.
5. Jel'piner L. I. Mediko-jekologicheskie podhody k ocenke roli vodnogo faktora v srede obitanija cheloveka. *Vestnik AMN SSSR*. 1989. No. 8. P. 18–26.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ INDUSTRIAL SAFETY

УДК 628.517.2

А. И. Комкин, д-р техн. наук, проф., e-mail: akomkin@mail.ru,
Я. Г. Готлиб, канд. техн. наук, доц., С. Г. Смирнов, канд. техн. наук, доц.,
МГТУ им. Н. Э. Баумана

Нормирование шума. Реальный подход к проблеме

Рассмотрены проблемы, связанные с нормированием шума в Российской Федерации. Отмечена актуальность проблемы все возрастающего негативного влияния шума в среде обитания. Приведены основные принципы нормирования шума и используемые с этой целью показатели. Дан обзор основных нормативных документов, определяющих допустимые нормы шума в производственной среде и жилой застройке. Показано, что существующие отечественные нормы на шум, которые в настоящее время определяются органами здравоохранения, являются даже в сравнении с нормами, используемыми в мировой практике, неоправданно жесткими. Показано, что при законодательном утверждении этих норм не учитывались технические возможности их достижения при существующем уровне развития техники и технологии, вследствие чего их выполнение зачастую представляет собой чрезвычайно трудную, если вообще выполнимую на сегодняшний день, задачу; в первую очередь это относится к шуму в городской застройке, обусловленному транспортными потоками, уровни которого в большем числе случаев превышают нормированные значения. Предложено ввести несколько критериев при нормировании шума: безопасность, снижение производительности труда, комфорт, подобно тому, как это сделано при нормировании вибрации; при этом нормы по критерию "безопасность" предлагается несколько смягчить, но сделать обязательными к исполнению.

Ключевые слова: шум, нормирование, критерии, безопасность, комфорт



Введение

Уже почти полтора столетия известно, что шум является неблагоприятным фактором воздействия на человека: он может и оказывать травмирующее действие на орган слуха, и вызывать профессиональную и естественную заболеваемость, ведущую к глухоте, и способствовать общим заболеваниям организма, и мешать деятельности человека, вызывая снижение производительности труда, усталость, утомление, создавая дискомфорт. Вместе с тем шум в огромной степени является следствием функционирования современной техники, окружающей человека во всех сферах его жизнедеятельности: на работе, дома, на отдыхе, практически везде.

В современной цивилизации существуют два главных источника неблагоприятного шума. Одним из них является шум транспорта (автомобильного, железнодорожного, воздушного и др.), другим — интенсивный шум оборудования, машин, устройств и приспособлений, применяемых на производстве в процессе труда.

Поэтому последние полвека в мире и в России ведется интенсивная работа по определению границ действия шума на человека в зависимости от критериев, которые должны защитить человека в различных жизненных ситуациях от той или иной степени неблагоприятного воздействия шума на его организм, психику и результаты деятельности. Исследования неблагоприятного воздействия шума на человека реализуются путем нормирования и ограничения выбранных для этого акустических показателей.

1. Основные принципы нормирования шума

Сложилось два главных принципиальных направления нормирования шума для человека. Одно из этих направлений — создание безопасных условий труда на производстве, обеспечивающих защиту здоровья человека, например, от опасности снижения его слуха вследствие патологического развития неврита слухового нерва. Другое направление — это создание комфортных условий для деятельности человека, отдыха при его пребывании в окружающей среде с действующим в ней шумом. Конечно, следует иметь в виду возможность пересечения условий и сред воздействия шума на человека как работника, подвергающегося производственному шуму, и как индивидуума, сталкивающегося с воздействием на него шума окружающей внешней среды.

На сегодняшний день определены общепризнанные показатели для оценки воздействия шума на человека. В России до настоящего времени для

постоянного во времени шума используются два вида оценок. Это отдельно-частотная оценка в виде уровней звукового давления в дБ в октавных полосах частот, совокупность которых называется предельным спектром (ПС), и интегральная оценка в виде уровня звука L_A , дБА. В качестве показателя оценки непостоянного во времени шума используется эквивалентный уровень звука $L_{A_{ЭКВ}}$, дБА.

Практическая реализация процедуры нормирования шума, действующего на человека, состоит в установлении обоснованных верхних границ значений нормируемых параметров, обеспечивающих для человека безопасные или комфортные условия жизнедеятельности.

2. Нормативные документы

Нормативные документы по шуму существуют на уровне международных стандартов ИСО, национальных стандартов в каждой стране, ведомственных стандартов, например, в виде территориальных строительных норм (ТСП) в РФ. Поскольку нормирование шума имеет главной целью здоровье и комфорт человека, то естественно, что приоритет и прерогатива в создании соответствующих документов принадлежит органам здравоохранения, например, Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в России — Минздраву.

Наряду с этим формирование фактических уровней шума, воздействующих на человека на производстве и в среде обитания, происходит в сфере технической — при проектировании, создании, изготовлении, строительстве и эксплуатации машин, оборудования, устройств, предприятий, зданий, сооружений, дорог и тому подобных объектов техники.

В этой связи в РФ, как и во всем мире, существует разделение на нормативы санитарно-гигиенические (СанПиН, ГН, СН, СП), которые разрабатываются и вводятся органами Минздрава, являясь медицинскими документами, заботящимися и гарантирующими здоровье и комфорт человека, и технические (ГОСТ, СНИП, ТСН, МГСН и др.), которые разрабатываются и вводятся техническими ведомствами в области стандартизации, строительства и др. и при этом ограничиваются, а иногда фактически сдерживаются современными возможностями техники, технологии и экономического развития.

В этой двойственности нормирования шума заложено противоречие: медицина стремится как можно жестче (в интересах здоровья и комфорта человека) ограничить свои шумовые нормы, а техника (и технология), стремясь к высокой эффективности (производительности, скорости, энергоемкости и

экономичности), сталкивается с трудностями, а часто и принципиальной невозможностью обеспечить безопасные и комфортные нормативы шума, устанавливаемые органами здравоохранения.

В связи с этим своевременно вспомнить о до сих пор действующей в РФ Системе стандартов безопасности труда (ССБТ), где было реализовано, в частности и по шуму, введение одновременно санитарно-гигиенических норм, устанавливающих безопасные для здоровья работника предельно допустимые уровни, и технических норм, регламентирующих технические показатели шума машин и оборудования (шумовые характеристики — ШХ), реально достижимые на современном этапе развития и уровня техники, технологии и экономики страны. Иллюстрацией к такому подходу в нормировании шума может служить ситуация с установлением предельно допустимых уровней шума для производственных условий, подробно рассмотренная в работе [1].

3. Разночтения в нормативных документах

В настоящее время в РФ шум в среде обитания человека определяется санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562—96 [2]. Согласно этому документу шум на рабочих местах регламентируется предельно допустимым уровнем (ПДУ), отвечающим критерию безопасности. При этом основной характеристикой постоянного шума являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах частот, но кроме того, допускается также в качестве характеристики постоянного шума использовать уровень звука в дБА. При непостоянном во времени шуме для определения ПДУ используется эквивалентный уровень звука, дБА.

В обсуждаемом в последнее время проекте новых санитарных правил и норм "Гигиенические требования к физическим факторам производственной и окружающей среды" [3] не предусмотрено разделение шума на постоянный и непостоянный. При этом нормируемым показателем шума на рабочих местах в любом случае является эквивалентный уровень звука. Там же отмечается, что уровни звукового давления в октавных полосах частот не являются нормируемыми параметрами и могут использоваться как справочные данные, например, при разработке средств защиты от шума. В принципе такой подход полностью гармонизируется с международными стандартами, где ПДУ шума определяется только через эквивалентный уровень звука.

Что касается нормативных показателей, то в нашей стране исторический процесс их установления протекал весьма неоднозначно, и эти показатели претерпевали изменения не только в сторону ужесточения. Хронологическая последовательность введения в действие нормативных документов, определяющих предельно допустимые уровни шума, отражена в табл. 1 и свидетельствует о том, что процесс нормотворчества основывался скорее на благих пожеланиях, чем на объективной оценке возможности их достижения. Как следует из представленных данных, нормативное значение ПДУ шума 80 дБА, установленное более 30 лет назад, сохраняется и поныне, и его изменение не предполагается в проекте нового нормативного документа.

Между тем данные, приведенные в работе [4], показывают, что практически во всех остальных странах мира, за исключением Нидерландов, принятый нормативный уровень превышает 80 дБА.

Таблица 1

Хронология нормирования шума

Документ	Наименование	ПДУ, дБА
СН 245—63 (1963 г.)	Санитарные нормы и правила по ограничению уровня шума на территориях и в помещениях промышленных предприятий	85
СН 785—69 (1969 г.)	Санитарные нормы и правила по ограничению уровня шума на территориях и в помещениях промышленных предприятий	85
СН 245—71 (1971 г.)	Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий	90
ГОСТ 12.1.003—76 (1976 г.)	ССБТ. Шум. Общие требования безопасности	85
ГОСТ 12.1.003—83 (1983 г.)	ССБТ. Шум. Общие требования безопасности	80
СН 3223—85 (1985 г.)	Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах	80
СН 2.2.4/2.1.8.562—96 (1996 г.)	Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки	80
СанПиН 2.2.4 ____—14 (проект)	Гигиенические требования к физическим факторам производственной и окружающей среды	80



В очень многих странах, включая и развитые, считают достаточно безопасным ПДУ, равный 85 дБА. Этот уровень безопасности рекомендует и Международный стандарт ИСО [5]. В странах ЕС и Канаде ПДУ шума составляет 87 дБА. А в документах США и ряде других стран указывается даже более высокий граничный уровень 90 дБА. При этом, как и в России, за рубежом за последние десятилетия не произошло каких-либо изменений, прежде всего в сторону ужесточения нормативных значений ПДУ шума.

Таким образом, приведенные данные показывают, что российские санитарные нормы шума для производственных условий являются чересчур жесткими по сравнению с принятыми в мировой практике показателями и вследствие этого могут оказаться трудно выполнимыми с технической точки зрения.

Аналогично дело обстоит и с нормированием шума в жилых помещениях и районах жилой застройки. В этом случае шум, согласно отечественным санитарным нормам [2], регламентируется допустимым уровнем. При этом на территориях жилых застроек в дневное время шум регламентируется уровнем 55 дБА, а в ночное — 45 дБА. Эти цифры, вообще говоря, соответствуют показателям, которые были рекомендованы ВОЗ. Вместе с тем, в последнее время, понимая реальное положение дел с шумом, ВОЗ для ночного времени стало рекомендовать нормируемый уровень 50 дБА [6, 7]. Это, с нашей точки зрения, знаковое решение, заслуживающее самого пристального внимания, благодаря которому наши нормы на шум в жилой застройке также становятся самыми строгими.

Н. И. Иванов [8] обращает внимание на еще одно противоречие, связанное с нормированием авиационного шума. В России до настоящего времени действует ГОСТ 22283—88 [9], определяющий допустимые уровни авиационного шума на территории жилой застройки вблизи аэропортов. Эквивалентные уровни звука, регламентируемые этим стандартом, на 10 дБА превышают уровни, устанавливаемые рассмотренными выше санитарными нормами. По максимальному уровню звука эта разница еще больше — 15 дБА. Конечно, отчасти такая разница может быть обусловлена особенностями действия авиационного шума на человека [6], но главную роль здесь, как представляется, играет современный уровень авиации, как источник шума, и имеющиеся на сегодня технические и технологические возможности его снижения.

Заметим, что такое разночтение в отечественных нормативных документах можно было бы отчасти устранить, если санитарные нормы на

шум в жилой застройке устанавливать дифференцированно, в зависимости от вида источника шума (индустриальный шум, автотранспортный, авиационный, железнодорожный), как это делается в некоторых зарубежных странах.

4. Трудности достижения нормативных требований

К сожалению, нормирование шума не только как гигиенического фактора производственной среды, но и как фактора окружающей среды, воздействующего на человека в быту, усложняет работу инженеров, строителей, проектировщиков, занимающихся разработкой, созданием, внедрением и эксплуатацией шумящей техники. Наиболее актуальными эти проблемы являются в области защиты человека от транспортного шума.

Имеющиеся данные [6, 7] показывают, что более половины населения стран Евросоюза регулярно находится под воздействием уровней шума в окружающей среде, превышающих 55 дБА. Причем эта норма рекомендуется ВОЗ в качестве безопасного для населения акустического воздействия, а шум выше этого значения может вызвать раздражение, нарушение сна, сердечно-сосудистые заболевания и даже преждевременные смерти. Очевидно, что основным "виновником" повышенного шума в среде обитания, особенно в городах, являются транспортные потоки. Поэтому решение проблемы шума в городской среде должно быть связано, во-первых, со снижением шума автотранспортных средств, а во вторых, со снижением этого шума на пути его распространения в жилую застройку.

Коснемся вопроса снижения шума самих автотранспортных средств. Заметим, что нормы на внешний шум автомобилей интенсивно ужесточались, начиная с 1970-х гг. и до середины 1990-х. Снижение допустимых значений внешнего шума автомобилей, определяемых по стандартной методике измерения при разгоне автомобиля на мерном участке на расстоянии 7,5 м от оси его движения, за эти годы составило 10...12 дБА. Последний раз нормы на шум были установлены правилами ЕЭК ООН № 51-01 в 1995 г. и вот уже 20 лет не менялись. Согласно этим нормам шум легковых автомобилей определялся значением 74 дБА, а нормированные уровни шума для грузовых автомобилей увеличивались до 82 дБА.

Однако в 2015 г. планируется выход в свет новой редакции правил, регулирующих внешний шум автомобилей (правила ЕЭК ООН № 51-03), согласно которым планируется долгосрочная программа постепенного, в три стадии, ужесточения норм на внешний шум автомобилей [10].

В результате ожидается, что нормы на шум будут ужесточены на 6 дБА для легковых автомобилей и 4 дБА для грузовиков. Это относительно скромные показатели, учитывая, что реализация этой программы рассчитана на 16 лет с момента ее введения в действие. Это означает, что в полной мере ее результаты можно ощутить только к 2030 г. Решение этой задачи может быть основано на доводке по шуму двигателя, а также глушителей газодинамического шума в системах выпуска отработанных газов. Кроме того, определенный резерв существует на пути снижения шума шин. Его снижение на 2...4 дБА также регламентируется новыми правилами [10]. Примерно такой же эффект можно ожидать от замены обычного асфальтового покрытия на специальное малозумное.

Но конечно, даже успешная реализация этой программы не позволит существенно улучшить проблему транспортного шума в районах жилой застройки. Здесь уместно процитировать замечание Н. И. Иванова [8] о том, что в настоящее время "разрыв между допустимыми нормами (около 70 дБА для легковых автомобилей) и обеспечением требований ВОЗ на шум в жилой застройке (50 дБА в ночное время) составляет 20 дБА. Приблизительно на это превышение надо ориентироваться, рассматривая проблему снижения шума от автомобильного транспорта".

Второй путь борьбы с автотранспортным шумом на территории жилой застройки состоит в снижении шума на пути его распространения. И здесь в нашем арсенале средств шумозащиты имеется по сути только одно: акустический экран. Однако и его акустическая эффективность очень ограничена. Как отмечается в Рекомендациях [11] достигнуть снижения шума акустическим экраном на 5 дБА легко, на 10 дБА — возможно, а на 15 дБА — сложно. Эти цифры подтверждаются и данными Н. И. Иванова [8] о том, что на практике лучший результат эффективности акустического экрана для дорог в Италии составил 12...15 дБА, а для московских и петербургских — всего 3...11 дБА.

Таким образом, имеющийся на сегодня разрыв между техническими и гигиеническими нормами хотя и может быть сокращен в обозримом будущем на 10...15 дБА, но все-таки еще останется заметным. Поэтому действующие нормы шума в жилой застройке не могут быть в полной мере удовлетворены при существующем техническом и технологическом уровне промышленности.

Аналогичное положение дел обстоит и с другими видами транспортного шума. Так, упоминавшийся выше авиационный шум зачастую на 15...20 дБА [7] превышает предельно допустимые уровни, определяемые ГОСТ 22283—88, и это при

том, что сами нормы на авиационный шум на такую же величину являются менее жесткими, чем нормы шума в жилой застройке, регламентируемые санитарными нормами.

5. Реальный путь решения проблемы

Проведенный выше сравнительный анализ мировой и отечественной практики нормирования шума показал, что нормирование шума в РФ стремится быть "самым прогрессивным в мире", и в действующих уже почти 20 лет санитарных нормах [2] для территорий, прилегающих к жилым домам, для ночного времени действует норма 45 дБА, т. е. без всякой "оглядки" на технические возможности обеспечения снижения шума автомобилей, их шин и дорог, на реально достижимую эффективность акустических экранов и прочие "инженерские" глупости. При этом нормативные цифры санитарных норм имеют статус и силу закона, нарушение которого чревато административной, правовой и экономической ответственностью. Преодоление этих неразрешимых гигиенических и технических противоречий реально осуществляется единственно возможным способом: несоблюдением (невыполнением) закона, в данном случае представленного санитарными нормами.

Очевидно, что такой же подход у нас применяется и в отношении описанного выше установления избыточно жестких норм шума (80 дБА) на рабочих местах для производственных условий труда. Между тем и в этом вопросе подход в странах ЕС к нормированию шума оказывается более гибким, предполагающим применение превентивных мер по профилактике негативного воздействия шума на человека. Так, в действующей в настоящее время в странах ЕС директиве 2003/10/ЕС [12], рассматривающей нормирование шума на рабочих местах, вводятся три нормируемых уровня шума:

- нижний пороговый уровень — 80 дБА;
- верхний пороговый уровень — 85 дБА;
- предельно допустимый уровень — 87 дБА.

Такой подход означает, что перед предельно допустимым уровнем шумового воздействия имеется некоторая переходная зона, нахождение в которой означает, что проблема существует и необходимы мероприятия по снижению шумовой нагрузки на работающий персонал. К таким мероприятиям относятся:

- обеспечение работника подходящими средствами индивидуальной защиты и их обязательного использования;
- организация тренинга и информирование работника о вредном воздействии шума и необходимости защиты от него;



— разработка организационных и технических мер по ограничению воздействия шума на работника;

— ограничение доступа в зоны с повышенным уровнем шума;

— организация регулярных медицинских осмотров работников.

Таким образом, пороговые уровни являются индикаторами, показывающими необходимость принятия мероприятий по защите от шума. Их можно считать своего рода буферной зоной, предназначенной для обеспечения минимизации вредного воздействия шума на человека.

К сожалению, в проекте новых санитарных правил и норм [3] такой подход к нормированию шума не прослеживается, и нормативные показатели шума не претерпевают никакого изменения. Между тем современная мировая тенденция нормотворчества в области шума как раз и состоит в некотором смягчении нормативных показателей шума. Она основана на реальных технических возможностях снижения шума как самого источника, так и на путях его распространения.

Так, в упомянутой выше Директиве 2003/10/ЕС [12] от 06.02.2003 г. предельно допустимый уровень шума равен 87 дБА, а в более ранней Директиве этой организации (86/188/ЕЕС) от 12.05.1986 г. [13] этот уровень был ниже и составлял 85 дБА. И такую тенденцию ни в коем случае не следует подвергать огульной критике. Она отражает реальный подход к проблеме, особенно принимая во внимание следующие обстоятельства [4]: "Совет Европейских сообществ (86/188/ЕЕС) и Германия (UW Larm-1990) заявляют, что невозможно установить точный предел по избеганию вредности для слуха и риска других заболеваний от шума. В связи с этим предприниматель обязан уменьшить уровень шума насколько возможно, используя современную технику и методы контроля". Последнее обстоятельство особенно важно и прежде всего на него надо обратить самое пристальное внимание. Конечно, самое простое — на законодательном уровне принять тот или иной предельно допустимый уровень шума, принять, не заботясь о возможности его исполнения на практике. Это проще, чем проведение кропотливой работы с работодателями, да и самими рабочими, по разъяснению необходимости и важности разработки и применению средств и мероприятий по защите от шума.

Такой же подход к смягчению норм прослеживается и по отношению к нормированию шума в окружающей среде. Выше уже был упомянут переход в странах ЕС от нормы ночного шума в жилой застройке 45 дБА к норме 50 дБА. Эта же тенденция прослеживается и в последних

документах ВОЗ. Так, в вышедшем под эгидой этой организации "Европейском руководстве по контролю ночного шума" [14] отмечается, что целевым показателем ночного шума на территории жилой застройки для охраны здоровья населения должно быть выбрано значение 40 дБА. Вместе с тем там, где по различным причинам эта норма не может быть достигнута в ближайшее время, в качестве промежуточной цели должно быть рекомендовано для этого показателя значение 55 дБА. Такой подход с установлением промежуточной цели должен стимулировать работы по снижению шума, даже если достижение конечной цели на сегодняшний день представляется нереальным.

Между тем существует несколько иной подход к изменению нормативных показателей шума. Вместо введения временных норм можно ввести несколько критериев при нормировании шума. Отчасти такой подход был использован в стандартных нормах [15] при нормировании шума в жилых и общественных зданиях. Там было предложено ввести три категории помещений А, Б и В, каждая из которых имела свои характеристики шумового воздействия. Категория А должна обеспечить высококомфортные условия, категория Б — комфортные условия, категория В — предельно допустимые условия. Однако в этом документе авторы не смогли выйти за рамки верхнего предела норм шума, установленного в действующих санитарных нормах для такого вида помещений. Так, санитарная норма для ночного шума в жилых помещениях в 30 дБА совпадает с предельно допустимыми условиями для помещений категории В. При этом комфортные и высококомфортные условия определяются еще более жесткими нормами на шум, например, уровень ночного шума в помещениях категории А не должен превышать 25 дБА.

Заметим, что подход, предполагающий использование нескольких критериев, был введен и при нормировании вибрации, где рассматриваются нормы по критериям "Безопасность", "Производительность труда" и "Комфорт" [16, 17]. Представляется целесообразным использовать такой подход и при нормировании шума. При нормировании шума на производстве предлагается ввести норму шума по критерию "Безопасность", подняв ее по сравнению с существующим гигиеническим предельно допустимым уровнем шума 80 дБА до уровня 85 дБА, рекомендуемого международными стандартами. При этом, также основываясь на международной практике, представляется целесообразным ввести при нормировании производственного шума пороговый уровень со значением 80 дБА, при котором работодатель обязан

Таблица 2

ПДУ шума для типичных видов трудовой деятельности

Вид трудовой деятельности	ПДУ, дБА
Научная деятельность, конструирование, программирование	50
Управленческая деятельность, работы в лаборатории	60
Операторская, диспетчерская работа	65
Работа за пультами дистанционного управления производством	75
Работа в производственных помещениях	80

провести определенный комплекс работ по снижению вредного воздействия шума на работника.

Следует отметить, что еще одной специфической особенностью нормирования производственного шума в РФ, является то, что ПДУ шума зависят от вида работ, связанных, в первую очередь, с напряженностью трудового процесса, что отражено в табл. 2.

В международной практике ПДУ шума на рабочих местах, как правило, не зависит от вида трудовой деятельности, хотя имеются исключения. Указанное противоречие в этих подходах можно устранить, если ввести еще один критерий нормирования шума на рабочих местах. Существующие сейчас отечественные нормы шума, установленные для различных видов работ, можно оставить неизменными, но отнести к категории "Производительность труда". В действительности, такой подход будет в большей степени отражать суть дела, так как шум при различных видах труда в первую очередь будет влиять на его производительность.

Точно также при нормировании ночного шума в районе жилой застройки следует существующий предельно допустимый уровень шума 45 дБА поднять до 55 дБА, отнести его к критерию "Безопасность". В то же время действующую в настоящее время норму 45 дБА следует понизить до 40 дБА и отнести к критерию "Комфорт". При этом следует подчеркнуть одно важное обстоятельство. Устанавливаемые нормы по критерию "Безопасность" должны быть обязательными для исполнения, в то время как исполнение норм по двум другим критериям — желательным.

Таким образом, предлагаемый подход, основанный на введении нескольких критериев нормирования шума, позволит сделать работы по снижению шума более осмысленными и целенаправленными, вследствие реальности достижимых поставленных пусть и промежуточных целей, и в конечном счете более эффективными с точки зрения снижения акустического загрязнения среды обитания.

Выводы

1. Существующие отечественные нормы шума на производстве и в жилой застройке зачастую не могут быть выполнены при сегодняшнем уровне развития техники и технологии.

2. Устранение разрыва между гигиеническими нормами и уровнями шума, которые могут быть в действительности обеспечены при существующих технических нормах на шум транспортных средств, возможно путем временного ослабления гигиенических норм. Кроме того, представляется целесообразным ввести в рассмотрение несколько критериев нормирования шума.

Список литературы

1. Готлиб Я. Г., Алимов Н. П., Азаров В. И. Вопросы ограничения шума для оценки условий труда // Альтернативная энергетика и экология. — 2013. — № 13. — С. 70—83.
2. СН 2.2.4/2.1.8.562—96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. — М.: Минздрав России, 1997. — 20 с.
3. Проект постановления "Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил и норм СанПиН "Гигиенические требования к физическим факторам производственной и окружающей среды": URL: <http://regulation.gov.ru/project/3242.html> (дата обращения 01.02.2015).
4. Энциклопедия по охране и безопасности труда. Том II. Раздел VI. Глава 47. Шум: URL: <http://base.safework.ru/iloenc> (дата обращения 01.02.2015).
5. ИСО 1999:1990. Акустика. Определение экспозиции шума при профессиональной деятельности и оценка ослабления слуха под воздействием шума.
6. Towards a Comprehensive Noise Strategy, Policy Department Economic and Scientific Policy. Environment. Public. Health and Food Safety, 2012. — 82 p.
7. Иванов Н. И. "Проблема шума в Российской Федерации: "Кто виноват?" и "Что делать?" // Доклады IV Всероссийской научно-практической конференции "Защита от повышенного шума и вибрации". Санкт-Петербург, 26—28 марта 2014 г. С. 14—35.
8. Иванов Н. И. Основные направления и проблемы экологической акустики // Доклады XXVII сессии Российского акустического общества. Санкт-Петербург, 16—18 апреля 2014 г.
9. ГОСТ 22283—88. Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения. М.: Изд-во Стандартов, 1989. — 15 с.
10. Галевко Ю. В., Иванова Т. В., Щепкин А. И. Европейское и российское законодательство в области ограничения шума транспортных средств // Материалы международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Е. Я. Юдина. 30 октября 2014 г. / Под ред. А. И. Комкина. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. — С. 158—166.



11. **ОДМ 218.2.013—2011.** Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам. — М.: Росавтдор, 2011. — 123 с.
12. **Директива 2003/10/ЕС.** О минимальных требованиях к безопасности и охране здоровья работников от рисков, связанных с действием физических факторов (шума) / Пер. с англ. М.: Стандартиформ, 2005. — 23 с.
13. **Council Directive 86/188/ЕЕС.** On the protection of workers from the risks related to exposure to noise at work.
14. **Европейское** руководство по контролю ночного шума. Всемирная организация здравоохранения, Европейское региональное бюро, 2014. — 207 с.
15. **ТСН 23-315—2000.** МГСН 2.04—97. Московские городские строительные нормы. Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях. М., 1997.
16. **ISO 2631/1—1985.** Evaluation of human exposure to whole-body vibration — Part 1: General requirements.
17. **Комкин А. И.** Вибрация. Воздействие, нормирование, защита // Безопасность жизнедеятельности. Приложение-2004. — № 5. — 16 с.

A. I. Komkin, Professor, e-mail: akomkin@mail.ru, **Ya. G. Gotlib**, Associate Professor, **S. G. Smirnov**, Associate Professor, Bauman Moscow State Technical University

Regulation of Noise. The Real Approach to the Problem

The paper considers the problems associated with regulation of noise in the Russian Federation. The relevance of the problems associated with increasing the negative impact of noise on the environment is shown. The basic principles of valuation of noise, and used for this purpose indicators is noted. Overview of the main regulations that define permissible levels of noise in the working environment and residential development is made. It is shown that the existing domestic standards on noise, which are currently defined by the health authorities are even in comparison with the standards used in the world, is unreasonably stringent. This is due to the fact that at the legislative approval of these standards did not take into account the technical possibilities of their achievement at the present level of engineering and technology, so that their performance is often a very difficult task today. This primarily relates to noise in urban areas, due to road traffic, noise levels, which in many cases exceeds the normalized value. The paper proposes to introduce several criteria for rationing noise: safety, reduced labor productivity and comfort, just as it made for vibration. The norm in terms of safety is proposed to soften, but to make the binding.

Keywords: noise, regulation, criteria, safety, comfort

References

1. **Gotlib Y. G., Alimov N. P., Azarov V. N.** Voprosy ogranicheniya shuma dlya ocenki uslovij truda. *Al'ternativnaya ehnergetika i ehkologiya*. 2013. No. 13. P. 70—83.
2. **SN 2.2.4/2.1.8.562—96.** Shum na rabochih mestah, v pomeshcheniyah zhilyh, obshchestvennyh zdaniy i na territorii zhiloy zastrojki. М.: Minzdrav Rossii, 1997. 20 p.
3. **Proekt postanovleniya** "Ob utverzhdenii sanitarno-ehpidemiologicheskikh pravil i norm SanPiN "Gigienicheskie trebovaniya k fizicheskim faktoram proizvodstvennoj i okruzhayushchej sredy": URL: <http://regulation.gov.ru/project/3242.html> (data accessed 01.02.2015).
4. **Jenciklopediya** po ohrane i bezopasnosti truda. Tom II. Razdel VI. Glava 47. Shum: URL: <http://base.safework.ru/iloenc> (data accessed 01.02.2015).
5. **ISO 1999:1990.** Acoustics. Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment.
6. **Towards a Comprehensive Noise Strategy.** Policy Department Economic and Scientific Policy. Environment. Public Health and Food Safety, 2012. 82 p.
7. **Ivanov N. I.** Problema shuma v Rossijskoj Federacii: "Kto vinoval?" i "Chto delajt?" *Doklady IV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii "Zashchita ot povyshennogo shuma i vibracii"*. Sankt-Peterburg, 26—28 marta 2014 g. P. 14—35.
8. **Ivanov N. I.** Osnovnye napravleniya i problemy ehkologicheskoy akustiki. *Doklady XXVII sessii Rossijskogo akusticheskogo obshchestva*. Sankt-Peterburg 16—18 aprelya 2014 g.
9. **GOST 22283—88.** Shum aviacionnyj. Dopustimye urovni shuma na territorii zhiloy zastrojki i metody ego izmereniya. М.: Izd-vo Standartov, 1989. 15 p.
10. **Galevko Yu. V., Ivanova T. V., Shhepkin A. I.** Evropejskoe i rossijskoe zakonodatel'stvo v oblasti ogranicheniya shuma transportnyh sredstv. *Materialy mezhdunarodnoj konferencii, posvyashchennoj 100-letiyu so dnya rozhdeniya E. Ya. Yudina*, 30 oktyabrya 2014 g. Pod red. A. I. Komkina. М.: MGTU im. N. E. Baumana, 2014. P. 158—166.
11. **ОДМ 218.2.013—2011.** Metodicheskie rekomendacii po zashchite ot transportnogo shuma territory, prilgayushchih k avtomobil'nym dorogam. М.: Rosavtodor, 2011. 123 p.
12. **Directive 2003/10/ЕС.** On the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise).
13. **Council Directive 86/188/ЕЕС.** On the protection of workers from the risks related to exposure to noise at work.
14. **Night noise guidelines for Europe.** World Health Organization. The Regional Office for Europe, 2009. 162 p.
15. **ТСН 23-315—2000.** МГСН 2.04—97. Московские городские строител'nye normy. Dopustimye urovni shuma, vibracii i trebovaniya k zvukoizolyacii v zhilyh i obshchestvennyh zdaniyah. Moskva, 1997.
16. **ISO 2631/1—1985.** Evaluation of human exposure to whole-body vibration. — Part 1: General requirements.
17. **Komkin A. I.** Vibracija. Vozdejstvie, normirovanie, zashchita. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. Prilozhenie 2004. No. 5. 16 p.

УДК 504.064.043:62/69

В. В. Барчуков, асп., **М. Ю. Сумароков**, асп.,
М. В. Бузаева, д-р хим. наук, проф., e-mail: m.buzaeva@mail.ru,
Е. С. Климов, д-р хим. наук, проф., зав. кафедрой,
Ульяновский государственный технический университет

Модифицирование природного диатомита для придания минералу сорбционных свойств

Приведены данные сравнительного анализа природных минералов Ульяновской области — опок, диатомитов и цеолитов. Представлен количественный химический состав минералов, сорбционные свойства. Показаны результаты исследования физико-химическими методами структуры и состава диатомита, применяемого в производстве в качестве фильтровального материала. Рассмотрено термическое и термохимическое модифицирование диатомита, приводящее к повышению сорбционных свойств минералов по отношению к ионам меди, цинка и нефтепродуктам.

Ключевые слова: минерал, диатомит, физико-химические методы анализа, термохимическое модифицирование, сорбционные свойства, ионы металлов, нефтепродукты

Водоочистка становится одним из самых распространенных технологических процессов, особенно актуальным является удешевление очистки питьевой, технической и сточных вод. Известен широкий спектр сорбентов как природного происхождения, так и синтетических, используемых в водоочистке. Как правило, большинство из них дорогостоящие (активированный уголь, синтетические ионообменные смолы), обладают недостаточно высокой сорбционной способностью, малоэкономичны.

Для удаления из воды ионов тяжелых металлов, дисперсионных примесей нефтепродуктов, фенолов, поверхностно-активных соединений, красителей перспективно применение природных сорбентов (диатомита, цеолита, опока) [1, 2]. Положительными факторами адсорбционной обработки воды природными сорбентами являются: высокая степень очистки, отсутствие отходов и загрязнений на самой установке, стабильность степени очистки при неожиданных выбросах загрязнений, экономичность, связанная с многократностью использования сорбента.

Из природных минералов, которые могут быть использованы для очистки сточных вод от нефтепродуктов и тяжелых металлов, Ульяновская область обладает значительными запасами диатомитов и опок — соответственно 30 и 74 % от разведанных запасов Урало-Поволжского региона [3].

При очистке сточных вод путем их фильтрования через слой материала должен учитываться целый ряд требований к химико-минералогическому

составу фильтрующей загрузки, ее физико-механическим, физико-химическим и адсорбционным свойствам, а также структурным показателям.

Целью работы являлось физико-химическое модифицирование природного диатомита для получения материала с необходимыми фильтровальными свойствами.

Экспериментальная часть

Диатомит — осадочная кремнистая порода от бледно-желтого до серого цвета, сложенная аморфным кремнеземом (опалом), с содержанием глинистых включений до 20 %. Материал имеет в основном макропористую структуру, поры с радиусом 4...40 мкм составляют лишь 15 % суммарного объема пор.

Первичную обработку природного диатомита проводили следующим образом. Образцы диатомита, отобранные с трех участков карьера, смешивали в равных количествах (по массе), отмывали водой от глинистых примесей, отделяли мелкую фракцию, проводили термообработку при температуре 200 °С в течение 2 ч. Полученный материал измельчали. В качестве образцов использовали тонкую фракцию 0,02...1,00 мм.

Термохимическое модифицирование исходного диатомита сульфатом алюминия проводили по методике, предложенной в работе [4]. К навеске измельченного диатомита добавляли раствор сульфата алюминия (50 мг/г сорбента) в соотношении 1:10, затем перемешивали 15 мин и



доводили до pH = 7 раствором аммиака. Избыток воды из полученной суспензии отделяли на центрифуге (600 об/с).

Сорбционные свойства материалов исследовали в статическом (перемешивание и отстаивание) и динамическом (пропускание раствора через колонку с сорбентом) режимах. Определение полной динамической сорбционной емкости модифицированного сорбента по катионам цинка и меди проводили, пропуская раствор с концентрацией катионов металлов или нефтепродуктов (масло промышленное) 100 мг/л через колонку с порошком сорбента: высота слоя 100 мм, скорость — 2 мл/мин. В фильтрате определяли остаточную концентрацию катионов металлов.

Анализ порошков минералов на химический состав проводили на рентгенофлуоресцентном спектрометре M4 Tornado. Содержание ионов тяжелых металлов в растворе определяли методом атомно-адсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией на спектрометре Квант Z. Анализ нефтепродуктов в воде производился согласно методике ПНД Ф 14.1:2.5—95 на анализаторе нефтепродуктов АН-2.

Для проведения рентгенофазового анализа (РФА) использовали дифрактометр D2 Phaser. Термостабильность образцов исследовали методом термогравиметрического анализа (ТГА) с помощью анализатора TGA/SGTA 851e. Условия проведения эксперимента: в потоке азота скоростью 20 мл/мин скорость нагрева 8 град/мин, навеска порошка 20 мг. Спектры электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) регистрировали на

радиоспектрометре фирмы Bruker BioSpin GmbH. ИК-спектры регистрировали на спектрометре IRAffinity-1. Образцы готовили в таблетках бромида калия.

Обсуждение результатов

Сравнительная характеристика минералов Ульяновской области

В настоящее время в пределах Ульяновской области выявлено около 70 месторождений диатомитов, опок и цеолитов. Разведанные общие запасы составляют более 720 млн м³. С целью применения минералов в производственных технологиях их физико-химические свойства постоянно изучаются [5].

Данные для сравнительной оценки химического состава и физико-химических показателей сорбционной способности природных минералов некоторых месторождений Ульяновской области приведены в табл. 1 и 2.

Анализ данных показал, что природные сорбенты Ульяновской области по химическому составу соответствуют типовым параметрам природных минералов других месторождений и, следовательно, могут быть использованы в тех же областях применения, что и все остальные.

Фильтровальные свойства материала зависят от пористости и удельной поверхности. Физико-химические показатели, характеризующие сорбционную способность минералов, представлены в табл. 2.

Таблица 1

Химический состав природных минералов Ульяновской области

Состав	Химический состав минералов, %						
	Минерал. Месторождение						
	Диатомит			Опока			Цеолит
	Инза	Забалуйка	Сенгилей	Белый Ключ	Ляховка	Шарлово	Белый Ключ
SiO ₂	74,4...88,2	83,7	80,9... 86,4	81,0...83,0	45,0...52,0	53,0...56,3	69,9
Al ₂ O ₃	3,3...9,8	5,7	5,3...7,9	5,9	5,2...6,8	4,3...6,1	11,3
Fe ₂ O ₃	2,4...5,3	2,1	1,0...3,4	2,7...4,5	1,9...2,7	2,2...2,4	1,0
TiO ₂	0,2...0,4	0,4	0,3...0,4	0,3	0,4	0,4	0,1
CaO	0,4...0,8	0,5	0,6...0,7	0,6...0,7	0,4...0,6	0,5...0,6	3,2
MgO	0,6...1,0	0,7	0,7...1,2	0,7...1,2	0,6...0,9	0,6...0,8	1,0
MnO	0,01	0,01	0,01	0,3	<0,01	<0,01	0,06
Na ₂ O	0,3	0,2	0,4	0,3	0,1...0,2	0,1...0,2	0,9
K ₂ O	1,2	1,4	1,2	1,3...1,5	1,0...1,5	0,4...1,0	3,1
P ₂ O ₅	0,04	0,03	0,04	0,2	0,05	0,04	0,21
ПП*	2,8...5,9	6,7	4,2...6,9	3,9...4,5	5,7...6,6	4,6...6,7	8,4

* ПП — прочие примеси.

Физико-химические показатели природных сорбентов Ульяновской области

Физико-химический показатель	Минерал. Месторождение			
	Диатомит		Опока	Цеолит
	Инза	Забалуйка	Белый Ключ	Белый Ключ
Удельная поверхность по толуолу, м ² /г	77,3	53,5	107,0...142,0	65,0
Объем пор по бензолу, см ³ /г	0,06	0,17	0,16...0,27	0,17
Объем пор по воде, см ³ /г	0,65	0,70	0,20...0,24	0,12
Пористость, %	67,0...72,0	63,0...69,0	31,2...45,1	22,3
Микропористость, % от суммарного объема пор	11,8	33,9	20,1...32,6	65,0

Термическое модифицирование

Природные минералы и, в частности, диатомит, не обладают достаточными технологическими свойствами для их использования в производственных технологиях изготовления теплоизоляционных материалов или сорбентов для очистки воды и технологических растворов. Поэтому сорбенты модифицируются термическими или химическими способами.

В производственных масштабах наибольшее применение находит диатомит Инзенского месторождения, на базе которого осуществляет деятельность компания ООО "Скамол Рус" (бывшее производство Диатомового комбината). Основной продукцией компании являются теплоизоляционные материалы строительного назначения и порошок минеральный кремнеземистый, образующийся в виде отходов основного производства.

Методами физико-химического анализа изучены характеристики Инзенского месторождения

диатомита, применяемого в производстве. В табл. 3 приведен химический состав природного диатомита и средней фракции (0,02...1,00 мм) диатомита после термической обработки при температуре 200 °С. Потеря массы при прокаливании (1000 °С) сухой средней фракции в течение 1 ч составляет 5,75 масс. %.

Химический и минералогический состав диатомита в существенной мере влияет на его технологические свойства, необходимые для промышленного применения.

Методом рентгеновской дифракции был проанализирован минералогический состав диатомита. По данным РФА, диатомит представляет собой аморфную фазу (оксид кремния) с включением кристаллических фаз: кварц, монтмориллонит (разбухающий глинистый минерал), обычная слюда. В небольших количествах присутствует полевой шпат и примеси (рис. 1, табл. 4).

Термостабильность является одним из важных свойств для определения температурных границ

Таблица 3

Химический состав диатомита Инзенского месторождения

Состав	Химический состав диатомита, %				
	Скважина	1-й участок	2-й участок	3-й участок	Средняя фракция
SiO ₂	81,99	80,11	81,46	82,10	84,00
Al ₂ O ₃	5,40	6,20	5,84	5,35	5,41
Fe ₂ O ₃	2,58	3,16	2,70	2,26	2,16
TiO ₂	0,26	0,29	0,28	0,27	0,34
CaO	0,26	0,31	0,29	0,36	0,31
MgO	0,75	0,84	0,87	0,76	0,72
MnO	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Na ₂ O	0,10	0,23	0,28	0,10	0,06
K ₂ O	1,21	1,36	1,24	1,24	1,16
P ₂ O ₅	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01
ПП	7,09	7,28	7,24	7,26	5,82
H ₂ O*	5,10	5,49	7,09	6,45	5,23
pH**	7,67	7,88	7,30	7,07	7,04

* Потеря воды при 105 °С в течение 2 ч; ** рН водной суспензии.

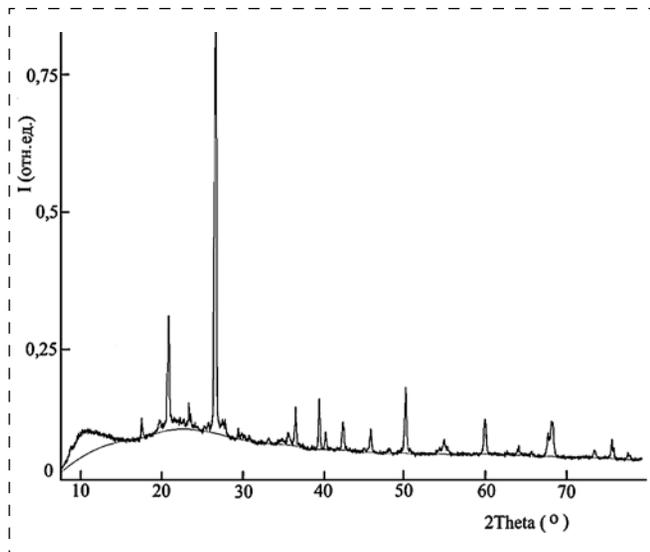


Рис. 1. Дифрактограмма средней фракции диатомита: I (отн. ед.) — интенсивность сигнала; 2Θ ($^{\circ}$) — угол дифракции, градус

Таблица 4

Минералогический состав диатомита

Фаза	Формула	Содержание, % мас.
Аморфная фаза минерала	SiO_2	73
Кварц	SiO_2	6
Обычная слюда	$\text{KMgAlSi}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	7
Монтмориллонит	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	10
Полевой шпат	KAlSi_3O_8	1
Примеси		3

применимости сорбента. На рис. 2 приведены термогравиметрическая (ТГ) и дифференциальная термогравиметрическая (ДТГ) кривые для природного диатомита.

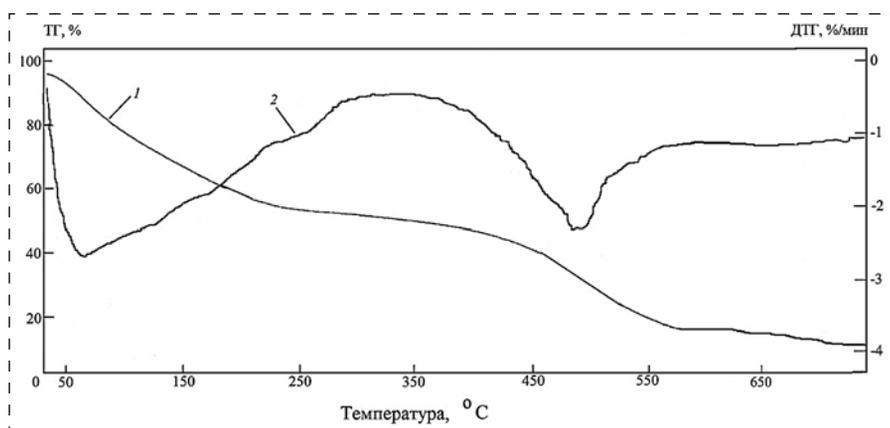


Рис. 2. Термогравиметрический анализ средней фракции природного диатомита: 1 — термогравиметрическая кривая (потеря массы); 2 — дифференциальная термогравиметрическая кривая (скорость потери массы)

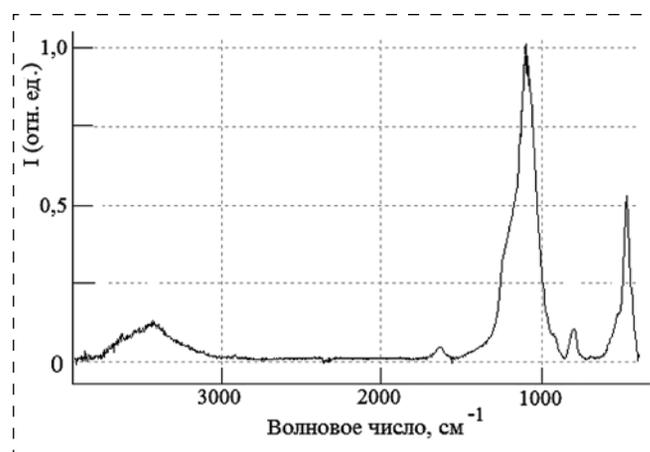


Рис. 3. ИК-спектр природного диатомита

При нагреве образца до температуры 800°C наблюдается два эндотермических эффекта (кривая 2 на рис. 2) с максимумами скорости потери массы при 65 и 500°C . Эти эффекты связаны с удалением адсорбированной на поверхности и в порах материала воды при температуре до 300°C и удалению более прочно связанной кристаллизационной воды при более высоких температурах в интервале $400\text{--}550^{\circ}\text{C}$. Суммарная потеря массы воды составляет $5,2\%$. Эти термоэффекты известны и описаны в литературе [6].

Важную информацию о структуре поверхности диатомита можно получить из инфракрасных (ИК) спектров (рис. 3). В ИК-спектре диатомита наблюдаются характерные для кремнистых структур полосы поглощения Si—O-групп при 474 см^{-1} (деформационные колебания), 798 см^{-1} (валентные симметричные колебания) и полосы в области $1200\text{--}1000\text{ см}^{-1}$ (валентные асимметричные колебания). Полосы поглощения в области 3470 см^{-1} и 1630 см^{-1} обусловлены валентными

и деформационными колебаниями поверхностных O—H-групп, связанных с атомами кремния или кальция. Отнесение полос в ИК-спектрах проведено в соответствии с данными работы [7].

Для природных минералов характерно наличие парамагнетизма, что обусловлено рядом причин. Образование минералов протекает в условиях естественной радиоактивности, в результате чего происходит захват или потеря электронов обычными ионами или радикалами минералов. На дефектах кристаллической решетки возникают "электронно-дырочные центры". Кроме того, парамагнетизм

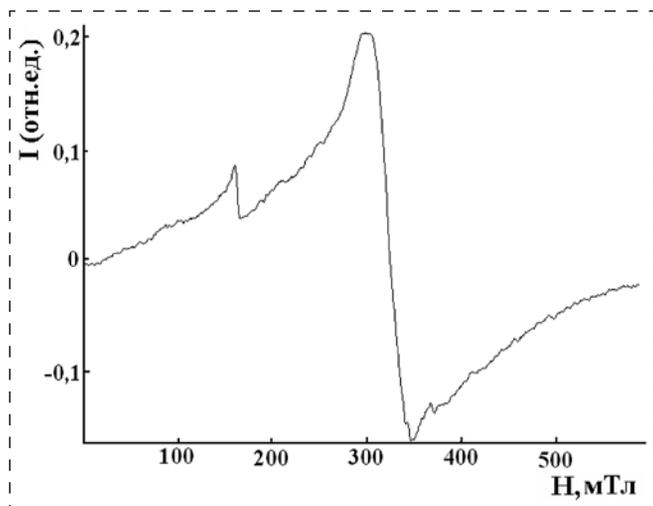


Рис. 4. Спектр ЭПР природного диатомита:
 H — напряженность магнитного поля

минералов обусловлен наличием в них парамагнитных ионов переходных металлов, имеющих на вакантных орбиталях неспаренные электроны. Спектры электронно-парамагнитного резонанса минералов имеют свои особенности, на основании чего разработаны методы ЭПР-диагностики типоморфных признаков минералов [8].

Методом ЭПР исследованы парамагнитные свойства диатомита. Характерный для минералов вид спектра ЭПР представлен на рис. 4.

Широкий сигнал ЭПР характерен для порошков природных минералов. Анизотропный несимметрический вид спектра обусловлен наличием в минерале случайно ориентированных, но жестко фиксированных парамагнитных центров. Параметры спектра: ($g_{\parallel} = 1,983$, $g_{\perp} = 2,276$), где g_{\parallel} , g_{\perp} — факторы спектроскопического расщепления соответственно с параллельной и перпендикулярной ориентацией парамагнитных частиц относительно внешнего поля.

Химическое модифицирование

Данные химического и минералогического анализа диатомита свидетельствуют о том, что в образце очень высокое содержание минеральных примесей, что ограничивает его применение в качестве фильтровального материала. Гранулирование и отжиг при температурах 800...850 °С, прямое кальцинирование и термощелочная обработка улучшают теплоизоляционные свойства материала, однако сорбционная способность при этом значительно ухудшается.

В связи с этим диатомит целесообразно дополнительно активизировать химическим или термическим способом для увеличения и регулирования пористой структуры, изменения химической

Максимальная адсорбция и удельная поверхность модифицированного сульфатом алюминия диатомита

Показатель	Диатомит исходный	Диатомит модифицированный
Максимальная адсорбция, мг/г	12,45	55,88
Удельная поверхность, м ² /г	65,81	295,37

природы поверхности. В работе [2] показано, что химическое модифицирование диатомита солями и оксидами кальция, магния, железа с последующей термообработкой приводит к ухудшению сорбционных свойств диатомита. Хорошие результаты получены при использовании в качестве модификатора сульфата алюминия [2]. Величина максимальной адсорбции и удельной поверхности (по адсорбции на метиленовом голубом) для модифицированного диатомита увеличивается в 4,5 раза по сравнению с исходными значениями (табл. 5).

Исследована сорбционная активность диатомита, модифицированного сульфатом алюминия, по отношению к ионам тяжелых металлов и нефтепродуктам, и проведено сравнение сорбционной способности исходного диатомита (табл. 6).

Исходный диатомит проявляет сорбционную активность по отношению к ионам тяжелых металлов. Степень извлечения зависит от концентрации катионов и в статических условиях не превышает 80 % для меди и 89 % для цинка. При сорбции нефтепродуктов в широком диапазоне концентраций степень извлечения постоянна — 88,6 %.

Модифицирование диатомита значительно изменяет сорбционные свойства по отношению к ионам меди и цинка. Степень извлечения увеличивается и достигает 99 %, зависимость от концентрации ионов металлов уменьшается.

При модифицировании диатомита солью алюминия происходит изоморфное замещение атомов кремния в кристаллической решетке атомами алюминия. Кристаллическая решетка становится заряженной отрицательно, на поверхности образуются активные кислотные центры. В результате повышается сорбционная активность модифицированного диатомита.

Таблица 6

Степень извлечения ионов металлов с концентрацией 1...10 мг/л и нефтепродуктов — 1...100 мг/л на диатомите

Компонент	Степень извлечения, %	
	Диатомит исходный	Диатомит модифицированный
Медь	53...80	85...99
Цинк	47...89	85...98
Нефтепродукты	88,6	99,9



При исходной концентрации катионов металлов и нефтепродуктов 100 мг/л была определена полная динамическая сорбционная емкость модифицированного диатомита, которая составила по ионам меди 42 мг/г, по ионам цинка 51 мг/г, по нефтепродуктам 253 мг/г.

Значительное различие в величинах полной динамической емкости объясняет различие в сорбционной активности модифицированного диатомита по отношению к ионам металлов и нефтепродуктов.

Выводы

1. Природные минералы Ульяновской области по своим физико-химическим характеристикам аналогичны соответствующим минералам других месторождений и могут быть использованы при очистке сточных вод от загрязнителей.

2. Термическое и химическое модифицирование природного диатомита значительно улучшает сорбционные свойства диатомитов по отношению к ионам тяжелых металлов и нефтепродуктам. При термохимическом модифицировании диатомита сульфатом алюминия значения максимальной адсорбции и удельной поверхности увеличивается в 4,5 раза.

3. Диатомит, модифицированный сульфатом алюминия, может быть рекомендован для доочистки сточных вод от ионов меди и цинка. Наиболее эффективно его изменение для очистки сточных вод и технологических жидкостей от нефтепродуктов.

Список литературы

1. Дистанов У. Г., Михайлов А. С., Конохова Т. П. Природные сорбенты СССР. М.: Недра, 1990. — 208 с.
2. Климов Е. С., Бузаева М. В. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод. Ульяновск: УлГТУ, 2011. — 201 с.
3. Кривошеев В. А. Минералы и горные породы Ульяновской области. — Ульяновск: УлГТУ, 2005. — 120 с.
4. Бузаева М. В. Повышение качества очистки сточных вод от нефтепродуктов // Известия Самарского научного центра РАН. — 2005. — Т. 2. — С. 256–258.
5. Бузаева М. В., Климов Е. С., Кириллов А. И. Физико-химические свойства природных сорбентов Ульяновской области // Башкирский химический журнал. — 2010. — Т. 17. — № 4. — С. 37–40.
6. Хабас Т. А., Кулинич Е. А., Егорова Е. Ю. Термогравиметрический метод анализа силикатных материалов. — Томск, 2007. — 20 с.
7. Чукин Г. Д. Химия поверхности и строение дисперсного кремнезема. — М.: Паладин, 2008. — 207 с.
8. Лютюв В. П., Глухов Ю. В., Лысюк А. Ю. Спектроскопия примесных дефектов в минералах их эндогенных и экзогенных объектов. — Сыктывкар: Геопроект, 2006. — 58 с.

V. V. Barchukov, Postgraduate, M. Yu. Sumarokov, Postgraduate,
M. V. Buzaeva, Professor, e-mail: m.buzaeva@mail.ru, E. S. Klimov, Professor, Head of Chair,
Ulyanovsk State Technical University

Modification of Natural Diatomite to Make the Sorption Properties of Mineral

The purpose of the work was to modification of natural diatomite to ensure the required sorption properties. A comparative analysis of natural minerals of the Ulyanovsk region — diatomite and zeolite is conducted. Quantitative chemical composition of minerals, the sorption properties are considered. Physico-chemical methods of analysis (XRD, TGA, IR-spectroscopy, EPR-spectroscopy) used to study the structure and composition of diatomite as industry filter material. Considered thermal and thermochemical modification of diatomite, which leads to an improvement of the sorption properties of the mineral in relation to ions of copper, zinc and oil products. Thermochemical diatomite modification of aluminum sulfate and the maximum adsorption specific surface area is increased 4.5 times. Full dynamic sorption capacity for copper and zinc ions of 42 and 51 mg/g, respectively, on oil products reached 253 mg/g. Diatomite modified by aluminum sulfate, may be recommended for purification of waste waters from copper and zinc ions. The most effective use of its wastewater treatment and process fluids from oil.

Keywords: mineral, diatomite, physico-chemical analysis methods, thermochemical modification, sorption, properties, metal ions, petroleum products

References

1. Дистанов У. Г., Мihatjлов А. С., Конjuhова Т. П. Природные сорбенты СССР. М.: Недра, 1990. 208 с.
2. Климов Е. С., Бузаева М. В. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод. Ул'janovsk: UIGTU, 2011. 201 с.
3. Кривосheev В. А. Минералы и горные породы Ул'janovskoj области. Ул'janovsk: UIGTU, 2005. 120 с.
4. Бузаева М. В. Повышение качества очистки сточных вод от нефтепродуктов. *Izv. Samarskogo nauchnogo centra RAN.* 2005. V. 2. P. 256–258.
5. Buzaeva M. V., Klimov E. S., Kirillov A. I. Fiziko-himicheskie svojstva prirodnyh sorbentov Ul'janovskoj oblasti. *Bashkirskij himicheskij zhurnal.* 2010. V. 17. No. 4. P. 37–40.
6. Habas T. A., Kulnich E. A., Egorova E. Ju. Termogravimetricheskij metod analiza silikatnyh materialov. Tomsk, 2007. 20 p.
7. Chukin G. D. Himija poverhnosti i stroenie dispersnogo kremnezema. M.: Paladin, 2008. 207 p.
8. Ljutov V. P., Gluhov Ju. V., Lysjuk A. Ju. Spektroskopija primesnyh defektov v mineralah ih jendogennyh i jekzogenennyh ob'ektov. Syktyvkar: Geoproekt, 2006. 58 p.

УДК 622.276:614.83

И. Р. Киреев, канд. хим. наук, доц., **З. А. Закирова**, канд. техн. наук, доц.,
Э. А. Латыпова, магистр, e-mail: ElvinaGani@mail.ru,
Уфимский государственный нефтяной технический университет

Методы устранения опасности возникновения взрывов и пожаров на ООО РН-Юганскнефтегаз

Рассмотрена проблема взрывопожарной безопасности цеха подготовки и перекачки нефти № 7 предприятия РН-Юганскнефтегаз, связанная с образованием пирофорных отложений. Проведен обзор патентов по данной теме. Приведены существующие методы борьбы с пирофорными отложениями и их достоинства и недостатки, сведения о существующих способах предотвращения или ингибирования образования пирофорных отложений в данном цехе, предложены наиболее эффективные и простые методы предотвращения образования пирофорных отложений.

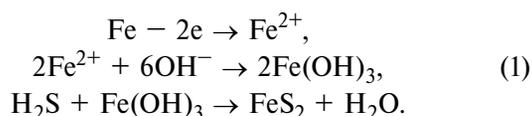
Ключевые слова: подготовка нефти, пирофорные отложения, методы, ингибиторы, способы предотвращения, дезактивация, электрохимическая реакция, сульфид железа, самовозгорание, пожар, взрыв, жидкий азот, газообразный азот

На предприятии РН-Юганскнефтегаз одной из важных проблем является высокая коррозионная активность применяемого оборудования, так как на установку подготовки нефти цеха № 7 поступает нефть с высоким содержанием серы (до 1,8 %). В результате взаимодействия с металлом марки СТ09Г2С образуются пирофорные отложения, которые при взаимодействии с воздухом могут возгораться [1].

Пирофорные отложения — отложения продуктов коррозионных процессов (основой является сероводород железа), образующиеся при хранении, переработке и транспортировке серосодержащих нефтей и нефтепродуктов на поверхностях емкостей, трубопроводов, оборудования и аппаратуры, не защищенных от коррозии, в результате действия на железо и его оксиды сероводорода, содержащегося в нефти и ее парах [1].

Кроме продуктов коррозии пирофорные отложения (далее пирофоры) содержат еще и смолистые вещества, механические примеси, продукты органического происхождения, которые представляют собой черный рыхлый слой, похожий на отложения сажи [2].

В процессе образования пирофоров происходит диффузия кислорода, а также сероводорода к поверхности металла, которая покрыта пленкой воды. Протекает электрохимическая реакция, в результате которой ионы железа переходят в раствор. Переход ионов железа можно объяснить как процесс электролиза металла.



Катионы железа, взаимодействуя с водой, кислородом и сероводородом, образуют оксиды и сульфиды железа. Свободная сера, в основном, образуется по газофазной реакции:



В настоящее время в цехе применяются способы и средства по дезактивации пирофорных отложений, причем только такие, которые используются при подготовке оборудования и трубопроводов к ремонту, например, пропаривание водяным паром аппаратов и трубопроводов после остановки процесса и опорожнения. Осуществляются также предремонтные работы: через открытый нижний штуцер аппарата отбирается проба воздуха для анализа на содержание в нем опасных концентраций паров нефтепродукта. Для исключения возгорания пирофорных отложений в процессе чистки аппаратов их увлажняют водой. При ремонте должны использоваться специальные искробезопасные инструменты. После извлечения пирофорных отложений также поддерживают во влажном состоянии до их уничтожения.

Кроме того, в цехе используются ингибиторы солеотложения — "Акватек-510А" и "Descum-2D-3811-С". Они подаются перед установкой предварительного отбора газа с дозировкой 20...30 г/м³. Использование ингибиторов позволяет уменьшить отложения минеральных солей, тем самым уменьшая массу пирофорных отложений. Причина солеобразования связана с перенасыщением промысловых вод малорастворимыми солями. Раствор солей теряет стабильность и выпадает



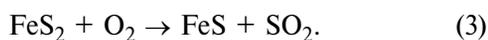
в осадок, засоряя насосы, уменьшая поперечное сечение трубопроводов.

Учитывая существующие в цехе способы удаления пирофорных отложений, можно отметить, что борьба с ними только после остановки процесса подготовки нефтяной эмульсии не будет эффективна для обеспечения безопасности. Поэтому необходимо рассмотреть способы предотвращения и дезактивации отложений в процессе производства, применить наиболее простые и эффективные способы борьбы с ними.

Предотвратить процесс образования пирофорных отложений можно путем обеспечения условий, при которых не будет протекать данная реакция. Достигнуть это можно с помощью эффективного и простого способа — уменьшения концентрации кислорода в резервуаре или в любом оборудовании, где протекают такие процессы. В ходе исследований было установлено, что при содержании кислорода не более 5 % об. сульфиды железа вообще не образуются [3].

Время образования активных пирофоров достаточно небольшое, поэтому удаление старых коррозионных отложений при очистке оборудования не может полностью предохранить их от пирофорных явлений. Полной гарантией против этих отложений может быть только первоначальное удаление из нефти и нефтепродуктов сероводорода и элементарной серы [4].

Опасность пирофорных отложений заключается в способности самовозгораться в обычных условиях, т. е. при температуре окружающей среды и давлении, равном атмосферному в результате реакции с кислородом воздуха. Пожары и взрывы в нефтяной промышленности наиболее распространены. По данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2011 г. основными травмами были термические ожоги, которые являлись следствием пожаров и взрывов [5]. В основном пирофорные отложения образуются и накапливаются на внутренней поверхности верхней части оборудования. В ходе изучения состава коррозионных соединений было установлено, что компонентами образовавшихся пирофоров являются мелкодисперсные сульфиды железа и элементарная сера, которая образуется при взаимодействии сульфидов железа и сероводорода с кислородом воздуха. Основное взаимодействие, которое приводит к наибольшему разогреву пирофорных отложений, — экзотермическая реакция окисления дисульфида железа (3):



Тепловой эффект реакции — 220 кДж/моль. При температуре 180...220 °С происходит самовоспламенение свободной серы в этих отложениях. В результате возникают пожары как при хранении нефти, так и при ее перекачке [3].

В зависимости от состава и места образования пирофорных отложений способность к самовозгоранию бывает различной. Наибольшей активностью обладают пирофорные отложения, образующиеся под воздействием сырых дистиллятов светлых нефтепродуктов, содержащих элементарную серу и сероводород.

Пористая структура пирофорных отложений способствует их быстрому окислению. Особую опасность представляют пирофорные соединения, включающие в себя тяжелые нефтепродукты и масла, так как последние сами могут разогреваться, что способствует самовозгоранию пирофорных отложений [6].

Известно, что активность пирофорных соединений возрастает с повышением температуры окружающей среды, но самовозгорание их может произойти при любой, даже самой низкой температуре (есть данные, что самовозгорание их бывает и при температуре воздуха минус 20 °С). Это объясняется тем, что пирофоры обладают плохой теплопроводностью, и теплота, выделяющаяся при первоначальной медленной реакции окисления, накапливается в массе отложения, что приводит к ее разогреву до опасной температуры [6].

В связи с этим возникает вопрос снижения взрывопожароопасности данных объектов. Необходимо предусмотреть меры и средства по дезактивации пирофорных отложений в процессе работы производства и при подготовке к ремонту оборудования и трубопроводов.

Для того чтобы не было самовозгорания пирофорных отложений в резервуаре нужно создать такие условия, при которых независимо от толщины активности пирофоров будет невозможно самовозгорание. Исследованиями было установлено, что при концентрации кислорода менее 7 % об. у пирофорных отложений теряется способность к самовозгоранию [3].

Существуют различные способы борьбы с пирофорными отложениями. Есть способ удаления пирофоров, заключающийся в закачке в трубопроводы инертной жидкости (например, жидкого азота). В результате отложения замораживаются и могут быть удалены при определенных условиях. Недостатком данного метода является дороговизна используемого жидкого азота и потребность полного опорожнения аппарата перед закачкой инертной жидкости [6].

Другие способы служат для обработки уже имеющихся отложений разными химическими веществами: ингибитором ИНФХ-1, трилоном Б, водным раствором гидролизованного сополимера акрилонитрила и бутадиенстирольного каучука и др. Отрицательной стороной этих способов является использование достаточно дорогих реагентов, кроме того, эти способы не устраняют процесс образования пирофоров, служат только для их ингибирования [3].

Известен способ защиты аппаратуры от коррозии с использованием ингибиторов коррозии — продукты конденсации имидозолинов и моноамидов. Но этот способ не предотвращает процесс образования отложений, а всего лишь ингибирует [3].

Наиболее простой и эффективный метод — использование газообразного азота, которым заполняют свободное пространство резервуара. Как ранее было сказано, основным приемом, способным подействовать на процесс образования пиррофорных отложений, является нарушение оптимальных условий образования пиррофоров, т. е. изменение концентрации кислорода (чем меньше — тем лучше), что достигается с помощью предложенного способа. Метод предусматривает поддержание избыточного давления до 50...500 мм вод. ст. и содержание свободного кислорода не более 5 % об. [3]. При таком количестве кислорода, как предполагается, вообще не происходит образование сульфидов.

Одним из методов борьбы с коррозией является использование заземляющих устройств на всех аппаратах. Как известно, электрохимическая коррозия начинается в том случае, когда возникает разность потенциалов между двумя средами (например, между металлом и водой). Заземление позволяет избавиться от статических электрических зарядов, что предотвращает электрохимическую реакцию.

Следует обращать внимание на соблюдение правил техники безопасности при открывании аппаратов, поскольку при каких-либо нарушениях существует опасность воспламенения пиррофоров. Так, например, одновременное открывание на колонне верхних и нижних люков создает тягу и соответственно вызывает возгорание.

Таким образом, применение предложенного метода — заполнение свободного пространства газообразным азотом, а также использование ингибиторов коррозии, заземляющих устройств — позволит повысить взрывопожарную безопасность объекта, устранить образование пиррофорных отложений, что, в свою очередь, снизит риск возникновения взрывов, возгораний, разрушения оборудования и возможных человеческих жертв.

Список литературы

1. **Технологический регламент** ООО "РН-Юганскнефтегаз" цеха подготовки и перекачки нефти № 7 Приобского месторождения. № П1-01.05 ТР-082 ЮЛ-099. — 2013. — г. Нефтеюганск.
2. **Кузин А. В.** Безопасность ремонтных работ. — 1981. — 265 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bezo.oglib.ru/bgl/522/260.html> (дата обращения 21.10.2014).
3. **Нисельсон Л. А., Бейлин Ю. А., Бегисhev И. Р., Филимонов Л. И., Андросов А. С., Реформатская И. И., Ленский А. Б., Раптанов А. К.** Способ предотвращения образования пиррофорных отложений из серосодержащих нефтепродуктов: пат. 2253698 РФ № 2004121829/15; заявл. 19.07.2004; опубл. 10.06.2005.
4. **Инструкция** по борьбе с пиррофорными соединениями при эксплуатации и ремонте нефтезаводского оборудования. [Электронный ресурс]. URL: <http://ru-safety.info/post/100088600030002/> (дата обращения 21.10.2014).
5. **Закирова З. А.** Новый способ решения проблем взрывопожарной безопасности в нефтяной промышленности // Нефтегазовое дело. — 2012. — № 6. — С. 454—461.
6. **Нисельсон Л. А., Бейлин Ю. А., Бегисhev И. Р., Филимонов Л. И., Андросов А. С., Реформатская И. И., Ленский А. Б., Раптанов А. К.** Способ предотвращения образования пиррофорных отложений из серосодержащих нефтепродуктов: пат. 8201408 US № 12/901,970; заявл. 11.10.2010; опубл. 19.06.2012.

I. R. Kireev, Associate Professor, **Z. A. Zakirova**, Associate Professor, **E. A. Latypova**, master, e-mail: ElvinaGani@mail.ru, Ufa state petroleum technological University, Ufa

Methods of Eliminating the Risk of Explosions and Fires at OOO RN-Yuganskneftegaz

In this paper we consider the problem of explosion safety workshop preparation and pumping oil № 7 company RN-Yuganskneftegaz, associated with the formation of pyrophoric deposits. An overview of the patent on the subject highlights the current methods of dealing with deposits and their advantages and disadvantages, provides information about existing methods of preventing or inhibiting the formation of pyrophoric compounds in this shop, offer the most effective and simple methods of preventing pyrophoric.

Keywords: oil, pyrophoric deposits, methods, inhibitors, methods of prevention, decontamination, electrochemical reaction, iron sulfide, spontaneous combustion, fire, explosion, liquid nitrogen, nitrogen gas

References

1. **The Technical Specifications** "RN-Yuganskneftegaz" shop oil treatment and pumping No. 7 Priobskoe field. No. П1-01.05 ТР-082 УЛ-099. — 2013. — Нефтеюганск.
2. **Kuzin A. V.** Safety repairs. — 1981. — P. 265. URL: <http://www.bezo.oglib.ru/bgl/522/260.html> (data accessed 21.10.2014).
3. **Niselson L. A., Beilin J. A., Begishev I. R., Filimonov L. I., Androsov A. S., Reformatskaja I. I., Lenskij A. B., Raptanov A. K.** Method of preventing the formation of pyrophoric deposits of sulfur-containing petroleum: Pat.

- 2253698 of the Russian Federation No. 2004121829/15; Appl. 19.07.2004; publ. 10.06.2005.
4. **Instruction** to combat pyrophoric compounds for maintenance and repair refinery equipment. URL: <http://ru-safety.info/post/100088600030002/> (data accessed 21.10.2014).
5. **Zakirova Z. A.** A new way of solving problems explosion safety in the oil industry. *Oilfield delo*. A-Ufa, 2012. No. 6. P. 454—461.
6. **Niselson L. A., Beilin J. A., Begishev I. R., Filimonov L. I., Androsov A. S., Reformatskaja I. I., Lenskij A. B., Raptanov A. K.** Method of preventing the formation of pyrophoric deposits of sulfur-containing petroleum: Pat. 8201408 US No. 12/901,970; Appl. 11.10.2010; publ. 19.06.2012.

УДК 621.039.743

В. Д. Гуськов, д-р техн. наук, зам. генерального конструктора и начальник комплекса, главный конструктор,

Г. В. Коротков, зам. начальника комплекса — главного конструктора,

В. В. Воронцов, канд. физ.-мат. наук, зам. начальника отдела,

А. В. Царев, зам. начальника отдела, e-mail: tsarev_a@inbox.ru,

К. Б. Ходасевич, канд. техн. наук, главный специалист отдела,
ОАО "КБСМ"

Создание транспортного упаковочного комплекта для хранения и транспортирования ОЯТ реакторов ВВЭР-1000

В 2011—2014 гг. ОАО "КБСМ" участвовало в инновационном проекте по "Созданию высокотехнологичного производства экологически безопасных транспортных упаковочных комплектов для хранения и перевозки ОЯТ реакторов ВВЭР-1000/1200". Представлена разработанная в рамках проекта конструкция контейнера, которая отвечает современным требованиям в ядерной энергетике и включает в себя передовые технологии и разработки в области обращения с отработавшим ядерным топливом на существующих атомных электростанциях.

Проведенные испытания показали, что конструкция контейнера обеспечивает ядерную и радиационную безопасность окружающей среды как при хранении и транспортировке отработавшего ядерного топлива, так и в случае возникновения аварийных ситуаций.

Ключевые слова: транспортный упаковочный комплект, контейнер, отработавшее ядерное топливо, атомная электростанция, испытания

Одной из приоритетных задач, стоящих перед Госкорпорацией "Росатом" в рамках выполнения Федеральной Целевой Программы по обеспечению ядерной и радиационной безопасности на период до 2015 г., является создание нового транспортно-упаковочного контейнера (ТУК) для хранения и транспортирования отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) реакторов ВВЭР-1000, отвечающего всем современным нормам Российской Федерации по безопасности и рекомендациям МАГАТЭ, конкурентоспособного и учитывающего перспективы развития атомной энергетики.

Имеющийся в данный момент отечественный парк транспортных упаковочных комплектов, предназначенных для вывоза ОЯТ реакторов ВВЭР-1000 (контейнеры ТУК-10, ТК-13В и ТК-13/1В) [1], по своим техническим характеристикам уступают зарубежным аналогам, имеют небольшую вместимость, один контур герметизации, низкую допустимую мощность тепловыделения, высокие уровни ударных перегрузок в аварийных ситуациях. Малая вместимость ТУК приводит к увеличению числа рейсов между

атомными станциями и горно-химическим комбинатом (ГХК), на котором производится хранение и переработка отработавшего топлива, увеличивая время и затраты на транспортирование, а также на осуществление транспортно-технологических операций. Можно отметить еще ряд особенностей российских ТУК, негативно отражающихся на возможности их использования для перевозки ОЯТ ВВЭР как внутри страны, так и с зарубежных АЭС, построенных по российским проектам. Так, контейнеры ТК-13В и ТК-13/1В имеют жидкую нейтронную защиту в виде антифриза, заливаемого в полость между корпусом контейнера и наружной оболочкой, которая может быть утрачена при нарушении условий нормальной эксплуатации. Необходимо отметить также, что и в условиях нормальной эксплуатации нейтронная защита ТК-13 является недостаточно эффективной для отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) с высоким уровнем выгорания топлива более 52 ГВт·сут/тУ. Так, уже для выгорания топлива в ОТВС с уровнем выгорания 55 ГВт·сут/тУ необходимое время выдержки ОТВС увеличивается до 8—12 лет для обеспечения нормативных

требований по мощности дозы на расстоянии 2 м от вагона [2, 3].

Использование в ВВЭР-1000 модифицированных ТВС с повышенными массой топлива и начальным обогащением по урану-235 до 5 масс. % вместо 4,4 масс. %, а также существенный рост уровня выгорания топлива до 70 вместо 42,3 ГВт·сут/тU затрудняют применение существующих контейнеров для данного топлива с обеспечением требований по радиационной и ядерной безопасности упаковок [4], а рост мощности остаточного тепловыделения в отработавших модифицированных сборках усложняет решение проблемы превышения допустимых температур ТВЭЛов и наружной поверхности корпуса контейнера.

Имея многолетний опыт в проектировании транспортных упаковочных комплектов для хранения и транспортирования ОЯТ реакторов различных типов (в том числе и реакторов подводных лодок), а также транспортно-технологического оборудования для обращения с ТУК, КБСМ согласилось участвовать в инновационном проекте "Создание высокотехнологичного производства экологически безопасных транспортных упаковочных комплектов для хранения и перевозки ОЯТ реакторов ВВЭР-1000/1200". Этот проект, разработанный в инициативном порядке ОАО "Петрозаводскмаш" совместно с ФГБОУ ВПО "Петрозаводский государственный университет", был представлен на конкурсный отбор, проводившийся Минобрнауки России в 2010 г. в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 9 апреля 2010 года "О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства". Проект был отобран Минобрнауки России для реализации. Разработка проекта ТУК была поручена КБСМ.

В 2011 г. было разработано, согласовано и утверждено Техническое задание на создание транспортного упаковочного комплекта для длительного хранения и транспортирования ОЯТ реакторов ВВЭР-1000/1200. В соответствии с заданием в основу разработки нового контейнера, который получил индекс ТУК-146, легли следующие принципы:

- контейнер должен иметь чугунный корпус и изготавливаться из отечественных материалов на российских предприятиях;
- в контейнере должна использоваться твердая нейтронная защита;
- контейнер должен обладать увеличенной, по сравнению с существующими типами ТУК, вместимостью;

- конструкция ТУК и технология обращения с ним должна быть максимально адаптирована к технологическому оборудованию, применяющемуся на действующих АЭС и ГХК;
- ТУК должен обеспечивать транспортировку и хранение как существующих, так и перспективных видов тепловыделяющих сборок (ТВС) с повышенными характеристиками, а именно:

уровень выгорания топлива, ГВт·сут/тU	70
максимальная мощность остаточного энерговыделения $Q_{ост}$, кВт	35
начальное обогащение топлива в ТВС по урану-235, %	5,0
время выдержки ОТВС после выгрузки из реактора, лет, не менее	5

В техническом задании были определены основные требования к контейнеру и его технические характеристики:

- контейнер должен представлять собой упаковку типа В(U);
- вместимость — 18 ОТВС;
- максимальная температура оболочек ТВЭЛов при транспортировании и хранении в ТУК не должна превышать 350 °С;
- срок хранения ОЯТ в контейнере — 50 лет.

При разработке схемно-конструктивного решения ТУК был учтен опыт отечественных и зарубежных производителей контейнеров, рассмотрены конструкции существующих ТУК, действующие патенты на различные конструктивные схемы и особенности. Была проанализирована технологическая цепочка загрузки контейнера на атомных станциях и схема выгрузки ОЯТ на ГХК.

В начале разработки конструкторской документации на основании утвержденного схемно-конструктивного решения, была определена кооперация предприятий-соисполнителей, в которую вошли 15 организаций и предприятий России. Головным предприятием-изготовителем было определено ОАО "Петрозаводскмаш", головной материаловедческой организацией — ОАО ГНЦ "НПО ЦНИИТмаш". Учитывая сжатые сроки разработки и изготовления ТУК по проекту, в короткие сроки организациям-соисполнителям были выданы технические задания на разработку эластомерных уплотнений, нейтронной защиты, специального композиционного материала-поглотителя нейтронов для дистанционирующей решетки.

В основу схемно-компоновочного решения ТУК-146 была заложена схема, при которой ТУК состоит из упаковочного комплекта хранения (УКХ) и защитно-демпфирующего устройства (ЗДУ). При такой схеме все операции, связанные с загрузкой/выгрузкой и хранением ОЯТ, производятся непосредственно с УКХ, а для



осуществления межобъектовых перевозок на контейнер дополнительно устанавливается защитно-демпфирующее устройство, предназначенное для снижения нагрузок на контейнер при аварийных ситуациях. При этом ЗДУ является принадлежностью вагон-контейнера, в котором транспортируется ТУК. Эта схема обращения достаточно широко распространена в мировой практике. Общий вид ТУК приведен на рис. 1 (см. 3-ю стр. обложки).

Упаковочный комплект хранения включает в себя контейнер и установленную внутри него дистанционирующую решетку (рис. 2 — см. 3-ю стр. обложки), которая предназначена для упорядоченного размещения ОТВС, а контейнер выполняет функцию биологической защиты. Контейнер состоит из прочного цилиндрического внутреннего корпуса, выполненного в виде стакана и установленной соосно наружной обечайки, которая образует замкнутую кольцевую полость между корпусом и наружной стенкой, заполняемую твердой радиационной защитой. Общий вид контейнера УКХ приведен на рис. 3 (см. 4-ю стр. обложки).

В основу конструкции внутреннего корпуса была положена предложенная ОАО "Петрозаводскмаш" технология изготовления прочного корпуса из монолитного высокопрочного чугуна с шаровидным графитом. Это позволило получить практически готовый корпус контейнера при минимальных затратах на стоимость материала и механическую обработку. Заливка корпуса производится в течение 3...4 мин с последующим естественным охлаждением в течение 45 суток. Особенностью изготовления корпуса явилось то, что впервые на ОАО "Петрозаводскмаш" была изготовлена крупногабаритная отливка массой 90 т с толщиной стенки до 340 мм, при этом возможности литейного производства предприятия позволяют изготавливать и более крупные отливки массой до 120 т. Состав чугуна, из которого изготавливается корпус, разработан специалистами ОАО ГНЦ "НПО ЦНИИТмаш" специально для отливок корпусов контейнеров. Он обладает повышенными физико-механическими характеристиками и успешно применялся при изготовлении контейнеров ТУК-128, ТУК-135 для исследовательских реакторов и контейнера ТУК-136 для Белоярской АЭС.

Применение чугуна в качестве материала для корпуса имеет свои достоинства и недостатки.

Достоинства. Основным и главным достоинством использования литого чугуна является то, что в процессе изготовления можно получить корпус практически любой конфигурации с заранее выполненными в нем технологическими отверстиями и каналами, что позволяет снизить

металлоемкость производства и ускорить процесс механической обработки отливки для придания ему окончательного вида готовой детали. Кроме того, при правильной организации технологического процесса обработки и наличии соответствующего оборудования можно достигнуть практически безотходного производства, используя отходы чугуна, полученные при механической обработке, для повторной переплавки. Стоимость чугуна значительно ниже стоимости применяемых в настоящее время для корпусов контейнеров поковок и листовых материалов из нержавеющей и конструкционной легированной сталей.

Недостатки. Одним из главных недостатков применения чугуна является невозможность проведения с ним сварочных работ, что влечет за собой усложнение конструкции в части обеспечения требований по герметичности. Кроме того, поверхность чугуна из-за ее шероховатости непригодна для дезактивации штатными растворами, которые могут быть как щелочными, так и кислотными. Применение на внутренней поверхности ТУК никелевого гальванического покрытия, как это делается в зарубежных контейнерах типа "Castor", исключается, так как в кислотном растворе, содержащем азотную кислоту, и применяемом на ГХК, никель растворяется.

Поэтому в конструкции ТУК-146, с целью обеспечения дезактивации и защиты от коррозии, корпус был снаружи заключен в герметичную оболочку из нержавеющей стали, выполняющую роль второго контура герметизации. На внутреннюю поверхность чугунного корпуса было нанесено металлизированное покрытие из нержавеющей стали. Технология нанесения этого покрытия разрабатывалась при участии Института теоретической и прикладной механики Сибирского отделения РАН [5], а впоследствии, и при непосредственном участии специалистов физико-технического института Национальной Академии наук Республики Беларусь. Покрытие наносится методом гиперзвуковой металлизации, что обеспечивает высокую, не менее 20 МПа, адгезию к чугуну. Это покрытие обладает низкой пористостью, высокой прочностью и хорошей обрабатываемостью.

Для эффективного отвода теплоты из внутренней полости на наружную поверхность чугунного корпуса были установлены теплоотводящие элементы, выполненные из профилированных медных листов, обладающих высокой теплопроводностью. Профилированные элементы разделяют зазор между наружной оболочкой контейнера и корпусом на две полости: внутреннюю, предназначенную для заполнения нейтроннозащитного композиционного материала, и наружную,

предназначенную для заполнения теплопроводящим композитом. Медные теплопроводы обеспечивают практически равномерную передачу теплоты через теплопроводящий композит на наружную оболочку. Для более эффективного теплообмена с окружающей средой на наружной оболочке выполнено ребрение.

Одной из проблем обеспечения безопасности при обращении с ТУК является проблема создания нейтронной защиты. Используемые в настоящее время контейнеры ТК-13/В имеют жидкую нейтронную защиту, не гарантирующую ее сохранность при аварийных ситуациях. Для контейнера ТУК-146 рассматривалось несколько различных вариантов материалов: силоксановый каучук, материал на основе сополимеров полипропилена, композит на основе минеральных вяжущих, подобный по своей структуре бетонной смеси. При разработке конструкции ТУК-146 были проанализированы различные конструктивные схемы размещения нейтронной защиты: размещение защиты в отверстиях прочного корпуса контейнера, между двумя оболочками (при варианте с двухкорпусной схемой контейнера) или во внутренней полости. Главным критерий при выборе схемы размещения — обеспечение сохранности защиты при нормальных условиях эксплуатации и в аварийных ситуациях, гарантированный отвод теплоты из внутренней полости, минимальные затраты при производстве и простота ее конструкции.

Размещение нейтронной защиты в массиве прочного корпуса является одним из наиболее привлекательных вариантов конструкции. Подобное решение широко используется в немецких контейнерах типа "Castor". Однако при таком выборе размещения защиты возникает необходимость проведения операции глубокого сверления корпуса контейнера. Анализ производственных мощностей заводов показал, что по состоянию на 2013 г., на российских предприятиях отсутствуют необходимые технологии для глубокого сверления крупнотоннажных чугуновых отливок и соответствующее оборудование.

Размещение нейтронной защиты во внутренней полости (ближе к оси контейнера) нецелесообразно, так как это приводит к повышенному нагреву защиты, увеличению ее объема и выделению газов, что требует разработки специальных устройств для контроля ее состояния. По этой причине в конструкции ТУК-146 было решено отказаться от применения силоксанового каучука.

В качестве нейтронной защиты для ТУК-146 было принято решение использовать композиционный материал на минеральном вяжущем,

разработанный научно-техническим центром прикладных нанотехнологий (Санкт-Петербург), с размещением его на всю высоту в кольцевом зазоре, образуемом корпусом контейнера и наружной обечайкой. Композит в жидком состоянии заливают в кольцевую полость и после необходимой сушки он приобретает твердую форму. Данный композиционный материал обладает высокой концентрацией атомов водорода, что обеспечивает защиту от нейтронного излучения ОЯТ. Для повышения эффективности нейтронной защиты в состав композита вводится карбид бора в количестве 1 % от массы композита. Необходимо отметить, что коэффициент температурного линейного расширения композита близок к коэффициенту расширения стали.

С целью обеспечения нейтронной защиты с торцевых сторон контейнера композит дополнительно заливается в полость внутренней крышки, перекрывающей внутреннюю полость контейнера, и в полость демпфирующей опоры, установленной на днище корпуса, обеспечивая тем самым фактически замкнутый контур нейтронной и радиационной защиты.

Демпфирующая опора контейнера предназначена для снижения действующих на ОЯТ перегрузок до допустимого уровня в процессе проведения технологических операций с контейнером на АЭС и ГХК. Геометрические размеры опоры полностью соответствуют размерам нижней части контейнера ТК-13/В, что обеспечивает его установку в универсальное гнездо шахты загрузки ОТВС на объектах эксплуатации. Конструкция опоры обеспечивает безопасное для ОЯТ падение контейнера с высоты до 7 м без применения дополнительных демпфирующих устройств. Аналогичный по конструкции демпфирующий узел установлен также и на дистанционирующей решетке, что повышает безопасность при проведении технологических операций с ТУК на АЭС и ГХК.

Демпфирующая опора совместно с наружной оболочкой является элементом второго контура герметизации контейнера и элементом защиты поверхности чугунового корпуса от коррозии.

Проем во внутреннюю полость контейнера перекрывается двумя (внутренней и наружной) крышками, имеющими два независимых контура эластомерных уплотнений каждая. В предыдущих конструкциях контейнеров, разработанных КБСМ (ТУК-108/1, ТУК-120, ТУК-109, ТУК-123), внутренняя крышка оснащалась уплотнением, состоящим из спирально-навитой графитовой прокладки (СНП) и эластомерного кольца из радиационно-стойкой резины. Такой тип уплотнения отработан и достаточно надежен. Однако



уплотнение СНП является одноразовым и требует замены после каждой операции установки/снятия внутренней крышки при эксплуатации контейнера. На ТУК-146 рассматривался вариант использования эластомерных или комбинированных уплотнений французской фирмы "Garlock", имеющей большой опыт в производстве различных типов уплотнений для разных (в том числе и атомной) отраслей. Но накопленный опыт по разработке контейнеров, предложения эксплуатирующих организаций и стремление разработать контейнер на базе российских комплектующих позволили применить в конструкции эластомерные уплотнения на базе разработанного в ОАО "НИИЭМИ" термо- и радиационно-стойкого материала. Это позволило снизить затраты при эксплуатации контейнера.

Учитывая увеличенную вместимость контейнера и повышенные характеристики топлива, главное внимание было уделено решению проблемы ядерной безопасности. Конструкция дистанционирующей решетки (см. рис. 2) представляет собой стальной цилиндр из нержавеющей стали и выполнена в виде наружной цилиндрической обечайки с приваренными к торцам верхней и нижней диафрагмами. В диафрагмах расположены одно центральное и восемнадцать периферийных шестигранных отверстий, в которые установлены шестигранные трубы.

Центральная труба является силовым элементом конструкции, в основание которой вворачивается грузозахватное приспособление для установки/извлечения решетки из контейнера. Восемнадцать периферийных шестигранных труб с приваренными с нижней стороны днищами выполняют роль ячеек для размещения в них ОТВС.

Внутреннее пространство дистанционирующей решетки между шестигранными трубами полностью вкладышами из композиционного материала (борированного алюминия), предназначенного для обеспечения ядерной безопасности и обеспечения отвода остаточного тепловыделения ОЯТ от центра решетки к наружной обечайке. Вкладыши расположены в герметичном пространстве, так как алюминий не выдерживает воздействия штатных щелочных дезактивирующих растворов. С целью снижения перегрузок при возникновении аварийных ситуаций к нижней решетке приварена демпфирующая опора, выполняющая функции упругопластического амортизатора при падении решетки с ОЯТ.

В части узлов, требующих обслуживания в процессе эксплуатации, конструкция ТУК-146 схожа с конструкцией контейнера ТК-13/В. Контейнер

имеет четыре грузоподъемные цапфы в верхней части контейнера и две цапфы в нижней части для выполнения операций по кантовке. Конструкция клапанов, предназначенных для заполнения/слива водой внутренней полости контейнера в процессе загрузки ОЯТ и расхолаживания в процессе выгрузки, идентична конструкции клапанов контейнера ТК-13. Это обеспечивает возможность использовать имеющееся на АЭС и ГХК оборудование. Дополнительно на боковой стенке корпуса контейнера размещены технологические каналы для контроля герметичности уплотнений основных крышек контейнера и для заполнения внутренней полости инертным газом. Размещение узлов обслуживания на боковой стенке контейнера за нейтронной защитой позволяет уменьшить воздействие вредного излучения на обслуживающий персонал.

В ноябре 2013 г. на территории Петрозаводска были проведены предварительные и приемочные испытания изготовленного опытного образца ТУК-146. Результаты испытаний были признаны комиссией успешными, и было рекомендовано провести испытания контейнера при аварийных условиях транспортирования. В декабре 2013 г. межведомственной комиссией с участием представителей Госкорпорации "Росатом" на испытательной станции КБСМ были проведены испытания на соответствие требованиям НП-053-04: бросок контейнера с высоты 9 м и бросок с высоты 1 м на штырь. Для броска с высоты 9 м была выбрана схема падения ТУК на угол (так называемый "центральный удар"). Контейнер был вывешен под углом 25° к вертикальной оси наружной крышкой вниз. Схема закрепления контейнера показана на рис. 4 (см. 4-ю стр. обложки). При этом варианте падения происходят максимальные деформации демпфирующих элементов, и как следствие, наносится максимальный ущерб упаковке. В результате падения зафиксировано частичное разрушение кожуха защитно-демпфирующего устройства и деформация наружной оболочки в оголовке контейнера.

После броска с высоты 9 м проведен бросок контейнера на штырь с высоты 1 м. В результате падения произошло смятие наружной обечайки внутрь корпуса контейнера, при этом целостность прочного чугунного корпуса сохранилась.

Проверка герметичности, проведенная после бросковых испытаний, показала, что контейнер сохранил свою герметичность, а осмотр внутренних элементов контейнера не выявил каких-либо деформаций и изменений геометрии составных частей.

Проведенные расчеты показали, что с учетом полученных повреждений радиационная

безопасность в аварийных ситуациях обеспечивается. Результаты измерений, проведенные при броске, выявили, что уровень перегрузок, воздействующих на ОЯТ, близок к расчетным и составляет 77 единиц.

Таким образом, контейнер ТУК-146, созданный в рамках инновационного проекта, может быть использован для хранения и транспортирования ОЯТ реакторов ВВЭР-1000 и соответствует современным требованиям безопасности, что подтвердили проведенные испытания. Конструкция контейнера защищена патентами РФ.

Дальнейшая работа над конструкцией контейнера показала возможность уменьшения геометрических размеров и массы контейнера в целом, упрощение и облегчение обслуживания контейнера в процессе эксплуатации и снижение его стоимости.

Список литературы

1. **Агапов А. М., Новиков Г. А.** Культура ядерной и радиационной безопасности. Государственные гарантии: идеология, принципы и способы реализации. Изд. 2-е, перераб. и допол. — СПб.: ООО "Профи-центр", 2010.
2. **Иванюк А. И., Куликов В. И., Токаренко А. И., Филиппов Г. Я.** Проблема обеспечения вывоза ОЯТ альтернативной конструкции с энергоблоков с реакторами ВВЭР-1000 // Материалы 4-й международной научно-технической конференции "Безопасность, эффективность и экономика атомной энергетики". — М., 2004.
3. **Козлов Ю. В., Куликов В. И., Токаренко А. И., Смирнов А. В., Тихонов Н. С.** Проблема транспортирования ОЯТ ВВЭР-1000 // Материалы конференции "Международный ядерный форум". — СПб., 2006.
4. **Результаты** оценочных расчетов радиационных характеристик ОТВС реактора ВВЭР-1000 с повышенным выгоранием. РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2007 г.
5. **Алхимов А. П., Клинов С. В., Косарев В. Ф., Фомин В. М.** Холодное газодинамическое напыление. Теория и практика. — М.: Физматлит, 2010.

V. D. Guskov, Deputy General Designer and Chief of Division — Head Designer,
G. V. Korotkov, Deputy Chief of Division — Deputy of Head Designer,
V. V. Vorontsov, Deputy Chief of Department, **A. V. Tsarev**, Deputy Chief of Department, e-mail: tsarev_a@inbox.ru, **K. B. Khodasevich**, Head Specialist of Department, OAO "KBSM"

Development of a Transport Package for Storage and Transportation of SNF of the VVER-1000 Reactors

In 2011–2014 the OAO KBSM took part in an innovation project of Development of Highly Technological Production of Ecologically Safe Transport Packages to Store and Transport SNF of the VVER-1000/1200 Reactors. The cask design developed within the project satisfies all up-to-date requirements in nuclear engineering and includes advanced technologies and developments in the sphere of spent nuclear fuel management at existing nuclear power stations.

The conducted tests showed that the cask design provides for nuclear and radiation safety of the environment as when storing and transporting spent nuclear fuel, so in case of arising of emergency situations.

Keywords: transport package, cask, spent nuclear fuel, nuclear power station, tests

References

1. **Агапов А. М., Новиков Г. А.** Nuclear and Radiation Safety Culture. State Guarantees: Ideology, Principles and Methods of Realization. Second Edition, revised and updated. St. Petersburg: ООО Prophy-Centre, 2010.
2. **Ivanyuk A. I., Kulikov V. I., Tokarenko A. I., Philippov G. Y.** Problem of Removal of SNF of Alternative Design from Power Units of the VVER-1000 Reactors. *4th International Science Technical Conference Report Safety Efficiency and Economics of Nuclear Engineering*. Moscow, 2004.

3. **Kozlov Y. V., Kulikov V. L., Tokarenko A. I., Smirnov A. V., Tikhonov N. S.** Problem of Transportation of SNF of the VVER-1000. *Conference International Nuclear Forum*. St. Petersburg, 2006.
4. **Results** of Evaluative Calculations of Radiation Characteristics of a Spent Thermal Emitting Assembly of the VVER-1000 Reactor with Increased Burn-out. RFYC-VNIIEF, 2007.
5. **Alhimov A. P., Klinkov S. V., Kosarev V. F., Fomin V. M.** Cold Gas-Dynamic Spraying. Theory and Practice. M.: Phizmatlit, 2010.

УДК 614.841.42

Т. В. Удилов, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: udilov_nauka@mail.ru, Восточно-Сибирский институт МВД России, Красноярск

Системный подход к защите населенных пунктов от лесных пожаров

В статье отражена актуальность проблемы борьбы с лесными пожарами и защиты населенных пунктов от них. В целях реализации системы обеспечения пожарной безопасности населенных пунктов предлагается выделить отдельную группу мероприятий по борьбе с лесными пожарами, в которую будут входить вопросы разработки и внедрения эффективных технических средств и способов тушения лесных пожаров. Отмечена необходимость поиска новых приемов и способов тушения лесных пожаров на основе применения высокопроизводительных, энергосберегающих, экономически выгодных технологий. Сформулирована основная задача анализа возможности тушения очагов возгорания растительных горючих материалов мелкодисперсными твердыми веществами импульсным способом подачи. Рассмотрена рациональность применения легких ручных машин и аппаратов тушения, вооружение которыми одиночных пожарных обеспечит высокую мобильность, а также увеличит возможность своевременно ликвидировать очаги возгорания растительных горючих материалов на начальной стадии развития пожара.

Ключевые слова: лесной пожар, тушение пожара, предотвращение пожара, защита населенного пункта

Ежегодно, с наступлением пожароопасного периода возникает угроза повреждения и уничтожения населенных пунктов лесными пожарами. Так, по данным МЧС России, на территории Российской Федерации по состоянию на 1 ноября 2010 и 2011 гг. число лесных пожаров составило соответственно 34 812 ед. и 21 074 ед. Площадь, пройденная лесными пожарами, составила соответственно 2475,3 тыс. га и 1673,8 тыс. га [1].

По данным Единой межведомственной информационно-статистической системы, в 2012, 2013 и 2014 гг. на территории России зарегистрировано соответственно 19 329, 9991 и 16 865 лесных пожаров. Площадь, пройденная лесными пожарами в указанные периоды, превышала 2054 тыс. га, 1158 тыс. га и 3190,7 тыс. га соответственно [2].

Еще не закончился пожароопасный период 2015 г., а статистика уже полна случаями повреждения населенных пунктов от лесных пожаров. В результате пожара, охватившего республику Хакасия 12 апреля 2015 г., повреждения различной степени имеют 1285 частных жилых домов на территории 34 населенных пунктов в шести районах республики (Бейском, Боградском, Ширинском, Орджоникидзевском, Усть-Абаканском и Алтайском) [3].

Похожая ситуация наблюдается в Забайкальском крае. По состоянию на 27 апреля 2015 г.

там действовало 60 пожаров на общей площади 172 тыс. га, только 18 из них были локализованы. Огнем уничтожено и повреждено 442 постройки — из них 153 жилых и 284 дачных дома [4].

Разрушительные последствия лесных пожаров подчеркивают актуальность решения задачи, целью которой является рассмотрение системного подхода к защите населенных пунктов от лесных пожаров.

Согласно Федеральному закону от 22.07.08 № 123-ФЗ [5], каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности, целью которой является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре. Система обеспечения пожарной безопасности (населенного пункта) включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, а также комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Система предотвращения пожара включает в себя мероприятия, направленные на предупреждение возникновения и распространения пожаров в лесах и повышение пожарной устойчивости насаждений [6]. К ним относят устройство защитных противопожарных полос, посадку лиственных насаждений, проведение санитарных рубок, удаление в летний период сухой растительности,

создание системы противопожарных барьеров и другие меры. Эффективность данных мероприятий зависит от множества факторов, в частности, от своевременности исполнения, а также от соблюдения рекомендаций и нормативных требований.

Так, в Рекомендациях по противопожарной профилактике в лесах [7] изложены требования к противопожарным барьерам. При этом отмечено, что вокруг поселков, расположенных вблизи хвойных лесов естественного или искусственного происхождения, должны быть созданы в порядке рубок ухода за лесом или искусственным путем пожароустойчивые опушки шириной не менее 150 м из древостоев лиственных или с преобладанием лиственных пород. По границам таких опушек с внешней и внутренней (к лесу) сторон должны быть проложены минерализованные полосы шириной не менее 2,5 м.

Если по лесорастительным условиям создать опушки с преобладанием лиственных пород не представляется возможным, то на полосе хвойного леса шириной 250...300 м, прилегающей к поселку, необходимо полностью убрать валежник, подрост хвойных пород и пожароопасный подлесок, обрубить у хвойных деревьев сучья на высоту до 2 м, проложить по этой полосе в продольном направлении минерализованные полосы через каждые 50 м.

Противопожарные минерализованные полосы прокладывают бульдозерами, тракторными почвообрабатывающими орудиями, а при необходимости прокладки широких полос — выжиганием напочвенного покрова между двумя минерализованными полосами, проложенными почвообрабатывающими орудиями. При наличии соответствующих почвенных условий и в зависимости от хозяйственной целесообразности, защитные противопожарные полосы можно создавать также посевом на них огнестойких растений, например, люпина.

Ширину полос и способы их создания устанавливают с учетом возможного характера и интенсивности распространения пожаров, почвенных и лесорастительных условий и наличия необходимых машин и орудий.

Противопожарные барьеры (заслоны) необходимо систематически очищать от сухостоя, хвойного подроста, пожароопасного подлеска и валежника, а минерализованные полосы в пределах барьеров ежегодно подновлять.

Вторым элементом системы обеспечения пожарной безопасности населенных пунктов от лесных пожаров является система противопожарной

защиты. Она включает в себя разработку оперативных планов борьбы с лесными пожарами, подготовку руководителей тушения лесных пожаров из числа работников наземной и авиационной охраны лесов, устройство временных посадочных площадок для вертолетов, устройство пунктов приема донесений от авиации и пунктов сосредоточения пожарного инвентаря [8]. Рассмотрим эти мероприятия подробнее.

Ежегодно до начала пожароопасного сезона органы лесного хозяйства совместно с органами государственной власти разрабатывают и утверждают оперативный план борьбы с лесными пожарами. В плане предусмотрено привлечение для тушения лесных пожаров работников, противопожарной техники и транспортных средств коммерческих и некоммерческих организаций. В тех случаях, когда, в силу погодных условий и пожарной ситуации, недостаточно сил и средств противопожарных служб лесхозов и авиаотделений для обеспечения тушения лесных пожаров, возможно привлечение населения.

При лесхозах, в периоды высокой пожарной опасности, организуется дежурство добровольных противопожарных формирований. Подготовка противопожарных формирований к работам по тушению лесных пожаров осуществляется работниками лесной и авиационной охраны. А в местах базирования формирований или там где возможно привлечение на тушение лесных пожаров местного населения организуются пункты сосредоточения пожарного инвентаря.

Следует отметить, что успех тушения крупных пожаров, где приходится использовать большое число работников лесной охраны и технических средств, во многом определяется грамотным руководством, умелой координацией действий и их последовательностью, а также достоверностью прогноза развития пожара. В то же время при тушении лесных пожаров на начальной стадии успех зависит от быстроты работ и правильного применения выбранных приемов и способов тушения.

Проведенный Обзор литературных источников [9—14] показал, что наиболее часто используемыми способами тушения лесных пожаров являются: захлестывание огня по кромке пожара, засыпка кромки пожара грунтом, отжиг горючих материалов перед фронтом пожара (встречный пал) и тушение водой или огнетушащими растворами.

Вода и составы на ее основе используются в качестве основного средства для борьбы с лесными пожарами. Однако отсутствие необходимых



запасов воды для целей пожаротушения, зачастую, и является условием, способствующим развитию небольших загораний до уровня крупных лесных пожаров. Мобилизация пожарных подразделений и подготовка к ликвидации лесных пожаров водой занимает достаточно большой временной промежуток. А время, как известно, прямо пропорционально ущербу, нанесенному пожаром.

Основываясь на результатах проведенного анализа системы обеспечения пожарной безопасности населенных пунктов от лесных пожаров, можно считать актуальным выделение отдельной группы мероприятий, посвященных разработке и внедрению новых эффективных технических средств и способов тушения лесных пожаров. По мнению автора, следует уделить больше внимания разработке легких ручных машин и аппаратов для вооружения ими одиночных пожарных. Эти устройства, благодаря высокой мобильности, помогут своевременно ликвидировать очаги возгорания растительных горючих материалов.

В мировой практике ликвидации локальных пожаров широко применяется импульсная технология подачи твердых и жидких огнетушащих веществ. Благодаря высокой скорости подачи, снижается количество огнетушащего вещества, необходимого для прекращения горения, и повышается его эффективность. Применение данной технологии подачи огнетушащих веществ при тушении лесных пожаров, несомненно, актуально, учитывая ограниченный запас огнетушащих веществ в лесу.

Таким образом, для реализации системного подхода к защите населенных пунктов от лесных пожаров целесообразно формирование отдельной группы мероприятий по разработке и внедрению эффективных технических средств и способов тушения лесных пожаров на основе применения высокопроизводительных, энергосберегающих, экономически выгодных технологий.

Список литературы

1. **Пожары** и пожарная безопасность в 2011 году: Статистический сборник / Под общ. ред. В. И. Климкина. — М.: ВНИИПО, 2012. — 137 с.
2. **Единая межведомственная информационно-статистическая система** [Электронный ресурс] — URL: <http://www.fedstat.ru/> (дата обращения 20.04.2015).
3. **NEWSru.com** — Информационный портал [Электронный ресурс] — URL: <http://www.newsru.com/russia/12Apr2015/cshakas.html> (дата обращения 20.04.2015).
4. **Сетевое издание "Интерфакс"** [Электронный ресурс] — URL: <http://www.interfax.ru/> (дата обращения 27.04.2015).
5. **Федеральный закон** от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изменениями и дополнениями).
6. **Подгрушный А. В.** Защита населенных пунктов от лесных пожаров // Вестник Академии Государственной противопожарной службы МЧС России. — 2005. — № 3. — С. 106—118.
7. **Рекомендации** по противопожарной профилактике в лесах и регламентации работы лесопожарных служб / Сборник организационно-распорядительных документов по охране лесов от пожаров. — М.: ВНИИЦлесресурс, 1997. — С. 3—26.
8. **Щегинский Е. А.** Тушение лесных пожаров: Пособие для лесных пожарных. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ВНИИЛМ, 2002. — 104 с.
9. **Валендик Э. Н.** и др. Лесные пожары в припоселковых борах // Лесное хозяйство. — 2002. — № 1. — С. 46—48.
10. **Воробьев Ю. Л., Акимов В. А., Соколо Ю. И.** Лесные пожары на территории России: состояние и проблемы / Под общ. ред. Ю. Л. Воробьева. МЧС России. — М.: ДЭКС ПРЕСС, 2004. — 312 с.
11. **Курбатский Н. П.** Техника и тактика тушения лесных пожаров. — М.: ГОСЛЕСБУМАГИЗДАТ, 1962. — 154 с.
12. **Кисляхов Е. К., Конев Э. В.** Исследование потухания фронта горения при воздействии порошковым составом // Проблемы лесной пирологии / Институт леса и древесины им. В. Н. Сукачева. — Красноярск, 1975. — С. 164—181.
13. **Главацкий Г. Д., Груманс В. М., Королев Г. М., Охрамец Т. И.** Организация лесопожарных работ с применением ранцевых лесных огнетушителей // Эколого-экономические проблемы Восточно-Сибирского региона: Сб. науч.-техн. статей / ВСО МЭЭСИ. — Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2001. — С. 173—181.
14. **Главацкий Г. Д.** Исследование огнетушащей эффективности малогабаритных лесопожарных воздуходувок // Профилактика и тушение лесных пожаров. Сб. науч. тр. — Красноярск: ВНИИПОМЛесхоз, 1998. — С. 128—140.

T. V. Udilov, Associate Professor, e-mail: udilov_nauka@mail.ru,
East-Siberian Institute of the Ministry of internal Affairs of Russia, Krasnojarsk

A Systematic Approach to the Protection of Settlements from Forest Fires

Reflects the urgency of solving the problem of protection of settlements from forest and wildfires. Proposed a systematic approach to the protection of settlements from forest and wildfires were considered. Proposed to create an initiative group for the fight against forest fires, which will include the development and implementation of effective technical means and methods of fighting forest fires. The need to find new methods and ways of fighting forest fires through the use of highly efficient, energy-saving, cost-effective technologies. Formulated



the main objective of the study the firefighting capacity of vegetative combustible materials, finely divided solids under pulsed method of firefighting. Proposed to create light manual machines and apparatus of suppression fire. These devices will provide high mobility and will increase the ability to extinguish the fire hazards vegetative combustible materials at the initial stage of quenching.

Keywords: forest fire, wildfire, extinguish fire, fire prevention, the protection of the settlement from a forest fire

References

1. **Fires** and fire safety in 2011: Statistical collection. Under the General editorship of V. I. Klimkin. M.: VNIPO, 2012. 137 p.
2. **Unified interdepartmental information and statistical system.** URL: <http://www.fedstat.ru/> (data accessed 20.04.2015).
3. **NEWSru.com** — Information portal. URL: <http://www.newsru.com/russia/12Apr2015/cshakas.html> (data accessed 20.04.2015).
4. **Network** edition "Interfax". URL: <http://www.interfax.ru/> (data accessed 27.04.2015).
5. **The Federal** law from July 22, 2008 N. 123-FZ "Technical regulations on fire safety requirements" (with changes and additions).
6. **Podgrushnyj A. V.** Protection of settlements from forest fires. *Bulletin of the Academy of State fire service of EMERCOM of Russia.* 2005. No 3. P. 106—118.
7. **Recommendations** for fire prevention in forests and regulate work of forest fire services. *Collection of documents on the protection of forests from fires.* M.: Uniclear, 1997. P. 3—26.
8. **Shhetinskij E. A.** The problem of forest fires: a Manual for forest fire. M.: VNIILM, 2002. 104 p.
9. **Valendik Je. N.** et al. Forest fires in proposalby forests. *Forestry.* 2002. No. 1. P. 46—48.
10. **Vorob'ev Ju. L., Akimov V. A., Sokolov Ju. I.** Forest fires in Russia: status and problems / Under the General editorship of Ju. L. Vorob'ev; MES of Russia. M.: DEXTRESS, 2004. 312 p.
11. **Kurbatskij N. P.** Techniques and tactics of fighting forest fires. M: GOSLESBUMIZDAT, 1962. 154 p.
12. **Kisiljahov E. K., Konev Je. V.** The study of extinction of the combustion front at the impact of the powder composition. *Problems of forest fire science / Institute of forest and wood.* V. N. Sukachev. Krasnoyarsk, 1975. P. 164—181.
13. **Glavackij G. D., Grumans V. M., Korolev G. M., Ohramec T. I.** Forest fire Organization works with the use of portable fire extinguishers. *Ecological-economic problems of the East-Siberian region: Sat. nauch.-tech. articles GUS MAESI.* Krasnoyarsk: CPI KSTU, 2001. P. 173—181.
14. **Glavackij G. D.** A study of the fire extinguishing efficiency of small-sized forest fire blowers. *Prevention and suppression of forest fires. Sat. scientific. Tr. Vniipomleshoz.* Krasnoyarsk, 1998. P. 128—140.

Информация

II МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Технологическая платформа "Твердые полезные ископаемые": технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений

в рамках **V Уральского горно-промышленного форума** в городе Екатеринбурге
2 – 4 декабря 2015 г.

Место проведения форума и конференции

Международный выставочный центр "Екатеринбург-Экспо"
620060, Россия, г.Екатеринбург,
Экспо бульвар, д. 2

сайт конференции: <http://conf.igduran.ru/>
тел. (343) 350-50-35, факс: +7 (343) 3504619
geoeco@igduran.ru
ecoproblem2015@yandex.ru

УДК 620.383; 621.472

А. М. Пенджиев, д-р с.-х. наук, доц., e-mail: ampenjiev@rambler.ru,
Туркменский государственный архитектурно-строительный институт, Ашхабад,
М. А. Пенжиев, инженер, проектный институт "Ашпроект", Ашхабад

Безотходный гелиобиотехнологический комплекс для жизнедеятельности в аридной зоне

Рассмотрен безотходный гелиобиотехнологический комплекс для обеспечения жизнедеятельности в аридной зоне на примере Туркменистана. Приведены результаты теоретических и практических исследований использования солнечно-энергетических установок для обеспечения социально-экономических и экологических условий жизнедеятельности в пустынной зоне Каракумы, оказания практической помощи организации энергообеспечения в аграрном секторе и сокращения вредных выбросов в окружающую среду с помощью гелиобиотехнологического безотходного комплекса.

Ключевые слова: экология, солнечная энергия, биотехнология, безотходный комплекс, пустыня Каракумы, жизнедеятельность, энергетические установки, энергоэффективность, Туркменистан

Введение. Нарастание объемов производства разнообразной сельскохозяйственной продукции, обеспечение в стране продовольственного изобилия — стратегический ориентир и важнейший приоритет политики, проводимой в Туркменистане под руководством Президента Гурбангулы Бердымухамедова и направленной на укрепление экономической мощи страны и повышение благосостояния народа [1]. Приоритетным направлением является внедрение передовых агротехнических, биотехнологических, научно обоснованных методик возделывания высокоурожайных сельскохозяйственных культур, с учетом почвенно-климатических условий каждого региона семенной селекции и племенного животноводства [2].

Успешное решение продовольственной проблемы в стране во многом определяется повышением эффективности отгонного животноводства и дополнительным вовлечением в хозяйственный оборот огромных пастбищных территорий Туркменистана в пустынной зоне Каракумы [1].

Запасы традиционного топлива (каменного угля, нефти, природного газа) постепенно истощаются, а количество потребляемой энергии, в частности на сельскохозяйственных объектах, увеличивается. В связи с этим возрастает необходимость в использовании на сельскохозяйственных предприятиях возобновляемых — первичных (природных) и вторичных — источников энергии.

Область использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на сельскохозяйственных

предприятиях велика. Солнечную радиацию и энергию ветра можно применять для отопления или охлаждения хранилищ сельскохозяйственной продукции, животноводческих зданий, теплиц, для подогрева воды, сушки зерна, фруктов, овощей, подъема и опреснения воды.

К первичным источникам энергии относят солнечную радиацию, ветер, теплоту грунта, воды и воздуха, к вторичным — биоэнергию, сбросную теплоту сельскохозяйственных зданий, электростанций, промышленных предприятий. Диапазон применения возобновляемых источников энергии на фермах достаточно широк: это и обогрев или охлаждение зданий, и сушка сельскохозяйственной продукции, и опреснение или подогрев воды, и даже автономное энергообеспечение. Достоинства таких источников энергии — экологическая чистота и небольшие затраты труда и средств на эксплуатацию установок для их использования. Если теплоты возобновляемых источников энергии недостаточно для обогрева сельскохозяйственных зданий, нагрева воды до требуемой температуры или для других нужд, работу установок, преобразующих эту теплоту в тепловую энергию, можно сочетать с работой традиционных установок, или сельскохозяйственные здания можно оборудовать теплонасосными установками (ТНУ). Основным механизмом ТНУ является тепловой насос. Он с помощью рабочего вещества — хладагента — переносит теплоту из одной среды в другую.

В данной статье приведены сведения об отечественном, зарубежном опыте применения

ВИЭ, а также авторские разработки в использовании возобновляемых источников энергии для развития биотехнологий в агропромышленном комплексе Туркменистана. Описаны солнечные энергетические устройства, применимые на сельскохозяйственных комплексах, фермерских хозяйствах, геотермальные системы отопления, ветроэнергетические, биогазовые, теплонасосные установки, утилизаторы теплоты животных, навозных стоков и других вторичных источников энергии. Особое внимание уделено разработанным и построенным установкам для использования при разработке энергоэффективных биотехнологических комплексов в аридной экосистеме обеспечения жизнедеятельности на основе ВИЭ в аграрном секторе Туркменистана.

По **характеру рельефа** основная часть территории Туркменистана (более 80 %) представляет собой равнину, занятую пустынями и полупустынями. Здесь расположена одна из крупнейших пустынь — Каракумы площадью 350 тыс. км². Горы, занимающие примерно 8 % общей площади, расположены преимущественно на юге, юго-востоке и востоке страны.

Туркменистан обладает более 40 млн га пастбищных угодий в аридной зоне горных регионов, на которых содержится более 17 млн голов овец, коз, крупного рогатого скота, верблюдов. Пастбищные технологии выращивания животных, вследствие использования природных кормовых ресурсов, являются наиболее рентабельными и позволяют обеспечивать население Туркменистана отечественными мясными продуктами, а также сырьем для легкой промышленности (шерсть, кожа и т. д.) [1–4].

Важнейшим средством интенсификации производства пастбищных комплексов и улучшения социально-экономических условий жизни сельских товаропроизводителей (удаленных от энергосистемы) является возобновляемая энергетика. При наличии ресурсов с помощью этих экологически чистых источников энергии можно решать локальные проблемы энергообеспечения в пустынных районах Туркменистана, в которых проживают животноводы, буровики, железнодорожники и т. д.

Безотходный гелиобиотехнологический комплекс

В Туркменистане имеются довольно широкие возможности применения возобновляемых источников энергии для автономных потребителей, особенно в сельской местности. В сфере сельскохозяйственного производства применение нетрадиционных источников энергии и энергосберегающих установок (теплонасосных, биогазовых и др.) позволит решить проблему развития животноводства, птицеводства и других отраслей сельского хозяйства. В удаленных от источников энергоснабжения районах использование возобновляемых источников энергии является практически единственной альтернативой и позволяет значительно улучшить социально-бытовые условия в жизнедеятельности населения. Туркменистан активно поддерживает и участвует в программах мирового сообщества по сокращению антропогенного воздействия на окружающую среду, снижению вредных выбросов в атмосферу, являющихся одной из главных причин глобального потепления климата [2, 4].

Схема безотходного гелиобиотехнологического комплекса (БГК). Разработанный авторами автономный БГК, состоящий из комбинированной гелиобиотеоплицы, теплонасосной и биогазовой установок, электрогенератора и жилого помещения, предназначен для одновременного производства животноводческой или птицеводческой и другой сельскохозяйственной продукции. Весь

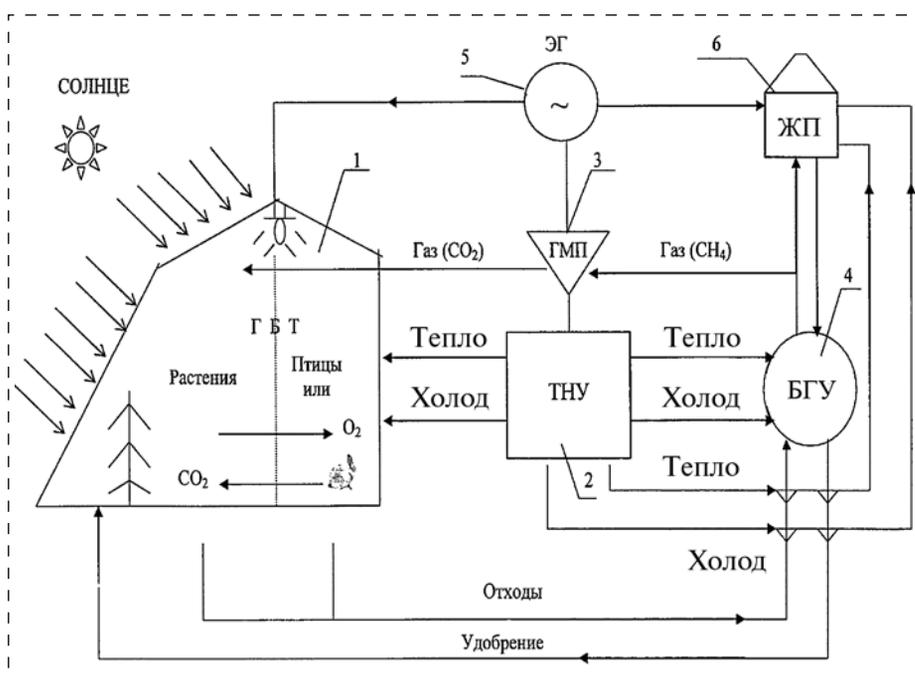


Рис. 1. Схема безотходного гелиобиотехнологического комплекса:
 1 — гелиобиотеоплика (ГБТ); 2 — теплонасосная установка (ТНУ); 3 — газомоторный привод (ГМП); 4 — биогазовая установка (БГУ); 5 — электрогенератор (ЭГ); 6 — жилое помещение (ЖП)

Количество теплоты, углекислоты и водяных паров, выделяемых взрослой птицей (по НТП-СХ4-69) [10]

Виды и возрастные группы птиц	Живая масса птицы, кг	Количество выделяемых на 1 кг живой массы птицы		
		свободной теплоты, кДж/ч	углекислоты, л/ч	водяных паров, г/ч
При содержании:				
в клетках				
куры яичных пород	1,5...1,7	28,5	1,7	5,1
напольном				
куры яичных пород	1,5...1,7	33,1	2,0	5,8
куры мясных пород	2,5...3,0	30,2	1,8	5,2
индейки	6,3	28,1	1,7	5,0
утки	3,5	20,1	1,2	3,6

процесс производства происходит по замкнутому циклу, в котором все биологические и технологические отходы непрерывно перерабатываются и вновь используются [2, 5–7]. На рис. 1 показан процесс производства сельскохозяйственной продукции и утилизации их отходов.

Данная компоновка комплекса способствует существенному снижению расхода органического топлива, уменьшению вредных выбросов в атмосферу, улучшению социально-бытовых условий обслуживающего персонала и успешному решению продовольственной программы.

Основные элементы БГК. Основным элементом данного комплекса является гелиобиотегица, в которой одновременно производится растительная и птицеводческая продукция. Для стимулирования жизнедеятельности растений и птиц и повышения их продуктивности необходимо в гелиобиотегице создать благоприятный микроклимат, который должен отвечать всем зоо-гигиеническим требованиям в течение всего года.

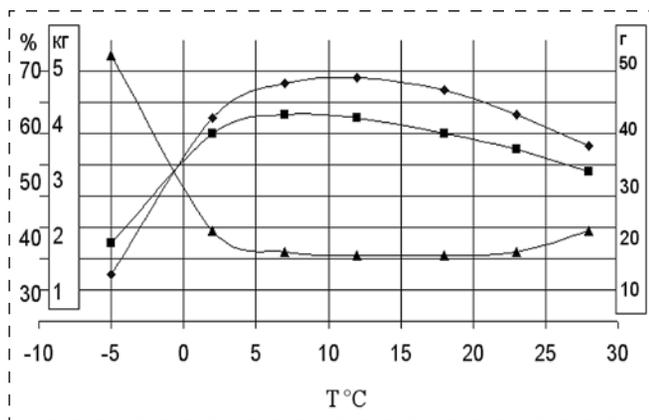


Рис. 2. Влияние температуры воздуха в БГК на продуктивность кур и потребление ими кормов:
 — ромб — яйценоскость (%); — квадрат — количество яичной массы на одну курицу в день, г; — треугольник — расход комбикорма на 1 кг яичной массы, кг

Птицы особенно чувствительны к изменениям микроклимата в помещении, что сказывается на яйценоскости, количестве яичной массы на одну курицу в день и расхода комбикорма на 1 кг яичной массы. На рис. 2 показано влияние температуры воздуха в птичнике на продуктивность кур и потребление ими кормов [6, 8]. Согласно нормам НТП-СХ4-69 расчетные параметры воздуха должны соответствовать следующим условиям: температура 12...16 °C; относительная влажность 60...70 % и скорость движения воздуха 0,3...0,6 м/с. Допустимые концентрации углекислоты в принципе не должны превышать 1,8...2,0 л/м³, аммиака 0,01 мг/л и сероводорода 0,005 мг/л [1, 5–9].

Основными показателями климата в культивационном отсеке, где находятся растения, являются температура и влажность воздуха.

Температурный режим определяется системой отопления и действия солнечной радиации. Влажность воздуха обуславливается интенсивностью испарения с поверхности почвы и испарения воды растениями. Влажность зависит от температуры воздуха и с увеличением температуры повышается. Важным параметром для стимулирования жизнедеятельности растений является газовый состав. Поскольку в процессе фотосинтеза растения поглощают углекислый газ и солнечный свет, а выделяют кислород, необходимо, чтобы отсек имел остекленную ограждающую поверхность и углекислый газ подавался из отсека, где находятся птицы, а кислород поступал из отсека с растениями в отсек с птицами. Кроме того, куры в процессе жизнедеятельности выделяют большое количество теплоты, которая в зимнее время дополнительно поступает на отопление теплицы. В табл. 1 показано количество теплоты, углекислоты и водяных паров, выделяемых птицей согласно нормам НТП-СХ4-69 [2–6, 8–12].

Таким образом, одновременное содержание птиц и растений в гелиобиотегице позволяет

в той или иной мере регулировать газовый состав воздуха, его температуру и влажность. Проведенные расчеты показывают, что для создания оптимального температурного режима в комбинированной гелиобиотеплице в течение всего года необходимы дополнительный обогрев, особенно в холодные зимние периоды, и охлаждение в летнее время.

Теплотехнические расчеты гелиобиотеплицы.

Для зимних условий тепловой баланс комбинированной гелиобиотеплицы описывают следующим уравнением:

$$Q_{\text{пол}} = Q_{\text{т.п}} - Q_{\text{с.р}} - Q_{\text{пт}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{пол}}$ — теплота, необходимая для отопления; $Q_{\text{т.п}}$ — тепловые потери через ограждение; $Q_{\text{с.р}}$ — тепловой поток от солнечной радиации; $Q_{\text{пт}}$ — теплота, выделяемая птицами.

Для летнего периода уравнение теплового баланса имеет следующий вид:

$$Q_{\text{пол}} = -Q_{\text{т.пр}} - Q_{\text{с.р}} - Q_{\text{пт}}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{т.пр}}$ — тепловой приток от окружающей среды.

На рис. 3 показана номограмма потребления теплоты в гелиобиотеплице при одновременном содержании птиц и растений для зимнего периода и количества выделяемой теплоты в летнее время. Как видно из номограммы, в зимний период для пригорода Ашхабада требуется незначительное дополнительное отопление, однако в летний период требуется существенное охлаждение гелиобиотеплицы. Поэтому в летние месяцы необходимо предусмотреть затенение для снижения тепловой нагрузки на систему охлаждения. Применение затенения позволяет почти в 2 раза снизить тепловую мощность, особенно поступающую от солнечной радиации, в жаркие летние периоды. Расчет проводился для комбинированной гелиобиотеплицы, где одновременно выращивались лимоны в одном отсеке на площади 80 м^2 , а в другом содержались куры в количестве 580 шт. Это

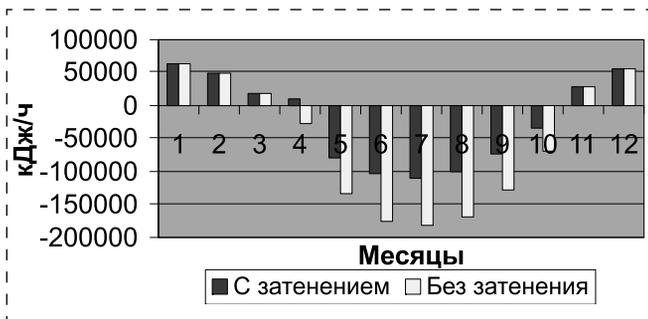


Рис. 3. Количество теплоты в безотходном биотехнологическом комплексе (4...10 месяцев с затенением)

сооружение односкатного типа с продольной осью восток—запад, прозрачная поверхность которого ориентирована на юг (см. рис. 1). Основная часть покрытия представляет собой прозрачную остекленную поверхность, расположенную под углом 45° к горизонту, а вспомогательная непрозрачная расположена под углом 20° . Птицы, находящиеся в гелиобиотеплице, представляют собой биогенератор теплоты, и за счет этой теплоты можно частично покрыть тепловые потери в зимнее время. Расчеты показывают, что при температуре окружающей среды -10°C за счет солнечной энергии и теплоты птиц можно поддерживать температуру воздуха в теплице не ниже $+10^\circ\text{C}$. Температура внутри теплицы за счет тепловыделения птиц может быть определена по формуле [5, 6]:

$$T_{\text{в}} = \frac{378 + \frac{12}{m} T_{\text{н}} \sum K_i F_i}{1 + \frac{12}{m} \sum K_i F_i}, \quad (3)$$

где m — масса всех птиц; F_i — площадь ограждающих конструкций; K_i — коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций; $T_{\text{в}}$, $T_{\text{н}}$ — температура внутреннего и наружного воздуха соответственно.

Кроме того, следует иметь в виду, что продукты жизнедеятельности птиц содержат вредные газы, такие как аммиак (NH_3) и сероводород (H_2S), которые также могут быть утилизированы при производстве удобрений, необходимых растениям в виде аммиачной селитры, и др. Другая часть продуктов жизнедеятельности птиц и растений в виде отходов подается в биогазовую установку для производства газа метана (CH_4), который в дальнейшем используется в качестве горючего газа.

В биогазовой установке происходит метановое сбраживание биологических отходов в анаэробных условиях, при этом качество удобрений значительно улучшается, устраняется неприятный запах и предотвращается заражение людей и птиц патогенными микроорганизмами, которые погибают в процессе метанового брожения.

В качестве биогазовой установки была принята установка с биореактором секционного типа, разработанная в 1990 г. в НПО "Солнце" АН ТССР [2, 7, 11, 12], которая объединяет в себе биореактор объемом 20 м^3 , регулярно заполняемый отходами жизнедеятельности птиц и растений. С помощью микроорганизмов происходит непрерывный процесс анаэробного метанового сбраживания с выходом горючего газа метана. Выработываемый газ подается в газгольдер объемом 2 м^3 , который служит накопителем газа. Система автоматики постоянно поддерживает необходимую температуру

Таблица 2

Результаты исследования технологических показателей процесса метанового брожения биологических отходов на опытно-промышленной биогазовой установке с использованием солнечной энергии [7]

№	Показатель	Значение показателя
1	Суммарный выход биогаза, м ³	298
2	Удельный выход биогаза, м ³ /кг	0,44
3	Содержание метана в биогазе, % об.	64,06
4	Суммарный выход метана, м ³	255
5	Степень конверсии абсолютно сухого органического вещества в биогаз, %	46,6
6	Биологический выход метана, м ³ /кг	0,28
7	Интенсивность метаногенерации 10...4 м ³ /кг сут	4,86
8	Производительность биореактора, м ³ /сут	11,37
9	Мощность биореактора, м ³ /сут	20,72
10	Интенсивность работы биореактора, м ³ /м ³ сут	0,57

для оптимального процесса брожения. Процесс метанового брожения отходов в мезофильном режиме производится при температуре 35 °С, термофильном при 55 °С.

Некоторые технологические показатели процесса переработки биологических отходов в мезофильном режиме приведены в табл. 2.

Для поддержания оптимального температурного режима в течение года как в гелиобиотеплице, так и в биогазовой установке была использована теплонасосная установка, разработанная авторами в НПО "Солнце" АН ТССР [2, 4—8, 10, 13, 14].

Энергоэффективность теплового насоса. Опыт мировой практики показывает, что наиболее перспективной областью применения тепловых насосов является сельское хозяйство. Это объясняется тем, что многие объекты рассредоточены по территории, в связи с чем отсутствует возможность их подключения к сетям централизованного теплоснабжения, но в то же время имеются различные местные вторичные энергоресурсы.

Защищенный грунт требует огромного количества тепловой энергии. Затраты на технический обогрев составляют 40...65 % себестоимости продукции, поэтому при проектировании теплично-парниковых хозяйств первостепенное внимание следует уделять выбору наиболее рациональных источников технического обогрева, обосновывая его сравнительными технико-экономическими расчетами.

Наибольшее распространение получили отопительные устройства четырех типов — печное

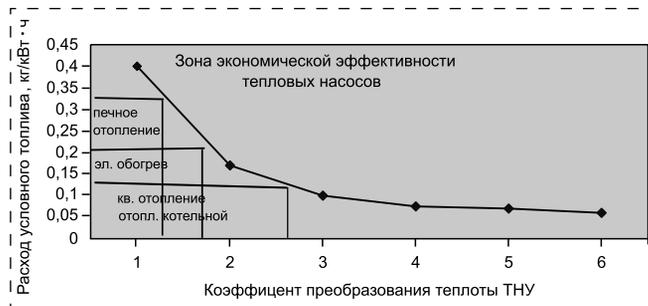


Рис. 4. График расхода условного топлива различных систем отопления

отопление, отопление от районной котельной — квартирное отопление и электрический обогрев с помощью калориферов. Был проведен анализ различных систем отопления по расходу условного топлива. Сравнение было проведено с теплонасосной системой при различных коэффициентах преобразования теплоты теплонасосной установки (ТНУ), результаты которых представлены на рис. 4. Расчеты позволили выявить зону экономической эффективности тепловых насосов по расходу условного топлива по сравнению с традиционными системами отопления. Применение теплонасосной системы теплоснабжения является эффективной с точки зрения тепловой экономичности только в том случае, если выполняется следующее неравенство:

$$B_{Т.н} < B, \quad (4)$$

где B — удельный расход топлива на получение единицы тепловой энергии различных систем отопления, кг/кВт·ч.

Из рис. 4 видно, что самым неэкономичным способом отопления, как и следовало ожидать, является печное отопление, которое, однако, получило самое широкое распространение в сельской местности. Так, теплонасосное отопление эффективно по тепловой экономичности, по сравнению с печным, уже при значении коэффициента преобразования теплоты (или иначе коэффициента трансформации теплоты) ТНУ $K_{тр} = 0,75$ и более. Самым выгодным с точки зрения расхода топлива является отопление от районной котельной. Однако при коэффициенте преобразования теплоты ТНУ $K_{тр} = 2,2$ и выше, отопление с помощью тепловых насосов становится экономически более целесообразным перед всеми рассмотренными традиционными системами отопления. Применение тепловых насосов позволяет снизить суммарные расходы на отопление за счет использования теплоты окружающей среды на 60...70 %.

Другой важной особенностью тепловых насосов является способность работать в режиме отопления и охлаждения, что способствует обеспечению необходимого температурного режима в гелиобиотеплице и биогазовой установке и в жилом помещении в летнее и зимнее время.

Энергосберегающие особенности теплового насоса. Приводом теплонасосной установки в рассматриваемом случае служит газомоторный двигатель. Применение газомоторного по сравнению с электродвигателем значительно увеличивает эффективность теплового насоса. Так, при дополнительном использовании отходящей теплоты коэффициент преобразования теплоты ТНУ (или иначе коэффициент трансформации теплоты) $K_{тр} = 5,8...7,0$ (опытные данные), в то время как с электроприводом этот коэффициент $K_{тр} = 2,2...4,5$, т. е. значительно ниже. Важным фактором при использовании преобразования теплоты ТНУ является правильный выбор источника низкопотенциальной теплоты, в качестве которой может быть использована температура окружающего воздуха, теплота грунтового массива, различных водоемов, сбросная теплота промышленных и сельскохозяйственных объектов.

В рассматриваемом случае используется грунт, куда на глубину 1,0...1,5 м укладывается теплообменник, по которому циркулирует вода, отбирая теплоту, запасенную грунтовым массивом, и передавая ее испарителю ТНУ, где происходит преобразование в теплоту более высокого температурного уровня, необходимую для отопления гелиобиотеплицы и других объектов в зимнее время. Чем выше температура низкопотенциального источника, тем выше эффективность ТНУ.

Экспериментальные исследования, проведенные авторами, показали, что коэффициент преобразования теплоты ТНУ с электроприводом $K_{тр} = 3,3...3,5$. Это означает, что на единицу затраченной тепловой энергии на привод ТНУ можно получить в 3,5 раза больше полезной тепловой энергии, причем на более высоком температурном уровне, за счет утилизации как энергии низкопотенциального источника (окружающий воздух, грунт, водоем, производственные тепловые отходы и др.), так и энергии привода компрессора ТНУ [5].

На рис. 5 показано значение действительного коэффициента преобразования теплоты ТНУ, полученного авторами в зависимости от температуры источника низкопотенциальной теплоты и температуры потребителя тепловой энергии. Из графика видно, чем выше температура

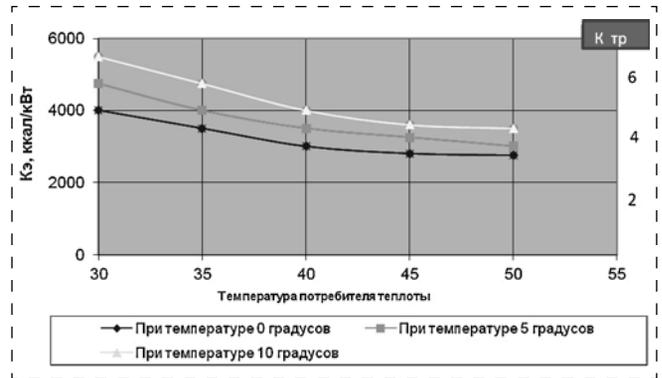


Рис. 5. Действительный коэффициент преобразования теплоты ТНУ ($K_{тр}$) и количество полезной теплоты (K_z) на единицу затраченной энергии

низкопотенциального источника и чем ниже температура потребителя теплоты, тем выше коэффициент преобразования теплоты ТНУ, и значит можно получить больше полезной тепловой энергии для отопления теплицы и других объектов по сравнению с затраченным на привод компрессора.

В дальнейшем была проведена доработка ТНУ, связанная с использованием газомоторного привода, поскольку в качестве топлива использовался биогаз, получаемый в биогазовой установке. Продукты сгорания биогаза в газомоторном приводе в виде газа CO_2 подавались в гелибиотеплицу, где находились растения, а тепло, отведенное системой охлаждения двигателя, использовалось для дополнительного отопления теплицы в зимнее время.

Существенный эффект достигается при использовании ТНУ в летнее время. Из графика, приведенного на рис. 5, видно, что в летнее время гелиобиотеплица, в которой находятся птицы и растения, подвержена тепловой радиации как от солнца, так и от самих птиц. В летнее время происходит перегрев гелиобиотеплицы, и температура внутри может значительно превышать температуру окружающей среды, что будет отрицательно сказываться на состоянии птиц и растений. Для снижения тепловой нагрузки на гелиобиотеплицу в летнее время необходимо произвести затенения различными способами (шторы, посадка виноградника и др.), тем самым потребуется ТНУ с меньшей холодопроизводительностью и, следовательно, меньшим потреблением энергии. Применение затенения позволяет почти в 2 раза снизить тепловой поток от солнечной радиации в летнее время. Применение ТНУ в зимние и летние периоды времени года снижает почти в 2 раза



срок ее окупаемости. Сама теплонасосная установка может быть изготовлена на базе серийно выпускаемых холодильных агрегатов, что снижает и капитальные затраты и тем самым уменьшает стоимость всей ТНУ.

Поскольку для привода теплонасосной установки использовался газомоторный двигатель внутреннего сгорания, то для получения электрической энергии на нем был установлен электрогенератор мощностью 1,5 кВт, который вырабатывал переменный ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Полученная электроэнергия использовалась для освещения, питания системы автоматики и вентиляционной системы гелиобиотеплицы. Другая часть электроэнергии поступала в жилое помещение обслуживающего персонала, обеспечивая питанием электрооборудование (холодильник, освещение, телевизор, кондиционер и др.), тем самым значительно улучшая социально-бытовые условия обслуживающего персонала [1, 5, 6, 8, 13].

Выводы. Подобная компоновка гелиобиотехнологического комплекса позволяет при содержании птиц и выращивании растений полностью утилизировать все виды биологических и технологических отходов, обходиться без внешнего теплохлад- и электроснабжения за счет использования солнечной энергии, теплонасосной и биогазовой установок и электрогенератора. При этом достигается высокая продуктивность, существенная экономия топливно-энергетических ресурсов и обеспечивается качественная экологическая обстановка.

Данный комплекс представляет собой автономную, технологически замкнутую и экологически чистую систему, что позволяет создавать подобные объекты для выращивания животных, птиц и растений практически по всей территории Туркменистана и других стран. Внедрение безотходных гелиобиотехнологических комплексов позволит в кратчайшие сроки решить проблемы агропромышленного комплекса и успешно реализовать программу развития экономики на период до 2020 года. При этом будут одновременно решаться социальные проблемы жителей отдаленных регионов, значительно сократится расход топливно-энергетических ресурсов и уменьшится загрязнение окружающей среды вредными выбросами.

Разработанный безотходный гелиобиотехнологический комплекс внесет весомый вклад в гармонизацию развития общества и окружающей природной среды, сохранение природных

экосистем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций для устойчивого развития общества, повышения качества жизни и улучшения здоровья населения, обеспечения экологической безопасности.

Список литературы

1. **Бердымухамедов Г. М.** Государственное регулирование социально-экономического развития Туркменистана. Том 1. Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2010. — 448 с.
2. **Пенджиев А. М.** Экологические проблемы освоения пустыни: Монография. Издатель: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. — 226 с.
3. **Пенджиев А. М.** Автономное электро- и водоснабжение пустынных пастбищ с использованием солнечных фотоэлектрических установок // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 2007. — № 9. — С. 27—28.
4. **Пенджиев А. М.** Изменение климата и возможности уменьшения антропогенных нагрузок: Монография. Издатель: LAMBERT Academic Publishing, 2012. — 166 с.
5. **Байриев А. Ч.** Научно-технические основы разработки теплонасосной системы теплохладоснабжения автономных потребителей с использованием нетрадиционных источников низкопотенциального тепла: Автореф. дис. ... д-ра наук. — Ашхабад, 1993. — 50 с.
6. **Байриев А. Ч., Пенджиев А. М.** Безотходный гелиобиотехнологический комплекс. Патент Туркменистана на изобретение № 404. 2007.
7. **Келов К.** Разработка научных основ технологии метанового сбраживания отходов животноводства и создание биогазовых установок с использованием солнечной энергии. Автореф. дис. на соискание уч. степени доктора наук. Ашхабад, 1990. — 50 с.
8. **Байриев А. Ч., Пенджиев А. М.** Безотходный гелиобиотехнологический комплекс с автономным энергосбережением. Патент Туркменистана на изобретение № 432. 2010.
9. **Пенджиев А. М.** Агротехника выращивания дынного дерева (*Carica papaya L.*) в условиях защищенного грунта в Туркменистане. Автореф. дис. на соискание ученой степени доктора наук. М., 2000. — 54 с.
10. **Захаров А. А.** Применение тепла в сельском хозяйстве. — М.: Колос, 1974. — 255 с.
11. **Стребков Д. С., Пенджиев А. М., Мамедсахатов Б. Д.** Развитие солнечной энергетики в Туркменистане: Монография. — М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. — 496 с.
12. **Степанов В. Э.** Возобновляемые источники энергии на сельскохозяйственных предприятиях. — М.: Агропромиздат, 1989.
13. **Авлякулиев Дж., Мезилов А., Реджепов К.** Эффективность и перспектива использования биогенераторов тепла. — Ашхабад, 1985. — 60 с.
14. **Байриев А. Ч., Пенджиев А. М.** Безотходный гелиобиотехнологический комплекс // Проблемы освоения пустынь. — 2005. — № 1. — С. 45—49.

A. M. Penjiyev, Associate Professor, e-mail: ampenjiyev@rambler.ru,
Turkmen state architecturally-building institute, Ashkhabad,
M. A. Penjiyev, Engineer, Project institute "Ashprojeht", Ashkhabad

Wasteless Geliobiotechnological Complex for Activity Lives in Arid Zone

In the clause it is considered wasteless the solar biotechnological complex for ability to live provision in an arid zone for example Turkmenistan, the author results of theoretical, practical researches of use of solar-power installations for provision social and economic and ecological ability to live conditions in a deserted zone KaraKum, rendering the practical help of the organization of power supply in agrarian sector and destructions of harmful emissions in environment for the account solar biotechnological wasteless complex.

Keywords: ecology, a solar energy, potentials, desert KaraKum, ability to life, power installations, power efficiency, Turkmenistan

References

1. **Berdymuhamedov G. M.** Gosudarstvennoe regulirovanie of social and economic development of Turkmenistan. Volume 1. Ashkhabad: Turkmen state publishing service, 2010. 448 p.
2. **Penjiyev A. M.** Environmental problems of development of deserts. The monography, the Publisher: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 226 p.
3. **Penjiyev A. M.** Avtonomnoe electro- and water supply of deserted pastures with use of solar photo-electric installations. *Mechanization and electrification rural an economy*. 2007. No. 9. P. 27–28.
4. **Penjiyev A. M.** Climate change and possibility of reduction of anthropogenous loadings: the Monography. LAMBERT Academic Publishing. 2012. 166 p.
5. **Bajriev A. Ch.** Scientific and technical of a basis of development thermocompressor systems heat-cold supply autonomous consumers with use of nontraditional sources low potential heat. Abstract of dissertation on competition of the doctors of sciences. Ashkhabad, 1993. 50 p.
6. **Bajriev A. Ch., Penjiyev A. M.** Wasteless solar biotechnological complex. The patent of Turkmenistan for the invention. 2007. No. 404.
7. **Kelov K.** Razrabotka of scientific bases of technology methane fermentation a waste of animal industries and creation of biogas installation with use of solar energy. Abstract of dissertation on competition of the doctors of sciences. Ashkhabad, 1990. 50 p.
8. **Bajriev A. Ch., Penjiyev A. M.** Wasteless solar biotechnological complex with autonomous power supply. The patent of Turkmenistan for the invention. 2010. No. 432.
9. **Penjiyev A. M.** The agricultural technician of cultivation of a melon tree (*Carica papaya L.*) in the conditions of the protected ground in Turkmenistan. Abstract of dissertation on competition of the doctors of sciences. Moscow, 2000. 54 p.
10. **Zaharov A. A.** Application of heat in agricultural industry. M.: "Ear", 1974. 255 p.
11. **Strebkov D. S., Penjiyev A. M., Mamedsahatov B. D.** Development of solar power in Turkmenistan: the Monography. Moscow: GNU ВИЭСХ, 2012. 496 p.
12. **Stepanov V. E.** Renewed energy sources on agricultural enterprises. Moscow: Agroprom, 1989. 154 p.
13. **Avljakuliev J., Mezilov A., Redzhepov K.** Effektivnost and prospect of use of biogenerators of heat. Ashkhabad, 1985. 60 p.
14. **Bajriev A. Ch., Penjiyev A. M.** Wasteless solar biotechnological complex. *Problems development of deserts*. 2005. No. 1. P. 45–49.

Информация

VII Международная выставка по промышленной безопасности и охране труда SAPE 2016

Главный Медиацентр Сочи

18–22 апреля 2016 года

Мероприятие традиционно пройдет совместно с Всероссийской неделей охраны труда.

Контакты

Тел. 8 (499) 181-52-02, доб. 132
<http://sape-expo.ru/>

УДК 378

К. Р. Малаян, канд. техн. наук, проф., e-mail: bgdspbgpy2003@list.ru,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Области знаний и учебной дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" — 25 лет

Изложены истоки создания и вехи развития научной и образовательной системы в области безопасности жизнедеятельности за 25 лет, достижения на этом пути, а также причины, мешающие динамичному развитию дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" в вузах и школах.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, охрана труда, чрезвычайные ситуации, программа дисциплины

25 лет в жизни человека — молодой возраст, когда он, набравшись определенных знаний в образовательных учреждениях и набив мелких шишек на жизненном пути, полный сил и замыслов вступает во взрослую жизнь, чреватую возможными разочарованиями и ошибками, однако позволяющую ощутить и удовлетворенность от первых положительных результатов и первых побед, а главное — воспринимать эту жизнь полноценной и в какой-то мере бесконечной, достаточной для преодоления неизбежных трудностей и получения счастливых мгновений от достигнутых успехов в жизни и деятельности.

Такие мысли приходят в голову, когда задумываешься, с какими результатами научно-педагогическое сообщество подошло к первой круглой дате своего выстраданного детища, именуемого — Безопасность жизнедеятельности, которой отдано немало сил и лет из конечных, однако, жизненных ресурсов. Поэтому имеет смысл вспомнить, что сопутствовало возникновению этой области знаний, что было реализовано из намеченного, а что пошло не так, а главное — в каком направлении идти.

1. Предпосылки для возникновения науки о безопасности

Забираясь мысленно в очень далекое прошлое, когда наши предки стали выделяться из биологического мира благодаря развитию головного мозга и высокой организации нервной системы, позволившей человеку приспосабливать предметы природы для удовлетворения своих потребностей, следует подчеркнуть, что человеку всегда угрожали природные опасности, различные хищные и кровожадные представители животного мира.

С течением времени начали появляться опасности, творцом которых был сам человек.

Человек, будучи биологическим организмом, стал со временем и социальным объектом, характерной чертой которого является деятельность, обусловленная пассионарностью, стремлением к достижению какой-либо цели. Деятельность является системным процессом взаимодействия человека с окружающей средой, а процесс труда, по определению Ф. Энгельса, есть "вечное, естественное условие человеческой жизни".

В концепции американского психолога А. Маслоу, создавшего иерархическую модель мотиваций человека, в соответствии с которой высшие потребности человека могут направлять поведение лишь в той мере, в какой удовлетворены более низкие потребности, первой после удовлетворения физиологических потребностей А. Маслоу поставил потребность в безопасности. Поэтому задача обеспечения безопасности всегда сопровождала человека по жизни. С момента рождения человек перманентно живет и действует в условиях постоянно изменяющихся потенциальных опасностей. Это утверждение позволяет сформулировать краеугольную аксиому БЖД — любая деятельность потенциально опасна [1].

Реализуясь в пространстве и времени, опасности причиняют вред здоровью человека вплоть до летального исхода. Поэтому опасность угрожает не только человеку, но и обществу и государству в целом. Значит, профилактика опасностей и защита от них является архиважной гуманитарной и социально-экономической проблемой, в решении которой не может быть не заинтересовано и не задействовано государство.

Таким образом, обеспечение безопасности деятельности — приоритетная задача для личности,

общества, государства. А первейшим и главнейшим способом в достижении этой цели является образование, ибо другого пути нет.

На земле нет человека, которому бы ни угрожала опасность, являющаяся к тому же и многогранной. Но зато есть множество людей, которые об этом не задумываются, не подозревают. Они полагают, что опасность их не коснется. Их сознание работает в режиме отчуждения от реальной жизни. Это одна из особенностей человеческого сознания, которая состоит в том, что оно не придает приоритетного значения информации, имеющей вероятностный характер.

Для выработки идеологии безопасности, формирования безопасного мышления и поведения и была предложена 25 лет назад новая учебная дисциплина — безопасность жизнедеятельности (БЖД). Идея эта пришла в голову ряду людей, занимающихся профессионально производственной безопасностью, которые мыслили шире, социально ориентированно.

В то же время черная полоса в истории СССР в середине 80-х годов прошлого века в виде череды крупнейших техногенных катастроф и стихийных бедствий, в частности, Чернобыльской аварии 26.04.1986 г., сильнейшего землетрясения в Армении 06.12.1986 г., где из-под развалин было извлечено 40 тыс. человек, из них 25 тыс. погибших, аварии теплохода "Адмирал Нахимов" у берегов Новороссийска 31.08.1986 г., унесшей 430 жизней, катастрофы на ж/д участке Челябинск—Уфа, в которой погибло 645 человек и др., привела к созданию в 1989 г. Государственной комиссии Совета Министров СССР по чрезвычайным ситуациям. Проведенный ею анализ состояния травматизма в стране, в том числе производственного, показал, что риск гибели человека на производстве на порядок ниже, чем в быту. Было отмечено, что на производстве есть пусть и не совершенная, но установленная законом система мер защиты работников. В вузах при подготовке специалистов также ведется обучение по охране труда. Однако вне производства ничего подобного нет.

2. Истоки создания образовательной системы по БЖД и ее основатели

Одним из первых в 80-е годы XX века крупный ученый и организатор науки, академик Валерий Алексеевич Легасов, сыгравший исключительно важную роль в ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, высказал мысль о том, что "система знаний о закономерностях защищенности человека от опасностей, сопутствующих развитию цивилизации, должна стать самостоятельной научной дисциплиной". Он

также сформулировал важные концептуальные положения в этой области знаний, предвосхитив формирование безопасности жизнедеятельности.

Власти, оказавшиеся перед лицом крупных техногенных аварий и стихийных бедствий и задумавшиеся над их профилактикой, согласились с доводами инициативной группы специалистов в лице профессоров С. В. Белова (МВТУ им. Н. Э. Баумана), О. Н. Русака (ЛТА им. С. М. Кирова), В. Л. Лапина (МАТИ им. К. Э. Циолковского), входивших в состав Научно-методического совета (НМС) по охране труда (ОТ), на переименование НМС по ОТ на новое, более соответствующее вызовам времени название "Безопасность жизнедеятельности" (БЖД), олицетворяющее интегрированную комплексную безопасность. Одновременно специалистам инициативной группы удалось не только обосновать, но и убедить высшее образовательное руководство в необходимости введения в вузах страны дисциплины "Безопасность жизнедеятельности".

В результате был издан приказ Государственного комитета СССР по народному образованию от 20.03.1989 № 203, в котором утверждался состав нового Научно-методического совета Гособразования СССР "Безопасность жизнедеятельности" под председательством С. В. Белова (заместители О. Н. Русак и В. Л. Лапин, ученый секретарь Ю. Г. Сибаров). Это первое официальное упоминание понятия "Безопасность жизнедеятельности" в образовательной сфере.

3. Немного о доисторическом периоде БЖД

Однако идея эта была зафиксирована еще в 1918 г., а именно в Декрете Совнаркома от 17 мая 1918 г. "Об учреждении инспекции труда", в котором перед инспекцией труда ставилась цель охранять жизнь, здоровье и труд всех лиц, занятых какой-бы то ни было хозяйственной деятельностью, и которая распространялась бы "на всю совокупность условий жизни трудящихся как на местах их работы, **так и вне этих мест**" (выделено автором). Люди мыслили масштабно сто лет назад. Но цель охраны жизни и здоровья трудящихся вне производства остается пока вне законодательной сферы.

Примечательно, что безопасностью работников на производстве (техникой безопасности) в мировом масштабе впервые серьезно занялся в 1860-х годах немецкий фабрикант Дольфус, который основал Мюльгаузенское общество, проявившее большую деятельность в области борьбы с несчастными случаями. Дольфус доказал, что улучшение обстановки работ (условий труда), в конечном счете, дает доход самому предприятию. К сожалению,



эта истина почему-то доходит лишь до немногих отечественных работодателей.

Считается, что в России дисциплина "Техника безопасности" начала читаться впервые в 1904 г. в Санкт-Петербургском политехническом институте, где с 1906 г. велась подготовка фабричных инспекторов, а также в Технологическом институте. Можно предположить, что в Московском техническом училище, в частности на электротехническом факультете, тоже читались подобные курсы. Как было установлено недавно, одна из первых кафедр в стране под названием "Техника безопасности" была образована в ВМУ (ныне МГТУ им. Н. Э. Баумана) в 1930 г. во главе с известным специалистом Петром Ивановичем Синевым, занимавшим должность зав. кафедрой до самой кончины в декабре 1946 г. В 1925 г. в Ленинградском лесотехническом институте (ныне СПбГЛТУ им. С. М. Кирова) на кафедре лесопиления появилась дисциплина "Техника безопасности". И как следует из наименования дисциплины, первостепенное внимание уделялось техническому, конструктивному состоянию оборудования, что в настоящее время полностью игнорируется в Федеральном законе от 28.12.2013 № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда", где травмоопасные факторы производственной сферы оказались забытыми. Однако это другая история.

Возвращаясь к учебной дисциплине "Безопасность жизнедеятельности", отметим, что на нее возлагались большие надежды, но даже изначально в приказе о введении дисциплины БЖД в вузах страны вкралась серьезная методическая неточность, поэтому через два года после его принятия первый пункт был отменен как ошибочный, так как он предполагал создание дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" вместо дисциплин "Охрана труда" и "Гражданская оборона", которые имеют свое самостоятельное значение. Однако до упомянутого выше приказа было еще несколько знаменательных событий.

Весной 1990 г. в Ленинграде проходило совещание заведующих кафедрами "Охрана труда" ведущих вузов страны, на котором участники поддержали предложение НМС о переходе к изучению в вузах новой дисциплины "Безопасность жизнедеятельности". 27 апреля 1990 г. состоялась коллегия Гособразования СССР, на которой был рассмотрен вопрос "О мерах по созданию системы непрерывного образования в области безопасности жизнедеятельности". По словам инициаторов, обсуждение было бурным и лишь после затянувшегося перерыва удалось переубедить членов коллегии в необходимости введения дисциплины "Безопасность жизнедеятельности". В выборе

наименования тоже была некоторая дискуссия, так как О. Н. Русак предлагал назвать новое направление "Безопасность деятельности", мотивируя тем, что деятельность присуща только людям, а другие члены инициативной группы настаивали на другом названии "Безопасность жизнедеятельности". Тогда удалось достигнуть компромисса.

Важным итогом дискуссии стало также решение о введении обязательного и непрерывного обучения в области БЖД, начиная с дошкольников и кончая участниками всех форм повышения квалификации и переподготовки специалистов. Одновременно коллегия Гособразования признала необходимость подготовки специалистов по БЖД.

Отметим, что кроме гуманитарной и социальной потребности учить в школах "Основы безопасности жизнедеятельности" (ОБЖ) и в вузах БЖД, были другие веские причины. К концу 1980-х в СССР стали возникать в некоторых регионах страны конфликты с использованием оружия, которое имелось, в частности, во всех школах в рамках дисциплины "Начальная военная подготовка" (НВП), и надо было законным образом это оружие из школ убрать, а для этого НВП из школьной программы заменили на другой предмет ОБЖ. А в вузах в условиях "конверсии" студентам передалось ощущение вседозволенности и безнаказанности, и они стали игнорировать и срывать занятия по гражданской обороне. Поэтому включение вопросов гражданской обороны в программу дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" оказалось кстати.

4. Формирование образовательной области БЖД

Во исполнение решения коллегии Гособразования СССР был издан основополагающий приказ от 09.07.1990 № 473 "О первоочередных мерах по перестройке образования по вопросам охраны труда и гражданской обороны", определивший судьбу дисциплины БЖД в образовательной системе России. В приказе, в частности, предписывалось:

— включить с 1991/92 учебного года в учебные планы вместо курсов "Охрана труда" и "Гражданская оборона" дисциплину "Безопасность жизнедеятельности" общим объемом не менее 100 часов учебного времени для технических, строительных, сельскохозяйственных, экономических вузов и 60 часов для педагогических, инженерно-педагогических вузов, обучение которой заканчивается обязательной сдачей экзамена по курсу;

— ввести с 1991/92 учебного года в дипломные проекты (работы) выпускников вузов учебный раздел "Безопасность и экологичность проекта", поручив проведение консультаций и экспертизу

проекта преподавателям кафедр экологического профиля и охраны труда, выделив на их проведение не менее 4 часов;

— включить в экзаменационные билеты государственного экзамена по специальности вопросы, связанные с БЖД, поручив их разработку кафедрам охраны труда и гражданской обороны;

— обеспечить в течение 4 лет, начиная с 01.09.1991 г., прохождение повышения квалификации в области БЖД всеми преподавателями кафедр "Охраны труда" и "Гражданская оборона" вузов и ссузов через систему повышения квалификации педагогических кадров вузов.

Наконец, приказом Госкомитета РСФСР по делам науки и высшей школы от 02.08.1991 № 25-36-74 была введена в действие программа дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" для технических, сельскохозяйственных и экономических специальностей вузов, которая была разработана НИИС по БЖД.

Согласно приказу Гособразования СССР от 09.07.1990 № 473 была организована подготовка кадров по БЖД для научных учреждений, конструкторских, проектных организаций и предприятий по их заявкам в МГТУ, МАТИ, ЛТА и УПИ путем продления выпускникам вузов общего срока обучения на год. Жаль, что эта форма не сохранилась, поскольку опыт показал состоятельность такого вида обучения.

Большим достижением отечественной системы образования было введение в общеобразовательных учебных заведениях России с 01.09.1991 г. Постановлением Совета Министров РСФСР от 14.05.1991 № 253 специального курса (предмета) "Основы безопасности жизнедеятельности" (ОБЖ). Объем учебных часов с 1 по 11 класс был установлен на уровне четырехсот. Учителей не было, учебников тоже, поэтому реально к занятиям в школах приступили только через год.

Важной вехой в формировании образовательной области БЖД с учетом накопленного небольшого стажа преподавания дисциплины для выработки общих подходов в учебно-методической сфере явился семинар — совещание в г. Зеленограде в апреле 1993 г., на который были приглашены заведующие кафедрами безопасности жизнедеятельности, охраны труда, охраны окружающей среды. Семинар проходил под названием "Безопасность жизнедеятельности. Научно-методические проблемы образования. Подготовка кадров", но повестка дня не исчерпывалась заданной тематикой, она была шире по содержанию выступлений и бескомпромиссна по взглядам. Организатором этого мероприятия, на котором присутствовало 136 представителей из 78 вузов, был МИСиС.

Надо заметить, что это было время, когда учебные часы были однозначно аудиторными, выпускающие кафедры еще не очень пытались в то смутное время оттянуть часы от курса БЖД, а в разных вузах все 102 часа были отданы на откуп одному преподавателю, как правило, представителю трудовоохранного крыла либо, что для переходного периода было логично, читали в автономном режиме вопросы производственной безопасности бывшие преподаватели охраны труда, а вопросы ЧС, которые составляли не более 25...30 % программы — бывшие преподаватели цикла гражданской обороны.

5. Введение бакалавриата и кадровый раскол на кафедрах

Однако в период всеобщей демократизации, а главное, с момента перманентного реформирования системы образования, которая началась с подачи либералов в 1994 г., романтические настроения многих участников проекта под названием БЖД стали улетучиваться, и основная часть вузовских кафедр была вынуждена вместо развития бороться за выживание, прежде всего, кадров, так как появились пресловутые часы "общей трудоемкости", которые в рамках англосаксонского варианта бакалавриата трансформировались в 51 час аудиторных занятий по БЖД для уровня бакалавриата, который чиновниками от образования был признан в качестве высшего образования, реализуемого в 4 года. Правда, предлагалось специальные вопросы БЖД изучать на 5-м курсе в рамках специалитета. Но, как известно, свежо предание...

Если бакалаврский уровень еще может быть оправдан для гуманитарных или экономических направлений подготовки (без лабораторного практикума, курсовых проектов, расчетно-графических работ и т. д.), то для технических направлений бакалаврская подготовка никак не подходит. По замыслу реформаторов, при четырехлетней учебе экономятся финансы при сравнении с учебой в течение 5 лет, а еще — отечественные бакалавры могут рокироваться и конкурировать с зарубежными сверстниками (это уже из области чиновничьих фантазий). Уместно будет указать, что во французской системе образования бакалавр — это выпускник полной средней школы. Почувствуйте разницу! У французов есть аналог английского бакалавра. Это студент, закончивший 3 курса высшей школы, именуемый лицензиатом.

При сокращении аудиторных часов вдвое учебно-методические аспекты дисциплины вынужденно трансформировались в бодание с вузовской



и факультетскими администрациями для защиты кафедральных интересов, в первую очередь, в отстаивании времени для изложения основных идей дисциплины, а затем уже сохранения носителей идей — кадров. Но будет правильнее рассмотреть историю БЖД диалектически с ее плюсами и минусами в хронологическом порядке.

6. Общепрофессиональный и обязательный статус БЖД, появление профильных специальностей

Дисциплина "Безопасность жизнедеятельности" приказом Комитета по высшей школе РФ от 26.04.1993 № 250 была переведена в общепрофессиональную (ранее была специальной), в то же время она стала обязательной во всех вузах страны. Этот перевод — определенный минус, так как он потенциально спровоцировал уменьшение часов на предмет при его изучении в рамках программы бакалавриата. Обязательность дисциплины — большой плюс, но его в дальнейшем придется отстаивать в борьбе с выпускающими кафедрами гуманитарного, экономического, естественнонаучного и других нетехнических профилей, да и технических тоже.

Большим шагом вперед было введение приказом Госкомвуза России от 05.03.1996 № 180 в новый Классификатор направлений и специальностей высшего профессионального образования группы специальностей 330000 — Безопасность жизнедеятельности, состоящую из пяти специальностей, в том числе 330100 — Безопасность жизнедеятельности. В тот же период по поручению Госкомвуза РФ НМС БЖД в лице С. В. Белова и В. Л. Лапина разработал примерную программу дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" для всех направлений бакалавриата.

Эта программа, именуемая программой второго поколения, была рекомендована всем вузам России Главным управлением образовательно-профессиональных программ и технологий Госкомвуза 13.03.1995. К сожалению, в ней из общего числа 102 часов на аудиторские занятия был выделен всего 51 час, что сделало непримиримыми "друзьями" бывших преподавателей дисциплин охраны труда и гражданской обороны, так как по инструктивным документам отдел Госкомвуза, ведавший вопросами гражданской обороны, директивно требовал на их изучение выделять утвержденные ранее 50 часов, что было нереально.

На многих кафедрах произошел естественный отбор, в котором преуспели представители трудоохранного блока. На некоторых кафедрах, изначально ведущих охрану не только труда, но и окружающей среды, определенный объем

учебного времени отводился на вопросы инженерной защиты окружающей среды. И все это фактически реализовывалось за 34 лекционных часа и 17 часов лабораторного практикума, что было явно недостаточно для глубокого изучения основ БЖД.

Параллельно была разработана программа дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" для специальностей высшего образования авторским коллективом под руководством С. В. Белова, которая была согласована с МЧС России и утверждена Госкомитетом России по высшему образованию 27.04.1995 г.

Следует заметить, что в это время был утвержден и введен в действие разработанный РГПУ им. А. И. Герцена (г. Санкт-Петербург) Государственный общеобразовательный стандарт по специальности "Безопасность жизнедеятельности" с квалификацией "Учитель БЖД". Отсутствие взаимного сотрудничества между НМС профессионального и педагогического образования привело к тому, что подготовка учителей для средней школы пошла не в русле парадигмы и дидактических компонентов, заложенных основателями научной области "Безопасность жизнедеятельности".

Введение учительской специальности — организатор основ безопасности жизнедеятельности — сыграло свою положительную роль. Однако спорных вопросов и проблем в подготовке кадров для школы, содержании учебных планов специальности, да и программы курса ОБЖ было и есть предостаточно. Поэтому как раньше, так и сейчас является желательным поиск взаимопонимания и выработки единой позиции по идеологии и содержанию образовательной дисциплины "Безопасность жизнедеятельности", преемственности основных положений в школьной и вузовской программах.

7. Действующие образовательные документы по БЖД и серьезные накладки

Третье поколение программы дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" было разработано С. В. Беловым, В. А. Девисиловым и В. Л. Лапиным [2, 3]. Эта программа, согласованная с Минтрудом России (зам. министра В. А. Январевым 03.11.2000 г.) и МЧС России (зам. министра Г. Н. Кирилловым 14.12.2000 г.) была утверждена Минобразованием России (зам. министра В. Д. Шадриковым 19.12.2000 г.) и рекомендована для всех направлений и специальностей высшего профессионального образования в качестве обязательной общепрофессиональной дисциплины. Общая трудоемкость дисциплины составляла 187 часов, из них 102 аудиторных занятия, в том

числе 68 — лекций, 17 — семинаров; 17 — лабораторных работ, 75 — самостоятельной работы и 10 — расчетно-графических работ, как правило, по чрезвычайным ситуациям (ЧС).

Видом итогового контроля согласно учебному плану дисциплины устанавливался экзамен, распределение же занятий по семестрам определялось вузом. При этом в Методических рекомендациях по организации изучения дисциплины указывалось, что 187 часов являются минимальным объемом дисциплины БЖД, в рамках которого должны изучаться общие вопросы безопасности труда, экологичности и устойчивости производств и технологических процессов в ЧС, в том числе и в условиях военного времени.

Подчеркивалось, что примерная программа дисциплины включает только минимальный объем требований по данной дисциплине, обязательный для всех бакалавров и специалистов высшего профессионального образования третьего уровня, а отраслевые проблемы безопасности труда и чрезвычайных ситуаций, в том числе вопросы гражданской обороны, необходимо включать в соответствующие разделы программы при адекватном увеличении объема часов по дисциплине. Вся программа состояла из восьми неравнозначных по числу тем разделов, из которых только один был целиком посвящен вопросам защиты населения и территории в ЧС. Следует отметить, что разбивка часов по разделам в программе не приводилась. Это стало одной из причин перетягивания каната учебных часов представителями трудового блока и цикла ЧС.

Изучение дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" рекомендовалось проводить при подготовке бакалавров на 6-м и/или 7-м семестрах, а при подготовке специалистов — на 8-м и/или 9-м семестрах. Однако не обошлось без накладок со стороны представителей нетехнических направлений подготовки и специальностей в выражении своего негатива к БЖД, ущемления статуса учебной дисциплины вплоть до ее игнорирования. В условиях дальнейшей демократизации, в том числе в системе образования, профильное Министерство вынуждено было исключительно в мягкой форме исправлять складывающуюся ситуацию Письмом от 04.09.2000 "Об изучении дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" в вузах" в адрес ректоров образовательных учреждений высшего профессионального образования России.

Письмо, подписанное первым заместителем министра В. М. Жураковским, напоминало, что в соответствии с Федеральными законами предусмотрено обязательное обучение населения, в том числе учащихся и студентов образовательных

учреждений всех типов и видов, по вопросам экологической безопасности, охраны труда, защиты в чрезвычайных ситуациях. Практическая же реализация требований Федеральных законов обеспечивается прохождением студентами образовательных учреждений высшего профессионального образования в процессе обучения дисциплине "Безопасность жизнедеятельности".

Констатируя, что по ряду направлений подготовки и специальностей естественнонаучного, гуманитарно-социального, экономического и сельскохозяйственного профиля дисциплина "Безопасность жизнедеятельности" в новом поколении ГОСов была выведена из федерального компонента, Министерство рекомендовало (приказывать, к сожалению, по учебно-методическим вопросам оно может не всегда) включить в основную образовательную программу вузов дисциплину БЖД в разделе национально-регионального компонента или в цикл дисциплин, отводимых на специализацию, в качестве обязательной, а объем часов, отводимых на изучение дисциплины, предлагалось установить не менее 100 часов общей трудоемкости. Разработку рабочей программы вуза по БЖД предлагалось осуществлять на основе примерной программы "Безопасность жизнедеятельности", которая на тот момент Минобразованием еще не была утверждена, и планировалось это сделать к 01.01.2001 г.

С этого времени во многих вузах при изучении БЖД на нетехнических специальностях обязательный экзамен стал заменяться зачетом, консультирование раздела в выпускных квалификационных работах (ВКР) было отменено, а в ряде вузов под названием "Безопасность жизнедеятельности" стали излагать, прежде всего, вопросы защиты в ЧС, так как МЧС России активно отстаивало свои интересы. В школах в это же время из запланированных при введении в учебные планы дисциплины ОБЖ 400 учебных часов основная часть перешла в разряд факультативных, и осталось всего 28—32 обязательных часа в 9-м классе для изучения "Основ воинской службы" у подростков и "Основ медицинских знаний" у девушек. Вот такой тернистый путь выпал на дисциплину "Безопасность жизнедеятельности" в образовательной системе к началу 2000-х годов.

К сожалению, в это нелегкое для БЖД время профильные кафедры были вынуждены отстаивать свои законные интересы практически самостоятельно в части выполнения учебной нагрузки, материально-технического оснащения, развития кафедр, особенно, если у руководства конкретного вуза не хватало понимания важности и актуальности направления БЖД. Многие из руководящих работников вузов и заведующих



выпускающими кафедрами сохранили свои не самые яркие воспоминания о невыразительности и неглобальном подходе к вопросам безопасности в курсах "Основ техники безопасности и пожарной техники", "Охраны труда", "Гражданской обороны" и переносили свое негативное отношение к навязываемой им сверху дисциплине "Безопасность жизнедеятельности".

8. Коллективный разум в выработке решений и стабильный период

В начале 2000-х Министерство образования РФ накрыло административной реформой, не способствовавшей развитию образования, в том числе направления "Безопасность жизнедеятельности". Ставшие же традиционными Всероссийские совещания заведующих кафедрами БЖД, на которых, естественно, отмечался положительный опыт ряда ведущих вузов и кафедр в методике преподавания БЖД и подготовки дипломированных кадров в области БЖД, а также перечислялось множество нерешенных проблем, не могли влиять своими решениями на позицию министерских и вузовских чиновников, руководствующихся своими "образовательными" концепциями.

Определенная польза от общения и обмена опытом во время таких совещаний, конечно, была, и следует выразить признательность МГТУ им. Н. Э. Баумана, на базе которого проходили все последующие совещания, за организацию этих совещаний.

Второе после первого совещания в Зеленограде, которое проходило в апреле 1993 г., состоялось 9—13 апреля 2001 г. [3]. В констатирующей части решения было отмечено, что "несмотря на деструктивный характер преобразований, происходивших в системе образования в 1990-х годах, НМС и УМС удалось не только сохранить те позиции, которые были достигнуты, но и значительно упрочить их. Активная работа НМС и УМС способствовала признанию важности проблем, связанных с безопасностью жизнедеятельности человека в условиях современного мира. В то же время на совещании отмечался низкий уровень финансирования образовательного процесса, а также то, что подготовка абитуриентов по курсу ОБЖ, изучаемого в средней школе, не соответствует требованиям вузов и ссузов. Учебники по курсу ОБЖ требуют фундаментальной переработки как по содержанию разделов, так и по перечню рассматриваемых тем.

В постановляющей части из 21 пункта можно выделить обращение к НМС о подготовке проекта инструктивного письма Минобразования России о включении дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" в учебные планы всех вузов

в объеме не менее 187 часов общей трудоемкости (что так и не реализовалось); рекомендацию Минобразованию о создании региональных советов по БЖД, используя при этом принцип деления России на федеральные округа (что было осуществлено); пожелание всем участникам совещания и вузам России способствовать деятельности журнала "Безопасность жизнедеятельности", который стал регулярно выходить с 2001 г. Первым главным редактором и вдохновителем был С. В. Белов. Следующим главным редактором недолго был Б. Е. Прусенко, а после его смерти в 2008 г. главным редактором журнала является О. Н. Русак. Были в Решении совещания и другие разумные и деловые предложения, многие из которых, к сожалению, остались на бумаге.

Третье Всероссийское совещание заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды прошло в МГТУ им. Н. Э. Баумана 16—21 мая 2005 г., четвертое 21—26 сентября 2009 г., на котором присутствовало уже более 200 заведующих кафедрами [4], пятое 30 сентября — 6 октября 2013 г. также в МГТУ им. Н. Э. Баумана, но уже в отсутствие бессменного руководителя этих мероприятий проф. С. В. Белова, который возглавлял НМС и УМС с конца 1980-х годов. В последние годы С. В. Белов тяжело болел, из дому не выходил и ушел из жизни сразу по окончании последнего сбора. Следующее совещание намечено в Санкт-Петербурге в 2017 г.

Следует отметить, что группа преподавателей и специалистов из 10 человек, среди которых были заведующие кафедрами проф. С. В. Белов, проф. В. Л. Лапин из МАТИ, проф. О. Н. Русак из ЛТА им. С. М. Кирова, проф. Б. Е. Прусенко из РГУ нефти и газа, проф. Л. А. Михайлов из РГПУ им. А. И. Герцена и доц. из МГТУ В. А. Девислов, были удостоены Премии Президента РФ в области образования за 2003 г. за научно-практическую разработку "Создание системы подготовки специалистов по безопасности жизнедеятельности в вузах".

Это было золотое время для области знаний "Безопасность жизнедеятельности", в деятельности НМС по БЖД и УМС по группе специальностей БЖД. Отметим, что Министерством образования РФ программное и методическое обеспечение дисциплины БЖД было поручено обновленному НМС по БЖД, созданному по приказу Минобразования России № 2995 от 21.08.2001 г. в составе 25 человек. Базовым вузом НМС был определен МГТУ им. Н. Э. Баумана. В соответствии с этим приказом и Положением о НМС было создано шесть Региональных Советов (отделений) по БЖД.

9. Стабильный период в деятельности кафедр и новые проблемы

Наступила определенная стабильность с программой дисциплины "Безопасность жизнедеятельности", подготовкой дипломированных специалистов, а также бакалавров и магистров по направлению 553500 — Защита окружающей среды. Для устранения тавтологии в названии укрупненной группы специальностей "Безопасность жизнедеятельности" и специальности 330100 — Безопасность жизнедеятельности, вместо последнего названия специальности появилось новое "Безопасность жизнедеятельности в техносфере", наверное, не самое удачное по масштабности глобальной безопасности. В дальнейшем появилось понятие "Техносферная безопасность", которое было присвоено объединенному УМС, созданного в составе УМО вузов по университетскому политехническому образованию на базе МГТУ им. Н. Э. Баумана и Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. В рамках объединенного УМС "Техносферная безопасность" были созданы учебно-методические комиссии по каждой специальности, всего пять: 330100 — Безопасность жизнедеятельности в техносфере, 330200 — Инженерная защита окружающей среды, 300400 — Пожарная безопасность, 330500 — Безопасность технологических процессов и производств, 330600 — Защита в чрезвычайных ситуациях и 320700 — Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

Далее в рамках разработки ФГОС ВПО третьего поколения было утверждено направление подготовки 280700 — Техносферная безопасность (приказ Министерства образования и науки РФ от 14.12.2009 № 723). В данном приказе не содержалось требований к профилю подготовки бакалавров. Однако в примерной основной образовательной программе (ПрООП) ВПО, утвержденной приказом Минобрнауки России ранее 17.09.2009 № 337, было представлено восемь профилей подготовки:

- Безопасность жизнедеятельности в техносфере;
- Безопасность технологических процессов и производств;
- Безопасность труда;
- Инженерная защита окружающей среды;
- Охрана природной среды и ресурсосбережение;
- Пожарная безопасность;
- Защита в чрезвычайных ситуациях;
- Радиационная и электромагнитная безопасность.

Если в первоначальной редакции ФГОС ВПО указывалось, что профиль ООП определяется вузом в соответствии с ПрООП ВПО, то приказом того же Минобрнауки РФ от 31.05.2011 № 1975 этот абзац был исключен. В современной редакции ФГОС ВПО, а именно в редакции приказов Минобрнауки от 18.05.2011 № 1657 и от 31.05.2011 № 1975, вообще нет упоминания о профиле подготовки бакалавров, взамен ФГОС ВПО предписываются определенные виды профессиональной деятельности, что должно найти отражение в вариативной (профильной) части ООП и условиях ее реализации.

Следует заметить, что в ПрООП ВПО по направлению подготовки 280700 "Техносферная безопасность" для бакалавров, утвержденной ректором МГТУ им. Н. Э. Баумана проф. А. А. Александровым 25.01.2011 г. и согласованной с председателем Совета УМО вузов России по университетскому политехническому образованию, академиком РАН И. Б. Федоровым 19.01.2011 г., в примерном учебном плане для бакалавров в базовой части "Математического и естественнонаучного цикла" для всех профилей подготовки появилась новая дисциплина "Ноксология", по содержанию очень похожая на дисциплину "Безопасность жизнедеятельности". Само название "Ноксология" уже фигурировало среди других при выборе названия для области знаний, которую назвали в конечном итоге "Безопасность жизнедеятельности". В соответствии с этимологией слова (ноксология означает науку о вредностях, опасностях), она не могла реально претендовать на интегральное название области знаний, включающей, прежде всего, безопасность со всеми методами и способами защиты от опасностей в любых средах и условиях обитания.

Поскольку по содержанию дисциплина "Ноксология" во многом идентична дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" и приобретаемые компетенции достаточно близки, многие преподаватели были в некоторой растерянности, как и что излагать. Однако, если принять "Ноксологию" как дисциплину об источниках опасностей, опасных производствах, то наряду с дисциплинами "Медико-биологические основы БЖД", "Физиология человека" или "Токсикология", она может претендовать на углубленное изучение вопроса об опасностях в учебном плане дисциплины "Техносферная безопасность". По мнению ряда преподавателей, если содержательную часть дисциплины "Ноксология" согласовать с содержанием сложившегося курса "Безопасность жизнедеятельности", это позволит увеличить суммарный объем учебных часов единого курса безопасности, название которому можно придумать или, как вариант, оставить старое — "Безопасность жизнедеятельности".



10. Выверенная программа на бумаге и вечный бой внутри вузов

Однако вернемся к дисциплине "Безопасность жизнедеятельности". Последняя примерная программа дисциплины была утверждена ректором МГТУ им. Н. Э. Баумана д-ром тех. наук, проф. Л. А. Александровым 01.12.2010 г., до этого она была завизирована 26.11.2010 г. председателем УМС "Техносферная безопасность" УМО вузов по университетскому политехническому образованию д-ром техн. наук, проф. Г. П. Павлихиным и 29.11.2010 г. — зам. Председателя УМО вузов, проректором МГТУ им. Н. Э. Баумана, канд. техн. наук, доц. С. В. Коршуновым. Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (зачетная единица равна 36 академическим часам). Рекомендованное распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы представлено далее (в часах): аудиторные занятия — 108 часов, в том числе лекции — 54, практические занятия — 18, семинары — 18, лабораторные работы — 18, самостоятельная работа — 108, включая промежуточный и итоговый контроль — 25 часов. Вуз в зависимости от технологии обучения самостоятельно устанавливает трудоемкость дисциплины. Кроме того, одним из видов учебной работы по освоению дисциплины является самостоятельная работа при разработке обязательного раздела БЖД в выпускной квалификационной работе (ВКР), которая составляет не менее 2 зачетных единиц и определяется вузом в зависимости от области знаний и характера выпускных квалификационных работ (ВКР). Программа состоит из восьми образовательных модулей с распределением видов занятий и трудоемкости в зависимости от шести областей знаний, но для всех вариантов областей знаний всего на дисциплину "Безопасность жизнедеятельности" должно выделяться 6 зачетных единиц, т. е. 216 академических часов.

Посмотрим, как выполняется этот оптимистический документ на практике. Для этого воспользуемся письмом нынешнего председателя УМО, ректора МГТУ им. Н. Э. Баумана А. А. Александрова к ректорам вузов от 28.01.2015 № 01-11-02/03, явившееся итогом совместного заседания УМС и НМС от 07.11.2014 г. [5]. Опуская положительные моменты, которые, несмотря на трудности, могут быть предъявлены некоторыми вузами и кафедрами, приведем причины, явившиеся спусковым крючком для составления письма. В письме А. А. Александрова отмечено, что в некоторых вузах (или по отдельным направлениям подготовки) созданные условия **недостаточны** для приобретения студентами соответствующих компетенций:

— объем аудиторных занятий по дисциплине (2—3 зачетные единицы вместо 6) не позволяет приобрести основополагающие знания, умения и навыки;

— имеют место случаи включения дисциплины в учебные планы на младших (1—2-м) курсах, что затрудняет в дальнейшем подготовку раздела БЖД в ВКР и возможность использования приобретенных знаний при прохождении студентами производственных практик;

— в ВКР **отсутствует** раздел БЖД, являющийся (в соответствии с примерной программой дисциплины БЖД) обязательным и интегральным показателем степени освоения регламентированных образовательными стандартами компетенций в области безопасности;

— материально-техническая база кафедр для проведения лабораторных работ во многих случаях требует модернизации и обновления.

Заканчивается письмо напоминанием, что в соответствии с ФЗ "Об образовании в РФ" вузы в настоящее время вносят изменения и уточнения в учебные планы всех реализуемых направлений подготовки и специальностей и в связи с этим целесообразно внести соответствующие коррективы в организацию преподавания и механизмы освоения дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" с целью создания необходимых условий для приобретения студентами требуемых ФГОС компетенций, подлежащих контролю в установленном порядке.

К сожалению, у Минобрнауки нет реальных рычагов исправить создавшееся положение в большинстве российских вузов с преподаванием дисциплины "Безопасность жизнедеятельности". Есть одна возможность воздействовать на руководство вузов, в частности при проведении аккредитации, которую осуществляют эксперты Росаккредагентства, являющиеся профессионалами в области техносферной безопасности. Однако этот серьезный шанс почему-то не используется. Поэтому наше сообщество имеет то, что имеет. А начиналось все оптимистично, но потом продолжалось в диалектической постоянной борьбе. Однако есть надежда, что мы не подойдем к каноническому концу известной сказки А. С. Пушкина о золотой рыбке.

11. Вместо заключения

Время неумолимо летит вперед, появляются новые обстоятельства, новые опасности, новые идеи. Жизнь в ее многообразии указывает на несостоятельность терминов "Техносферная безопасность" и даже "Безопасность жизнедеятельности". На повестке дня — создание более

общей области знаний о безопасности как отдельного человека в любых условиях жизни и деятельности, так и человеческой цивилизации в целом, связанной с космическими опасностями, земными катаклизмами, рукотворной ядерной "зимой". Речь идет о глобальной безопасности, которая шире техносферной и которая охватывает все известные и не всегда прогнозируемые для человечества опасности.

Не будем ни пессимистами, ни оптимистами. Останемся реалистами и будем помнить, что в жизни ничего не преподносится на блюдечке с голубой каемочкой, все нужно отвоевывать в борьбе даже у заведомых союзников. Поэтому 25-летие официального признания "Безопасности жизнедеятельности" властными структурами, выразившееся в решении Коллегии Гособразования от 27.04.1990 г. "О мерах по созданию непрерывного образования в области БЖД", в котором проявился масштабный подход к проблемам жизнедеятельности человека, и последующий приказ Гособразования СССР № 473 от 09.07.1990 г., давший старт и определивший дальнейший путь курса БЖД в образовательной системе страны, является поводом для серьезного анализа истории

БЖД, оценки определенных действий и перспектив БЖД.

Напоминание об этих датах связано с тем, что пришло время не только размышлять, но и реализовать как в образовательной деятельности, так и в научном плане дальнейшее развитие направления, которое при рождении нарекли БЖД. Это повод не только задуматься и ностальгировать, а действовать с умом и сообща. И да поможет нам удача!

Список литературы

1. **Русак О. Н.** Введение в охрану труда. Лекции. — Л.: ЛТА, 1982. — 56 с.
2. **Белов С. В., Девисилов В. А., Лапин В. Л.** Программа дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" // Безопасность жизнедеятельности. — 2001. — № 2. — С. 39—46.
3. **Сборник** материалов Всероссийского совещания ведущих кафедр по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности (9—13 апреля 2001 г.). М.: МГТУ, Ч. 1 (154 с.), Ч. 2 (125 с.). 2001.
4. **Козьяков А. Ф.** К 65-летию кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана // Безопасность жизнедеятельности. — 2003. — № 1. — С. 7—19.
5. **О дисциплине** "Безопасность жизнедеятельности" // "Безопасность в техносфере". — 2015. — № 1. — С. 84.

K. R. Malayan, Professor, e-mail: bgdspbgpy2003@list.ru, Saint-Petersburg Polytechnical University

Knowledge and Educational Discipline "Life Safety" — 25 Years

Outlines the origins of the creation and development milestones of scientific and educational system in the field of life safety for 25 years, their achievements along the way, as well as the factors hindering the development of a dynamic discipline life safety in universities and schools.

Keywords: *life safety, occupational safety and health, emergency, programme of discipline*

References

1. **Rusak O. N.** Vvedeniye v olchranu truda. Lektzii. Leningrad: LTA, 1982. 56 p.
2. **Belov S. V., Devisilov V. A., Lapin V. L.** Programma dis-tsipliny "Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti". *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2001. No. 2. P. 39—46.
3. **Sbornik** materialov Vserossijskogo soveshchaniya zavedu-jushchikh kafedrami po voprosam obrazovaniya v oblasti bezopasnosti zhiznedejatel'nosti (9—3 aprelja 2001 g.). M.: MGTU ch. 1 (154 p.), ch. 2 (125 p). 2001.
4. **Kozjakov A. F.** K 65-letiju kafedry "Ekologija i promyshlennaya bezopasnost" MGTU im. N. E. Baumana. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2003. No. 1. P. 7—19.
5. **O discipline** "Bezopasnost' zhiznedejatel'nostu". *Bezopasnost' v tekhnosfere*. 2015. No. 1. P. 84



И. Г. Кретова, д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой, e-mail: igkretova@gmail.com,
О. В. Беляева, канд. мед. наук, доц., Самарский государственный университет

Является ли компьютерное тестирование по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" объективным критерием оценки качества знаний студентов?

Представлено обсуждение оценки качества знаний студентов по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" по результатам федерального компьютерного тестирования. Ставится задача определить перечень и объем тем (не исключая повседневных, "бытовых" опасностей), обязательных для всех студентов вне зависимости от специфики вуза, по которым будет проводиться контрольное тестирование остаточных знаний студентов, корректность постановки вопросов и ответов, акцентировать внимание на алгоритмах поведения при возникновении различных ЧС и ситуациях, возникающих в реальной жизни, а не на знание тонкостей терминологии. В этом случае компьютерное тестирование станет объективным критерием оценки качества по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности".

Ключевые слова: студенты, оценка качества знаний, тестирование, безопасность жизнедеятельности

Ни у кого не вызывает сомнения, что самым главным для человека является его жизнь. К сожалению, современные условия жизни людей далеки от оптимальных. Ежедневные психологические нагрузки, стрессы, природные и климатические катаклизмы, техногенное загрязнение окружающей среды, угрозы инфекционного характера и т. п. способствуют тому, что жизнь человека превращается в растущую как снежный ком совокупность опасностей, с которыми приходится постоянно бороться. В связи с этим одним из важных в системе общего, среднего и высшего образования признаны дисциплины "Основы безопасности жизнедеятельности" или "ОБЖ" школьного курса и "Безопасность жизнедеятельности" в системе высшего образования.

Безопасность жизнедеятельности понятие емкое, так как включает в себя все грани жизни человека. В связи с этим составление учебных программ по одноименной дисциплине вызывает определенные сложности: огромный разноплановый объем информации; недостаточное количество часов на обучение; профильность вузов (классические, технические, медицинские, педагогические и т. д.).

Действительность такова, что каждое высшее учебное заведение выбирает принцип преподавания рассматриваемой дисциплины в зависимости

от профессиональной направленности и возможностей вуза. Даже название кафедр по всей России варьирует от собственно "Безопасности жизнедеятельности", что встречается редко, до сочетания: "Безопасность жизнедеятельности и экология", "Безопасность жизнедеятельности и охрана труда", "Безопасность жизнедеятельности и физическое воспитание", "Медико-биологические дисциплины и безопасность жизнедеятельности" и т. д. В связи с этим при обучении логично акцентировать внимание на направлениях, сочетающихся с приобретением основных знаний по специальности. Особенно широко данная тенденция используется в технических вузах, где параллельно возможно получение дополнительного образования — "инженер по охране труда", "инженер по технике безопасности" и т. д. Соответственно на данные темы отводится большее количество часов, проводится более глубокое и специфичное прорабатывание материала, часто выходящее за рамки, необходимые обычному человеку, и, как следствие, в ущерб остальному объему "общекультурной" информации.

Самарский государственный университет (СамГУ) является высшим учебным заведением классического типа, выпускающим бакалавров, специалистов и магистров различного профиля по естественнонаучным и гуманитарным

направлениям. Учитывая данную особенность, преподавание дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" в СамГУ, с одной стороны, позволяет рассматривать широкий спектр учебных тем, давая возможность обучения студентов безопасному поведению в общепринятых опасных ситуациях и в повседневной жизни, что по мнению авторов, является не менее актуальным. Но, с другой стороны, недостаточность учебных часов заставляет ограничивать объем тематического материала, пересматривать необходимость преподавания многих теоретических вопросов, чтобы дать возможность студентам овладеть практическими навыками безопасной жизни. Сотрудники кафедры, как и сотрудники других вузов, ежегодно сталкиваются еще с одной проблемой — федеральное компьютерное тестирование остаточных знаний студентов.

Учитывая вышесказанное, возникает потребность в обсуждении ряда вопросов универсальности преподавания с точки зрения воспитания культуры безопасной жизни и необходимости оценки определенных знаний по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" в зависимости от профиля вуза.

Перефразировав знаменитое изречение крупнейшего русского клинициста М. Я. Мудрова (1776—1831) "Любую болезнь легче предупредить, чем лечить": "любую опасность легче предупредить, чем ликвидировать", становится понятным, что необходимо научить молодое поколение предвидеть опасность и создавать безопасную среду, а не ограничиваться принципами "спасать и исправлять". Такая постановка вопроса требует более широкого спектра знаний опасных и безопасных сторон жизни, выработки алгоритма повседневного безопасного поведения, а не только алгоритма спасения в экстремальных ситуациях.

Современный курс "Безопасность жизнедеятельности" как зеркало отражает катастрофическое мышление современного россиянина. Наши школьники и студенты знают, что нужно и чего нельзя делать в чрезвычайных ситуациях, умеют отвечать на конкретно поставленные вопросы в тестах, но не знают, что необходимо делать в обычной жизни, чтобы она стала безопасной, когда не звучат привычные формулировки. Наглядным примером является поведение населения при падении "Челябинского метеорита", когда вместо требуемых безопасных действий при возникновении вспышки/светового излучения,

подавляющее большинство подбегало к окну и снимало на сотовые телефоны "необычное явление"!

В процессе преподавания дисциплины, используя различные методики, сотрудники кафедры "Безопасность жизнедеятельности" СамГУ отмечают, что часто студенты, продемонстрировав "хорошие" и "отличные" знания по темам тестирования, испытывают большие затруднения в объяснении и даже воспроизведении тех же знаний, но без вариантов подсказок тестов. Данный факт заставляет задуматься, отображает ли тестирование реальные знания и можно ли судить о качестве подготовки студентов по его результатам.

Компьютерное тестирование остаточных знаний студентов наиболее четко демонстрирует необходимость пересмотра и регламентирования объема и глубины учебного материала по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности". Анализируя предлагаемые в таких тестированиях задания, возникает ряд вопросов: учитывается ли при составлении тестов профиль вуза (технический, классический и т. д.); количество часов, выделенных на лекции, семинарские и практические занятия проверяемой специальности; а также необходимость оценки знаний по ряду вопросов.

Как указывалось выше СамГУ — классический университет, где не готовят студентов по инженерно-техническим направлениям, что в противном случае позволило бы изучать и понимать многие опасности в технической сфере более глубоко и предметно. Следовательно, правомочно ли требовать от студентов филологического, юридического, биологического и тому подобных направлений знаний типа и характера гидротехнических сооружений (дамбы, водохранилища, канала, плотины, гидроузла); частоты и длины электромагнитных излучений; технических определений "газоснабжения", теплопередачи, отопления, энергоснабжения и т. п.? А самое главное, помогут ли именно эти знания при угрозе или реализации наводнений, излучений, прорыве трубы бытового отопления и т. д.?

Для формирования гармонично развитой личности такие знания возможно и нужны, однако в связи с переходом на ФГОСы различного уровня учебных часов на освоение дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" выделяется катастрофически мало. Невозможно за 18 часов лекций и 18 часов практических занятий полноценно дать теоретические основы безопасного поведения,



обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в производственной, природной и жилой среде, организации защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях в мирное и военное время, помимо этого сформировать у студентов принципы здорового образа жизни, оказания первой помощи при различных реально встречающихся в жизни состояниях.

Формирование здорового образа жизни — это формирование безопасного поведения человека на всем цикле его жизни. Рассматривая студентов как будущее страны, необходимо научить их заботиться о своем психическом, физическом, репродуктивном здоровье. Проблемы со здоровьем возникают не только в результате несчастных случаев, чрезвычайных ситуаций и военных действий. "Безопасное питание", "Организация труда и отдыха", "Психогигиена", "Планирование семьи" — вот тот небольшой перечень тем, действительно интересующий молодое поколение. С включением сотрудниками кафедры "Безопасность жизнедеятельности" СамГУ в учебную программу основ профилактической медицины, социальных болезней, ключевых заболеваний хирургического, инфекционного и терапевтического профиля, резко повысился интерес студентов к осваиваемой дисциплине, что выразилось в высокой посещаемости, активности на практических и семинарских занятиях, более качественном усвоении всего материала, участии в научных студенческих конференциях.

Согласно новым Федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования "Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими общекультурными компетенциями: способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций" (в большинстве стандартов это ОК-9). Несмотря на очевидно узкую конкретику указанных направлений компетенции, не охватывающей возможного необходимого материала, тематика рассматриваемых проблем при достаточной подготовленности преподавательского состава весьма широка.

Включение указанных выше вопросов логично с точки зрения понимания механизмов возникновения социальных опасностей, последствий чрезвычайных ситуаций различного характера и настраивает студентов на безопасное поведение в повседневной жизни. Осознание причин, видов, характера взаимодействия в системе

"человек — среда обитания" помогает студентам комплексно подходить к вопросам опасности и безопасности на всех этапах жизни, учит думать, прежде чем что-то сделать, и дает высокую мотивацию к освоению дисциплины как личной необходимости, а необязательной зачетно-экзаменационной данности.

Возвращаясь к теме компьютерного тестирования, хотелось бы обсудить спорные, по мнению авторов, вопросы медицинского блока. На фоне незначительного количества требуемых учебной программой заданий по алгоритмам оказания первой помощи при травмах, реанимационных пособий достаточно большой процент встречаемости занимали вопросы на знания терминов — эпифитотия, панфитотия, эпизоотия, панзоотия, микозы; а также — множественные, комбинированные, сочетанные травмы; распределение заболеваний и типов возбудителей: вирусы, риккетсии или бактерии. Для оказания своевременной качественной первой помощи гораздо важнее знать симптомы (признаки) заболеваний и состояний, последовательность действий, а также то, что категорически запрещается делать.

Значимость основ эпидемиологии — науки об инфекционных болезнях в настоящее время при периодически возникающих новых и обостряющихся уже известных инфекциях трудно переоценить. Однако и здесь в основе безопасного поведения лежат знания источников, путей передачи инфекции и мер профилактики, а не только терминологии.

Особое недоумение вызвало задание на нахождение соответствия названия и симптоматики клинических форм теплового удара — гастроэнтеральная, церебральная, гипертермическая, асфиксическая. Тестирование проводится у студентов немедицинского вуза. Эти сугубо медицинские термины совершенно не нужны для оказания первой помощи при таком состоянии. Несмотря на то что учебная программа, по которой занимаются студенты СамГУ, содержит достаточный объем медицинской тематики, материал преподается с учетом немедицинского профиля, что требует дополнительных временных затрат у преподавателей, но повышает понимание и качество усвоения материала учащимися.

Еще одна проблема: тестовые задания по транспортной безопасности. На наш взгляд, они содержат вопросы из правил дорожного движения и предназначены для водителей и людей,

получающих права. Например, "Наезд на неподвижный предмет", "Кто является пассажиром — инструктор; человек, везущий велосипед и т. д.". Важнее знать, в каком месте стоять на остановке, ожидая общественный транспорт, где безопаснее сидеть, что делать при пожаре...

В заключение хотелось бы сказать, что оценка качества знаний по любой дисциплине обязательна. Но, прежде всего, должен быть определен перечень и объем тем (не исключая повседневных, бытовых опасностей), обязательных для всех направлений бакалавриата вне зависимости от специфики вуза, по которым будет проводиться контрольное тестирование остаточных знаний студентов. Следует больше внимания обращать

на алгоритмы поведения при возникновении различных реальных ситуаций, профилактику социальных опасностей (толпа, секты, вовлечение молодежи в экстремистские и террористические группировки, реакция на СМИ, социальные сети и т. п.), а не на знание тонкостей терминологии. Не менее важны знания студентов по оказанию первой помощи при травмах, внезапных состояниях (гипертонический криз, инфаркт миокарда, острый живот и т. д.), отравлениях, в том числе психоактивными веществами, источниках, путях передачи и профилактике инфекционных заболеваний. В таком случае тестирование станет объективным критерием оценки качества по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности".

I. G. Kretova, Professor, Head of Chair, e-mail: igkretova@gmail.com, **O. V. Belyaeva**, Associate Professor, Samara State University

Is Computer Testing on "Health Safety" as a Subject a Sufficient Criteria of Assessing Students' Knowledge?

A discussion is presented on the assessment of students' knowledge on the subject of "Health Security" based on the results of the state computer testing. At the moment it's necessary that we define a list and the depth of the topics (excluding everyday, day-to-day domestic hazards) which are obligatory for all students whatever their major is. Next the students will be tested (based on the defined topics) concerning their residual knowledge. The attention should be focused on the behaviour patterns in the event of various emergencies and situations that occur in real life, rather than on the knowledge of the terms. In this case computer testing is a sufficient criteria to assess students' knowledge on the subject of "Health Security".

Keywords: students, knowledge assessment, testing, health security

Анонс!

В следующем номере журнала № 11—2015 в разделе "Проблемы образования в области безопасности жизнедеятельности" будет опубликована статья авторов Красногорской Н. Н., Цвилленовой Н. Ю. "Эволюция образовательных программ высшей школы и проблемы преподавания курса "Безопасность жизнедеятельности" как обязательной дисциплины".



Sfitex

St. Petersburg International Security & Fire Exhibition

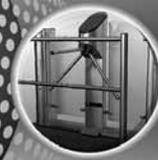
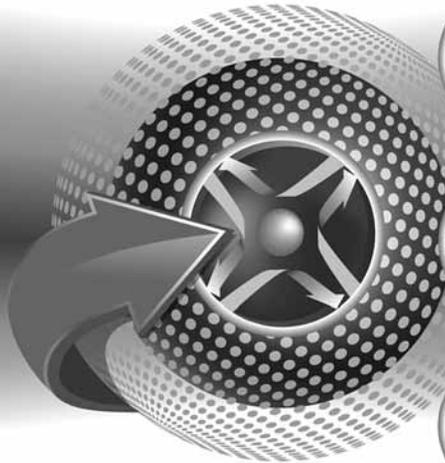


10–12 ноября 2015

Место проведения:

Санкт-Петербург
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

24-я Международная выставка ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА



Разделы выставки:

- ⊗ Охранная сигнализация
- ⊗ Охранное телевидение и наблюдение
- ⊗ Системы контроля и управления доступом, идентификация
- ⊗ Системы и средства пожарной безопасности
- ⊗ Информационная безопасность
- ⊗ Инженерно-технические, механические и электронные средства безопасности
- ⊗ Антитеррористическое и досмотровое оборудование
- ⊗ Системы связи и оповещения
- ⊗ Средства личной безопасности и экипировка
- ⊗ Гражданская защита и промышленная безопасность
- ⊗ Безопасность транспортных средств. Специальный транспорт. Средства обеспечения безопасности дорожного движения
- ⊗ Криминалистическая техника
- ⊗ Услуги

Организаторы:



Забронируйте стенд

+7 (812) 380 6009/00

security@primexpo.ru

www.sfitex.ru

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

Журнал выходит при содействии Учебно-методического совета "Техносферная безопасность" Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию и Научно-методического совета "Безопасность жизнедеятельности" Министерства образования и науки Российской Федерации

ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, Стромьинский пер., 4

Телефон редакции журнала (499) 269-5397, тел./факс (499) 269-5510, e-mail: bjd@novtex.ru, http://novtex.ru/bjd

Телефон главного редактора (812) 670-9376(55), e-mail: rusak-maneb@mail.ru

Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Е. В. Комиссарова*

Сдано в набор 03.08.15. Подписано в печать 15.09.15. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ1015.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солишнз".

Отпечатано в ООО "Авансед солишнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: www.aov.ru