

ISSN 1684-6435

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ



4(244) 2021

**30-я Международная выставка
технических средств
охраны и оборудования
для обеспечения безопасности
и противопожарной защиты**



Sfitex

9 – 11 ноября 2021 г.

**Санкт-Петербург,
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»**

Sfitex — крупнейшая региональная выставка на Северо-Западе России в области безопасности. Обладатель звания «Лучшая региональная выставка России» по тематике «Безопасность, пожарная безопасность, охрана труда» во всех номинациях по итогам Общероссийского рейтинга выставок.

Основные разделы выставки

- Решения AntiCOVID
- Системы пожаротушения и огнезащиты
- Оборудование и компоненты для охранно-пожарной сигнализации
- Системы видеонаблюдения
- СКУД и системы охраны периметра

Официальный сайт мероприятия
<https://www.sfitex.ru/ru-RU/>



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

АГОШКОВ А. И., д.т.н., проф.
 ГРАЧЕВ В. А., чл.-корр. РАН,
 д.т.н., проф.
 ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН,
 д.г.н., к.б.н., проф. (председатель)
 КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н.,
 проф.
 ПЛЮЩИКОВ В. Г., д.с.-х.н., проф.
 ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.
 РОДИН В. Е., 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.

Редакционная коллегия:

АЛБОРОВ И. Д., д.т.н., проф.
 ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.
 ВОРОБЬЕВ Д. В., д.м.н., проф.
 ЗАБОРОВСКИЙ Т., д.т.н., проф.
 (Польша)
 ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.
 КИРСАНОВ В. В., 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.
 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.
 РОДИН Г. А., д.т.н., проф.
 СИДОРОВ А. И., д.т.н., проф.
 ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.
 ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.
 ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

4(244)
2021

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЯ

- Михайлов В. А., Сотникова Е. В., Калпина Н. Ю.** Гидроионизация кондиционированного воздуха в локальном аппарате для оператора производственного помещения при круглогодичном функционировании 3
- Костенко П. И.** Возможности и перспективы применения оздоровительной гимнастики цигун для обеспечения безопасности личности 11
- Логунова Т. В., Патрушева Т. Н., Енютина Т. А., Марченкова С. Г., Щербакова Л. В.** Влияние температуры окружающего воздуха на время охлаждения и качество плодов и овощей в процессе хранения 17
- Будыкина Т. А.** Эргономические и эксплуатационные характеристики некоторых респираторов, оцененных в условиях пандемии COVID-19 21

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Анахов С. В., Харина Г. В., Матушкин А. В., Пыкин Ю. А.** Об эффективности обезвреживания азотсодержащих компонентов в технологии плазменного дожигания газообразных отходов 29
- Гладких С. Н., Семчук Н. Н., Дмитрук Н. Г.** Глубокая очистка гальванических стоков авторемонтных предприятий 37

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Вивчарь-Панюшкина А. В., Болотин С. Н., Панюшкин В. Т.** Влияние состояния окружающей природной среды на экологию города Краснодара 41

ОБРАЗОВАНИЕ

- Томакова И. А., Томаков В. И.** Технология дистанционного обучения дисциплине "Экономика и менеджмент безопасности" в условиях пандемии 49

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, так как он включен в Международную базу данных Chemical Abstracts. Журнал также индексируется в Российском индексе научного цитирования.



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since
January 2001

Editorial board

AGOSHKOV A. I., Dr. Sci. (Tech.)
GRACHEV V. A., Cor.-Mem. RAS,
Dr. Sci (Tech.)
ZALIKHANOV M. Ch., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Geog.), Cand. Sci. (Biol.)
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)
PLYUSHCHIKOV V. G.,
Dr. Sci (Agri.-Cult.)
PRONIN I. S., Dr. Sci (Phys.-Math.)
RODIN V. E., 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.

Editorial staff

ALBOROV I. D., Dr. Sci. (Tech.)
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
VOROBYEV D. V., Dr. Sci (Med.)
ZABOROVSKIY T. (Poland),
Dr. Sci. (Tech.)
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)
KIRSANOV V. V., Dr. Sci. (Tech.)
KOSORUKOV O. A., Dr. Sci. (Tech.)
KRASNOGORSKAYA N. N.,
Dr. Sci. (Tech.)
KSENOFONTOV B. S.,
Dr. Sci. (Tech.)
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.)
RODIN G. A., Dr. Sci. (Tech.)
SIDOROV A. I., Dr. Sci. (Tech.)
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)
SHVARTSBURG L. E.,
Dr. Sci. (Tech.)

4(244)
2021

CONTENTS

LABOUR AND HEALTH PROTECTION

- Mikhailov V. A., Sotnikova E. V., Kalpina N. Y.** Hydroionization of the Conditioned Air in the Local Apparatus for the Operator of the Production Room during the Year-Round Operation 3
- Kostenok P. I.** Opportunities and Prospects of Application of Qigong Health-Improving Gymnastics for Ensuring Personal Safety 11
- Logunova T. V., Patrusheva T. N., Enyutina T. A., Marchenkova S. G., Shcherbakova L. V.** Influence of Ambient Air Temperature on Cooling Time and Quality of Fruits and Vegetables in the Storage Process 17
- Budykina T. A.** Ergonomic and Performance Characteristics of some Respirators Evaluated in the COVID-19 Pandemic 21

ECOLOGICAL SAFETY

- Anakhov S. V., Harina G. V., Matushkin A. V., Pyckin Y. A.** On the Efficiency of Nitrogen-Containing Components Neutralization in the Plasma Afterburning Technology for Gaseous Waste 29
- Gladkih S. N., Semchuk N. N., Dmitruk N. G.** Deep Cleaning of Electroplating Drains Car Repair Companies 37

REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Vivchar-Panyushkina A. V., Bolotin S. N., Panyushkin V. T.** The Influence of the State of the Natural Environment on the Ecology of Krasnodar 41

EDUCATION

- Tomakova I. A., Tomakov V. I.** Technology of Distance Learning in the Discipline "Economics and Security Management" in the Context of a Pandemic 49

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

УДК 504.5

В. А. Михайлов¹, д-р техн. наук, проф.,

Е. В. Сотникова², канд. хим. наук, доц., e-mail: ev.sotnikova@yandex.ru;

Н. Ю. Калпина¹, канд. техн. наук, доц.

¹ Московский политехнический университет

² Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

Гидроионизация кондиционированного воздуха в локальном аппарате для оператора производственного помещения при круглогодичном функционировании

Рассмотрен вопрос технической возможности достижения гидроионизации воздуха в локальном аппарате производительностью 25 м³/с с орошаемой пластинчатой насадкой в дополнение к обеспечению в нем водоиспарительного охлаждения, увлажнения и очистки от вредных примесей. Показано, что для обеспечения требуемого баллоэлектрического эффекта следует организовать дробление в потоке воздуха перед фронтальной частью насадки воды в количестве 100 кг/ч, поступающей сюда из размещенного сверху оросителя. Отмечено, что в таком оросительном устройстве может быть достигнуто рациональное распределение массы поступающей воды: меньшее (в количестве 12 кг/ч) — достаточное для обеспечения качественного испарительного охлаждения, увлажнения и очистки воздуха в насадке; большее (88 кг/ч) — приемлемое для создания необходимых условий его ионизации перед насадкой.

Ключевые слова: кондиционируемое производственное помещение, качество воздуха, зона дыхания оператора, локальная подача воздуха, орошаемая пластинчатая насадка, очистка от вредных примесей, охлаждение, увлажнение, гидроионизация, дробление воды, водораспределитель, перфорированная трубка

Введение

Качество воздушной среды в кондиционируемых многолюдных производственных помещениях можно повысить путем локальной подачи к каждому оператору очищенного от вредных примесей и дополнительно охлажденного воздуха [1]. Особенностью этой концепции является то, что охлажденный воздух должен быть более "сухим" по сравнению с нормативными показателями. Например, по данным проведенного анализа [2] при комфортной температуре воздуха 25 °С в помещении подача воздуха в зону дыхания оператора не менее 20 м³/ч с температурой на уровне 22 °С, относительной влажностью не более 40 %, в то время как по ГОСТ 12.1.005—88 [3] этот показатель при такой температуре допускается до 75 %.

По результатам исследования [2] выявлено, что указанное функциональное качество локального аппарата можно обеспечить, если в нем

дополнительно применить термоэлектрический преобразователь энергии, т. е. холодильную машину. Однако здесь возникает потребность в специальном преобразователе электрического тока с 220 В (переменного) до 12 В (постоянного) для питания термоэлектрической батареи с вентилятором и теплообменником с ее "горячей" стороны. При этом стоимость аппарата увеличивается, а его энергопотребление возрастает, что противоречит современным требованиям по энергосбережению систем кондиционирования воздуха [4].

В связи с этим можно сделать вывод, что обозначенная выше концепция [1] не в полной мере отвечает современным требованиям. Однако, признавая в целом актуальность данной концепции по повышению качества воздушной среды в кондиционированных рабочих помещениях и выделяя важнейшую необходимость применения локальной подачи на каждого оператора дополнительно очищенного от вредных примесей

и охлажденного воздуха, вместо энергозатратного его осушения, рассмотрим вопрос иного повышения функционального качества аппарата. Объектом рассмотрения была выбрана гидроионизация воздуха.

Предпосылки к использованию гидроионизации для повышения качества кондиционированного воздуха

Как известно, под ионизацией понимается превращение молекул вещества в ионы под действием внешнего фактора [5]. В рассматриваемом случае имеет место гидроионизация [6], т. е. искусственное воспроизведение явления, известного в природных условиях при дроблении потока воды (водопады, фонтаны и тому подобное), во время которого электрическая проводимость воздуха повышается с изменением униполярности и концентрации ионов (баллоэлектрический эффект). Считается, что при разделении потока воды на струи, капли и пленки из их поверхностного слоя вырываются отрицательные заряды, а из более глубокого — заряды положительные. Кроме того, выделяющиеся из молекул раздробленной воды электроны, захватываемые молекулами кислорода воздуха, образуют так называемый "активный кислород". Последний и отрицательные ионы с воздухом, проникая через альвеолы легких человека в кровь и отдавая ей свои заряды, способствуют ее насыщению кислородом, что благоприятно влияет на состояние нервной системы и организма оператора в целом. При этом указанное происходит в среде увлажненного воздуха, и нет необходимости его осушения. К тому же, чем больше концентрация ионов в воздухе, тем эффективнее его очистка от бактерий. Таким образом, имеются важные предпосылки к использованию гидроионизации для дальнейшего повышения качества кондиционируемого воздуха в локальном аппарате и помещении в целом.

В связи с отмеченным для достижения искусственного воспроизведения баллоэлектрического эффекта в локальном аппарате, в котором вырабатываются отрицательные ионы, ставится задача по обеспечению в нем развитой поверхности воды путем соответствующего дробления и равномерного распределения в орошаемом устройстве и в потоке воздуха аппарата. Для решения этой задачи проведем анализ известных отработанных конструкций устройств орошения водоиспарительных установок.

Анализ конструкций орошения в системах кондиционирования воздуха

В системах кондиционирования воздуха в производственных помещениях применяются аппараты, в которых воздух и вода имеют непосредственный контакт. Разновидностью таких аппаратов являются камеры форсуночного орошения [7, 8], которые в нашей стране производятся в виде блоков, рассчитанных на их использование в системах с производительностью по воздуху 10...100 тыс. м³/ч [8].

На рис. 1 представлена принципиальная схема типовой двухрядной камеры орошения, являющейся частью водоиспарительного воздухоохладителя для кондиционера [7]. В поддоне 1 камеры с помощью вентиля 8, сообщенного с водопроводом здания, поддерживается постоянный уровень воды, избыток которой удаляется через переливной приемник 2 в слив. Всасывающий трубопровод 10 от фильтра 9 подсоединен к насосу 11, от которого вода по нагнетательному трубопроводу 12 поступает к коллекторам 6 с вертикальными стояками 4, где размещены форсунки 5. На входе потока воздуха в камеру смонтирован воздухо-распределитель 3, служащий для выравнивания воздушного потока по ее сечению и предотвращения выбрызгивания воды из камеры. В выходном сечении камеры также установлен каплеуловитель 7. При этом скорость воздуха в поперечном сечении

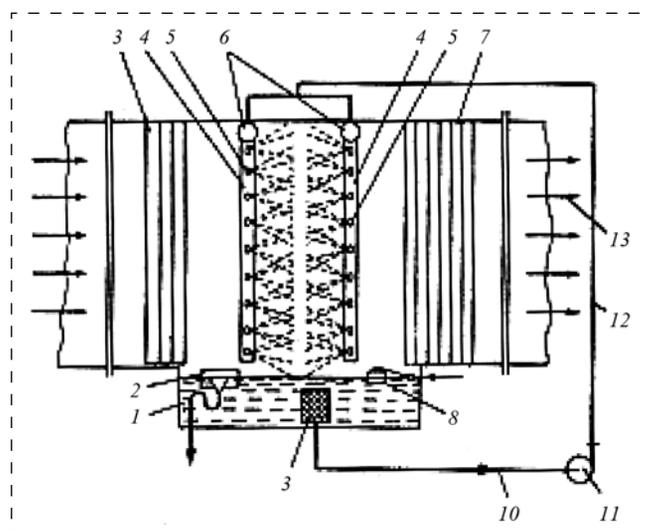


Рис. 1. Принципиальная схема типовой двухрядной горизонтальной камеры орошения:

1 — поддон; 2 — переливной приемник; 3 — воздухо-распределитель; 4 — стояки форсунок; 5 — тангенциальные форсунки; 6 — коллекторы стояка; 7 — каплеуловитель; 8 — вентиль; 9 — водяной фильтр; 10 — всасывающий трубопровод; 11 — насос; 12 — нагнетательный трубопровод; 13 — поток воздуха

камеры ограничена значениями 2,5...2,7 м/с, поскольку реальные сепараторы типовых камер не обеспечивают надежного отделения взвешенных капель воды от воздушного потока 13.

Что же касается создания в камере развитой поверхности контакта воды с обрабатываемым здесь воздухом, то она создается путем ее распыления с помощью тангенциальных форсунок 5, причем под термином "распыление" понимается процесс дробления воды на относительно мелкие капли, обеспечивающие значительное развитие поверхности контакта по сравнению с первоначальной струей воды [7]. Рекомендованное давление воды перед форсунками составляет 1,0...2,5 атм. при диаметре выходного отверстия форсунки 4,5...5,5 мм. Тогда, например, при давлении воды 2 атм. и диаметре 5 мм расход воды через форсунку составит 465 кг/ч [7].

Соотношение массового расхода воды G_w (кг/ч) и массового расхода воздуха G_0 (кг/ч) в камере характеризуется коэффициентом орошения $\beta = G_w/G_0$. Отметим, что $G_0 = \rho_0 L_0$ (здесь ρ_0 — плотность воздуха, кг/м³). В рассматриваемом случае $\beta = 1,4$ [7]. В результате при $\rho_0 = 1,2$ кг/м³ получим значение подачи воздуха в зону дыхания $L_0 = 277$ м³/ч.

Как указывалось ранее, локальный аппарат должен иметь подачу воздуха на уровне $L_0 = 20$ м³/ч. Отсюда можно сделать вывод, что даже с одной форсункой рассмотренный тип камеры не может быть использован в качестве прототипа для решения рассматриваемой задачи.

Для водоиспарительных воздухоохладителей меньшей производительности разработаны иные устройства для дробления воды. Так для кабин универсально-пропашных тракторов МТЗ-80/82 разработан водоиспарительный охладитель производительностью 165 м³/ч, в котором распыление орошающей воды осуществлено с помощью пневмофорсунки, куда подается сжатый воздух от ресивера пневмосистемы машины под давлением 5 атм. [9]. Такой способ разделения воды является энергозатратным даже при том, что электропотребление этого аппарата на привод его вентилятора и водяного насоса составляет не менее 160 Вт. Отметим, что в рабочих помещениях, как правило, отсутствует централизованная система сжатого воздуха (в расчет не принимаются производственные участки, где использование сжатого воздуха предусмотрено технологическим циклом обработки материалов). Поэтому такой тип форсуночной камеры для решения рассматриваемой задачи неприемлем.

Интерес представляет система, созданная для водоиспарительного охладителя кабины хлопководческого трактора Т-28Х4М, базирующегося на использовании двух параллельно работающих вентиляторов для обеспечения суммарной производительности по воздуху 400 м³/ч, т. е. по 200 м³/ч на каждый вентилятор. Принципиальная схема подобного устройства распыления воды [10] представлена на рис. 2 (вид сверху, условно отнесенный только к одному из вентиляторов).

Устройство содержит радиальный вентилятор 4, выходная часть корпуса которого соединена диффузором 6 с блоком 7, где размещена орошаемая насадка 8. Вода поступает на фронтальную часть насадки в виде капель, образованных в результате взаимодействия с потоком 1 воздуха струи воды, подаваемой из отверстия форсунки 3, продольная ось которой совпадает с направлением струи воздуха 2, ориентированной тангенциально под углом к наружной окружности рабочего колеса 5 вентилятора. Место размещения форсунки на корпусе вентилятора и ее положение под углом выбирается экспериментально, исходя из условия обеспечения равномерного орошения фронтальной части насадки 8.

В этом устройстве по типу омывателей стекол кабины транспортных средств апробирована основная промышленностью форсунка с диаметром выходного отверстия 0,8 мм. Однако опыт в реальных условиях эксплуатации системы показал, что из-за загрязнения воздуха и воды, содержащей соли, после длительного перерыва в ее подаче происходит выпадение примесей в отверстии форсунки и их обсыхание здесь, в результате чего система выходит из строя.

Для исключения этого явления можно рекомендовать использовать усовершенствованную струйную форсунку [11], особенностью конструкции которой является то, что в ее полом корпусе

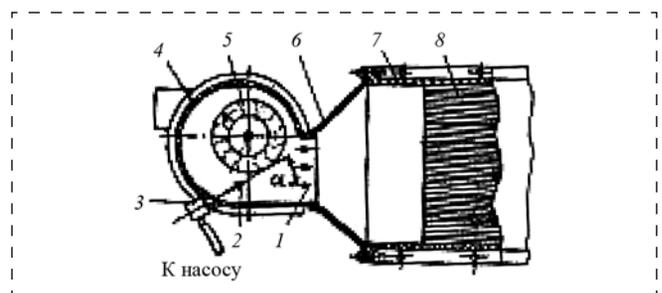


Рис. 2. Принципиальная схема устройства орошения насадки охладителя:

1 — поток воздуха; 2 — направление струи воздуха; 3 — струйная форсунка; 4 — радиальный вентилятор; 5 — рабочее колесо вентилятора; 6 — диффузор; 7 — блок насадки; 8 — насадка



имеется подвижный подпружиненный шток. На конце этого штока закреплена пластмассовая эластичная игла, входящая в отверстие при включенной подаче воды, т. е. место в выпускном отверстии занято и недоступно для посторонних частиц. При включении же подачи воды шток под ее давлением отжимается, игла втягивается внутрь корпуса, выходит из отверстия и таким образом освобождает его для прохода воды из форсунки к вентилятору.

Рассмотренная система орошения положительно проявила себя в серийно выпускаемых воздухоохладителях ВТ-400, оборудованных двумя вентиляторами, работающими в них по напорной схеме (вентилятор расположен перед орошаемой насадкой). Однако в типаже унифицированной системы нормализации микроклимата (СНМ), включающей воздухоохладители различной производительности (290...1010 м³/ч), обусловленной реальным объемом кабин 1,5; 2; 2,5 и 3,4 м³ самоходных машин [12], по условиям их рациональной компоновки вентиляторы установлены после насадки, т. е. имеет место их работа по схеме разрезания. Этот прием применен и в конструкции локальных воздухоохладителей [13]. Указанное исключает использование охладителя воздуха, где вентиляторы работают по напорной схеме [10]. Для решения рассматриваемой задачи в связи с этим необходимо изыскание более современного пути, учитывающего особенности функционирования системы орошения: с одной стороны, для создания развитой поверхности раздробленной воды в полости корпуса перед фронтальной частью насадки ее подача должна быть относительно большей; с другой стороны, на увлажнение насадки подача воды должна быть снижена для исключения явления "захлебывания". В этом есть определенное противоречие, для устранения которого могут быть привлечены технические решения устройств [14, 15], использованные при разработке водоиспарительных воздухоохладителей типажа СНМ [12], что и показано далее.

Техническая реализация результатов исследования

При создании усовершенствованного аппарата необходимо следовать требованиям "Экологической концепции" по ГОСТ Р 57326—2016 /ISO/TR 1062: 2002 в части того, что в новом изделии должна быть предусмотрена унификация, совершенствование разработки, предусматривающее использование инноваций — аппарата для

локальной защиты оператора при выполнении им паяльно-сварочных работ [16], который при подаче воздуха $L_0 = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$ имеет габаритные размеры 210 мм (ширина), 190 мм (глубина), 390 мм (высота) и сухую массу 2,1 кг (количество заливаемой воды 2 л).

Построение его конструкции соответствует указанной "Экологической концепции", в связи с чем эту конструкцию можно принять в качестве прототипа для дальнейшей модернизации. При этом учитывается, что в качестве устройства для обработки воздуха после оросителя использована современная, выполненная из мипласта плоскошелевая насадка регулярной структуры, в которой при взаимодействии потоков воздуха и воды ее струи "распластываются" по стенкам пластин, образуя широкие полосы, рациональные как с точки зрения обеспечения необходимого водоиспарительного охлаждения воздуха и его мокрой очистки от вредных примесей, так и с позиции получения дополнительной зоны гидроионизации. Геометрические размеры принятой насадки: ширина — 165 мм; высота — 130 мм; длина по ходу потока воздуха — 34 мм; ширина воздушного канала — 2 мм; число каналов — 55 шт. [16]. Причем поставленную задачу целесообразно решать путем замены системы орошения в рассматриваемой конструкции [16] на новую систему орошения, предлагаемую в патентах [14, 15]. На рис. 3 представлена схема такого усовершенствованного аппарата.

В устройстве орошения в качестве раздатчика воды применена перфорированная трубка диаметром 8 мм. Для обеспечения равномерного поступления воды в поток воздуха отверстия в трубке должны быть расположены достаточно часто и иметь относительно небольшой диаметр. Экспериментально установлено, их диаметр должен составлять 0,8...1,0 мм при шаге не более 25 мм. Однако при таком диаметре отверстий эксплуатационная надежность аппарата снижается. Для исключения этого необходимо увеличить их диаметр, но тогда резко увеличится поступление воды из оросителя в насадку и произойдет ее "захлебывание" особенно в том случае, когда трубка находится над фронтальной частью насадки или примыкает к ней спереди. Это явление можно исключить при использовании заимствований из установок, представленных в работах [14, 15].

Как видно на рис. 3, внутри корпуса 3 устройства размещена насадка 4, а в ее крышке 11 около верхней части смонтировано оросительное устройство в виде перфорированной трубки 10 и

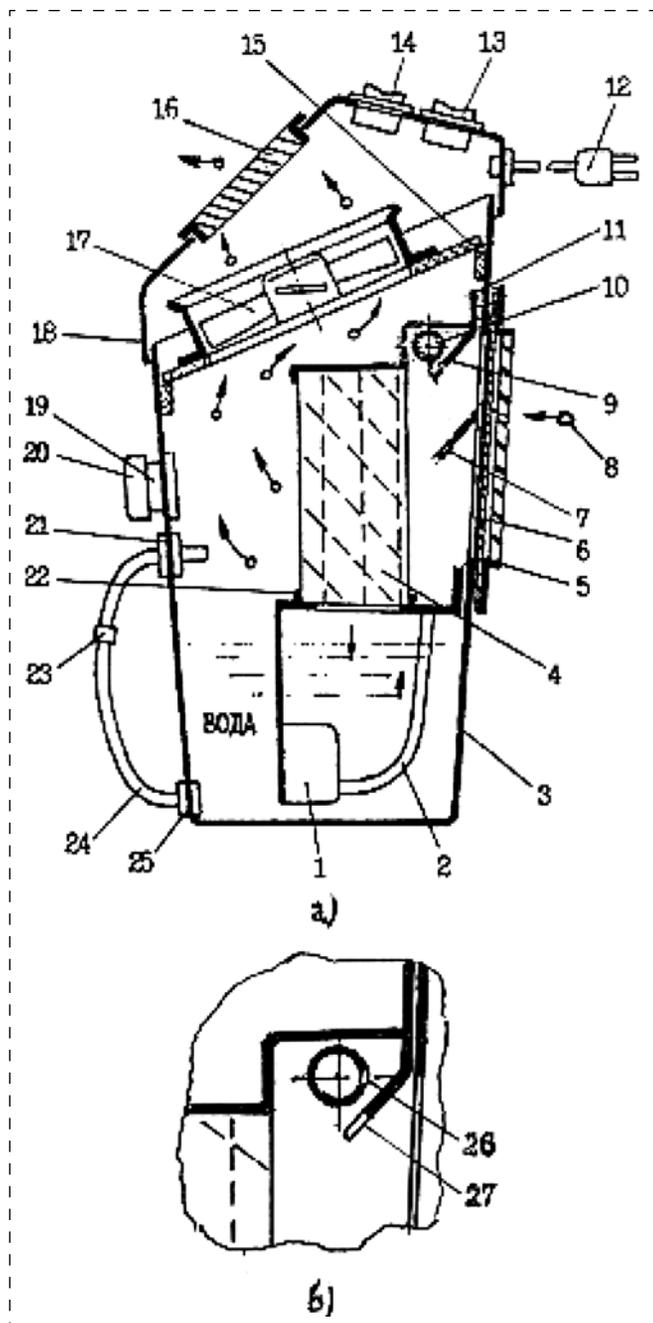


Рис. 3. Схема усовершенствованного устройства локального аппарата с гидроионизатором:

a — общий вид; *б* — фрагмент водораспределителя; 1 — водяной насос; 2 — нагнетательный шланг подвода воды к трубке оросителя; 3 — корпус; 4 — пластинчатая насадка; 5 — входная решетка; 6 — сетчатый фильтр; 7 — нижняя водораспределительная пластина; 8 — обрабатываемый поток воздуха; 9 — верхняя водораспределительная пластина; 10 — перфорированная трубка; 11 — крышка насадки; 12 — вилка электрошнура; 13 — тумблер вентилятора; 14 — тумблер насоса; 15 — наклоненная перегородка для монтажа вентилятора; 16 — жалюзийный воздухораспределитель; 17 — вентилятор; 18 — крышка корпуса; 19 — заливная горловина; 20 — колпачок горловины; 21 — втулка; 22 — поддон корпуса; 23 — указатель верхнего уровня воды; 24 — прозрачный гибкий шланг; 25 — уплотнитель шланга; 26 — отверстие в трубке; 27 — зубец пластины

верхней водораспределительной пластины 9, нижняя кромка которой наклонена в сторону насадки 4 под углом 45° и снабжена зубцами 27, высота которых составляет 4 мм при шаге порядка 4,5 мм. При этом вершины зубцов расположены на расстоянии 10 мм от фронтальной части насадки 4 и ниже отверстий трубки 10, повернутой ими в сторону пластины 9. Под пластиной 9 на расстоянии 25 мм размещена дополнительная нижняя водораспределительная пластина 7, снабженная зубцами по аналогии с пластиной 9, причем зубцы пластины 7 расположены так, что вершины нижних зубцов по вертикали находятся между впадинами верхних, т. е. имеет место их взаимное смещение.

Усовершенствованная система орошения работает следующим образом. Поток воздуха 8 поступает в корпус 3. Поток воды от насоса 1 под давлением 0,075 атм. по шлангу 2 подается в трубку 10, снабженную расположенными в ряд отверстиями 26 диаметром 1,3 мм, шаг между которыми составляет 9 мм. Через эти отверстия струи воды ударяются о поверхность пластины 9 выше зубцов 27. В результате поток воды "распластывается" по всей поверхности этой пластины и проходит к зубцам 27, где разделяется на большие и мелкие струйки и капли, которые сосредоточиваются на вершинах зубцов, при этом количество зубцов существенно превышает число отверстий.

После этого этапа дробления воды ее мелкие капли и струи, срывающиеся с зубцов под действием силы тяжести, захватываются воздушным потоком и частично увлекаются внутрь насадки, смачивая ее пластины. Более толстые струи и капли воды, пролетая вниз, достигают поверхности нижней пластины 7, разбиваются об нее, и здесь осуществляется второй этап дробления воды, аналогичный первому. После этого излишки воды сливаются в поддон корпуса 3.

Установленная в потоке воздуха под углом 45° пластина 7 одновременно осуществляет его турбулизацию в зоне перед насадкой, что интенсифицирует процесс гидроионизации воздуха, а вследствие размещения пластин 7 и 9 со значительным зазором относительно насадки осуществляется необходимое разделение воды в оросителе. Так, по данным эксперимента с опытной моделью аппарата с подачей воздуха $L_0 = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($G_0 = 30 \text{ кг/ч}$) и общим расходом воды через ороситель $G_W = 100 \text{ кг/ч}$ при рациональной величине коэффициента орошения пластинчатой насадки $\beta = 0,4$ [12] поступление в нее воды составило $G_1 = \beta G_0 = 12 \text{ кг/ч}$ (унос влаги из воздушных



каналов отсутствовал). Такая подача воды в насадку достаточна для обеспечения качественно-го испарительного охлаждения и очистки воздуха [12]. Остальная же масса раздробленной воды $G_2 = G_W - G_1 = 88$ кг/ч приемлема для создания необходимых условий для ионизации воздуха перед насадкой. Таким образом, с этих позиций поставленная задача решена.

В итоге можно отметить, что в теплый период года повысить качество кондиционированного воздуха с помощью предлагаемого аппарата — гидроионизатора технически осуществимо. Остается открытым вопрос обеспечения качества воздуха в помещениях в холодный период года.

Функционирование аппарата в холодный период года

В соответствии с ГОСТ 12.1.005—88 [3] холодный период года характеризуется средней температурой воздуха от плюс 10 °С и ниже. В климатических условиях России на подавляющей части ее территории холодный период занимает значительный промежуток времени, что обуславливает соответствующую продолжительность отопительного сезона. Для систем отопления расчетные параметры наружного воздуха принимаются по климатологическим данным, привязанным к определенным населенным пунктам, что отражено в таблице для некоторых из них.

Как следует из данных таблицы, при температуре наружного воздуха от –3 °С до –39 °С его влагосодержание составляет 0,2...0,6 г/кг. В то же время при установленной стандартной температуре воздуха в помещении $t_n = 18...20$ °С для обеспечения оптимальной относительной влажности на уровне 40...60 % его влагосодержание

должно быть не менее 5 г/кг. Следовательно, в этих условиях кондиционируемый воздух необходимо увлажнять, для чего в современных автоматизированных системах круглогодичного кондиционирования помещений предусматриваются соответствующие устройства повышения влагосодержания всего потока обрабатываемого воздуха [17]. В связи с этим нет необходимости применения дополнительного индивидуального аппарата-увлажнителя.

Несколько иная ситуация возникает в помещениях, где для отопления используется традиционная водяная система и отсутствует автоматизация режимов ее работы, т. е. она функционирует на каком-то постоянном заданном режиме. По данным некоторых источников [17] реальная температура наружного воздуха отличается от расчетной в сторону повышения как в течение отопительного сезона, так и в течение рабочего дня. В связи с этим расчетная теплопроизводительность системы отопления в этих случаях становится избыточной, что обуславливает возникновение ситуации, когда температура воздуха в помещении становится существенно выше допустимой по ГОСТ 12.1.005—88 для отопительного периода температуры 24 °С, а его относительная влажность выходит далеко за рамки предела. Так, например, предельная температура может составлять $t_n = 24$ °С при относительной влажности $\varphi_n = 3$ %, когда $d_n = 0,6$ г/кг.

В настоящее время радиатор водяного отопления оснащают индивидуальным терморегулятором, с помощью которого можно уменьшить теплопроизводительность этого агрегата и тем самым снизить температуру воздуха помещения. Однако влагосодержание воздуха остается постоянным. Достигнув, например, нормируемой

Расчетные параметры наружного воздуха при отоплении

Представительный пункт	Барометрическое давление, мм рт. ст.	Температура воздуха, °С	Удельная энтальпия, кДж/кг	Влагосодержание, г/кг
Волгоград	745	–25	–23,9	0,5
Вологда	745	–31	–30,6	0,3
Краснодар	730	–19	–17,6	0,6
Москва	745	–26	–25,3	0,6
Новосибирск	745	–39	–38,9	0,2
Псков	760	–26	–25,5	0,6
Сочи	760	–3	+2,1	0,4
Хабаровск	745	–31	–30,5	0,3

температуры $t_{\text{п}} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$, получим значение влажности $\varphi_{\text{п}} = 4 \%$, не соответствующее нормативу. Следовательно, необходим увлажнитель, и лучше всего применить рассмотренный выше аппарат, поскольку в нем имеется орошаемая пластинчатая насадка, температурный коэффициент эффективности адиабатного увлажнения которой в аппарате-прототипе составляет $E_a = 0,35...0,62$ [16].

Для оценки способности выполнения рассматриваемой задачи в данной ситуации в качестве исходных параметров воздуха примем температуру по сухому термометру $t_{\text{п}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, по мокрому $t_{\text{мп}} = 7,5 \text{ }^\circ\text{C}$ (определяется по известной диаграмме $I - d$ при $d_{\text{п}} = 0,6 \text{ г/кг}$ [4]) и оптимальную в зоне дыхания оператора температуру $t_0 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ [18]. Вычисление необходимого значения E_a для достижения такой температуры производится по следующему соотношению [8]:

$$E_a = (t_{\text{п}} - t_0)/(t_{\text{п}} - t_{\text{мп}}).$$

В результате получим значение величины E_a , равное 0,39. Как указывалось выше, у аппарата-прототипа $E_a = 0,35...0,62$ [16]. Следовательно, аппарат с полученным в расчете E_a может использоваться для решения рассмотренной задачи в части обеспечения оптимальной температуры в зоне дыхания оператора. Что же касается относительной влажности воздуха, то по диаграмме $I - d$ [4] при $t_0 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ влажность должна быть $\varphi_0 = 22 \%$ [4]. Это ниже оптимального значения 40 % по ГОСТ 12.1.005—88, но согласуется с рекомендацией в работе [19], где утверждается, что ее уровень 15...20 % переносится человеком без отрицательных последствий. Поэтому можно считать, что в зоне дыхания оператора обеспечивается требуемый "прохладный сухой" воздух, хотя и очищенный от вредных примесей в "мокрой" насадке [1]. Следовательно, и в холодный период года предлагаемый локальный аппарат может быть рекомендован к применению. При этом его функции гидроионизатора сохраняются в полной мере.

Список литературы

1. Фингер П. О. Качество внутреннего воздуха в XXI веке: влияние на комфорт, производительность и здоровье людей // АВОК. — 2003. — № 4.
2. Михайлов В. А., Сотникова Е. В., Калпина Н. Ю. К вопросу повышения качества воздуха в кондиционируемых производственных помещениях // Безопасность жизнедеятельности. — 2020. — № 6 (234). — С. 13—20.
3. ГОСТ 12.1.005—88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. — М.: Стандартинформ, 2005. — 48 с.

4. Кокорин О. Я. Энергосберегающие системы кондиционирования воздуха. — М.: ООО "ЛЭС", 2007. — 255 с.
5. Советский энциклопедический словарь. — М.: "Советская энциклопедия", 1981. — 306 с.
6. Большая медицинская энциклопедия. Том 6. Изд. 2-е. — М.: "Большая советская энциклопедия", 1959. — С. 1078—1081.
7. Кокорин О. Я. Установки кондиционирования воздуха. Основы расчета и проектирования. Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1978. — 264 с.
8. Кокорин О. Я., Дерипасов А. М. Отечественное оборудование для создания систем вентиляции и кондиционирования воздуха: Каталог. — М.: ИФК "Каталог", 2002. — 92 с.
9. Тракторы. Конструкция: Учебник для студентов вузов. // Под ред. И. П. Ксеневиича и В. М. Шарипова. — М.: Машиностроение, 2002. — 640 с.
10. Михайлов В. А., Фролов А. А., Шельцина О. Н. Охладитель воздуха. Авт. свид. СССР № 755623. Заявка № 2671117/27-11 от 09.10.1978 г. Оpubл. 15.08.1980 г. Бюлл. № 30.
11. Михайлов В. А., Фролов А. А., Шибанов Л. М. Устройство для распыления воды в аппаратах кондиционирования воздуха. Авт. свид. СССР № 832259. Заявка № 2747413/29-06 от 02.04.1979 г. Оpubл. 23.05.1981 г. Бюлл. № 19.
12. Михайлов В. А. Создание системы модульных типизированных и унифицированных средств нормализации микроклимата и оздоровления воздушной среды в cabina самоходных машин: Автореф. дис. д-ра техн. наук. — М.: МГТУ "МАМИ". — 1999. — 50 с.
13. Михайлов В. А., Шарипова Н. Н. Инновационный локальный водоиспарительный воздухоохладитель для кабин тракторов // Тракторы и сельхозмашины. — 2014. — № 2. — С. 3—6.
14. Михайлов В. А., Окладников Л. Г., Школин Н. В., Зотов В. М., Супрун А. С. Устройство для кондиционирования воздуха. Авт. свид. СССР № 16149939. Заявка № 4617537/25-11 от 08.12.1988 г. Оpubл. 23.12.1990 г. Бюлл. № 47.
15. Супрун А. С., Михайлов В. А., Окладников Л. Г., Эйсмонт Л. Б., Блажко А. Н., Шибанов Л. М. Установка для кондиционирования воздуха: Авт. свид. СССР № 1672135. Заявка № 4461388/29 от 18.07.1988 г. Оpubл. 23.02.1989 г. Бюлл. № 31.
16. Михайлов В. А., Сотникова Е. В., Калпина Н. Ю. Энергосберегающая защита оператора от воздействия вредных факторов при выполнении паяльно-сварочных работ в помещениях ограниченного объема // Безопасность жизнедеятельности. — 2018. — № 2 (206). — С. 3—10.
17. Кокорин О. Я. Современные системы кондиционирования воздуха. — М.: Издательство физико-математической литературы, 2008. — 272 с.
18. Михайлов В. А., Сотникова Е. В., Калпина Н. Ю. Совершенствование техники и технологии очистки воздуха от вредных примесей при локальной защите оператора мобильных и стационарных объектов // Безопасность жизнедеятельности. — 2018. — № 2 (206). — С. 3—10.
19. Михайлов В. А., Сотникова Е. В., Калпина Н. Ю. Оценка работы водоиспарительного локального воздухоохладителя кабин наземных транспортных средств // Безопасность жизнедеятельности. — 2017. — № 6 (198). — С. 7—12.



V. A. Mikhailov¹, Professor, **E. V. Sotnikova**², Associate Professor, e-mail: ev.sotnikova@yandex.ru, **N. Y. Kalpina**¹, Associate Professor
¹ Moscow Polytechnic University,
² Moscow Aviation Institute (National Research University)

Hydroionization of the Conditioned Air in the Local Apparatus for the Operator of the Production Room during the Year-Round Operation

The question of the technical possibility of achieving hydroionization of air in a local apparatus with a capacity of 25 m³/h with an irrigated plate nozzle in addition to providing it with water-evaporative cooling, humidification and purification from harmful impurities is considered. It is shown that to ensure the required balloelectric effect, it is necessary to organize crushing in the air flow in front of the front part of the nozzle coming here from the water sprinkler placed at the top in the amount of 100 kg. To do this, it is necessary to divide the water flow into separate jets that exit at a pressure of 0,075 atm. from a perforated tube and striking a plate located opposite its perforations, the lower edge of which is provided with teeth 4 mm high at their pitch of 4,5 mm, and the plate itself is tilted at an angle of 45 towards the nozzle so that the distance from its lower edge to the nozzle is 10 mm.

The diameter of the tube perforations is assumed to be 1,3 mm at their 9 mm pitch, and they are located at a level above the base of the teeth of the specified plate, in addition to which a similar plate is located 25 mm below it. It is shown that in this original irrigation device can be achieved by a rational distribution of the mass progressively of water: less (12 kg/h) is sufficient to provide high-quality evaporative cooling, humidification and air cleaning in the nozzle; more (88 kg/h) acceptable to create the necessary conditions for its ionization before the nozzle.

Keywords: air-conditioned production room, air quality, operator's breathing zone, local air supply, irrigated plate nozzle, cleaning from harmful impurities, cooling, humidification, hydroionization, water crushing, water distributor, perforated tube

References

1. **Finger P. O.** Kachestvo vnutrennego vozduha v XXI veke: vliyanie na komfort, proizvoditel'noj i zdorov'e ljudej. *AVOK*. 2003. No. 4.
2. **Mihajlov V. A., Sotnikova E. V., Kalpina N. Ju.** K voprosu povyshenija kachestva vozduha v konditsioniruemyh proizvodstvennyh pomeschenijah. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2020. No. 6 (234). P. 13–20.
3. **GOST 12.1.005–88.SSBT.** Obschie sanitarno-gigienicheskie trebovanija k vozduhu rabochej zony. Moscow, Standartinform, 2005. 48 p.
4. **Kokorin O. Ja.** `Energoberegajuschie sistemy konditsionirovanija vozduha. Moscow: OOO "L'ES", 2007. 255 p.
5. **Sovetskij `entsiklopedicheskij slovar`.** Moscow: "Sovetskaja `entsiklopedija", 1981. 306 p.
6. **Bol'shaja meditsinskaja `entsiklopedija.** Vol. 6. Izd. 2-e. Moscow: "Bol'shaja sovetskaja `entsiklopedija", 1959. P. 1078–1081.
7. **Kokorin O. Ja.** Ustanovki konditsionirovanija vozduha. Osnovy rascheta i proektirovanija. Izd. 2-e, pererab. i dop. Moscow: Mashinostroenie, 1978. 264 p.
8. **Kokorin O. Ja., Deripasov A. M.** Otechestvennoe oborudovanie dlja sozdaniya sistem ventiljatsii i konditsionirovanija vozduha: Katalog. Moscow: IFK "Katalog", 2002. 92 p.
9. **Traktory.** Konstruktsija: Ucheb. dlja studentov vuzov. // Pod red. I. P. Ksenevicha i V. M. Sharipova. Moscow: Mashinostroenie, 2002. 640 p.
10. **Mihajlov V. A., Frolov A. A., Schel'tsina O. N.** Ohladitel' vozduha. Avt. svid. SSSR № 755623. Zajavka № 2671117/27-11 ot 09.10.1978 g. Opubl. 15.08.1980 g. Bjulleten' № 30.
11. **Mihajlov V. A., Frolov A. A., Shibanov L. M.** Ustrojstvo dlja raspylenija vody v apparatah konditsionirovanija vozduha. Avt. svid. SSSR № 832259. Zajavka № 2747413/29-06 ot 02.04.1979 g. Opubl. 23.05.1981 g. Bjulleten' № 19.
12. **Mihajlov V. A.** Sozdanie sistemy modul'nyh tipizirovannyh i unifikirovannyh sredstv normalizatsii mikroklimata i ozdorovlenija vozduhnoj sredy v kabinah samohodnyh mashin: Avtoref. dis. d-ra tehn. nauk. Moscow: MGU "MAMI". 1999. 50 p.
13. **Mihajlov V. A., Sharipova N. N.** Innovatsionnyj lokal'nyj vodoisparitel'nyj vozduhoohladitel' dlja kabin traktorov. *Traktory i sel'hoz mashiny*. 2014. No. 2. P. 3–6.
14. **Mihajlov V. A., Okladnikov L. G., Shkolin N. V., Zotov V. M., Suprun A. S.** Ustrojstvo dlja konditsionirovanija vozduha. Avtorskoje svidetelstvo SSSR № 16149939. Zajavka № 4617537/25-11 ot 08.12.1988 g. Opubl. 23.12.1990 g. Bjulleten' № 47.
15. **Suprun A. S., Mihajlov V. A., Okladnikov L. G., Ejsmond L. B., Blazhko A. N., Shibanov L. M.** Ustanovka dlja konditsionirovanija vozduha: Avtorskoje svidetelstvo SSSR № 1672135. Zajavka № 4461388/29 ot 18.07.1988 g. Opubl. 23.02.1989 g. Bjulleten' № 31.
16. **Mihajlov V. A., Sotnikova E. V., Kalpina N. Ju.** Energoberegajuschaja zaschita operatora ot vozdejstvija vrednyh faktorov pri vypolnenii pajal'no-svarochnykh rabot v pomeschenijah ogranichenogo ob'ema. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2018. No. 2 (206). P. 3–10.
17. **Kokorin O. Ja.** Sovremennye sistemy konditsionirovanija vozduha. Moscow: Izdatel'stvo fiziko-matematicheskoy literatury, 2008. 272 p.
18. **Mihajlov V. A., Sotnikova E. V., Kalpina N. Ju.** Sovershenstvovanie tehniki i tehnologii oshistki vozduha ot vrednyh primesej pri lokal'noj zaschite operatora mobil'nyh i stacionarnykh ob'ektov. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2018. No. 2 (206). P. 3–10.
19. **Mihajlov V. A., Sotnikova E. V., Kalpina N. Ju.** Otsenka raboty vodoisparitel'nogo lokal'nogo vozduhoohladitelja kabin nazemnyh transportnyh sredstv. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2017. No. 6 (198). P. 7–12.

УДК 796

П. И. Костенко, д-р пед. наук, проф., проф. кафедры безопасности жизнедеятельности, e-mail: kp1967@mail.ru, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск

Возможности и перспективы применения оздоровительной гимнастики цигун для обеспечения безопасности личности

Рассмотрена проблема обеспечения безопасности личности и перспективы применения для решения данной проблемы оздоровительной гимнастики цигун. В качестве объекта исследования выбрана безопасность жизнедеятельности человека, в качестве методов исследования используются теоретический анализ литературных источников и анкетирование. Обсуждены итоги исследования по выявлению и обоснованию возможностей оздоровительной гимнастики цигун в решении ключевых задач науки о безопасности жизнедеятельности, к которым относят идентификацию опасностей, профилактику опасностей и ликвидацию последствий остаточного риска. Показана перспектива применения психофизической системы цигун в контексте реализации парадигмы развития как методологического основания теории и практики безопасности жизнедеятельности. Раскрыта сущность и методические особенности применения принципа активно-адаптивной безопасности саморазвития. Приведены результаты исследования, которые могут быть использованы как в ходе построения педагогической концепции обеспечения безопасности личности, так и в ходе занятий оздоровительной гимнастикой цигун.

Ключевые слова: безопасность личности, ключевые задачи науки о безопасности жизнедеятельности, парадигма защищенности, парадигма развития, оздоровительная гимнастика цигун, саморазвитие личности, принцип активно-адаптивной безопасности саморазвития

Введение

Возрастающая актуальность проблем безопасности в различных сферах жизнедеятельности человека требует как разработки и применения новых методов, средств и форм решения этих проблем, так и переосмысления методов, средств и форм, давно известных (Р. И. Айзман, И. А. Баева, Ю. Л. Воробьев, В. Н. Кузнецов, А. А. Прохожев, О. Н. Русак, Н. Н. Рыбалкин и др.). Одним из средств обеспечения безопасности жизнедеятельности (БЖД) на личностном уровне является, по мнению автора, оздоровительная гимнастика цигун. Зародившаяся в Китае несколько тысячелетий назад она переживает сейчас второе рождение (М. М. Богачихин, В. Д. Бутенко, И. А. Красулин, Х. Линь, Л. Ма, А. Рамзес, М. Сюи, В. Н. Хорев и др.).

Цель исследования: выявить и обосновать возможности и перспективы применения оздоровительной гимнастики цигун для обеспечения безопасности личности.

Материалы и результаты исследования

Анализ положений науки о безопасности жизнедеятельности и системы цигун позволяет выделить ряд положенных в их основу методологических идей, а именно:

— идею безусловной приоритетности (значимости) задач укрепления (поддержания, сохранения) здоровья и продления жизни человека;

— идею биосоциальной целостности человека, характеризуемой совокупностью его телесных, интеллектуальных, психических, нравственных качеств (в науке о БЖД), или целостности его физического, энергетического и информационного компонентов (в психофизической системе цигун);

— идею развития (саморазвития), традиционно культивируемую сторонниками системы цигун и получающую все большее одобрение среди ученых, исследующих вопросы безопасности личности, общества и государства.

Кроме того, наука о безопасности жизнедеятельности является, по сути, интегративной



научной областью знаний. Оздоровительная гимнастика цигун в последние десятилетия также получает свое научное подтверждение. Возможности применения оздоровительной гимнастики цигун для обеспечения безопасности личности выявляются при рассмотрении ее как средства решения ключевых задач науки о БЖД, к которым относят: 1) идентификацию (распознавание и описание) опасностей; 2) профилактику (предупреждение) опасностей; 3) устранение последствий проявления опасностей (минимизация последствий остаточного риска) [1].

Распознавание опасностей, вызывающих у человека утомление и заболевания и/или приводящих к травмам и/или летальному исходу, осуществляется в традиционной китайской медицине с помощью эмпирической и образной диагностики. Ее ключевая идея — изучение явлений человеческой физиологии и патогенеза с точки зрения их всеобщности, взаимосвязанности, целостности и изменчивости.

Принципы рассматриваемой диагностики: 1) получение всесторонней информации не только о патогенетических связях больного, но и о его социальном окружении, экологических условиях проживания, профессиональной деятельности и т. д.; 2) комплексное применение различных методов диагностики (диагноз считается правильным, если он получен несколькими разными методами); 3) обобщение и анализ всей совокупности полученной с помощью различных методов информации, и на основе этого построение целостной патогенетической концепции; 4) сочетание дифференциации не только болезней, но и синдромов, так как болезнь и синдром отражают различные стороны сущности заболевания. Основные методы диагностики: осмотр, выслушивание и опрос, диагностика по пульсу, диагностика по языку.

Несмотря на критику диагностических методов традиционной китайской медицины, она, по мнению авторов работы [2], обладает и рядом преимуществ, в частности учитывает множество клинических признаков; имеет "операциональный характер" и весьма жестко определяет терапию; позволяет индивидуализировать лечение; может сочетаться с применением западных методов медицинской диагностики.

Цигун-диагностика также осуществляется различными методами (руками, глазами, телом, третьим глазом и т. д.), основанными на чувствовании человеком, практикующим гимнастику цигун, изменений биологического поля (или энергии Ци) другого человека. При применении этих

методов учитывается состояние диагностируемого и диагностирующего, а также технология проведения диагностики [3].

Традиционно гимнастика цигун понималась в качестве лечебно-профилактической системы психофизических упражнений. Это подтверждается данными современных исследований и делает возможной ее интерпретацию как средства предупреждения опасностей и ликвидации последствий остаточного риска. В научных, учебно-методических и научно-популярных источниках:

- обосновывается значение гимнастики цигун для укрепления здоровья, улучшения физического и психического состояния человека в целом, гармонизации отношений личности с окружающим миром [2, 4, 5];

- рассматриваются биофизические основы гимнастики цигун [6];

- исследуются возможности гимнастики цигун как метода восстановительной медицины и средства восстановления после спортивных нагрузок [7, 8];

- рассматривается влияние гимнастики цигун на отдельные физиологические и психические процессы, качества и новообразования [9, 10].

В числе позитивных последствий занятий гимнастикой цигун для здоровья человека можно выделить: восстановление и улучшение функций головного мозга; снижение артериального кровяного давления; улучшение кислотно-щелочного баланса крови, повышение содержания эритроцитов и уровня гемоглобина, увеличение фагоцитоза; усиление проходимости кровеносных сосудов; снижение уровня метаболизма, позволяющее сохранить энергию в целях укрепления здоровья и усиления сопротивляемости заболеваниям; улучшение перистальтики кишечника; укрепление иммунитета и др.

В числе субъективных показателей положительного влияния оздоровительной гимнастики цигун на человека выделяют: "ощущения просветления в мозгу, эмоционального комфорта, исключительной энергии, легкости во всем теле, укрепления физических сил..." [2].

Занятия гимнастикой цигун, в частности, влияют на работоспособность студентов первых курсов вуза [9] и на концентрацию внимания спортсменов-ориентировщиков [10]. Помимо этого, ряд ученых [11—13] указывают на целесообразность применения рассматриваемой гимнастики (в том числе и ушу-цигуна) для решения оздоровительных задач в ходе физического воспитания студентов вуза.

В контексте решения задач профилактики опасностей и ликвидации последствий остаточного риска можно рассматривать комплексные методики оздоровительной гимнастики цигун, например, "Восемь кусков парчи", "Игры пяти животных", "Парящий журавль" и др.

В различных источниках приведены особенности клинического использования цигун [2, 4, 14], что характерно для решения задачи ликвидации последствий остаточного риска. Так, в работе [5] раскрывают технологии применения цигун-терапии для лечения некоторых распространенных недугов и "серьезных болезней" (бессонница, костный нарост, неврастения, туберкулез, хронический гастрит, злокачественные опухоли и др.).

В качестве принципов занятий оздоровительной гимнастикой цигун выдвигаются: регулярность и систематичность занятий; учет индивидуальных особенностей занимающихся; нахождение в состоянии покоя и расслабления; позитивный эмоциональный настрой; постепенность в наращивании физических нагрузок и дыхательных упражнений; сознательность в выполнении упражнений (сочетание мысли и энергии Ци); ритмичные комбинации напряжения и расслабления. Данные принципы соотносятся с некоторыми принципами обеспечения безопасности жизнедеятельности, например, с принципами активности субъекта, гуманизации деятельности, системности и последовательности.

Перспективы применения оздоровительной гимнастики цигун для обеспечения безопасности личности связаны с необходимостью методологического перехода в теории и практике БЖД от парадигмы защищенности к парадигме развития. Повсеместно реализуемая сегодня парадигма защищенности предполагает понимание безопасности как способности (прежде всего, природной) различных систем посредством саморегуляции сохранять устойчивость (качество) при воздействии на них отрицательных условий (факторов, ситуаций, источников и т. п.). Но в данном случае речь идет о замкнутых системах, способных к поддержанию гомеостаза, но отрицающих развитие [15].

Парадигма развития, в свою очередь:

— актуализирует идею развития (саморазвития) внутренних сил системы (в рассматриваемом случае — человека);

— ставит во главу угла не потребность личности в безопасности, а ее потребность в саморазвитии и самосовершенствовании [16, 17].

В психофизической системе цигун идея саморазвития является важнейшей. Например,

в буддистском направлении цигун признается всеобщая изменчивость мира, а в числе высших духовных целей человека выдвигаются преодоление невежества, совершенствование сознания и психики, приводящие, в конечном счете, к "истинному" восприятию мира, озарению и нирване. Даосский цигун предполагает постижение некоего Дао посредством естественного совершенствования души и тела. А первый блок системы Чжун Юань цигун, предполагающий постижение и самосовершенствование человеком самого себя, так и называется "система саморазвития" [3].

Говоря о развитии человека, сторонники системы цигун не ограничиваются развитием человеческой телесности, а обосновывают взаимосвязь в нем трех составляющих: физическое тело, энергии и духа (сознание). По мнению авторов работы [4], "...для развития всех составляющих используются движения, дыхание и мышление. Причем мысль — самое главное..." или "...цигун — метод самосовершенствования... Он требует самостоятельной практики, поэтому психологические факторы состояния человека очень важны...".

При некотором допущении сказанное можно соотнести, по мнению автора, с используемыми в современной науке о БЖД теорией открытых систем и взглядами на биосоциальную сущность личности, которые наделяют ее физическими, интеллектуальными, психическими и нравственными качествами. Это позволяет предположить правомерность применения системы цигун в контексте реализации парадигмы развития как методологического основания решения проблемы обеспечения безопасности личности.

Последний вывод позволяет выделить в процессе занятий гимнастикой цигун самообразовательный компонент, включающий самообучение и самовоспитание. При его реализации представляется важным:

— мотивирование занятий оздоровительной гимнастикой цигун исходя из личностных потребностей человека;

— привлечение занимающихся гимнастикой цигун к практической деятельности при предварительном и сопутствующем овладении теоретическими знаниями;

— формирование у занимающихся умений самоконтроля и самооценки и др.

В рамки настоящего исследования целесообразно экстраполировать принцип активно-адаптивной безопасности саморазвития личности [18]. Его суть состоит в том, что занятия



гимнастикой цигун должны, с одной стороны, быть гарантированно безопасными для занимающихся, а с другой, — формировать у них знания, умения, навыки и качества, позволяющие обеспечить их безопасность в дальнейшей жизни. Рассматриваемый принцип обуславливается закономерностью безопасного саморазвития, которую можно сформулировать следующим образом: саморазвитие личности предопределяется безопасностью процесса и его результатов и уровнем активности личности в обеспечении этой безопасности.

Вопросы важности оздоровительной гимнастики цигун для обеспечения безопасности личности рассмотрены выше, а достижение безопасности занятий гимнастикой цигун возможно посредством:

- психоэмоциональной настройки на выполнение упражнений и проведение самоконтроля;
- учета индивидуальных особенностей занимающихся и климато-географических, экологических, санитарно-гигиенических особенностей мест занятий;
- учета предупреждений и противопоказаний к занятиям.

В целях идентификации опасностей в ходе занятий физическими упражнениями (в том числе гимнастикой цигун) может применяться графический метод, связанный с построением "дерева событий" или "дерева отказов" [18].

Приведенные теоретические выкладки подтверждаются результатами анкетирования, проведенного с участниками мастер-класса профессора традиционной китайской медицины Сюй Минтана (Уральский государственный университет физической культуры; 14—15 ноября 2019 года). Выборку составили 46 мужчин и женщин разного возраста. Наибольший интерес представляют результаты анкетирования респондентов, сгруппированные в зависимости от их стажа занятий гимнастикой цигун: 1) менее одного года, 2) от одного года до пяти лет, 3) от пяти до десяти лет, 4) более десяти лет.

Прежде всего, обращает на себя внимание то, что не менее 75 % респондентов в каждой группе оценили свое здоровье как отличное и хорошее. Подавляющее большинство анкетированных ответило, что в результате занятий гимнастикой цигун состояние здоровья либо улучшилось, либо улучшилось незначительно. Причем с увеличением стажа занятий количество респондентов, однозначно заявивших об улучшении здоровья, возросло: от 30,8 % — в первой группе занимаю-

щихся менее одного года до 78...100 % — в других группах.

С увеличением стажа занятий гимнастикой цигун к занимающимся приходит душевное равновесие и спокойствие. Об этом однозначно свидетельствуют 53,8, 85,7, 75,0 и 81,8 % респондентов, занимающихся гимнастикой цигун в обозначенных выше четырех группах, соответственно.

Определенную трудность представляет интерпретация ответов на вопросы, связанные с решением ключевых задач науки о БЖД, но и здесь возможно проследить перечисленные ниже тенденции.

Во-первых, с ростом знаний, умений и навыков респондентов растут их возможности по проведению цигун-диагностики как заболеваний, так и физического и/или психического состояния человека. Особенно заметна данная тенденция на примере диагностики сложных заболеваний. Если в первых трех группах ее проведение считают возможным соответственно 15,4, 7,1 и 12,5 % респондентов, то в четвертой группе — уже 45,4 %. Более высокий показатель в группе со стажем занятий гимнастикой цигун менее одного года по сравнению с показателями во второй и третьей группах можно объяснить традиционно высокими ожиданиями, имеющими место у лиц, начинающих освоение новой деятельности.

Во-вторых, с увеличением стажа занятий гимнастикой цигун повышается уверенность человека в своих возможностях:

- по излечению заболеваний, на что указали 7,7, 14,3, 25,0 и 27,2 % респондентов, соответственно указанной выше группировке участников анкетирования;
- по решению всех задач обеспечения безопасности личности, что было отмечено 23,1, 14,3, 25,0 и 63,6 % участников анкетирования.

Причем в группе лиц со стажем занятий более десяти лет последний показатель значительно превышает все прочие показатели.

Вывод

В заключение следует отметить, что оздоровительная гимнастика цигун имеет возможности и перспективы применения для обеспечения безопасности личности. Причем не только в рамках решения ключевых задач науки о безопасности жизнедеятельности, но и в рамках внедрения в соответствующую теорию и практику методологической парадигмы развития.

Список литературы

1. **Русак О. Н.** Безопасность жизнедеятельности. История. Теория. Практика. Концептуальные аспекты. — СПб.: СПбГЛТУ, 2016. — 88 с.
2. **Линь Х., Ло П.** Секреты китайской медицины. 300 вопросов о цигун. Изд. второе, перераб. и доп. Новосибирск: Наука, 1995. URL: <https://e-libra.ru/read/139733-sekretu-kitayskoy-mediciny-300-voprosov-o-cigun.html> (дата обращения 17.12.2019).
3. **Сюи М., Мартынова Т. И.** Чжун Юань цигун. Первый этап восхождения: расслабление: книга для чтения и практики. Изд. 5-е, доп. и перераб. — М.: ООО "Книжное изд-во "София", 2016. — 352 с.
4. **Ма Ц., Богачихин М. М.** Цигун: история, теория, практика. URL: <https://klex.ru/8ec> (дата обращения 15.03.2020).
5. **Цзинь Ц., Ху Ч.** Универсальная цигун-терапия. URL: [file:///C:/Users/7636~1/AppData/Local/Temp/Rag\\$DIa0.408/Универсальная%20цигун-терапия.pdf](file:///C:/Users/7636~1/AppData/Local/Temp/Rag$DIa0.408/Универсальная%20цигун-терапия.pdf) (дата обращения 15.12.2019).
6. **Бутенко В. Д.** О механизме эффекта оздоровления в системе цигун // Современные наукоемкие технологии. — 2008. — № 7. — С. 32—36.
7. **Жернов В. А.** Применение цигун-терапии как метода восстановительной медицины у пожилых // Вестник РУДН. Серия "Медицина". — 2002. — № 4. — С. 103—104.
8. **Кузиков М. М.** Особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы и статокINETической устойчивости спортсменов, занимающихся ушу: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 33.03.01. — Челябинск, 2013. — 23 с.
9. **Куликова О. А.** Влияние психофизических упражнений ушу на работоспособность студенток I—II курсов: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. — Улан-Удэ, 2004. — 26 с.
10. **Яблонских А. М.** Влияние средств цигун на концентрацию внимания спортсменов-ориентировщиков // Оздоровительная физическая культура, рекреация и туризм в реализации программы "Здоровье нации": Материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Челябинск, 2019) / Под ред. Е. В. Быкова. — Челябинск: УралГУФК, 2019. — С. 349—352.
11. **Алтанчулуу.** Повышение эффективности физического воспитания в вузе средствами психофизического тренинга ушу: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. — Улан-Удэ, 2007. — 26 с.
12. **Косыгина Л. В.** Теоретические аспекты применения цигун и тайцзицюань в физическом воспитании студентов специальной медицинской группы // Вестник Бурятского государственного университета. Педагогика. Филология. Философия. — 2011. — № 15. — С. 133—136.
13. **Литвинов С. А.** Инновационные здоровьесберегающие технологии в системе физического воспитания вуза // Теория и практика общественного развития. — 2014. — № 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-zdoroviesberegayuschie-tehnologii-v-sisteme-fizicheskogo-vospitaniya-vuza/viewer> (дата обращения 11.03.2020)
14. **Сюи М., Мартынова Т. И.** Чжун Юань цигун. Второй этап восхождения: тишина: книга для чтения и практики. Изд. 6-е. — М.: Ганга, 2019. — 288 с.
15. **Губанов В. М., Капшунова И. К.** Философская интерпретация безопасности жизнедеятельности // Педагогика высшей школы. — 2016. — № 3.1. — С. 2—68. URL: <https://moluch.ru/th/3/archive/43/1446/> (дата обращения 10.03.2020).
16. **Прохожев А. А.** Новые подходы к безопасности в связи с современными концепциями развития // Философия, социология, культурология. — 2007. — № 1 (2). — С. 8—12.
17. **Рыбалкин Н. Н.** Природа безопасности // Вестник Московского университета. Серия 7. Философия. — 2003. — № 5. — С. 36—52.
18. **Костенок П. И.** Физическое саморазвитие и безопасность жизнедеятельности учащихся в современной школе: монография. — Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2002. — 281 с.

P. I. Kostenok, Professor of Department of Life Safety, e-mail: kp1967@mail.ru, Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk

Opportunities and Prospects of Application of Qigong Health-Improving Gymnastics for Ensuring Personal Safety

The article considers the issue of ensuring personal safety. The aim of the research is to identify and to justify opportunities and prospects of application of qigong health-improving gymnastics to address this issue. Object of research is life safety measures of the person, methods of research are theoretical analysis of literary sources and questionnaires. The research has identified and justified opportunities of Qigong health-improving gymnastics in completing the key tasks of life safety measures science which include hazard identification, hazard prevention and elimination of consequences of residual risk. It proves prospect for use of qigong psychophysical system in the context of the implementation of the development paradigm as the methodological basis of theory and practice of life safety measures. It has described the essence and methodological features of the application of the active adaptive safety self-development principle. Research results can be used both during the construction of the pedagogical concept of ensuring personal safety and during health-improving qigong exercises.

Keywords: personal safety, key tasks of life safety measures science, security paradigm, development paradigm, qigong health-improving gymnastics, personal self-development, the active adaptive safety self-development principle



References

1. **Rusak O. N.** Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. Istoriya. Teoriya. Praktika. Kontseptual'nye aspekty. Saint-Petersburg: SPBGLTU, 2016. 88 p.
2. **Lin' Kh., Lo P.** Sekrety kitaiskoi meditsiny. 300 voprosov o tsigun. Izd. vtoroe, pererab. i dop. Novosibirsk: Nauka, 1995. Available at: <https://e-libra.ru/read/139733-sekrety-kitayskoy-mediciny-300-voprosov-o-cigun.html> (date of access 17.12.2019).
3. **Syui M., Martynova T. I.** Chzhun Yuan' tsigun. Pervyi ehtap voskhozhdeniya: rasslablenie: kniga dlya chteniya i praktiki. Izd. 5-e, dop. i pererab. Moscow: OOO "Knizhnoe izd-vo "SofiYA", 2016. 352 p.
4. **Ma Ts., Bogachikhin M. M.** Tsigun: istoriya, teoriya, praktika. URL: <https://klex.ru/8ec> (date of access 15.03.2020).
5. **Tszin' Ts., Khu Ch.** Universal'naya tsigun-terapiya. URL: [file:///C:/Users/7636~1/AppData/Local/Temp/Rar\\$DIA0.408/Universal'naya%20tsigun-terapiya.pdf](file:///C:/Users/7636~1/AppData/Local/Temp/Rar$DIA0.408/Universal'naya%20tsigun-terapiya.pdf) (date of access 15.12.2019).
6. **Butenko V. D.** O mekhanizme ehffekta ozdorovleniya v sisteme tsigun. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. 2008. No. 7. P. 32—36.
7. **Zhernov V. A.** Primenenie tsigun-terapii kak metoda vosstanovitel'noi meditsiny u pozhilykh. *Vestnik RUDN. Seriya "Meditsina"*. 2002. No. 4. P. 103—104.
8. **Kuzikov M. M.** Osobennosti funktsional'nogo sostoyaniya serdechno-sosudistoi sistemy i statokinetichekskoi ustoychivosti sportsmenov, zanimayushchikhsya ushu: avtoref. dis.... kand. biol. nauk: 33.03.01. Chelyabinsk, 2013. 23 p.
9. **Kulikova O. A.** Vliyanie psikhofizicheskikh uprazhnenii ushu na rabotosposobnost' studentok I—II kursov: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk: 13.00.04. Ulan-Udeh, 2004. 26 p.
10. **Yablonskikh A. M.** Vliyanie sredstv tsigun na kontsentratsiyu vnimaniya sportsmenov-orientirovshchikov. *Ozdorovitel'naya fizicheskaya kul'tura, rekreatsiya i turizm v realizatsii programmy "Zdorov'e natsii": mat-ly Vseros. nauch.-prakt. konf. (Chelyabinsk, 2019)* / Pod red. d.m.n. prof. E. V. Bykova. Chelyabinsk: UraLGUFK, 2019. P. 349—352.
11. **Altanchuluu.** Povyshenie ehffektivnosti fizicheskogo vospitaniya v vuze sredstvami psikhofizicheskogo treninga ushu: avtoref. dis.... kand. ped. nauk: 13.00.04. Ulan-Udeh, 2007. 26 p.
12. **Kosygina L. V.** Teoreticheskie aspekty primeneniya tsigun i taitsziyuan' v fizicheskom vospitanii studentov spetsial'noi meditsinskoi gruppy. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Pedagogika. Filologiya. Filosofiya*. 2011. No. 15. P. 133—136.
13. **Litvinov S. A.** Innovatsionnye zdorov'esberegayushchie tekhnologii v sisteme fizicheskogo vospitaniya vuza. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya*. 2014. No. 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-zdoroviesberegayushchie-tehnologii-v-sisteme-fizicheskogo-vospitaniya-vuza/viewer> (date of access 11.03.2020).
14. **Syui M., Martynova T. I.** Chzhun Yuan' tsigun. Vtoroi ehtap voskhozhdeniya: tishina: kniga dlya chteniya i praktiki. Izd. 6-e. Moscow: Ganga, 2019. 288 p.
15. **Gubnov V. M., Kapshunova I. K.** Filosofskaya interpretatsiya bezopasnosti zhiznedejatel'nosti. *Pedagogika vyshei shkoly*. 2016. No. 3.1. P. 2—68. URL: <https://moluch.ru/th/3/archive/43/1446/> (date of access 10.03.2020).
16. **Prokhozhev A. A.** Novye podkhody k bezopasnosti v svyazi s sovremennymi kontseptsiyami razvitiya. *Filosofiya, sotsiologiya, kul'turologiya*. 2007. Issue 1 (2). P. 8—12.
17. **Rybalkin N. N.** Priroda bezopasnosti. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 7. Filosofiya*. 2003. No. 5. P. 36—52.
18. **Kostenok P. I.** Fizicheskoe samorazvitie i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti uchashchikhsya v sovremennoi shkole: monografiya. Chelyabinsk: Izd-vo Chelyab. gos. ped. un-ta, 2002. 281 p.

Информация

Продолжается подписка на журнал

"Безопасность жизнедеятельности" на второе полугодие 2021 г.

Оформить подписку можно в любом почтовом отделении,
через подписные агентства или непосредственно в редакции журнала

Подписной индекс по Объединенному каталогу

"Пресса России" — 79963

Сообщаем, что с 2020 г. возможна подписка
на электронную версию нашего журнала.

Подписку на электронную версию журнала можно оформить через
ООО "ИВИС": тел. (495) 777-65-57, 777-65-58; e-mail: sales@ivis.ru
и Агентство "Урал-Пресс" <http://ural-press.ru> (индекс 013312)

Для оформления подписки следует обратиться в филиал агентства по месту жительства

Адрес редакции: 107076, Москва, Стромьинский пер., д. 4,
Издательство "Новые технологии",
редакция журнала "Безопасность жизнедеятельности"

Тел.: (499) 269-53-97, (499) 269-55-10. E-mail: bjd@novtex.ru

УДК 664.8.037.521

Т. В. Логунова¹, канд. техн. наук, доц. кафедры,
Т. Н. Патрушева¹, д-р техн. наук, проф. кафедры, e-mail: pat55@mail.ru,
Т. А. Енютина², канд. техн. наук, доц., **С. Г. Марченкова**³, канд. техн. наук, доц.,
Л. В. Щербакова¹, канд. техн. наук, инженер

¹ Балтийский государственный технический университет "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург

² Политехнический институт Сибирского федерального университета, Красноярск

³ Торгово-экономический институт Сибирского федерального университета, Красноярск

Влияние температуры окружающего воздуха на время охлаждения и качество плодов и овощей в процессе хранения

Отмечено, что продукты питания являются важным фактором жизнедеятельности человека и служат для пополнения запасов энергии и необходимых ингредиентов для нормального течения химических реакций обмена веществ. Так как именно с продуктами питания в организм попадают витамины, различные минеральные вещества и другие компоненты, то от их качества напрямую зависит состояние здоровья человека.

Показано, что срок хранения любого продукта зависит от многих факторов, таких как температура и время хранения, влажность и т. д. Поэтому были подобраны параметры охлаждения и хранения, в которых возможно безопасное хранение продуктов питания без развития деградиционных процессов.

Рассмотрено влияние температуры воздуха в экспериментальной установке на время охлаждения и качество плодов и овощей в процессе хранения, так как одним из основных параметров, влияющих на охлаждение и качество сырья, является температурный режим, поддерживаемый в охлаждающей установке.

Полученные данные о влиянии температуры и времени охлаждения на качество плодоовощного сырья позволили провести подбор оптимальных параметров с целью повышения качества продуктов в процессе хранения.

Ключевые слова: охлаждение, хранение, качество, безопасность, температура, плоды, овощи

Введение

Овощи и фрукты являются незаменимым источником необходимых витаминов, минеральных и питательных веществ и положительно влияют на организм человека [1, 2]. Вредное воздействие среды и несоблюдение режимов при хранении плодоовощного сырья является результатом порчи более 30 % продуктов, направленных на хранение и переработку [3]. Основным для пищевой промышленности считается соответствие качества продукции требованиям в течение определенного времени хранения [4, 5]. В связи с этим разработана оптимальных режимов охлаждения и хранения плодоовощного сырья, позволяющего

минимизировать потери продукта и повысить эффективность хранения, является актуальным исследованием.

Охлаждение фруктовых и овощных продуктов можно осуществить несколькими способами. Способ будет зависеть от вида используемых плодов и овощей и их объема. Это может быть холодильное оборудование с меньшей плотностью загрузки, краткосрочное хранение перед использованием [6, 7].

В процессе хранения плодоовощного сырья задействованы различные процессы: физические, биохимические, химические. Наиболее важные физические процессы — испарение влаги и массообмен при перепадах температуры. Массообмен

зависит от зрелости продукции, воздухообмена, механических повреждений, способа и типа упаковки. Мелкие и недозрелые плоды теряют больше влаги из-за небольшого размера и недоразвитой ткани [8].

Основные параметры процесса охлаждения, такие как температура в охлаждающем аппарате, скорость движения воздушного потока, относительная влажность, поддерживаемая в камере хранения, влияют на скорость охлаждения и качество охлажденных продуктов в процессе кратковременного хранения.

Изучение влияния параметров среды на процесс охлаждения и хранения плодоовощных продуктов позволяет сформулировать меры, дающие возможность снизить потери сырья и поддерживать качество охлажденных продуктов в процессе хранения [9].

Целью исследования является рассмотрение влияния температуры окружающего воздуха на время охлаждения плодов и овощей и подбор оптимальных параметров процесса охлаждения и хранения плодов и овощей.

Материалы и методы исследования

В качестве сырья выбраны плоды лимона, мандарина, киви и картофеля. Продукты одного вида были приблизительно одного геометрического размера по длине и диаметру, а также имели наименьшее расхождение по массе. Все плоды соответствовали показателям ГОСТов, свежие, чистые, без механических повреждений и болезней, без постороннего запаха и вкуса. Выборка образцов проводилась в соответствии с ГОСТ 26313—2014. Продукты переработки фруктов и овощей. Правила приемки и методы отбора проб. Для получения объективных оценок показателей эксперимент повторяли по три раза для каждой группы.

Методика эксперимента заключалась в изменении зависимостей времени охлаждения в центре и на поверхности исследуемого плода от температуры, поддерживаемой в камере охлаждения. Измерения температуры проводились каждые 20 мин, а варьирование температуры было в диапазоне от -4 до 9 °С. Для осуществления данного эксперимента, продукты для исследования были загружены в лабораторную установку (рис. 1). Установка представляет собой охлаждающий аппарат 1 с камерой охлаждения 2, в которой установлена спираль 3 с углом уклона 15° (для выгрузки плодов, повышения их контакта

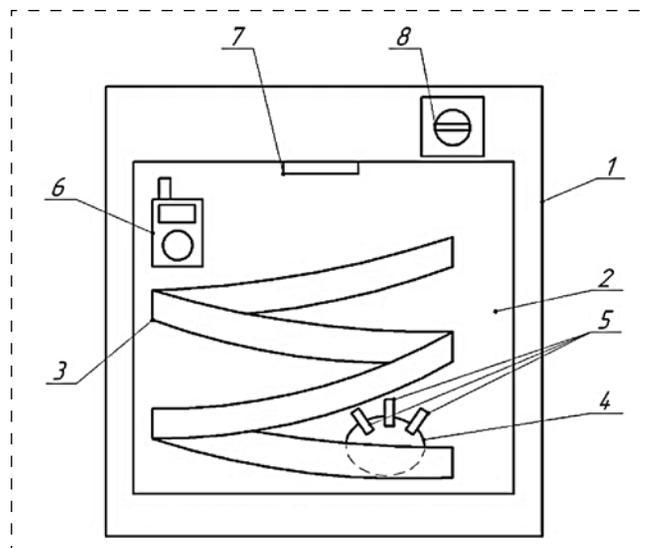


Рис. 1. Схема лабораторной установки:
1 — охлаждающий аппарат; 2 — камера охлаждения; 3 — направляющая винтовая спираль; 4 — плод; 5 — температурные датчики; 6 — датчик влажности и температуры; 7 — вентилятор; 8 — регулирующая панель

с воздухом и уменьшения смятия), цифровыми щуповыми датчиками температуры 5, размещаемыми в центре и на поверхности исследуемых образцов. В установке имеются также датчики влажности и температуры самой камеры 6, вентиляторы 7 и управляющая панель 8.

До начала эксперимента проводились геометрические замеры плодов, их масса, влажность и органолептические показатели. Загрузка лабораторной установки производилась плодами одного вида в количестве 20 шт.

Цифровые щуповые датчики температуры, являющиеся стандартными изделиями, позволяют вывести данные на дисплей компьютера. Замеры температуры и влажности в камере охлаждения проводились в целях определения равномерности распределения тепла. Определение температуры в центре и на поверхности плода осуществлялись каждые 5...20 мин. Параллельно измерялись показания температуры воздуха в лабораторной установке и температура воздуха в помещении, в котором проводилось исследование. Влажность воздуха в установке в процессе эксперимента поддерживалась постоянной (около 95 %).

Результаты и обсуждение

При поддержании в камере охлаждения постоянной температуры, диапазон которой находился в интервале от $+9$ до -4 °С, проводились требуемые замеры температуры и построение графиков

зависимостей температуры в центре плода от времени хранения (рис. 2).

По графику можно определить минимальное время достижения в центре плода равновесной температуры в зависимости от поддерживаемой внутри камеры температуры с последующим сравнением органолептических показателей и величины усушки продуктов после хранения. Исходя из полученных данных можно выявить оптимальные параметры протекания процесса охлаждения и поддержания высокого качества плодовоовощной продукции в процессе хранения.

Из графика видно, что при поддержании в камере естественного охлаждения, продолжительность достижения плодами равновесной температуры тем больше, чем выше температура, поддерживаемая в лабораторной установке. Также, при зафиксированной температуре в камере $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (на рис. 2 экспоненциальная (-4 градуса)), была обнаружена наименьшая протяженность процесса достижения температуры $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ в центре рассматриваемого сырья (2 ч 44 мин).

По средним значениям при поддержании температуры $2...4\text{ }^{\circ}\text{C}$ и влажности воздуха в лабораторной установке 95 % достижение равновесной температуры произойдет через 3 ч 88 мин (на рис. 2 экспоненциальная (4 градуса)), что является приемлемым и благоприятно влияет на внешний вид и качество плодов и овощей, подвергающихся охлаждению и межоперационному хранению.

Также выявлены и построены графические зависимости влияния изменения температуры для других продуктов — мандарина, киви и картофеля — до достижения ими равновесной температуры в зависимости от продолжительности процесса охлаждения.

По результатам экспериментов было выявлено, что при понижении и сохранении температуры ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ плоды подвержены подмораживанию и снижению качества, а при долгом хранении и гибели.

Вода, находящаяся в клетках продуктов в течение времени хранения при пониженных температурах, замерзает, вследствие чего наблюдается обезвоживание плодов и повреждение тканей оболочки сырья. Наиболее подвержены данным явлениям были цитрусовые плоды. На поверхности плодов, хранящихся при отрицательных температурах, наблюдались потемнения, а также припухлости, что свидетельствовало о потере потребительского вида, снижении качества и увеличении опасности при потреблении или переработки сырья.

Исследования зависимостей температуры в камере охлаждения от времени хранения показали, что поддержание в лабораторной установке пониженных температур (0 и $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$) привело к снижению качества плодов по истечении времени хранения. С другой стороны, при поддержании в установке температуры выше $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ наблюдалось увеличение усушки и уменьшение массы плодов, что определялось весовым методом. Также при

повышенных температурах процесс охлаждения протекал медленно, что также может сказаться на качестве продуктов.

Аналогичные исследования были проведены для других фруктов и овощей, таких как киви, мандарин и картофель, которые показали аналогичные результаты. Следовательно, оптимальным является сохранение температурного режима, близкого к температуре замерзания тканей плодов и овощей (т. е. около $2...4\text{ }^{\circ}\text{C}$).

В процессе хранения и транспортировки фрукты и овощи испаряют влагу, в результате чего происходит усушка продукта [11]. Такие потери классифицируются как естественные.

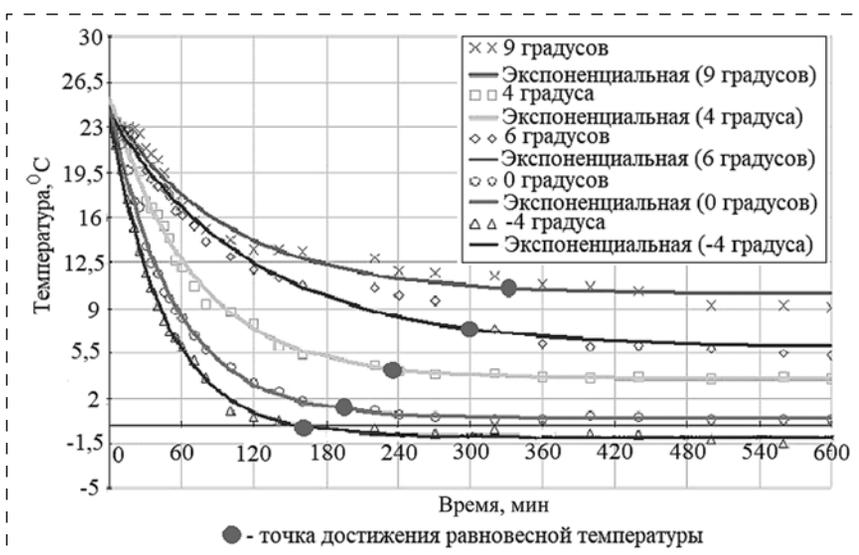


Рис. 2. Зависимость времени, затрачиваемого на процесс охлаждения в центре плода лимона, от температуры, поддерживаемой во время его хранения в камере охлаждения

Заключение

На основе проведенных исследований можно подвести итоги и предложить рекомендации по наиболее благоприятным температурным показателям хранения плодоовощного сырья, которые составляют 2...4 °С. По средним значениям при поддержании температуры 2...4 °С и влажности воздуха в лабораторной установке 95 % достижение равновесной температуры произойдет через 3 ч 88 мин, что является приемлемым и благоприятно влияет на внешний вид и качество плодов и овощей. Следовательно, возрастает безопасность потребления и переработки хранимого сырья.

При этом было доказано, что сокращение времени охлаждения благоприятно сказывается на качестве плодоовощного сырья, увеличивает срок его годности и повышает безопасность его потребления человеком.

Список литературы

1. **Большаков С. А.** Холодильная техника и технология продуктов питания. — М.: Издательский центр "Академия", 2003. — 304 с.
2. **Неменушая Л. А., Степанищева Н. М., Соломатин Д. М.** Современные технологии хранения и переработки плодоовощной продукции: Научный аналитический обзор. — М., 2009. — 172 с.

3. **Манжесов В. А., Попов И. А., Щедрин Д. С., Калашникова С. В.** Технология хранения, переработки и стандартизация растениеводческой продукции. — СПб.: Троицкий мост, 2012. — 536 с.
4. **Минаева Т. В., Минаева Л. В.** Проектирование аппарата длительного хранения овощей и фруктов // III Международная научно-техническая конференция "Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений". — 2013. — № 1 (13). — С. 298—299.
5. **Назирова Р. М., Абдурахмонов С. Ж., Усмонов Н. Б., Бахтиярова Д.** Изменение химического состава некоторых сортов яблок при хранении в регулируемой атмосфере (Pa) // Наука, техника и образование. — 2019. — № 3 (56). — С. 24—27.
6. **Першакова Т. В., Кабалина Д. В.** Современные технологии хранения фруктов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского Государственного Аграрного Университета. — 2017. — № 131. — С. 1056—1066. DOI: <https://doi.org/10.21515/1990-4665-131-087>.
7. **Хранение** в регулируемой атмосфере. URL: <http://www.infrost-agro.ru/keeping/regulate/> (дата обращения 20.02.2019).
8. **Didier M., Ray R.** Food Traceability and Authenticity: Analytical Techniques. CRC Press, 2018. 364 p.
9. **Rosana G. Moreira.** Food Irradiation — Fresh Fruits and Vegetables Presentation International Nonthermal Food Processing Workshop. Research and Innovation Towards Competitiveness. Brazil, 2013.
10. **Feng H., Barbosa-Cánovas G. V., Weiss J.** Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing. Springer Science + Business Media, 2011. 666 p.
11. **Evans J.** Frozen Food Science and Technology. Blackwell Publishing Ltd, 2008. 356 p.

T. V. Logunova¹, Associate Professor, **T. N. Patrusheva**¹, Professor, e-mail: pat55@mail.ru, **T. A. Enyutina**², Associate Professor, **S. G. Marchenkova**², Associate Professor, **L. V. Shcherbakova**¹, Quality Engineer

¹ Baltic State Technical University "VOENMEKH" D. F. Ustinov, Saint-Petersburg

² Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Influence of Ambient Air Temperature on Cooling Time and Quality of Fruits and Vegetables in the Storage Process

Food is an important factor in life and is used to replenish the energy reserves and necessary ingredients for the normal course of chemical metabolic reactions. Various minerals, vitamins and other components enter in the body with food and the state of human health directly depends on their quality. An important characteristic of any product is its shelf life, which depends on many factors, such as temperature and storage time, humidity, etc. In this regard, it is necessary to select the parameters of cooling and storage in which safe storage of food products is possible without the development of degradation processes.

One of the main parameters affecting the cooling and the quality of the raw material itself is the temperature regime maintained in the cooling unit. In this regard, it is important to consider the influence of the air temperature in the installation on the cooling time and the quality of fruits and vegetables during storage. The data obtained in the work on the influence of temperature and cooling time on the quality of fruit and vegetable raw materials made it possible to select the optimal parameters in order to improve the quality of products during storage.

Keywords: cooling, storage, quality, safety, temperature, fruits, vegetables

References

1. **Bol'shakov S. A.** Holodil'naya tekhnika i tekhnologiya produktov pitaniya. Moscow: Izdatel'skij centr "Akademiya", 2003. 304 p.
2. **Nemenushchaya L. A., Stepanishcheva N. M., Solomatina D. M.** Sovremennye tekhnologii hraneniya i pererabotki plodoovoshchnoj produkcii: Nauchnyj analiticheskij obzor. Moscow, 2009. 172 p.
3. **Manzhesov V. A., Popov I. A., Shchedrin D. S., Kalashnikova S. V.** Tekhnologiya hraneniya, pererabotki i standartizatsiya rastenievodcheskoj produkcii. Saint-Petersburg: Troickij most, 2012. 536 p.
4. **Minaeva T. V., Minaeva L. V.** Proektirovanie apparata dlitel'nogo hraneniya ovoshchej i fruktov. *III Mezhduarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferenciya "Novoe v tekhnologii i tekhnike funkcional'nyh produktov pitaniya na osnove mediko-biologicheskikh vozzrenij"*. 2013. No. 1 (13). P. 298–299.
5. **Nazirova R. M., Usmonov N. B., Abdurahmonov S. Zh., Bahtiyarova D.** Izmenenie himicheskogo sostava nekotoryh sortov yablok pri hranenii v reguliruemoj atmosfere (Ra). *Nauka, tekhnika i obrazovanie*. 2019. No. 3 (56). P. 24–27.
6. **Pershakova, T. V., Kabalina D. V.** Sovremennye tekhnologii hraneniya fruktov. *Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*. 2017. No. 131. P. 1056–1066. DOI: <https://doi.org/10.21515/1990-4665-131-087>.
7. **Hranenie** v reguliruemoj atmosfere. URL: <http://www.in-frost-agro.ru/keeping/regulate/> (date of access: 20.02.2019).
8. **Didier M., Ray R.** (Eds.) Food Traceability and Authenticity: Analytical Techniques. CRC Press, 2018. 364 p.
9. **Rosana G. Moreira.** Food Irradiation — Fresh Fruits and Vegetables Presentation International Nonthermal Food Processing Workshop. Research and Innovation Towards Competitiveness. Brazil, 2013.
10. **Feng H., Barbosa-Cánovas G. V., Weiss J.** (Eds.) Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing. Springer Science + Business Media, 2011. 666 p.
11. **Evans J.** Frozen Food Science and Technology. UK: Blackwell Publishing Ltd, 2008. 356 p.

УДК 614.894.3

Т. А. Будыкина, д-р техн. наук, проф. кафедры пожарной безопасности, e-mail: tbudykina@yandex.ru, Академия гражданской защиты МЧС России, Химки, Московская область

Эргономические и эксплуатационные характеристики некоторых респираторов, оцененных в условиях пандемии COVID-19

Рассмотрена проблема возникновения и развития новой коронавирусной инфекции в мире. Для предотвращения передачи возбудителя инфекции необходимо использовать средства индивидуальной защиты органов дыхания. В статье приведены результаты оценки и выбора наиболее эргономичного, с высокими эксплуатационными характеристиками средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Были протестированы семь СИЗОД отечественного и зарубежного производства: фильтрующая полумаска Лепесток-5 СБ, медицинские респираторы СПИРО-301, СПИРО-311, СПИРО-213, две медицинские маски, в том числе Уралец Н, трехслойная маска для лица. Лучшие эргономические и эксплуатационные характеристики отмечены у моделей СПИРО-213 и Уралец Н.

Ключевые слова: новая коронавирусная инфекция, COVID-19, коронавирусы, средства индивидуальной защиты органов дыхания, фильтрующая полумаска, медицинские респираторы, медицинские маски, маска для лица

Введение

В декабре 2019 г. в Китайской Народной Республике (КНР) в городе Ухань (провинция Хубэй) произошла вспышка новой коронавирусной инфекции, которой Всемирная организация здравоохранения 11 февраля 2020 г. присвоила официальное название — COVID-19 ("Coronavirus disease 2019"). Возбудителю инфекции Международным

комитетом по таксономии вирусов было дано официальное название — SARS-CoV-2 [1].

Постановлением Правительства Российской Федерации от 31.01.2020 № 66 новая коронавирусная инфекция, вызванная SARS-CoV-2, включена в перечень заболеваний, представляющих опасность для окружающих.

С конца января 2020 г. во многих странах мира стали регистрироваться случаи заболевания



COVID-19, а в конце февраля 2020 г. резко осложнилась эпидемиологическая обстановка в Южной Корее, Иране и Италии, что привело к значительному росту числа случаев заболевания в других странах мира в последующем. 11 марта 2020 г. Всемирная организация здравоохранения объявила о начале пандемии COVID-19 [2–4].

По состоянию на 04.12.2020 количество зараженных COVID-19 в мире составило 65 630 672 человек, скончались — 1 514 220 человек, вычленились — 45 370 775 человек. В России на эту дату количество зараженных COVID-19 составило 2 402 949 человек, скончались — 42 181 человек, вычленились — 1 888 752 человек [5].

Коронавирусы (*Coronaviridae*) представляют собой большое семейство РНК-содержащих вирусов, способных инфицировать и животных, и человека. У людей при этом возникают заболевания от легких форм острой респираторной инфекции (ОРВИ) до тяжелого острого респираторного синдрома (ТОРС или SARS) [1]. Коронавирусы разделяются на четыре рода: *Alphacoronavirus*, *Betacoronavirus*, *Gammacoronavirus* и *Deltacoronavirus* [1].

До 2002 г. коронавирусы рассматривались в качестве агентов, вызывающих нетяжелые заболевания верхних дыхательных путей (с крайне редкими летальными исходами). В период 2002–2004 гг. коронавирус рода *Betacoronavirus* (*SARS-CoV*) стал причиной эпидемии атипичной пневмонии — тяжелого острого респираторного синдрома, повлекшей смерть 774 человек в 37 странах мира. В 2012 г. на Аравийском полуострове началась эпидемия, вызванная коронавирусом MERS-CoV рода *Betacoronavirus*, которая привела к гибели 866 человек [1, 6].

Новый коронавирус SARS-CoV-2 также относится к роду *Betacoronavirus*. Основной мишенью поражения SARS-CoV-2 являются альвеолы легких, также могут быть поражены клетки эпителия желудка и кишечника.

Основным источником инфекции является больной человек, в том числе находящийся в инкубационном периоде заболевания (в среднем, 5–7 суток). Передача инфекции осуществляется в большинстве случаев воздушно-капельным путем при кашле, чихании и разговоре на близком (менее 2 м) расстоянии. Вирус также передается воздушно-пылевым и контактным путями при рукопожатии, непосредственном контакте с инфицированным человеком, через поверхности, предметы.

Мероприятия по предупреждению завоза и распространения COVID-19 на территории

Российской Федерации регламентированы рядом документов. Согласно документу [1] для защиты населения от COVID-19 предусматривается специфическая (вакцинация) и неспецифическая профилактика. Последняя заключается в организации мероприятий по предотвращению распространения инфекции (в отношении больного человека), механизма передачи возбудителя инфекции и защите восприимчивого контингента (использование лекарственных средств с барьерными функциями).

В целях предотвращения распространения инфекции от больного человека (источника инфекции) проводится ранняя диагностика, выявление инфицированных, изоляция больных и лиц с подозрением на заболевание, терапия и разные организационные мероприятия [1].

Для предотвращения передачи возбудителя инфекции необходимо соблюдать правила личной гигиены, использовать средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), проводить дезинфекцию и др. Медицинские работники должны использовать СИЗОД — респиратор класса защиты FFP2 или FFP3 [1].

К индивидуальным средствам защиты органов дыхания в условиях высокого риска распространения инфекции, передающейся воздушно-капельным путем, относятся медицинские маски и респираторы или фильтрующие полумаски. Принцип работы их основан на пропускании вдыхаемого воздуха через слой фильтрующего материала, на котором задерживается инфекционный аэрозоль, благодаря чему резко снижается риск их проникновения в дыхательные пути.

Цель исследования: оценить и выбрать наиболее эргономичное с высокими эксплуатационными характеристиками средство/средства индивидуальной защиты органов дыхания для ежедневного использования в период пандемии.

Методы исследования: общенаучный метод комплексного анализа и обобщения информации; натурный эксперимент по эксплуатации семи образцов СИЗОД.

Характеристика объекта исследования

Объектами исследования были выбраны семь образцов СИЗОД отечественного и зарубежного производства:

— три медицинских респиратора: СПИРО-301, СПИРО-311, СПИРО-213 (АО "Кимрская фабрика им. Горького", г. Кимры, Тверская обл.);

— одна полумаска фильтрующая Лепесток-5 СБ (АО "Кимрская фабрика им. Горького", Кимры, Тверская обл.);

— две медицинские маски: одна ООО "Казанская фабрика "СпецМедЗащита", другая Уралец Н АО "Сорбент", г. Пермь;

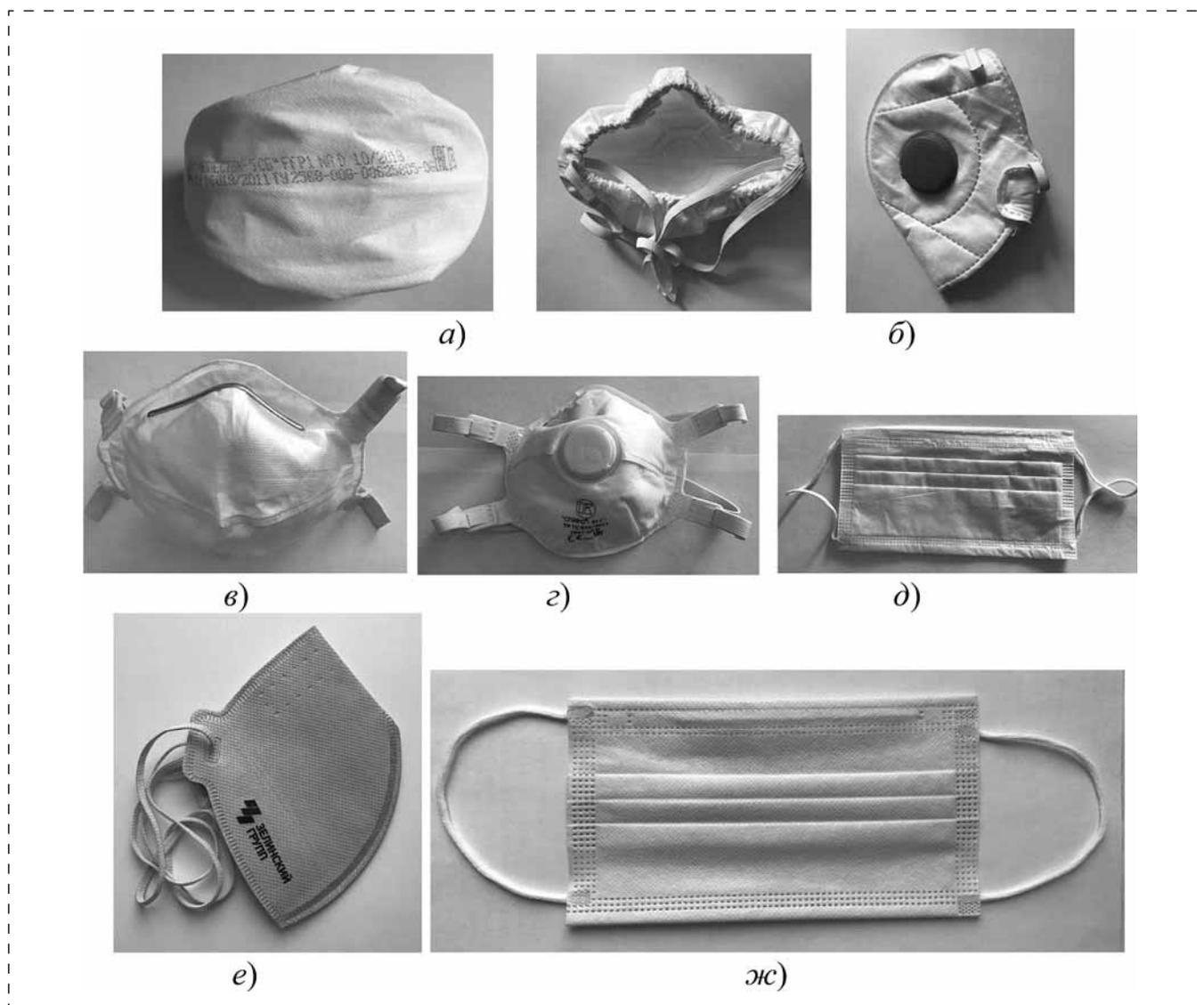
— одна маска трехслойная для лица на резинке одноразового использования (Китай).

Продолжительность тестирования перечисленных объектов исследования составляет 1...9 часов.

Эксперимент по тестированию разных моделей респираторов и масок проводился в общественных местах (железнодорожный и автомобильный транспорт, торговые центры, вокзалы, лечебные учреждения, учебное заведение) в интервале

времени март — декабрь 2020 г. На рисунке представлен внешний вид исследованных СИЗОД, в табл. 1 — портфолио их образцов.

Оцениваемые показатели были, в основном, качественными, понятными рядовому пользователю при ежедневной эксплуатации: эргономичность, комфортность при длительном ношении (8 ч), обзорность в зоне ясного видения, надежность и удобство посадки респиратора на лице, принцип устройства обтюлятора, сопротивление материала дыханию, сдавливание кожи на лице человека, плотность прилегания к лицу защитной



Внешний вид СИЗОД:

a — полумаска фильтрующая Лепесток-5 СБ, АО "Кимрская фабрика им. Горького" (вид с двух сторон — лицевой и задней); *б* — респиратор медицинский СПИРО-213, АО "Кимрская фабрика им. Горького"; *в* — респиратор медицинский СПИРО-301, АО "Кимрская фабрика им. Горького"; *г* — респиратор медицинский СПИРО-311, АО "Кимрская фабрика им. Горького"; *д* — маска медицинская, ООО «Казанская фабрика "СпецМедЗащита»»; *е* — маска медицинская Уралец Н, АО "Сорбент", г. Пермь; *ж* — маска трехслойная для лица на резинке одноразового использования (Китай)



Таблица 1

Портфолио респираторов [7, 8]

№ п/п	Серия /модель	Класс защиты	Кратность и условия применения	Наличие клапана выдоха	Число защитных слоев	Эффективность защиты (согласно данным производителя), %	Время защитного действия
1	Полумаска фильтрующая Лепесток-5 СБ	FFP1	NR ¹ D ²	—	3	78	Не указано
2	Медицинский респиратор СПИРО-301	FFP1	NR	—	3	78	В течение одной рабочей смены
3	Медицинский респиратор СПИРО-311	FFP1	NR D	+	3	78	
4	Медицинский респиратор СПИРО-213	FFP3	NR D	+	4	98	
5	Маска медицинская, ООО «Казанская фабрика "СпецМедЗащита"»	—	NR	—	3	98	
6	Маска медицинская Уралец Н, АО "Сорбент", г. Пермь	FFP	NR	—	3	Не указано	Не более 8 ч
7	Маска трехслойная для лица на резинке (одноразового использования) ³ , Китай	—	NR	—	3	Не указано	2 ч

¹ NR — респираторы предназначены для однократного применения.

² D — респираторы испытаны на устойчиво к запылению.

³ Информация представлена из этикетки к упаковке 50 шт. масок.

Таблица 2

Эргономические и эксплуатационные показатели респираторов

Оцениваемые показатели	Лепесток-5 СБ	СПИРО-301	СПИРО-311	СПИРО-213	Маска медицинская ООО «Казанская фабрика "СпецМедЗащита"»	Маска трехслойная для лица на резинке (Китай)
Эргономичность	+	++++	+++	++++	++	++++
Обзорность в зоне ясного видения (15°)	++++	++++	++++	++++	+++	++++
Граница видимости вниз без наклона головы (при отсутствии маски видимость — 70...75°)	25...30	45...50	45...50	70...75	60...65	60...65
Славление кожи на лице человека	Очень сильное, нерегулируемое	Небольшое в боковых местах	Небольшое в боковых местах	Отсутствует	Небольшое в боковых местах	Небольшое в боковых местах
Эстетичность	++	+++	+++	+++	++++	++++
Комфортность при длительном ношении (8 ч)	Создает болевые ощущения сразу	Хорошая	Средняя	Очень высокая	Низкая (2 ч)	Хорошая

Оцениваемые показатели	Лепесток-5 СБ	СПИРО-301	СПИРО-311	СПИРО-213	Маска медицинская ООО «Казанская фабрика "СпецМедЗащита"»	Маска медицинская Уралец Н	Маска трехслойная для лица на резинке (Китай)
Подмасочное пространство	Среднее	Большое	Большое	Небольшое	Практически отсутствует	Небольшое	Практически отсутствует
Изменение температуры подмасочного пространства	Среднее	Среднее	Среднее	Среднее	Высокое	Среднее	Среднее
Возможность отведения образующегося тепла, выдыхаемого воздуха и влаги	Средняя	Средняя	Хорошая	Хорошая	Низкая	Хорошая	Хорошая
Качество (надежность) посадки респиратора на лице	Соскакивает, необходимо все время его поправлять	Надежное	Надежное	Надежное	Надежное	Надежное	Надежное
Удобство посадки респиратора на лице за счет текстурирующей поверхности	Неудобное, создает болевые ощущения	Среднее	Среднее	Удобное	Среднее	Удобное	Удобное
Принцип устройства обтюратора (для облегания контура лица)	Резинка, обшитая фильтрующим материалом	Фильтрующий материал, изогнутый термически		Фильтрующий материал			
Край обтюратора	Жесткий, рельефный	Плотный, без складок	Плотный, без складок	Плотный, без складок	Средней мягкости, содержит складки	Плотный и мягкий, без складок	Средней мягкости, содержит складки
Сопrotивление материала дыханию	Среднее	Низкое	Низкое	Низкое	Высокое	Низкое	Среднее
Качество фильтрации воздуха (по запаху)	Среднее	Высокое	Низкое	Очень высокое	Низкое	Среднее	Низкое
Наличие потовпитывающей прокладки в области переносицы	Нет	Есть	Есть	Есть	Нет	Нет	Нет
Запотевание очков при совместном ношении	Есть	Есть	Есть	Небольшое	Есть	Небольшое	Есть





Окончание табл. 2

Оцениваемые показатели	Лепесток-5 СБ	СПИРО-301	СПИРО-311	СПИРО-213	Маска медицинская ООО «Казанская фабрика "Спец-МедЗащита"»	Маска медицинская Уралец Н	Маска трехслойная для лица на резинке (Китай)
Плотность прилегания к лицу	++++	++++	++++	++++	+++ Носовая пластина не фиксирует маску	++++	++++
Соприкосновение с лицом при входе	Нет	Нет	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть
Устойчивость к смятию и транспортированию	Устойчива	Плохо устойчива	Плохо устойчива	Устойчива	Устойчива	Устойчива	Устойчива
Возможность использования людьми с разным типом лица	Нет	Требует эксперимента	Требует эксперимента	Возможно	Возможно	Возможно	Возможно
Снижение четкости речи (разборчивость речи)	Среднее	Среднее	Среднее	Среднее	Нет	Среднее	Среднее
Выявленные недостатки	Ярко выраженный болевой синдром при ношении респиратора из-за обтуратора в виде резинки	Пластмассовые регуляторы лент оголовья натирают кожу на лице	Пластмассовые регуляторы лент оголовья натирают кожу на лице. При использовании на улице при температуре ниже 16 °С вдыхаемый воздух не нагреет	—	Резинки крепления маски одинаковы для всех типов лица, что создает эффект сдавливания. Плохо прилегание в области переносицы. Раздражение кожи лица повышенной ворсистостью материала внутреннего слоя маски	—	—

При мечание: знаком + условно обозначена оценка показателей от 1 до 5, где пять плюсов + + + + + означают максимальное значение оцениваемого показателя.

маски, запотевание очков, снижение четкости речи (разборчивость речи) и др.

Медицинские респираторы класса защиты FFP1 рекомендованы для применения в период эпидемии респираторных инфекций при посещении лечебных заведений, предприятий торговли и питания, в общественном транспорте, в бытовых условиях — для защиты от аллергенов, пыли. Медицинские респираторы более высокого класса защиты — FFP3 рекомендованы также для применения в учреждениях здравоохранения, в том числе при возможном контакте с наиболее опасными возбудителями заболеваний, опасными веществами I—II классов опасности.

Производители респираторов рекомендуют использовать респираторы с клапаном выдоха для повседневного применения не инфицированными людьми, без клапана выдоха — для повседневного применения инфицированными больными [7].

Медицинские маски изготавливают из трехслойного полипропиленового нетканого материала SMS, состоящего из полипропиленовых волокон: между двумя слоями спанбонда S (англ. *spunbond*) находится прослойка из мелтблауна M (англ. *meltblown*). Респираторы СПИРО также изготовлены из нетканого материала, а внутренний слой полумасок СПИРО-301, СПИРО-311 изготовлен из формованного полотна и служит для защиты фильтрующего слоя от механических повреждений и придания изделии купольной формы.

Как результат исследований в табл. 2 представлена сравнительная оценка эксплуатации семи видов защитных средств по эргономическим и эксплуатационным показателям.

Заключение

Проведя сравнительный анализ эргономических и эксплуатационных характеристик исследуемых СИЗОД, можно отметить как лучшие модели СПИРО-213 и Уралец Н. Эксплуатация именно этих моделей комфортна, надежна, эргономична. По результатам анализа показателей средств защиты можно составить следующий ряд приоритетности рассмотренных средств защиты.

СПИРО-213, Уралец Н > Маска трехслойная (Китай) > СПИРО-301 > СПИРО-311 > Медицинская маска ООО «Казанская фабрика "СпецМедЗащита"» > Лепесток-5 СБ.

В заключение следует отметить, что отечественный рынок респираторов успешно развивается. Создано большое многообразие моделей СИЗОД. Производители все время находятся в поиске наиболее эффективных, эргономичных защитных средств.

Однако следует отметить, что для снижения смертности от новой коронавирусной инфекции одними из ключевых факторов неспецифической профилактики COVID-19 являются высокая сознательность граждан, ответственное отношение к выполнению рекомендаций органов здравоохранения страны, в том числе и к использованию СИЗОД.

Список литературы

1. **Временные методические рекомендации** Министерства здравоохранения Российской Федерации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 9 (26.10.2020). Министерство здравоохранения РФ. — 236 с.
2. **Диагностика**, лечение и профилактика новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Методические рекомендации ГВМУ МО РФ. Версия 4 от 06.04.2020 г. — 53 с.
3. **Багненко С. Ф., Рассохин В. В., Беляков Н. А., Боева Е. В., Ястребова Е. Б.** Коронавирусная инфекция COVID-19. Лечение и профилактика // ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии. — 2020. — Т. 12, № 2. — С. 31—56. DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2020-12-2-31-56>.
4. **Ather Amber, Patel Biraj, Ruparel Nikita B, Diogenes Anibal, Hargreaves Kenneth M.** Coronavirus Disease 19 (COVID-19): Implications for Clinical Dental Care. *J Endodont* 2020; 46 (5). P. 584—595. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.03.008>.
5. **Официальный сайт** Коронавирус. Онлайн карта распространения коронавируса. URL: <https://coronavirus-monitor.ru/> (дата обращения 04.12.2020).
6. **Силин А. В., Зуева Л. П., Сатыго Е. А., Молчановская М. А.** Эпидемиологические особенности и инфекционный контроль при COVID-19 в стоматологической практике (научный обзор) // Профилактическая и клиническая медицина. — 2020. — № 2 (75). — С. 5—10.
7. **Официальный сайт** АО "Кимрская фабрика им. Горького". URL: <http://fgsiz.ru/product/category/index/path/63/> (дата обращения 01.09.2020).
8. **Официальный сайт** Зелинский Групп. URL: <https://protivogaz.ru/product/maska-meditsinskaya-odnorazovaya-uralets-n>. (дата обращения 04.12.2020).



T. A. Budykina, Professor of Fire Safety Department, e-mail: tbudykina@yandex.ru, Academy of Civil Defence EMERCOM of Russia, Moscow Region, Khimki

Ergonomic and Performance Characteristics of some Respirators Evaluated in the COVID-19 Pandemic

The problem of the emergence and development of a new coronavirus infection in the world is briefly considered. To prevent transmission of the pathogen, it is necessary to use personal respiratory protection equipment. The article presents the results of evaluation and selection of the most ergonomic, high-performance personal respiratory protection equipment. Seven sizes of domestic and foreign production participated in testing: filtering half-mask Petal-5 SB, medical respirators: SPIRO-301, SPIRO-311, SPIRO-213, two medical masks, including Uralets N three-layer mask for face. The best ergonomic and operational characteristics were noted for the SPIRO-213 and Uralets N models.

Keywords: new coronavirus infection, COVID-19, coronaviruses, personal respiratory protection equipment, filtering half mask, medical respirators, medical mask, three layer mask for face

References

1. **Vremennye metodicheskie rekomendacii** Ministerstva zdravoohraneniya Rossijskoj Federacii. Profilaktika, diagnostika i lechenie novej koronavirusnoj infekcii (COVID-19). Versiya 9 (26.10.2020). Elektronnyj resurs. 236 p.
2. **Diagnostika**, lechenie i profilaktika novej koronavirusnoj in-fekcii (COVID-19). Metodicheskie rekomendacii GVMU MO RF. Versiya 4 ot 06.04.2020 g. 53 p.
3. **Bagnenko S. F., Rassohin V. V., Belyakov N. A., Boeva E. V., Yastrebova E. B.** Koronavirusnaya infekciya COVID-19. Lechenie i profilaktika // VICH-infekciya i immunosupressii. 2020. Vol. 12, No. 2. P. 31–56. DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2020-12-2-31-56>.
4. **Ather Amber, Patel Biraj, Ruparel Nikita B, Diogenes Anibal, Hargreaves Kenneth M.** Coronavirus Disease 19 (COVID-19): Implications for Clinical Dental Care. J Endodont 2020; 46 (5). P. 584–595. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.03.008>.
5. **Oficial'nyj sajt** Koronavirus. Onlajn karta rasprostraneniya koronavirusa. URL: <https://coronavirus-monitor.ru/> (date of access 01.12.2020).
6. **Silin A. V., Zueva L. P., Satygo E. A., Molchanovskaya M. A.** Epidemiologicheskie osobennosti i infekcionnyj kontrol' pri COVID-19 v stomatologicheskoj praktike (nauchnyj obzor). *Profilakticheskaya i klinicheskaya medicina*. 2020. No. 2 (75). P. 5–10.
7. **Oficial'nyj sajt** AO "Kimrskaya fabrika im. Gor'kogo". URL: <http://fgsiz.ru/product/category/index/path/63/> (date of access 01.09.2020).
8. **Oficial'nyj sajt** Zelinskij Grupp. URL: <https://protivogaz.ru/product/maska-meditsinskaya-odnorazovaya-uralets-n> (date of access 04.12.2020).

Информация

Уважаемые авторы и подписчики журнала!

Обращаем ваше внимание, что на сайте ВАК РФ размещен документ, озаглавленный "Справочная информация об отечественных изданиях, которые входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования и в соответствии с пунктом 5 правил формирования перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее — Перечень), утвержденный приказом Минобрнауки России от 12 декабря 2016 г. № 1586 (зарегистрирован Минюстом России 26 апреля 2017 г., регистрационный № 46507), с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 12 февраля 2018 г. № 99 (зарегистрирован Минюстом России 15 марта 2018 г., регистрационный № 50368), считаются включенными в Перечень. Журнал "Безопасность жизнедеятельности" включен в этот список (поз. 328, список от 24.07.2019). Считаю необходимым подчеркнуть, что текст п. 5 Правил формирования Перечня имеет продолжение: "по отраслям науки, соответствующим их профилю". Напомним, что еще до выхода первого номера журнала в январе 2001 г. в качестве основных тематических направлений профиля были определены вопросы безопасности деятельности человека, экологии и преподавания соответствующих дисциплин в высшей школе.

УДК 53.06:09, 67.08

С. В. Анахов, канд. физ.-мат. наук, доц., зав. кафедрой, e-mail: sergej.anahov@rsvpu.ru,
Г. В. Харина, канд. хим. наук, доц., Российский государственный профессионально-педагогический университет, Екатеринбург,
А. В. Матушкин, канд. техн. наук, ст. преп., Уральский федеральный университет имени Б. Н. Ельцина, Екатеринбург,
Ю. А. Пыкин, д-р техн. наук, проф., Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург

Об эффективности обезвреживания азотсодержащих компонентов в технологии плазменного дожигания газообразных отходов

Приведены данные исследования технологии плазменного дожигания продуктов термической переработки отходов. Рассмотрена модернизированная конструкция плазмотрона для утилизации азотсодержащих газовых выбросов (аммиака и оксидов азота). Проанализированы известные методы обезвреживания данного вида отходов и найдены температурные аппроксимации времени и эффективности их разложения в диапазоне температур плазменного нагрева. Определены газодинамические и теплофизические параметры воздушно-плазменного потока в процессе теплового нагрева азотсодержащих газов плазменной струей. Обоснована эффективность рассматриваемой технологии плазменного обезвреживания. Показана возможность повышения эффективности обезвреживания при нагреве во вращающемся потоке газа в камере смешения плазмотрона. Рассмотрены направления дальнейших исследований и применимость полученных результатов.

Ключевые слова: плазмотрон, электроплазменные технологии, проектирование, эффективность, экологическая безопасность, утилизация, обезвреживание, инсинерация, переработка отходов, математическое моделирование

Введение

Одним из наиболее перспективных направлений применения электроплазменных технологий является их внедрение в проекты, связанные с термической переработкой отходов различной степени опасности. В основе применения плазмотронов в проектах экологической направленности лежит эффект высокотемпературного ($T > 2000$ К) воздействия на материалы, позволяющего подвергнуть глубокому разложению соединения, входящие в состав данного вещества, — плазменная инсинерация ("сжигание"). Однако для эффективного внедрения плазменных процессов в технологии по переработке отходов необходим поиск оптимальных решений с учетом критериев качества достигаемого результата, производительности, себестоимости и безопасности [1].

В целях повышения эффективности применения плазменных процессов в технологиях

термической переработки были проведены исследования, связанные с выявлением закономерностей поведения плазменно-дугового разряда в газодинамическом потоке обезвреживаемого газа, а также с изучением взаимосвязи этих закономерностей с параметрами работы плазмотрона. В ходе исследований рассматривались также особенности процессов переноса потоков тепла и массы в плазмохимических системах и специфика протекания в них полиморфных превращений обезвреживаемых токсичных веществ.

Одной из задач, решаемых в ходе подобных исследований, является определение номенклатуры газообразных токсичных отходов, для обезвреживания которых целесообразно использование технологии плазменной инсинерации. Известно, что основные затраты при внедрении проектов термической утилизации отходов приходятся, в основном, на систему очистки газов, включающую в себя несколько стадий пропускания

газовых выбросов через циклоны, скрубберы, адсорберы, электромагнитные и механические фильтры. Целью исследования стало применение плазменных технологий на стадии дожигания отходящих газов, которые могут существенно повысить качество, упростить и удешевить технологии очистки и обезвреживания отходов, а также решить проблему обезвреживания образующихся при сжигании газообразных супертоксиантов (диоксинов, фуранов и т. д.).

Объекты и методы исследований

Для изучения эффективности технологии плазменного обезвреживания отходов была разработана оригинальная конструкция плазматрона с камерой смешения (КС), в которой конструктивными и технологическими способами организуется взаимодействие двух газовых потоков — формирующей плазменную дугу (струю) и вторичного потока токсичного газа (рис. 1). Для данной конструкции и технологии были проведены исследования процессов плазменной инсинерации супертоксиантов, чье присутствие в газовых выбросах представляет наибольшую опасность для окружающей среды. С этой целью подробно рассмотрены и проанализированы известные методы термического обезвреживания диоксинов. На базе небольшого количества известных сведений [2] по их высокотемпературному обезвреживанию (при температурах 1500 и 5000 °С) на основе уравнения Аррениуса для константы скорости реакции были сделаны аппроксимации времени их разложения в диапазоне температур плазменного нагрева. На основе полученных аппроксимирующих

зависимостей были получены критерии эффективности высокотемпературного обезвреживания диоксинов и обоснована применимость в этих целях технологии плазменной инсинерации.

В рамках исследования было также отмечено, что оценка эффективности обезвреживания токсичных газов с применением плазматронов дугового типа является многопараметрической задачей, так как помимо конструктивных следует учитывать газодинамические и теплоэнергетические параметры технологии. С этой целью методами математического моделирования в программной среде SolidWorks были определены газодинамические параметры воздушно-плазменного потока в камере смешения разработанного плазматрона для обезвреживания токсичных газовых выбросов [3].

Исследованы различные конфигурации камеры смешения (цилиндрической и конфузорного типа), а также разные способы ввода утилизируемого газа в плазменную струю (двух- и четырехканальная подача под различными углами к оси плазменной струи). Рассмотрены два способа нагрева объема утилизируемого газа в камере смешения с применением плазменных струй различной конфигурации.

По результатам исследований определены оптимальные конструктивные и технологические особенности плазматрона (см. рис. 1) — с плазменной дугой длиной не менее 170 мм и температурой на оси цилиндрической КС не менее 7000 К, обеспечивающей нагрев обезвреживаемой газовой смеси в диапазоне 2...10 мс при средних температурах 2000...4000 К. Подача токсичных газов осуществляется по четырем патрубкам диамет-

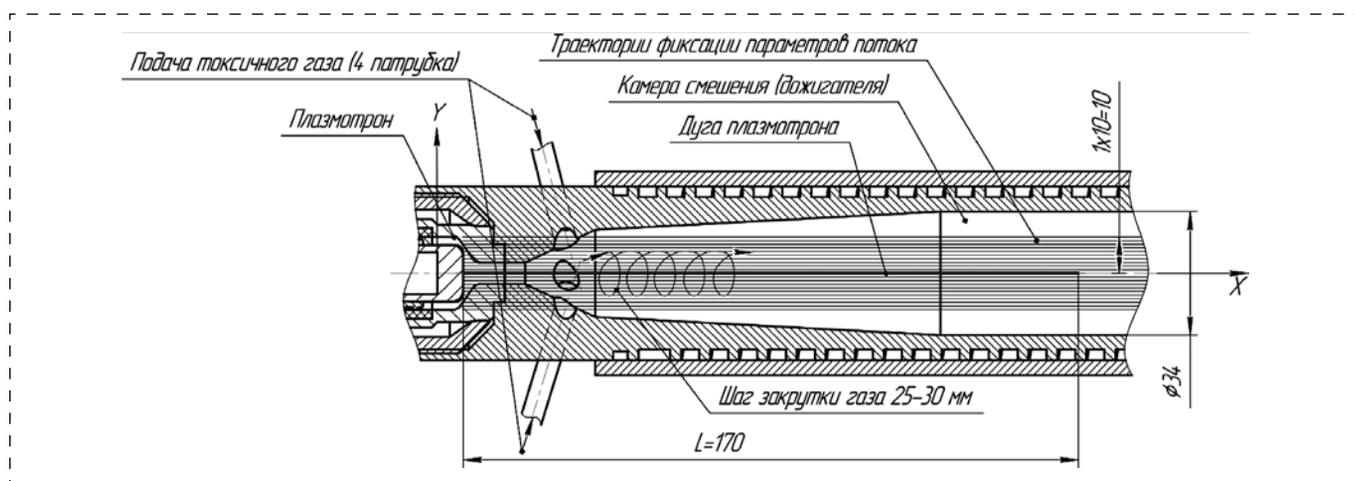


Рис. 1. Плазматрон для обезвреживания токсичных газовых отходов (экспериментальная модель)

ром 4 мм, расположенным перпендикулярно оси КС на расстоянии от среза сопла 11 мм.

В ходе исследования были изучены газодинамические особенности поведения газовых потоков в КС плазмотрона и рассчитаны характерные температуры, скорости и времена нагрева утилизируемого газа при его движении в КС по различным траекториям (линейным и спиральным — см. рис. 1). Полученные результаты коррелируют с порядками значений времени разложения диоксинов при таких температурах, свидетельствуя тем самым об эффективности исследуемой технологии. Данный вывод подтверждается и при оценке эффективности обезвреживания диоксинов в соответствии с критериями полноты их разложения [4]. Полученные данные позволяют оценить и эффективность обезвреживания опасных видов азотсодержащих газов, образующихся в различных технологических процессах (например, металлургических процессах с использованием азотной кислоты), а также при термической переработке отходов. К таким соединениям следует, в первую очередь, отнести аммиак и ряд оксидов азота.

Как известно, газообразный аммиак (NH_3) является токсичным соединением, опасным (вплоть до смертельного исхода) при вдыхании. Смесь аммиака с воздухом взрывоопасна, а при наличии постоянного источника огня он горюч. Среди известных оксидов азота к аварийно-опасным химическим веществам относят оксид NO и диоксид азота NO_2 .

Оксид азота раздражает глаза, кожу и слизистые оболочки, а при вдыхании вызывает серьезное отравление, вплоть до потери сознания и судорог. Вдыхание оксида азота даже в концентрациях ниже пороговых может привести к отеку легких.

Диоксид азота также раздражает кожу и слизистые оболочки, его вдыхание может привести к хроническим заболеваниям легких и отравлению. Кроме того, при хроническом воздействии в невысоких концентрациях диоксид азота влияет на иммунную систему, снижая сопротивляемость организма заболеваниям, вызывая у людей генетические изменения. Порог чувствительности к запаху составляет 10 мг/м^3 , что выше ПДК (табл. 1). Симптомы отравления диоксидом азота отличаются от таковых при отравлении оксидом азота. Однако следует учитывать, что в некоторых случаях люди могут оказаться под воздействием одновременно обоих этих веществ.

Помимо отходов производств, связанных с использованием азотной кислоты, образование

ПДК опасных азотсодержащих газообразных соединений

№ п/п	Вещества	ПДК, мг/м^3		
		Максимально-разовая	Средне-суточная	Класс опасности
1	Диоксид азота (NO_2)	0,085	0,04	2
2	Оксид азота (NO)	0,6	0,06	3
3	Аммиак (NH_3)	0,2	0,04	4

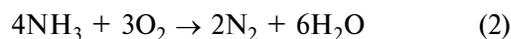
оксидов азота происходит при горении всех видов топлива из-за наличия в них азотсодержащих органических веществ. Например, в продуктах сгорания 1 кг дизельного топлива содержится 20...40 г оксидов азота [5]. Оксиды азота, являясь источниками таких экологических проблем, как кислотные осадки, разрушение озонового экрана и фотохимический смог, способствуют деградации экосистем и ухудшению здоровья людей. В связи с этим вполне закономерным является интенсивный поиск путей минимизации содержания оксидов азота в выбросах из различных источников.

Практически все известные на сегодняшний день работы, посвященные обезвреживанию аммиака — это исследования его разложения с применением различных каталитических систем из переходных металлов (Fe , Pt , Ni и т. д.) [6, 7]. Разложение аммиака начинается при $270 \text{ }^\circ\text{C}$, а при температуре свыше $900 \text{ }^\circ\text{C}$ аммиак практически разлагается полностью до азота и водорода:



Разложение аммиака обычно протекает с образованием промежуточных соединений. При этом скорость разложения аммиака во многом определяется скоростью десорбции азота. Считается, что возможны следующие варианты термического превращения аммиака:

— без катализатора при повышенной температуре ($1200\text{...}1300 \text{ }^\circ\text{C}$)



— в присутствии катализатора, при повышенной температуре



Время разложения аммиака по реакции (1) в температурном интервале $700\text{...}1500 \text{ K}$ при давлении $3,92 \text{ МПа}$ приведено в табл. 2.



Таблица 2

Расчетное время установления химического равновесия τ и коэффициент полноты завершения реакции разложения аммиака X^* как функции температуры T [8]

T, K	700	1000	1200	1500
τ, c	$3,54 \cdot 10^{12}$	$1,11 \cdot 10^4$	6,31	$5,02 \cdot 10^{-3}$
X^*	0,822	0,9856	0,9951	0,9999

* X — доля разложившегося аммиака

Результаты исследования

На представленных рис. 2, 3 и 4 показаны результаты численного моделирования процессов нагрева аммиака воздушно-плазменной струей в камере смешения плазмотрона для обезвреживания токсичных отходов (конструктивные

и технологические параметры соответствуют приведенным выше оптимальным значениям). В связи с тем что эффективность высокотемпературного разложения большинства веществ пропорциональна как температуре, так и времени нагрева, в качестве интегрального параметра можно взять произведение данных характеристик (рис. 5).

Анализ представленных данных показывает, что при температурах плазменного нагрева в камере смешения плазмотрона (1500...3500 К — см. рис. 2 и 3) происходит фактически полное разложение аммиака. При этом наиболее эффективно разложение идет на удалении в пределах 3...4 мм от оси КС, однако и в остальном объеме обеспечиваются необходимые для разложения условия (см. рис. 3 и 4). С учетом того, что нагрев происходит в условиях газодинамически

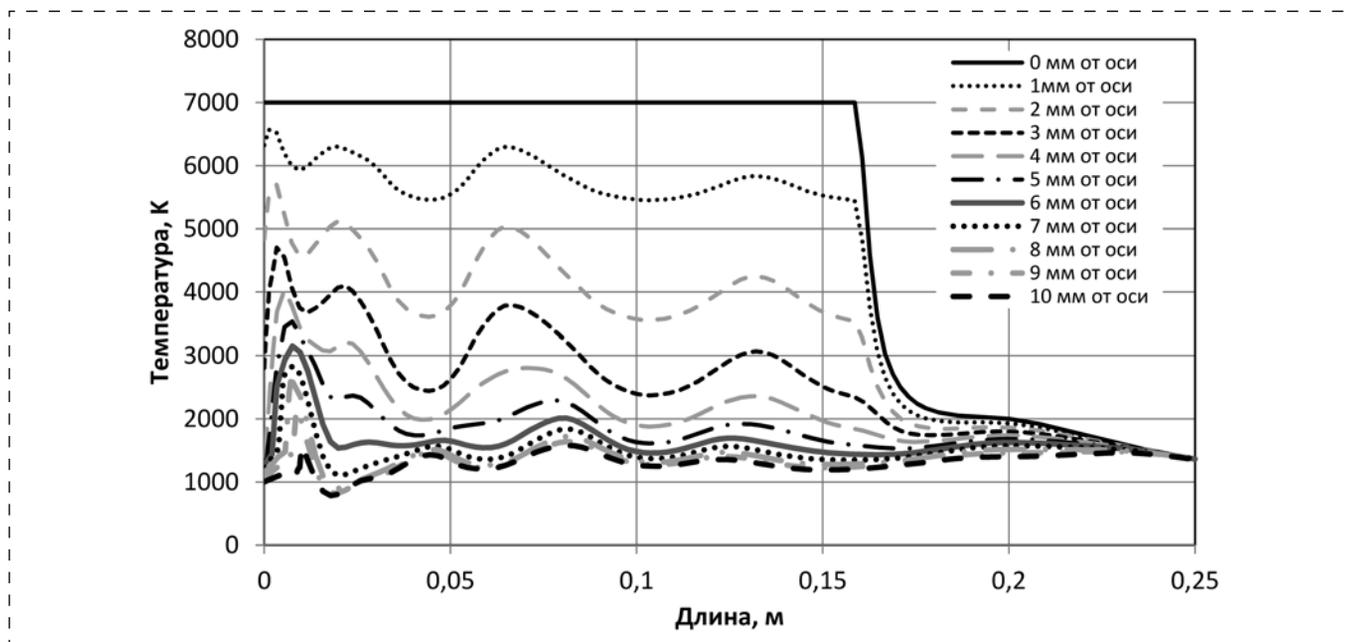


Рис. 2. Распределение температур в КС плазмотрона (расчет по прямолинейным траекториям — см. рис. 1)

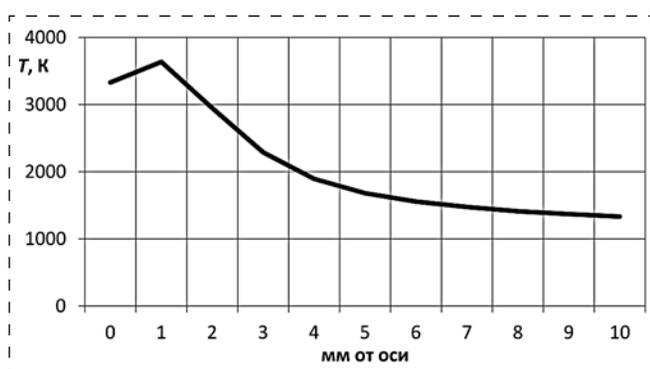


Рис. 3. Средние температуры по сечению КС плазмотрона

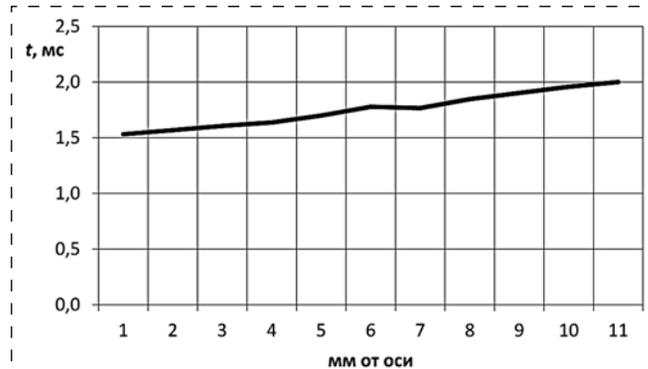


Рис. 4. Среднее время нагрева аммиака по сечению КС плазмотрона

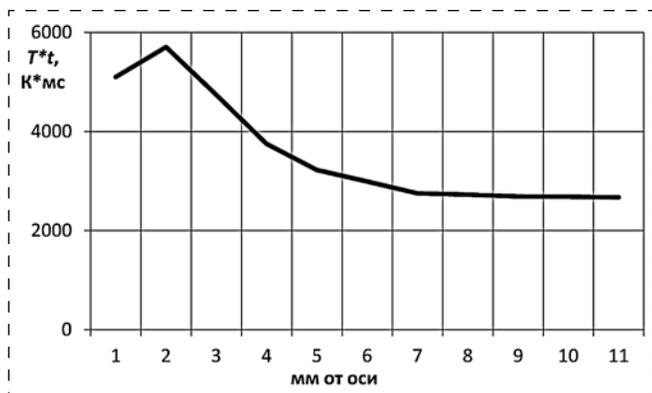


Рис. 5. Среднее значение интегрального параметра эффективности нагрева аммиака по сечению КС плазматрона

неравномерной среды (во вращающемся потоке) целесообразно обратить внимание и на результаты расчета вдоль винтовых траекторий (с шагом и диаметром, характерными для распределения газового потока в КС — см. рис. 1).

Данные результаты (рис. 6) свидетельствуют о более эффективном (в 1,5–3 раза) обезвреживании основной массы газа, движущейся в КС по винтовой траектории (спирали). Следует также обратить внимание, что при этом в условиях нагрева воздушно-плазменной струей возможно частичное окисление аммиака до оксида азота NO (при избытке кислорода, согласно реакции (3)), хотя при заданных расходах плазмообразующего (0,005 кг/с) и обезвреживаемого (0,004 кг/с) газов процесс должен идти преимущественно по реакциям (1) и (2).

Рассмотрим возможности плазменного обезвреживания токсичных оксидов азота. На сегодняшний день очистка газов от оксидов азота основана на использовании самых разных методов:

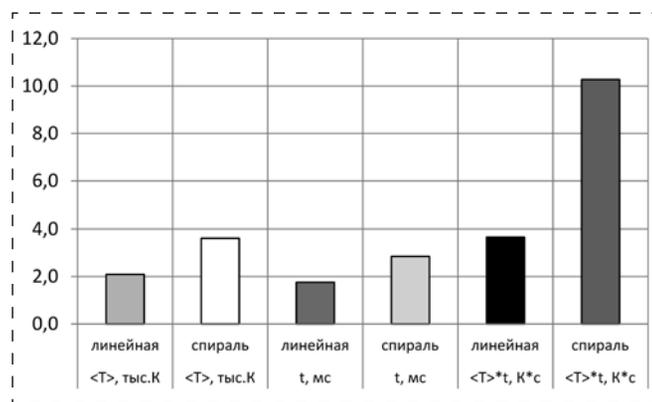
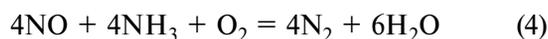


Рис. 6. Средние значения параметров эффективности нагрева аммиака по сечению КС плазматрона (по вертикали — числовые значения параметров в соответствующих единицах измерения)

каталитических, биохимических, некаталитических, термических и т. д. С учетом того, что каталитические методы имеют ряд известных недостатков (высокая стоимость материалов; необходимость регулярной регенерации и т. д.), следует обратить внимание на другие методы обезвреживания.

Некаталитические методы основаны на использовании некоторых веществ-восстановителей, например, аммиака, который отличается достаточно высокой эффективностью (до 90 %) восстановления оксидов азота [9]. Аммиак находится в емкости в виде аммиачной воды, которая впрыскивается в поток газа при высокой температуре, обуславливая, таким образом, восстановление оксидов азота согласно следующим уравнениям реакций:



Как видно из уравнений (4) и (5), в результате такой конверсии оксидов азота образуются совершенно нетоксичные соединения.

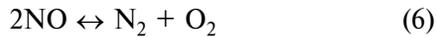
Термические методы сами по себе практически не пригодны для утилизации оксидов азота, поскольку при характерных температурах (700...800 °С) велика вероятность окисления азота, поступающего в зону горения вместе с воздухом и газовой смесью [10]. В связи с этим целесообразно использовать поэтапную очистку газовых смесей, использующую методы, направленные на обезвреживание оксидов азота или ступенчатое сжигание топлива.

В последние годы все большую популярность приобретают плазмохимические методы, основанные на деструкции утилизируемых газов в плазменной струе, температура которой достигает нескольких тысяч градусов. Наиболее эффективно двухступенчатое термическое разложение газообразных отходов: на первой ступени происходит неполное сжигание отходов, а на второй осуществляется дожигание продуктов неполного горения, например, оксидов азота, углерода, серы.

При температурах 2000...4000 °С равновесная концентрация оксида азота на выходе остается достаточно высокой, около 2,4 % (при начальной концентрации оксида азота 5 %), что соответствовало степени разложения, равной 52 % [11]. Процесс высокотемпературного метода разложения



оксида азота может быть описан уравнением обратимой реакции:



В связи с тем что количество образующегося оксида азота по уравнению реакции (4) прямо пропорционально зависит от концентрации кислорода, было предложено [11] использовать восстановители (твердые, жидкие, газообразные) для связывания кислорода. Было выявлено, что введение в систему восстановителей смещает равновесие реакций (4) в сторону образования азота и кислорода, причем это смещение не зависит от агрегатного состояния восстановителя. Следовательно, для полноты разложения оксидов азота введение восстанавливающих агентов предпочтительно и при использовании плазмохимического метода.

Для оценки эффективности обезвреживания были рассчитаны равновесные концентрации оксида азота при его разложении плазмохимическим методом. За основу были приняты экспериментально полученные уравнения [12]. Скорость образования оксида азота (NO) при температурах от 3500 К и выше определяется согласно уравнению

$$\frac{dC_{\text{NO}}}{d\tau} = 1,5 \cdot 10^{13} e^{-\frac{360\,340}{RT}} \frac{(C'_{\text{NO}})^2 - (C_{\text{NO}})^2}{\sqrt{C_{\text{O}_2}}}, \quad (7)$$

где C_{NO} и C_{O_2} — начальные концентрации оксида азота и кислорода; C'_{NO} — равновесная концентрация оксида азота; τ — время; R — универсальная газовая постоянная; T — температура.

Поскольку процесс получения оксида азота (NO) является обратимым, время τ_p установления его равновесной концентрации может быть найдено по формуле

$$\tau_p = \frac{5 \cdot 10^{11} e^{-\frac{360\,340}{RT}}}{\sqrt{C_{\text{O}_2}}} C'_{\text{NO}}. \quad (8)$$

Следовательно, равновесная концентрация оксида азота (NO) в обратимом процессе его разложения (6) может быть рассчитана по уравнению

$$C'_{\text{NO}} = \frac{\tau_p \sqrt{C_{\text{O}_2}}}{5 \cdot 10^{11} e^{-\frac{360\,340}{RT}}}. \quad (9)$$

Выбор начальной концентрации кислорода основан на том, что содержание атомарного кислорода в продуктах сгорания топлива варьируется от 0,4 до 8,0 мас. %. Зависимость времени установления равновесия по уравнению реакции (3)

от температуры рассмотрена в работе [12]. Рассчитанные концентрации оксида азота (NO) приведены в табл. 3. Из таблицы следует, что с увеличением температуры равновесная концентрация оксида азота уменьшается. Во всех случаях содержание оксида азота (NO) в системе меньше значения ПДК, что свидетельствует о высокой степени его разложения.

На рис. 7 и 8 показаны результаты численного моделирования газодинамических и теплофизических процессов нагрева азота в камере смешения плазмотрона для обезвреживания газов, которые с небольшой погрешностью можно аппроксимировать и на процессы нагрева опасных оксидов азота. Результаты анализа показывают, что нагрев происходит при температурах свыше 2000 К (средняя температура — 2700 К при расчете по линейной и 4000 К по винтовой траектории (спирали)) в течение 2...3 мс. Учитывая представленные в табл. 3 данные, можно сделать вывод о существенно меньшем содержании NO при характерных температурах и временах плазменного нагрева в КС, чем ПДК, что свидетельствует об эффективности предложенного метода для обезвреживания оксидов азота.

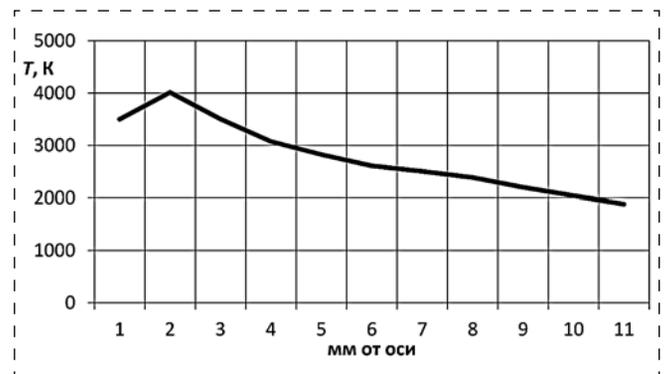


Рис. 7. Среднее значение температуры нагрева азота по сечению КС плазмотрона

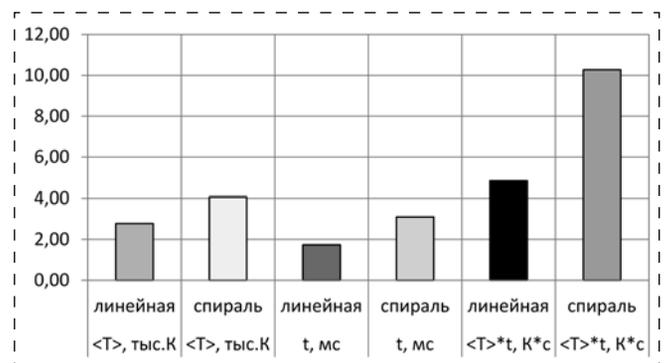


Рис. 8. Средние значения параметров эффективности нагрева азота по сечению КС плазмотрона (по вертикали — числовые значения параметров в соответствующих единицах измерения)

Характерное время разложения и равновесной концентрации NO в зависимости от температуры нагрева и концентрации кислорода

Концентрация кислорода	Температура нагрева	Время разложения (время установления равновесия)	Равновесная концентрация оксида азота	
			C'_{NO} , моль/дм ³	C'_{NO} , мг/м ³
C_{O_2} , моль/дм ³	T , К	τ , мс	C'_{NO} , моль/дм ³	C'_{NO} , мг/м ³
0,0625	3000	1	$9,6 \cdot 10^{-10}$	0,029
0,0937	3000	1	$1,2 \cdot 10^{-9}$	0,035
0,125	3000	1	$1,4 \cdot 10^{-9}$	0,041
0,0625	4000	0,001	$2,6 \cdot 10^{-14}$	$0,78 \cdot 10^{-6}$
0,0937	4000	0,001	$3,2 \cdot 10^{-14}$	$0,95 \cdot 10^{-6}$
0,125	4000	0,001	$3,7 \cdot 10^{-14}$	$1,09 \cdot 10^{-6}$

Заключение

По результатам рассмотренного исследования можно сделать вывод об обоснованности представленного способа плазменного обезвреживания токсичных азотсодержащих отходов газообразного фазового состава на примере азотсодержащих токсичных газов (аммиака, оксида и диоксида азота). Преимущества данного метода по сравнению с известными технологиями высокотемпературного сжигания и обезвреживания отходов заключаются в скорости и эффективности процесса. Результаты данных исследований должны позволить в дальнейшем сформулировать общепотребимые в инженерной практике принципы и методы проектирования высокоэффективной техники плазменного нагрева, основанные на полученных в ходе исследований закономерностях взаимодействия газовых потоков в камере смешения (дожигания) плазматрона. Применение таких разработок, в свою очередь, станет новым толчком для разработки новых типов плазматронов для нагрева материалов, получению нового качества обезвреживания отходов, переходу на новые алгоритмы малоотходных экологических технологий.

Список литературы

1. **Анахов С. В., Пыкин Ю. А.** Электроплазменные технологии: проектирование с учетом факторов безопасности // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 10. — С. 14—21.
2. **Технологии обеззараживания.** URL: <http://www.seu.ru/cci/lib/books/dioksiny/8/02.htm> [дата обращения 20.07.2020].

3. **Пыкин Ю. А., Анахов С. В., Шакуров С. А.** Патент РФ № 67909 на полезную модель "Плазматрон" от 22.05.2007.
4. **Anakhov S. V., Matushkin A. V., Dorozhkin E. M., Lyzhin A. I., Pyekin Yu. A.** Study of plasma incineration processes in ecological waste recycling technologies // EurAsian Journal of BioSciences. — 2019. — Vol. 13. — P. 1785—1789.
5. **Туркин А. В.** Исследование возможности практического применения способа очистки выхлопных газов судового двигателя адсорбцией твердым веществом в присутствии озона // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. — 2014. — № 3. — С. 89—96.
6. **Агрошенко В. И.** Технология азотной кислоты. — М.: Изд-во хим. лит-ры, 1949. — 349 с.
7. **Моисеев М. М., Леонов В. Т., Моисеева И. Д.** Исследование катализаторов разложения аммиака // Известия ТулГУ. Естественные науки. — 2014. — Вып. 1. — Ч. 2. — С. 27—33.
8. **Дорофеев А. А., Ягодников Д. А.** Термодинамическое моделирование неравновесного состава продуктов сгорания и разложения жидких ракетных топлив на основе гидразина // Наука и образование. МГТУ им. Н. Э. Баумана. — 2016. — № 5. — С. 29—40.
9. **Фролов С. Г., Росляков А. Д.** Уменьшение вредных выбросов транспортных дизелей путем нейтрализации оксидов азота // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. — 2009. — № 3 (19). — С. 138—142.
10. **Братчикова И. Г.** Физико-химические основы инженерной экологии. Ч. I. Охрана атмосферы: курс лекций: учеб. пособие. — М.: РУДН, 2011. — 125 с.
11. **Мищенко А. В., Кузнецов С. И.** Термический метод нейтрализации оксидов азота // Вестник ХНТУ. Инженерные науки. — 2018. — № 2 (65). — С. 35—40.
12. **Методические указания "Фиксация атмосферного азота в ВЧ в факельном плазматроне"** к лабораторному практикуму по курсу "Плазменные технологии переработки веществ". — Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2016. — 22 с.

Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ № 19-08-00190.



S. V. Anakhov, Head of Department, Associate Professor, e-mail: sergej.anahov@rsvpu.ru,
G. V. Harina, Associate Professor, Russian State Vocational Pedagogical University,
Ekaterinburg, **A. V. Matushkin**, Senior Lecturer, Ural Federal University named after
B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, **Y. A. Pyckin**, Professor, Ural State Forest Engineering
University, Ekaterinburg

On the Efficiency of Nitrogen-Containing Components Neutralization in the Plasma Afterburning Technology for Gaseous Waste

The technology of plasma afterburning for products of thermal waste processing is studied. The upgraded design of the plasma torch for utilization of nitrogen-containing gas emissions (ammonia and nitrogen oxides) is considered. The known methods of neutralization for this type of waste are analyzed and temperature approximations of their decomposition time and efficiency in the temperature range of plasma heating are found. Gas-dynamic and thermo-physical parameters of the air-plasma flow in the process of thermal heating of nitrogen-containing gases by a plasma jet are determined. An increase in the efficiency of neutralization when heated in a rotating gas flow in the mixing chamber of the plasma torch is shown. The efficiency of the considered plasma neutralization technology is proved. The directions of further research and the applicability of the results are considered.

Keywords: plasma torch, electroplasma technologies, design, efficiency, environmental safety, utilization, neutralization, incineration, waste processing, mathematical modeling

References

1. **Anahov S. V., Pykin Yu. A.** Elektroplazmennye tekhnologii: proektirovanie s uchetom faktorov bezopasnosti. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2014. No. 10. P. 14–21.
2. **Tekhnologii obezzarazhivaniya.** URL: <http://www.seu.ru/ccj/lib/books/dioksiny/8/02.htm> [date of access 20.07.2020].
3. **Pykin Yu. A., Anahov S. V., Shakurov S. A.** Patent RF № 67909 na po-leznuyu model' "Plazmotron" ot 22.05.2007.
4. **Anakhov S. V., Matushkin A. V., Dorozhkin E. M., Lyzhin A. I., Pyckin Yu. A.** Study of plasma incineration processes in ecological waste recycling technologies. *Eur-Asian Journal of BioSciences*. 2019. Vol. 13. P. 1785–1789.
5. **Turkin A. V.** Issledovanie vozmozhnosti prakticheskogo primeneniya sposoba ochildki vyhlopnih gazov sudovogo dvigatelya adsorbciy tverdyim veshchestvom v prisutstvii ozona. *Vestnik AGTU Ser.: Morskaya tekhnika i tekhnologiya*. 2014. No. 3. P. 89–96.
6. **Atroshchenko V. I.** Tekhnologiya azotnoj kisloty. Moscow: Izdatel'stvo himicheskoy literatury, 1949. 349 p.
7. **Moiseev M. M., Leonov V. T., Moiseeva I. D.** Issledovanie kataliza-torov razlozheniya ammiaka. *Izvestiya TulGU. Estestvennye nauki*. 2014. Vyp. 1. Ch. 2. P. 27–33.
8. **Dorofeev A. A., Yagodnikov D. A.** Termodinamicheskoe modelirovanie neravnovesnogo sostava produktov sgoraniya i razlozheniya zhidkih raketnyh topliv na osnove gidrazina. *Nauka i obrazovanie. MGTU im. N. E. Baumana*. 2016. No. 5. P. 29–40.
9. **Frolov S. G., Roslyakov A. D.** Umen'shenie vrednyh vybrosov transportnyh dizelej putem nejtralizacii oksidov azota. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta*. 2009. No. 3 (19). P. 138–142.
10. **Bratchikova I. G.** Fiziko-himicheskie osnovy inzhenernoj ekologii. Ch. I. Ohrana atmosfery: kurs lekcij: ucheb. posobie. Moscow: RUDN, 2011. 125 p.
11. **Mishchenko A. V., Kuznecov S. I.** Termicheskij metod nejtralizacii oksidov azota. *Vestnik HNTU. Inzhenernye nauki*. 2018. No. 2 (65). P. 35–40.
12. **Metodicheskie ukazaniya** "Fiksaciya atmosfernogo azota v VCH v fakel'nom plazmotrone" k laboratornomu praktikumu po kursu "Plazmennye tekhnologii pererabotki veshchestv". Tomsk: Nacional'nyj issledovatel'skij Tomskij politekhnicheskij universitet, 2016. 22 p.

УДК 628.33

С. Н. Гладких, канд. техн. наук, доц., e-mail: gl_svetlana53@mail.ru,
Н. Н. Семчук, д-р с.-х. наук, проф., **Н. Г. Дмитрук**, канд. пед. наук, доц.,
Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого,
Великий Новгород

Глубокая очистка гальванических стоков авторемонтных предприятий

Представлен обзор методов очистки сточных вод гальванического производства от ионов тяжелых металлов, основанных на физико-химических процессах. Рассмотрены методы очистки сточных вод: реагентный, ионообменный, электродиализный, электрохимические: электрофлотация, электрокоагуляция и гальванокоагуляция. Указаны основные достоинства и недостатки перечисленных методов. Предложен наиболее перспективный электрокоагуляционный метод на установке, которая позволяет выполнять глубокую очистку гальванических стоков от ионов тяжелых металлов. Приведены характеристики электрокоагуляционной установки. Предлагаемый способ очистки позволяет получить очищенную воду такого качества, что ее можно использовать в замкнутой системе водопользования, существенно снижая техногенное воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: гальваническое производство, ионы тяжелых металлов, методы очистки, сточные воды, электрокоагуляция, замкнутая система водопользования, окружающая среда

Введение

Гальваническое производство широко распространено на авторемонтных предприятиях для восстановления изношенных деталей машин и механизмов. Оно является одним из самых водоемких. Основными загрязнителями сточных вод гальванических участков и цехов авторемонтных предприятий являются ионы тяжелых металлов, относящиеся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех странах. Ежегодно огромное количество тяжелых металлов, прежде всего таких как, медь, свинец, хром, никель, цинк, кадмий и другие, попадают в окружающую среду и нарушают баланс в экосистеме [1]. Многочисленные исследования показывают, что ионы тяжелых металлов проявляют весьма высокую биологическую активность, накапливаясь в человеческом организме [2]. Тяжелые металлы и их соединения считаются чрезвычайно опасными токсинами в сточной воде [2, 3].

Загрязнение сточных вод токсичными веществами и промышленными отходами затрудняет или делает невозможным использование водоемов в качестве источников питьевого или технического водоснабжения. Так как способность естественных водоемов к самоочищению не беспредельна, то превышение норм загрязнений, допустимых к сбросу в водоем, может привести к необратимым изменениям и гибели водоема.

Использование эффективных малоотходных технологий сможет существенно снизить техногенное воздействие ионов тяжелых металлов на окружающую среду. Наиболее целесообразным решением этой экологической проблемы является создание замкнутых систем водопользования.

Цель исследования: обзор современных методов очистки сточных вод гальванического производства от ионов тяжелых металлов, выявление их достоинств и недостатков, выбор наиболее эффективного метода, позволяющего получить высокую эффективность очистки воды с использованием ее в замкнутой системе промышленного водопользования.

Методы очистки сточных вод

К сожалению, большинство существующих методов очистки сточных вод не обеспечивают такого качества, которое позволило бы повторно использовать очищенные воды в замкнутом цикле технического водоснабжения. Из всего разнообразия методов очистки стоков наиболее эффективны четыре: реагентный, ионообменный, электродиализный, электрохимический [4–7].

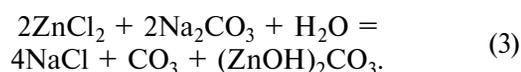
В настоящее время при очистке сточных вод, содержащих тяжелые металлы, наибольшее распространение получил **реагентный** метод. Суть реагентного способа очистки сводится к тому, что



обезвреживание сточных вод достигается путем их обработки химическими реагентами, действие которых переводит токсичные вещества в нетоксичные или приводит к выделению загрязнений в осадок, который затем отделяется от очищенной воды. Этот метод включает в себя процессы нейтрализации, окислительно-восстановительные реакции, осаждение и обезвреживание образующегося осадка и позволяет довольно полно удалять из стоков ионы тяжелых металлов [8, 9].

Реагентный метод очистки сточных вод от тяжелых металлов предполагает химическое превращение высокотоксичных растворов в нетоксичные соединения. Реагентами могут выступать гидроксиды К и Na, карбонат Na, сульфиды Na. Если в растворе содержатся вещества, которые способны легко восстанавливаться, тогда прибегают к методу восстановительной очистки. Для этих целей используют сульфат железа, диоксид серы, гидросульфит натрия.

Осаждение ионов тяжелых металлов осуществляют с помощью известкового молока, раствора едкого натра и соды. При применении NaOH необходимо строго контролировать величину pH и подбирать оптимальную дозировку. Использование соды в случае, когда стоки загрязнены такими металлами, как Zn, Pb, Cu и Cd, приводит к образованию основных карбонатов (см. формулы (1)–(3)), состав которых зависит от условий реакции: температуры, концентрации раствора, pH и пр. [9]:



Недостатками реагентного метода являются: высокая стоимость и большой расход реагентов (в том числе агрессивных); повторное загрязнение очищенных вод, что исключает ее возврат в цикл оборотного водопользования; утрата ценных веществ и затруднение их переработки; образование большого количества осадков; сложность и громоздкость аппаратуры для ведения реакции и выделения осадка.

Ионообменный метод очистки основан на использовании некоторых твердых, практически не растворимых в воде материалов — ионитов, обладающих свойствами обменивать входящие в их

состав ионы на ионы, содержащиеся в растворе. Ионообменный способ позволяет утилизировать практически все тяжелые металлы: хром, медь, цинк, никель и др. Применение этого способа весьма перспективно, но высокая стоимость ионообменных смол, ограниченность их выпуска сдерживают внедрение этого метода в производство [9, 10].

Сущность **электродиализного** способа состоит в фильтрации через анион проницаемую и катион проницаемую диафрагмы ионов солей тяжелых металлов под действием электрического тока, проходящего через раствор. Данный способ позволяет вновь получать кислоты и щелочи.

Недостатком этого способа является необходимость предварительной тщательной очистки стоков от механических примесей и коллоидных частиц, которые могут засорять диафрагму; дефицитность и высокая стоимость диафрагм [9, 10].

Электрохимические методы зарекомендовали себя как эффективные и прогрессивные технологии очистки воды. Установки по реализации этих методов достаточно компактны, высокопроизводительны, процессы управления и эксплуатации сравнительно просто автоматизируются.

Наибольшее распространение получили такие электрохимические методы, как электрофлотация, электрокоагуляция и гальванокоагуляция [11–13]. Основой этих методов является теория электрохимических процессов, связанных с анодным растворением электродов, с механизмом электродных процессов под действием электрического тока, электролитическими свойствами воды и очищаемых растворов при их электролизе, а также с физико-химическими процессами, протекающими при этом в объеме этих систем. Все эти процессы имеют отличия, зависят от многих технических и технологических факторов и требуют длительных научно-исследовательских работ и изучения имеющегося опыта их внедрения [11–13].

Наиболее перспективным методом, по мнению авторов, является **электрокоагуляция** [14–16]. Этот метод широко применяется, особенно для очистки хромсодержащих стоков. 29 Конструкторско-технологическим центром (Санкт-Петербург) разработана электрокоагуляционная установка 029.4944-01, которая позволяет выполнять глубокую очистку гальванических стоков от ионов тяжелых металлов [15].

Ниже приведена техническая характеристика электрокоагуляционной установки 029.4944-01.

ПДК загрязнений в растворах, сбрасываемых на очистку:

маслянистых, г/л.	12
твердых, г/л.	15...20
содержание Cr^{6+} , мг/л.	20...25
pH.	5,5

Допустимая остаточная концентрация загрязнений после очистки:

маслянистых, г/л.	—
твердых, г/л.	1...2
содержание Cr^{6+} , мг/л.	0,05
pH.	6,5...8,5

Средняя производительность

установки, м³/ч. 3

Установленная мощность, кВт. 63

в том числе электрокоагулятора 52

Габаритные размеры, мм:

длина 6700

ширина. 4600

высота. 4060

Как видно из приведенных данных, содержание Cr^{6+} в очищенных стоках составляет 0,05 мг/л, в то время, как в оборотных водах промышленных предприятий концентрация Cr^{6+} допускается до 1,7 мг/л. Электрокоагуляционный способ позволяет приблизиться к решению проблемы безотходных циклов в гальваническом производстве при сравнительно небольшой стоимости обработки промышленных стоков, полностью окупаемой возвращаемой в производство водой.

Рассматриваемая установка входит в замкнутую систему промышленного водопользования и успешно используется на ряде авторемонтных предприятий. Эта система водопользования предполагает отдельную очистку сходных по химическому составу групп стоков до концентрации примесей в ней, позволяющих использовать воду многократно в том же или аналогичном технологическом оборудовании, от которого она поступила на очистку, или применять ее в иных технологических целях, исключив сброс вредных по составу сточных вод в городскую канализацию или водоем. Замкнутое водоснабжение предприятий — один из немногих путей защиты окружающей среды от загрязнений и единственный путь для рационального промышленного использования водных ресурсов.

В заключении следует отметить, что из рассмотренных существующих методов очистки гальванических стоков предложен как один из перспективных электрокоагуляционный метод,

осуществляемый с помощью специальной установки, позволяющей выполнять глубокую очистку стоков гальванического производства от ионов тяжелых металлов, которая входит в замкнутую систему промышленного водопользования и успешно используется на ряде авторемонтных предприятий.

Создание безотходных гальванических производств является важнейшей задачей, необходимость решения которой обусловлена губительным воздействием на окружающую среду сбросов с низким качеством очистки. Одной из главных задач в деле предотвращения загрязнения окружающей среды в настоящее время и в перспективе является экономное и рациональное использование водных ресурсов, способное обеспечить полную сохранность и восстановление вод. С этой целью необходим перевод промышленности на оборотную (замкнутую) систему водоснабжения, исключающую сброс загрязненных вод.

Список литературы

1. Ковалев Р. А., Бурдова М. Г., Гришина И. В. Сравнительный анализ очистки стоков гальваники при реагентном и электрохимическом способах обработки // Известия ТулГУ. Технические науки. — 2018. — Вып. 10. — С. 343–346.
2. Майстренко В. Н., Хамитов Р. З., Будников Г. К. Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов. — М.: Химия, 1996. — 319 с.
3. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. — М.: АКВАРОС, 2003. — 512 с.
4. Алексеев Е. В. Физико-химическая очистка сточных вод. — М.: Ассоциация строительных вузов, 2007. — 248 с.
5. Christie C. C. Metals from electroplating sludge // Trans. Inst. Met. Finish. — 1991. — No. 2. — P. 2–6.
6. Polljr G. H. From industrial by product compounds // Products Finishing. — 1990. — No. 10. — P. 478–482.
7. Найдено В. В., Губанов Л. Н. Очистка и утилизация промышленных стоков. — Н. Новгород: ДЕКОМ, 1999. — 368 с.
8. Перельгин Ю. П., Зорькина О. В., Рашевская И. В., Николаева С. Н. Реагентная очистка сточных вод и утилизация отработанных растворов и осадков гальванических производств. — Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. — 80 с.
9. Яковлев С. В., Воропаев Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод. — М.: АСВ, 2002. — 704 с.
10. Смирнов Д. Н., Генкин В. Е. Очистка сточных вод в процессах обработки металлов. — М.: Металлургия, 1980. — 224 с.
11. Кульский Л. А. Очистка воды электрокоагуляцией. — Киев: Будівельник, 1978. — 110 с.
12. Vukčević M., Pejić B., Kalijadić A., Pajić-Lijaković I., Kostić M., Laušević Z., Laušević M. Carbon materials from waste short hemp fibers as a sorbent for heavy metal ions — Mathematical modeling of sorbent structure and ions transport // Chemical Engineering Journal. — 2014. — Vol. 235, No. 1. — P. 284–292.



13. **Яковлев С. В., Краснобородко И. Г., Рогов В. М.** Технология электрохимической очистки воды. — Л.: Стройиздат, 1987. — 312 с.
14. **Гладких С. Н.** Очистка стоков гальванических производств от ионов тяжелых металлов // Химическое и нефтяное машиностроение. — 1995. — № 6. — С. 25.
15. **Гладких С. Н., Гладких Ю. Н., Николаева Н. И.** Очистка стоков ремонтных предприятий от ионов тяжелых металлов электрохимическим способом // Миграция тяжелых металлов и радионуклидов в звене: почва растение (корм, рацион) — животное — продукт животноводства—человек: Тезисы докл. Междунар. симпозиума. — В. Новгород, 2000. — С. 171—174.
16. **Гладких С. Н.** Глубокая очистка гальваносток ремонтных предприятий от ионов тяжелых металлов // Белые ночи 2002. — СПб. — С. 135—136.

S. N. Gladkih, Associate Professor, e-mail: gl_svetlana53@mail.ru,
N. N. Semchuk, Professor, **N. G. Dmitruk**, Associate Professor, Yaroslav the Wise
Novgorod State University, Veliky Novgorod

Deep Cleaning of Electroplating Drains Car Repair Companies

The review of technologies of waste water treatment of electroplating production from heavy metal ions based on physical and chemical processes is presented. Methods of purification are considered: reagent, ion exchange, electro dialysis, electrochemical: electro flotation, electrocoagulation and Galvano coagulation. The main advantages and disadvantages of these methods are indicated. The most promising electrocoagulation method is proposed for the installation, which allows performing deep cleaning of galvanic effluents from heavy metal ions. The characteristics of the electrocoagulation unit are given. The proposed method of purification allows you to get a high effect of water purification using it in a closed water use system, which will significantly reduce the man-made impact on the environment.

Keywords: electroplating, heavy metal ions, treatment methods, waste water, electrocoagulation, closed water use system, environment

References

1. **Kovalev R. A., Burdova M. G., Grishina I. V.** Comparative analysis of electroplating wastewater treatment in reagent and electrochemical processing methods. *Technical sciences*. 2018. Vol. 10. P. 343—346.
2. **Maistrenko V. N., Khamitov R. Z., Budnikov G. K.** Ecological and analytical monitoring of supertoxicants. Moscow: Khimiya, 1996. 319 p.
3. **Zhmur N. S.** Technological and biochemical processes of wastewater treatment at facilities with aeration tanks. Moscow: AKVAROS, 2003. 512 p.
4. **Alekseev E. V.** Physical and chemical wastewater treatment. Moscow: Association of Construction Universities, 2007. 248 p.
5. **Christie C. C.** Metals from electroplating sludge. *Trans. Inst. Met. Finish.* 1991. No. 2. P. 2—6.
6. **Polljr G. H.** From industrial by product compounds. *Products Finishing*. 1990. No. 10. P. 478—482.
7. **Naidenko V. V., Gubanov L. N.** Cleaning and utilization of industrial effluents. N. Novgorod: DECOM, 1999. 368 p.
8. **Perelygin Yu. P., Zorkina O. V., Rashevskaya I. V., Nikolaeva S. N.** Reagent wastewater treatment and utilization of waste solutions and sediments of electroplating industries. Penza: PSU Publishing House, 2013. 80 p.
9. **Yakovlev S. V., Voropaev Yu. V.** Water disposal and wastewater treatment. Moscow: ASV, 2002. 704 p.
10. **Smirnov D. N., Genkin V. E.** Wastewater treatment in metal processing processes. Moscow: Metallurgy, 1980. 224 p.
11. **Kulsky L. A.** Water purification by electrocoagulation. Kiev.: Budivelnik, 1978. 110 p.
12. **Vukčević M., Pejić B., Kalijadis A., Pajić-Lijaković I., Kostić M., Laušević Z., Laušević M.** Carbon materials from waste short hemp fibers as a sorbent for heavy metal ions — Mathematical modeling of sorbent structure and ions transport. *Chemical Engineering Journal*. 2014. Vol. 235. No. 1. P. 284—292.
13. **Yakovlev S. V., Krasnoborodko I. G., Rogov V. M.** Technology of electrochemical water purification. Leningrad: Stroyizdat, 1987. 312 p.
14. **Gladkikh S. N.** Wastewater treatment electroplating plants from heavy metal ions. *Chemical and petroleum engineering*. 1995. No. 6. P. 25.
15. **Gladkikh S. N., Gladkikh Yu. N., Nikolaeva N. N.** Wastewater treatment repair enterprises from heavy metal ions by electrochemical method. *Migration of heavy metals and radionuclides in the chain: soil — plant (food, diet) — animal-livestock product — the man: proc. Dokl. Intern. V. Novgorod*, 2000. P. 171—174.
16. **Gladkikh S. N.** Deep cleaning of electroplating blocks of repair enterprises from heavy metal ions. *Belye nochi*. 2002. Saint-Petersburg. P. 135—136.

УДК 534.835.46

А. В. Вивчарь-Панюшкина, канд. геогр. наук, доц., e-mail: avpanyushkina@yandex.ru,
С. Н. Болотин, канд. хим. наук, доц., **В. Т. Панюшкин**, д-р хим. наук, проф.,
Кубанский государственный университет, Краснодар

Влияние состояния окружающей природной среды на экологию города Краснодара

Приведены данные мониторинга влияния состояния окружающей природной среды (ОПС) на экологию г. Краснодара. Рассмотрены основные негативные факторы: загрязнение атмосферного воздуха, загрязнение почв токсичными отходами, несанкционированные залповые сбросы загрязняющих веществ в водные объекты. Приведены расчет компонентов экологической техноёмкости и техногенной нагрузки территории г. Краснодара, а также результаты оценки демографической ёмкости территории.

Ключевые слова: загрязнение, окружающая природная среда, экологическая ёмкость территорий, техногенная нагрузка, здоровье населения

Введение

Все элементы природы представляют собой окружающую среду. В понятие "окружающая среда" не входят созданные человеком предметы (здания, автомобили и т. д.), так как они окружают отдельных людей, а не общество в целом. Однако участки природы, изменённые деятельностью человека (города, сельскохозяйственные угодья, водохранилища, лесополосы и др.) входят в окружающую среду, так как создают среду общества.

Актуальность данного исследования не вызывает сомнений. Целью данной работы является изучение действия факторов состояния окружающей природной среды (ОПС) на население г. Краснодара.

Влияние негативных факторов состояния ОПС на экологию города Краснодара

Оценка негативного воздействия факторов состояния ОПС показывает, что интенсивное использование на протяжении многих лет природных ресурсов г. Краснодара и Краснодарского края, связанное с интенсификацией сельскохозяйственного производства, наращиванием промышленного потенциала, развитием транспортной сети железных и автомобильных дорог, увеличением транспортных потоков, интенсивной нефтегазодобычей, наличием экологически опасных нефтехранилищ и транспортирующих

нефтепроводов, привело к истощению природных богатств: земельных и водных ресурсов, растительного и животного мира; ухудшению качества природной среды и деградации отдельных ее элементов.

Связанную с природопользованием хозяйственную деятельность на территории Краснодара осуществляют свыше 15 тыс. промышленных, строительных, сельскохозяйственных и транспортных предприятий, оказывающих негативное воздействие на качество состояния ОПС.

Основные экологические проблемы г. Краснодара с точки зрения приоритетности перечислены ниже.

1. Загрязнение ОПС токсичными промышленными отходами. Отходы в городской среде свидетельствуют об отсутствии на большинстве предприятий переработки, утилизации отходов и их использования в народном хозяйстве. Проблема твердых бытовых отходов. Токсичные выделения городских свалок и их негативное влияние на экосистемы урбанизированных территорий.

2. Выбросы токсичных веществ в атмосферу, в том числе от передвижных источников. Загрязнение атмосферного воздуха в городской среде, основную долю которого вносит транспорт, выбросы от которого включают вредные и канцерогенные вещества [1–3].

3. Шумовое загрязнение, основным источником которого является транспорт, в том числе автотранспорт. Уровень шума от автотранспорта



на некоторых оживленных улицах города зачастую превышает гигиенические нормы. Увеличение в общем транспортном потоке количества грузовых автомобилей, особенно с дизельными двигателями, значительно повышает уровень шума.

4. Сбросы в поверхностные водные объекты городских и промышленных сточных вод, содержащих токсичные вещества. Сложная экологическая обстановка в бассейне р. Кубани в пределах города Краснодара, что в определенной степени обусловлено влиянием транзитного переноса загрязняющих веществ от источников, расположенных за пределами края: в Республиках Адыгея, Карачаево-Черкессии, Ставропольском крае.

По данным работ [2, 3] на территории Российской Федерации расположены 300 объектов первой категории, оказывающих негативное воздействие на состояние ОПС, вклад которых в суммарный объем выбросов и сбросов загрязняющих веществ по нормативам составляет не менее 60 %. Пять объектов из этих трехсот находятся в г. Краснодаре.

В настоящее время в Краснодаре существуют функциональные, специальные и локальные системы, службы и сети мониторинга объектов природной среды, антропогенных воздействий, состояния биоты и экосистем. Однако эти системы и службы не обеспечивают в полной мере построение целостной картины состояния ОПС, необходимой для принятия наиболее эффективных управленческих решений. Все службы и системы мониторинга ориентированы на наблюдения и оценку состояния отдельных компонентов ОПС, функционируют по самостоятельным программам и, зачастую, на различной научно-методической и метрологической основе. Отсутствие методологического единства выполняемых работ и единых требований к представлению информации создает серьезные проблемы при ее получении и интеграции [3].

Государственной сетью наблюдения (ГСН) за состоянием ОПС, базовую основу которой составляют территориальные органы Росгидромета, проводятся основные виды наблюдений: за состоянием загрязнения воздуха в городе, загрязненностью поверхностных вод, кислотностью атмосферных осадков и естественным радиационным фоном.

Мониторинг атмосферного воздуха города Краснодара — это система наблюдений за состоянием загрязнения атмосферного воздуха и происходящими в нем природными явлениями, оценка и прогноз состояния атмосферного воздуха.

На постах наблюдения проводятся инструментальные наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха (на стационарных постах автоматического контроля и на передвижных маршрутных постах). Полученные в процессе инструментальных наблюдений данные о содержании (концентрации) вредных веществ в атмосферном воздухе используются для расчета и оценки интегрального показателя загрязненности воздушного бассейна населенного пункта — индекса загрязнения атмосферы (ИЗА).

Основной гигиенической проблемой, влияющей на здоровье, является загрязнение атмосферного воздуха выбросами автотранспорта и промышленных предприятий. Аэрогенное воздействие на здоровье населения является одним из ведущих факторов антропогенного воздействия.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ [4] специалистами Управления Роспотребнадзора по Краснодарскому краю были выполнены исследовательские работы по оценке риска здоровью при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух в городе Краснодаре. Проанализировано 14,1 тыс. исследований атмосферного воздуха на содержание 16 загрязняющих веществ, из которых 5 обладают канцерогенным действием.

Результаты исследований, основанных на руководствах и рекомендациях [4—7], показали следующие взаимосвязи: в городе Краснодаре наибольший индекс опасности $HI = 12,4$ обусловлен хроническим ингаляционным воздействием веществ, поступающих в организм из атмосферного воздуха. Если индексы и коэффициенты опасности (НҚ) превышают единицу, то вероятность возникновения угрозы здоровью населения вредного воздействия на человека возрастает пропорционально увеличению HI и HQ . Наибольшие коэффициенты опасности у бенз(а)пирена ($HQ = 2,3$), формальдегида ($HQ = 2,0$), меди ($HQ = 1,5$), марганца ($HQ = 1,3$), пыли ($HQ = 1,3$), диоксида азота ($HQ = 1,0$), оксида углерода ($HQ = 0,7$), оксида азота, фенола, сероводорода ($HQ = 0,5$).

Практически единственной возможностью для получения количественных характеристик потенциальной угрозы здоровью населения является использование методологии оценки риска [1, 5].

Исследования показали, что тенденции роста дозы химических канцерогенов, формируемой в результате загрязнения окружающей природной среды и особенностей факторов образа жизни на территории г. Краснодара, в настоящее время не наблюдается, а расчет индивидуального

канцерогенного риска для бензо(а)пирена, формальдегида и свинца, осуществляется с использованием данных о величине экспозиции и значениях факторов канцерогенного потенциала [1]:

$$CR = LADD \cdot SF,$$

где CR — риск развития канцерогенных эффектов; LADD — среднесуточная доза в течение жизни, мг/(кг×день); SF — фактор канцерогенного потенциала (наклона), мг/(кг×день) — 1.

Оценка состояния использования водных объектов по итогам 2015—2017 гг. показала, что прослеживается тенденция снижения количества нелегитимных водопользователей [3]. При проведении мероприятий по контролю совместно с Кубанским бассейновым водным Управлением, а также при взаимодействии с Краснодарским центром по гидрометеорологии и мониторингу ОПС специалистам удается своевременно выявлять и пресекать очаги несанкционированных залповых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, что значительно снижает антропогенную нагрузку и является положительным и эффективным экологическим фактором. На территории Краснодара в 2016—2017 гг. в рамках исполнения предписаний Управления хозяйствующими субъектами проведено более 17 текущих и капитальных ремонтов очистных сооружений, что позволило увеличить эффективность их работы и значительно снизить сброс загрязняющих веществ в водные объекты. Структура сбрасываемых в 2017 г. сточных вод в природные поверхностные водные объекты г. Краснодара [3] выглядит следующим образом:

нормативно-чистые без очистки	3191,84 м ³
загрязненные без очистки	609,4 м ³
загрязненные недостаточно очищенные	155,89 м ³
нормативно-очищенные	75,95 м ³ .

Исследования почв города Краснодара, выполненные по программе мониторинга земель, выявили, что на загрязнение почв повлияли различные причины: выбросы промышленных предприятий, производственных объектов нефтегазодобычи, нефтепереработки, а также химические склады, свалки, внесение в почву минеральных удобрений и средств защиты растений. Территория города, в зависимости от ее функциональной специализации, плотности застройки, размеров и интенсивности эколого-геохимических аномалий с превышением ПДК содержания тяжелых

металлов, может быть дифференцирована на зоны с различной качественной оценкой загрязнения.

Аграрный сектор вносит значительный вклад в загрязнение окружающей среды в результате применения средств защиты растений (пестицидная нагрузка). Однако в системе национальной статистики отсутствует механизм учета количественных показателей пестицидов по их видам или группам в разрезе муниципальных образований. При отсутствии национальной программы мониторинга остаточных количеств пестицидов и агрохимикатов в природных объектах (в поверхностных и подземных водах, в почве) этот аспект загрязнения окружающей среды остается бесконтрольным, хотя эффективный метод утилизации высокотоксичных веществ предложен достаточно давно [8].

Оценка влияния ОПС на состояние здоровья [2, 3] населения Краснодара по данным Медицинского информационно-аналитического центра показала, что в структуре болезней как среди всего населения, так и среди детей в возрасте от 0 до 14 лет, подростков 15—17 лет и взрослых старше 18 лет, первое место занимают болезни органов дыхания, второе — травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин. Среди всего населения третье место занимают болезни органов пищеварения, четвертое — мочеполовой системы, пятое место — болезни системы кровообращения. Заболеваемость болезнями системы кровообращения у взрослых увеличивается [2].

Как было отмечено в работе [9] естественный (природный) радиационный фон г. Краснодара составляет 8...10 мкР/ч и на протяжении ряда лет стабилен. Однако нельзя оставлять без внимания данный фактор, поскольку в целом естественный радиационный фон южных территорий России характеризуется высокой радиационной активностью; необходимо также принимать во внимание кумулятивный эффект накопления радионуклидов. В целом Краснодар как рекреационный и аграрный город России в плане исследований радиационного фона изучен очень слабо.

Оценка демографической емкости территории города Краснодара

Полученные ранее данные по демографической емкости территории (ДЕТ) [10] могут стать общими экологическими ограничителями при определении перспектив хозяйственного развития



данного района и численности его населения. Для определения ДЕТ по наличию территорий, пригодных для промышленного и гражданского строительства, использовались следующие показатели: площадь территории, равная 4123,5 км²; коэффициент, показывающий долю территорий, получивших наивысшую оценку по пригодности для промышленного и гражданского строительства, равный 0,06; ориентировочная потребность в территории 1000 жителей в зависимости от характера производственной базы района, равная 30 га. Данный показатель ДЕТ составил 824 700 человек и соответствует норме.

Для расчета ДЕТ по наличию поверхностных вод использованы следующие показатели: сумма расходов воды в водотоках при входе в район, равная 4600 тыс. м³/сут; коэффициент, учитывающий необходимость разбавления сточных вод, равный 0,25; нормативная водообеспеченность 1000 жителей (от 1000 до 2000 м³/сут). В результате расчетов показатель ДЕТ по наличию поверхностных вод составил 789 000 человек.

Для расчета ДЕТ по наличию подземных вод использованы следующие показатели: площадь территории района, равная 83,42 км², эксплуатационный модуль подземного стока, равный 897 м³/сут, нормативная водообеспеченность на 1000 жителей, составляющая 2000 м³/сут. Тогда показатель ДЕТ по наличию подземных вод составил 1 870 690 человек.

Для определения ДЕТ по условиям организации отдыха в лесопарках использовались показатели: площадь территории, равная 2832,95 км²; лесистость района, равная 10 %; 0,5 — коэффициент, учитывающий необходимость зеленых зон городов средней полосы России, равный 200 га; коэффициент, учитывающий распределение отдыхающих в лесу и у воды, равный 0,3. Тогда показатель ДЕТ составил 236 079 человек.

Для определения ДЕТ по условиям организации отдыха у воды использовались следующие показатели: длина водотоков, пригодных для купания, равная 9 км; коэффициент, учитывающий возможность организации пляжей, равный 0,3; ориентировочный норматив потребности 1000 жителей в пляжах, равный 0,5 км; коэффициент, учитывающий распределение отдыхающих в лесу и у воды, равный 0,1. Исходя из расчета, показатель ДЕТ составил 108 000 человек.

Для определения ДЕТ по условиям организации пригородной сельскохозяйственной базы были использованы следующие показатели: площадь территории района, благоприятной для

ведения сельского хозяйства, равная 57 000 га; коэффициент, учитывающий использование сельскохозяйственных запасов под пригородную базу, равный 0,2; ориентировочный показатель потребности 1000 жителей района в землях пригородной сельскохозяйственной базы, составляющей 500 га. Исходя из расчетов, показатель ДЕТ составил 22 800 человек. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Высокий показатель по наличию подземных вод связан с тем, что на территории края расположен крупный Азово-Кубанский бассейн пресных подземных вод, имеющий значительные запасы термальных и минеральных вод. В крае разведано 38 месторождений пресных подземных вод, по которым утверждены эксплуатационные запасы в количестве 4,3 млн м³ воды в сутки и насчитывается более 8,5 тыс. водозаборных скважин, из которых отбирается около 2,2 млн м³ воды в сутки.

Таким образом, наименьшим из частных демографических емкостей по территории является показатель по наличию сельскохозяйственных земель. Площади сельскохозяйственных земель, необходимых для организации сельскохозяйственной базы, крайне недостаточно для исследуемой территории, но в целом этот показатель компенсируется тем, что Краснодарский край в основном специализируется на сельскохозяйственной продукции. Поэтому данный показатель для самого Краснодара (22 800 чел.) использовать нецелесообразно.

В целом за счет хорошо развитой инфраструктуры уровень жизни человека в городе остается высоким, но на некоторых территориях имеются существенные проблемы с охраной окружающей природной среды. Природоохранные мероприятия на таких территориях сводятся к зеленому

Таблица 1

Результаты расчета демографической емкости территории по компонентам [10]

Показатель	ДЕТ _г , чел.
По наличию территории, пригодной для промышленного и гражданского строительства	824 700
По наличию поверхностных вод	789 000
По наличию подземных вод	1 870 690
По организации отдыха в лесопарках	236 079
По организации отдыха у воды	108 000
По организации пригородной сельскохозяйственной базы	22 800

строительству, разбивке и восстановлению городских парков, озеленению межмагистральных территорий, созданию особо охраняемых природных территорий.

Оценка экологической техноёмкости и техногенной нагрузки территории города Краснодара

Экологическая техноёмкость территории (ЭТТ) определялась по трем компонентам среды обитания в соответствии с методикой, предложенной в работе [10]. Для расчета (табл. 2) были использованы статистические данные [3, 11–18].

Рассчитанная экологическая техноёмкость территории (ЭТТ) по трем компонентам среды обитания приведена в табл. 3, где $K_{оп}$ — коэффициент экологической опасности. Сравнение показателей показывает, что наибольший вклад в экологическую техноёмкость дает воздушная среда — 68 %, земля — 22 %, вода — 10 %.

Динамика изменения техногенной нагрузки (ТН) в г. Краснодаре представлена в табл. 4 и на рис. 1–3.

Из рис. 1 видно, что техногенная нагрузка на почвенный покров превышает экологическую техноёмкость территории. Это связано с тем, что на маленькой территории сосредоточено большое

Таблица 2

Показатели необходимые при вычислении экологической техноёмкости территорий г. Краснодара [3, 11–18]

Показатель	Значение
Площадь территории, км ²	841,36
Слой загрязнения воздуха, км	0,05
Средняя скорость ветра, м/с	2,5
Годовое количество осадков, мм	735
Расход воды в водотоках, м ³ /с	0,006
Объем поверхностных вод, км ³	0,5
Средняя годовая продукция биомассы, т/км ²	1000
Биомасса сухого вещества, т/год	4000

Таблица 3

Показатели экологической техноёмкости территории для г. Краснодара [3, 11–18]

Среда	ЭТТ, т/год	ТН, т/год	$K_{оп}$
Атмосфера	83 903,87	47 030	3,248
Гидросфера	17 902,46	1472	1,449
Почвенный покров	33 465,094	6240	2,35

Экологическая техноёмкость территории и техногенная нагрузка МО г. Краснодара в период с 2012 по 2018 гг. [3, 11–18]

Год	ЭТТ, т/год	ТН, т/год	$K_{оп}$
Атмосфера			
2012	83 903,87	56 170	0,67
2014		58 790	0,70
2016		73 470	0,88
2018		72 560	0,86
Гидросфера			
2012	17 902,46	24 034	1,34
2014		22 463	1,25
2016		19 564	1,09
2018		19 071	1,07
Почвенный покров			
2012	33 465,094	103 672	3,10
2014		106 782	3,19
2016		109 985	3,29
2018		113 285	3,39

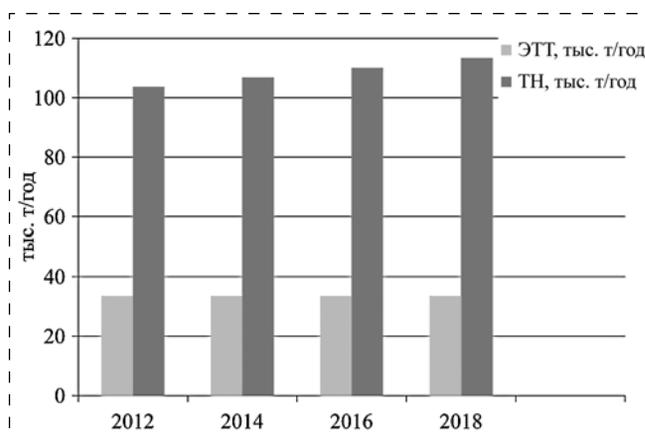


Рис. 1. Соотношение экологической техноёмкости территории и техногенной нагрузки на почвенный покров за период 2012–2018 гг.

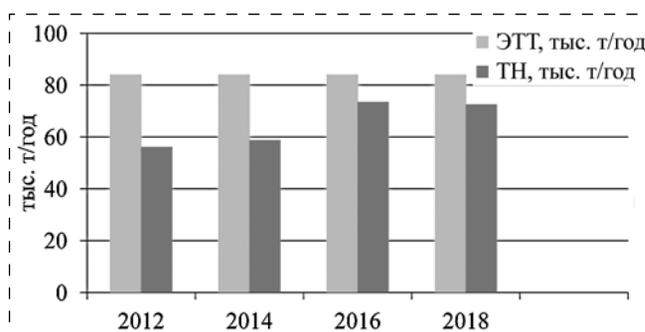


Рис. 2. Соотношение экологической техноёмкости территории и техногенной нагрузки атмосферного воздуха за период 2012–2018 гг.

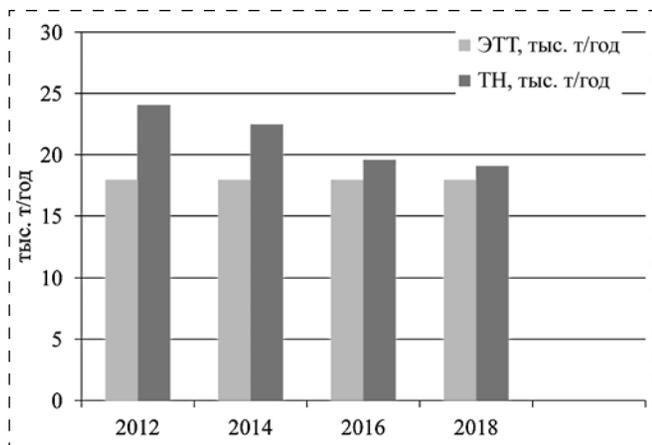


Рис. 3. Соотношение экологической техноёмкости территории и техногенной нагрузки гидросферы за период 2012–2018 гг.

количество населения и имеется большое число предприятий.

Из данных рис. 2 можно сделать вывод, что техногенная нагрузка на атмосферу г. Краснодара не превышает экологическую техноёмкость территории. На рисунке также виден рост техногенной нагрузки, что связано с увеличением количества автомобилей [1].

Из рис. 3 видно, что техногенная нагрузка на гидросферу незначительно превышает экологическую техноёмкость территории.

Для сводной оценки уровня безопасности территории г. Краснодара рассчитан интегральный коэффициент экологической опасности территории, который вычисляется методом сложения коэффициента опасности сред, умноженных на поправочные коэффициенты [10].

Динамика изменения интегрального коэффициента экологической опасности показана на рис. 4. Из табл. 5 видно, что на территории г. Краснодара наметилась тенденция по ухудшению экологической обстановки.

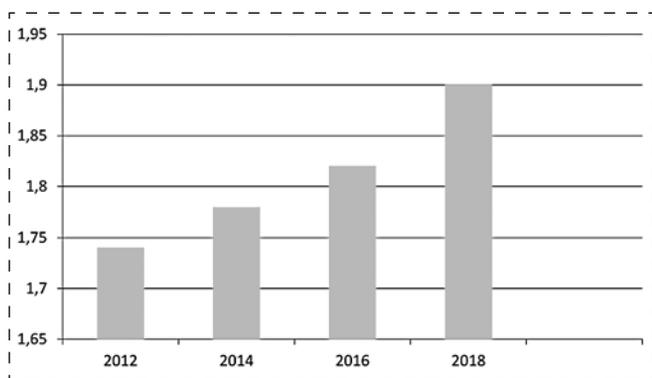


Рис. 4. Динамика изменения интегрального коэффициента экологической опасности г. Краснодара за период с 2012 по 2018 г.

Таблица 5

Уровень экологической безопасности территории г. Краснодара

Коэффициенты истощения экологической техноёмкости	Значение коэффициента			
	2012	2014	2016	2018
Атмосфера	0,67	0,70	0,88	0,86
Гидросфера	1,34	1,25	1,09	1,07
Почвенный покров	3,10	3,19	3,29	3,39
Интегральный коэффициент $K_{оп}$	1,74	1,78	1,82	1,90
Уровень экологической безопасности	Экологический кризис			

Заключение

1. Осуществлен мониторинг состояния ОПС г. Краснодара; выявлены следующие основные негативные факторы:

- загрязнение атмосферного воздуха (формальдегид, фенол, бенз(а)пирен, пыль, оксид углерода и др.) от выбросов автотранспорта и промышленных предприятий;
- загрязнение почвы токсичными отходами;
- несанкционированные залповые сбросы загрязняющих веществ в водные объекты.

2. Техногенная нагрузка на атмосферу г. Краснодара, в основном за счет автотранспорта, составляет приблизительно 60 % всех загрязнений в 2018 г. и не превышает экологическую техноёмкость в 2012–2018 гг.

3. Техногенная нагрузка на гидросферу и почвенный покров (характеризующаяся сокращением зон лесонасаждений за счет интенсивного градостроительства, наличием мусорных свалок) превышает экологическую техноёмкость, территория находится в зоне экологического риска.

4. Влияние состояния ОПС на здоровье населения г. Краснодара сопоставлено с основными заболеваниями органов дыхания, сердечно-сосудистой и мочеполовой систем, органов пищеварения.

Список литературы

1. Анисимов В. В., Вивчарь-Панюшкина А. В., Панюшкин В. Т. Оценка канцерогенной опасности для населения г. Краснодара, вызванной загрязнением атмосферного воздуха // Безопасность жизнедеятельности. — 2016. — № 6. — С. 45–48.
2. Государственный доклад "О санитарно-эпидемиологической обстановке и защите прав потребителей в г. Краснодаре в 2013 году". Краснодар, 2014. — 228 с.
3. Государственный доклад "О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2017 году". Краснодар, 2018. — 492 с.

4. **Постановление** Правительства РФ от 24.11.1993 г. № 1229 "О создании Единой государственной системы экологического мониторинга".
5. **Р. 2.1.10.1920—04** Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. — М.: Министерство здравоохранения РФ, 2004. — 161 с.
6. **Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование РФ**. Предельно-допустимые концентрации (ПДУ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы. — М.: Министерство здравоохранения РФ, 2003. — 10 с.
7. **Оценка** риска многосредового воздействия химических веществ (расчет дозовой нагрузки, критерии оценки риска канцерогенных и не канцерогенных эффектов): информационное письмо № 1100/731-01-111. — М.: Минздрав РФ, 2001. — 144 с.
8. **Пат. 63498** Российская Федерация, МПК8 F23G7/00 Установка для утилизации препаративных форм пестицидов и других низкоконцентрированных смесей высокотоксичных веществ / Н. Н. Буков и др.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего образования Кубанский государственный университет — № 2006146503, заявл. 25.12.2006; опубл. 27.05.2007. Бюл. № 15.
9. **Панюшкин В. Т., Вивчарь-Панюшкина А. В., Анисимов В. В.** О возможном влиянии радиационного фона территорий Краснодарского края на здоровье населения // Безопасность жизнедеятельности. — 2017. — № 1. — С. 12—17.
10. **Денисенко Т. В., Муромцев А. М.** Экологическая емкость территории: принципы оценки и анализ результатов. — М.: Высшая школа, 2005. — 265 с.
11. **Государственный доклад** "О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2012 году". Краснодар, 2013.
12. **Государственный доклад** "О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2013 году". Краснодар, 2014.
13. **Государственный доклад** "О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2014 году". Краснодар, 2015.
14. **Государственный доклад** "О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2015 году". Краснодар, 2016.
15. **Государственный доклад** "О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2016 году". Краснодар, 2017.
16. **Государственный доклад** "О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2018 году". Краснодар, 2019.
17. **Единая** межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: <https://fedstat.ru/indicator/34559> (дата обращения 10.10.2020).
18. **Андреев В. В.** Краснодарский край в цифрах: статистический сборник. — Краснодар: Краснодарстат, 2016. — 307 с.

A. V. Vivchar-Panyushkina, Associate Professor, e-mail: avpanyushkina@yandex.ru,
S. N. Bolotin, Associate Professor, **V. T. Panyushkin**, Professor,
 Kuban State University, Krasnodar

The Influence of the State of the Natural Environment on the Ecology of Krasnodar

The monitoring of the influence of the state of the natural environment (OPS) on the ecology of the city of Krasnodar was carried out. The main negative factors have been identified: air pollution, soil pollution with toxic waste, unauthorized volley discharges of pollutants (pollutants) into water bodies. The tendencies of an increase in the dose of chemical carcinogens formed as a result of OPS contamination were determined. The calculation of the technogenic load on the atmosphere, hydrosphere and soil cover of Krasnodar, which is comparable with the environmental technological intensity.

The influence of the state of OPS on the health of the population of the city of Krasnodar is comparable to the main diseases: respiratory organs, cardiovascular and urinary-genital systems, digestive organs.

Keywords: *pollution, OPS, components of the ecological capacity of territories, public health*

References

1. **Anisimov V. V., Vivchar-Panyushkina A. V., Panyushkin V. T.** Assessment of carcinogenic hazard to the population of Krasnodar caused by atmospheric air pollution. *Life Safety*. 2016. No. 6. P. 45—48.
2. **State report** "On the sanitary and epidemiological situation and consumer protection in Krasnodar in 2013". Krasnodar, 2014. 228 p.
3. **State report** "On the state of nature management and environmental protection of the Krasnodar territory in 2017". Krasnodar, 2018. 492 p.



4. **Resolution** of the Government of the Russian Federation of 24.11.1993 No. 1229 "On the creation of a Unified state system of environmental monitoring".
5. **P. 2.1.10.1920—04** Guidelines for assessing the risk to public health when exposed to chemicals that pollute the environment. Moscow: Ministry of health of the Russian Federation, 2004. 161 p.
6. **State sanitary** and epidemiological regulation of the Russian Federation. Maximum permissible concentrations (PUD) of pollutants in the atmospheric air of populated areas. Hygienic standards. Moscow: Ministry of health of the Russian Federation, 2003. 10 p.
7. **Assessment** of the risk of multi-mediated exposure to chemicals (calculation of the dose load, criteria for assessing the risk of carcinogenic and non-carcinogenic effects): information letter no. 1100/731-01-111. Moscow: Ministry of health of the Russian Federation, 2001. 144 p.
8. **Pat. 63498** Russian Federation, MPK8 F23G7 / 00 Installation for utilization of preparative forms of pesticides and other low-concentration mixtures of highly toxic substances / N. N. Bukov, K. V. Larionov, V. T. Panyushkin and others; applicant and patentee Kuban State University, Appl. 12/25/2006, publ. 27.05.2007. Bul. No. 15.
9. **Panyushkin V. T., Vivchar-Panyushkina A. V., Anisimov V. V.** On the possible impact of the radiation background of the territories of the Krasnodar Territory on the health of the population. *Life Safety*. 2017. No. 1. P. 12—17.
10. **Denisenko T. V., Muromtsev A. M.** The ecological capacity of the territory: principles of assessment and analysis of results. Moscow: Higher school, 2005. 265 p.
11. **State report** "On the state of nature management and environmental protection of the Krasnodar Territory in 2012". Krasnodar, 2013.
12. **State report** "On the state of nature management and environmental protection of the Krasnodar Territory in 2013". Krasnodar, 2014.
13. **State report** "On the state of nature management and environmental protection of the Krasnodar Territory in 2014". Krasnodar, 2015.
14. **State report** "On the state of nature management and environmental protection of the Krasnodar Territory in 2015". Krasnodar, 2016.
15. **State report** "On the state of nature management and environmental protection of the Krasnodar Territory in 2016". Krasnodar, 2017.
16. **State report** "On the state of nature management and environmental protection of the Krasnodar Territory in 2018". Krasnodar, 2019.
17. **Unified** interdepartmental information and statistical system (EMISS). URL: <https://fedstat.ru/indicator/34559> (date of access 10.10.2020).
18. **Andreev V. V.** Krasnodar Territory in Figures: Statistical Collection. Krasnodar: Krasnodarstat. 2016. 307 p.

KIOSH 2021

10-я Международная выставка и конференция

Даты проведения: 19.05.2021—21.05.2021

Место проведения: Экспо, МВЦ (Нур-Султан (Астана), Казахстан)

Выставка и конференция по охране труда и промышленной безопасности. Выставка KIOSH — это уникальная возможность представить свою компанию и продемонстрировать новинки оборудования и технологий для обеспечения общественной и промышленной безопасности. Это возможность ознакомиться и изучить деловую активность конкурентов и их продукцию и услуги, оценить спрос и предложение рынка, заключить выгодные сделки и контракты.

На выставке будет представлена, большая линейка предметов средств индивидуальной защиты: специальная одежда, фурнитура для специальной одежды, специальная обувь, ткани и материалы для спецодежды, респираторы, каски, очки, перчатки, измерительные приборы, защитные средства для строителей и промышленного альпинизма, системы очистки воздуха, средства коллективной защиты, а также последние достижения в данной области.

Тематические разделы выставки:

Охрана труда и производственная безопасность
Текстиль
Здоровье и Гигиена труда:
Пожарная безопасность и Чрезвычайные Ситуации
Обучение и наука
Экологическая Безопасность

<https://www.kiosh.kz/ru/>

УДК 378.1

И. А. Томакова, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: tomakova@mail.ru,
В. И. Томаков, д-р пед. наук, канд. техн. наук, проф. кафедры, Юго-Западный
государственный университет (ЮЗГУ), Курск

Технология дистанционного обучения дисциплине "Экономика и менеджмент безопасности" в условиях пандемии

Описан опыт организации учебного процесса и использования технологии дистанционного обучения дисциплине "Экономика и менеджмент безопасности" учебного плана направления подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность в условиях вынужденного перевода учебного процесса на дистанционное обучение.

Представлена технология дистанционного обучения как совокупность целей, содержания, средств и методов обучения, этапов деятельности образовательного процесса, реализация которых обеспечивает осуществление поставленных целей обучения и получение результата, соответствующего требованиям ФГОС ВО. Рассмотрены основные компоненты предлагаемой технологии обучения: полная передача предметного содержания дисциплины; активное взаимодействие студента с преподавателем; оценка результатов обучения. Отмечено, что технология обучения основана на интегративном подходе в образовании и обладает способностью воспроизводить педагогические процедуры.

Рекомендовано использовать полученный опыт для совершенствования технологий дистанционного обучения, а также для интеграции отдельных элементов дистанционных форм взаимодействия студентов и преподавателей в обычный учебный процесс очной и заочной форм обучения.

Ключевые слова: *высшее образование, дистанционное обучение, технология дистанционного обучения, образовательный процесс, пандемия*

Введение

В большинстве стран, в том числе и в России, во время пандемии COVID-19 значительная часть населения находилась в самоизоляции. Обычный ритм функционирования всех сфер жизнедеятельности, социальных институтов и большинства отраслей экономики из-за перехода на удаленный режим работы был нарушен. Значительные изменения произошли в социальном взаимодействии граждан. Не стала исключением и сфера высшего образования. В условиях вынужденной самоизоляции возможным и единственно правильным решением было решение продолжить учебный процесс в вузах, осуществив переход на удаленный режим работы. Таким образом, ситуация, обусловленная вынужденными ограничительными мерами, ускорила процесс перехода российских вузов на дистанционный формат обучения [1, 2].

В соответствии с приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14 марта 2020 г. № 397 все вузы различного профиля не стали останавливать образовательный процесс. Они продолжили реализацию образовательных программ на основе дистанционного обучения, используя электронные образовательные

ресурсы. Преподаватели были поставлены перед необходимостью организовывать учебный процесс в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) посредством дистанционных технологий обучения.

Неотложный перевод образования на on-line обучение не только вскрыл разнохарактерные проблемы, которые были обусловлены переходом учебного процесса на дистанционный формат, но одновременно предоставил значительные возможности и перспективы для совершенствования, разработки, широкой реализации и анализа эффективности различных технологий дистанционного обучения.

Работа по внедрению дистанционных технологий в сферу образования связана с цифровизацией большинства социальных институтов и структур. В значительной части высших учебных заведений к моменту возникновения форс-мажорных обстоятельств и вынужденного перехода на дистанционный формат были внедрены и апробированы в образовательной практике электронно-образовательные системы. Необходимый учебный материал был переведен в электронный вид (оцифрован), по отдельным дисциплинам (модулям, темам) были разработаны и точно апробированы технологии дистанционного обучения.



Временная переориентация образовательного процесса на дистанционный формат четко указывала, что недостаточно просто перевести имеющуюся информацию в цифровой вид, необходимо активно заниматься внедрением дистанционных технологий в педагогическую практику университетов. Следует отметить, что применение электронного обучения в образовании до пандемии было событием локальным, преподаватели использовали такую форму обучения как дополнительную. К дистанционным образовательным технологиям обращались для организации образовательного процесса в основном в группах студентов заочного обучения и при обучении граждан с ограниченными возможностями здоровья.

Критически оценивая внедрение дистанционного обучения в образовательную практику, следует заметить, что пока в вузах разработки в этой области находятся на ранней стадии процесса, на уровне пилотных проектов. Многие преподаватели и студенты до пандемии COVID-19 не имели опыта работы в дистанционном формате. Преподавателям не были предоставлены методические материалы, инструкции, пособия для овладения навыками преподавания в удаленном формате. В аналогичной ситуации оказались и студенты.

Стремительный переход на дистанционный формат обучения поставил перед преподавательским сообществом ряд проблем, требующих оперативного решения, и стимулировал преподавателей к поиску разнообразных способов и ресурсов для быстрой организации работы и вовлечению в нее студентов. Попытки буквально "воспроизвести" аудиторный опыт преподавания дисциплин в дистанционном обучении оказываются не эффективными. Как отмечено в работе [3]: "Надо было четко определить, с чего следует начать эту работу? Какие технологии и ресурсы привлечь? Какой формат работы наиболее эффективен? Как оптимально выстроить процесс обучения? Как быть с теми студентами, которые в силу ряда технических причин не смогут принимать участие в онлайн-занятиях?".

При организации удаленного учебного процесса необходимо учитывать не только проблемы преподавателей. Поэтому к перечисленным выше вопросам следует добавить и такой: как мотивировать студента на обучение? В условиях дистанционного обучения студентам необходимы вполне конкретные рекомендации преподавателя по организации учебного процесса. Студенты нуждаются в соответствующей программе действий, понятных электронных образовательных ресурсах, в доступности образовательного контента. Есть и другие проблемы дистанционного обучения студентов.

Например, в работе [4] выделены такие, как отсутствие у многих студентов требуемых технических средств, отсутствие качественного доступа в Интернет, отсутствие оборудованного рабочего места и др.

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью организации учебного процесса, выбора и совершенствования технологии дистанционного обучения в условиях срочного перевода на удаленный порядок работы преподавателей и студентов очной формы обучения в связи с пандемией COVID-19. Образовательные технологии должны быть адаптированы к реальности дистанционного взаимодействия таким образом, чтобы студенты во время on-line занятий находились не в пассивно-воспринимающей, а в активной деятельной позиции, учебный процесс гарантированно обеспечивал бы выполнение поставленных задач и результат, соответствующий требованиям ФГОС ВО.

Цель, методология, объект, предмет, материал и методы исследования

Целью исследования является реализация дистанционной технологии обучения и изложение опыта организации учебного процесса, в котором студент занимает активную деятельную позицию, а предлагаемая система действий гарантированно обеспечивает требуемый результат.

Методология исследования базируется на интегративном подходе, в соответствии с которым образование рассматривается как целостный процесс и результат педагогической интеграции объектов, явлений, процессов.

Объект исследования — система высшего образования в период вынужденного перехода вузов на дистанционный формат работы.

Предмет исследования — организация учебного процесса и применения технологии дистанционного обучения.

Материалом для настоящего исследования послужили теоретические и практические работы в области методики дистанционного обучения с применением информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), а также полученный опыт реализации дисциплин в дистанционном формате.

Использовались традиционные для теоретико-прикладных исследований методы: изучение по материалам опубликованных научных исследований опыта реализации образовательных программ в дистанционном формате; сравнительный анализ технологий дистанционного обучения с выявлением их основных характеристик для достижения заявленной цели; планирование работы. Системный подход явился основным общенаучным методом изучения опыта организации учебного процесса посредством дистанционных технологий обучения.

Результаты и обсуждение

Технологии дистанционного обучения в практике высшего образования

Дистанционное обучение — целенаправленный и методически организованный образовательный процесс передачи знаний и управления учебно-познавательной деятельностью обучающихся путем внедрения дистанционных технологий в обычную систему обучения. Этот вид обучения представляет собой процесс, организованный с применением дистанционных образовательных технологий и информационно-коммуникационной инфраструктуры для трансляции информации и опосредованного (синхронного, асинхронного и смешанного) взаимодействия обучающихся и преподавателей. Основой учебного процесса в этом виде обучения служит целенаправленная и контролируемая самостоятельная работа студента [5, 6].

В соответствии с ч. 1 ст. 16 закона "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 № 273-ФЗ под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников. Главное требование к дистанционному обучению заключается в том, что результаты освоения образовательных программ высшего образования не должны быть ниже соответствующих требований, предъявляемых ФГОС ВО.

Современная педагогическая практика использует множество разнообразных технологических решений, обеспечивающих дистанционное обучение [7, 8]. Технологии, используемые в процессе дистанционного обучения, можно разделить на информационные и коммуникационные технологии.

В первую группу входят локальные источники информации образовательной организации (такие как мультимедийные курсы, электронные книги, видеозаписи, аудиозаписи, презентации), информационные порталы, программные продукты, позволяющие в свободном режиме изучать материал без прямого взаимодействия с преподавателем.

К коммуникационным технологиям относят различные взаимодействия образовательного плана, реализуемые посредством сетевых источников связи (чаты, E-mail-рассылки, аудио и видеоконференции, информационно-консультационные сайты).

Таким образом, представление знаний в процессе дистанционного обучения ориентировано на использование значительного разнообразия

информационно-коммуникационных технологий. Многолетний и значительный по объему практический опыт использования этого вида технологий в системе высшего образования, в том числе дистанционного [6, 8, 9], доказал, что ИКТ при-сущ ряд важных дидактических возможностей, к числу которых следует отнести:

- возможность оперативной передачи на любые расстояния информации любого объема, различной формы представления;
- хранение информации в памяти компьютера;
- возможность доступа к различным источникам и видам информации через сеть Интернет и работы с этой информацией так и тогда, как это необходимо пользователю;
- возможность организации аудиоконференций и видеоконференций в режиме реального времени и др.

Реализация технологии дистанционного обучения

В период дистанционного обучения студентами изучалась дисциплина "Экономика и менеджмент безопасности", которая входит в базовую часть учебного плана направления подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность. Дисциплина представляет собой 72-часовой курс (включая лекции, практические занятия и самостоятельную работу).

Целями дисциплины являются: формирование у обучающихся комплексных знаний и представлений в области содержания экономики и управления безопасностью труда на предприятии; приобретение обучающимися необходимых навыков выполнения экономических расчетов и показателей деятельности предприятия и экономического обоснования различных защитных мероприятий; освоение принципов и механизма менеджмента в области безопасности жизнедеятельности.

Дисциплина состоит из двух модулей: экономика безопасности и управление безопасностью на предприятиях, которые логически связаны между собой. По каждому модулю определены темы и подготовлены лекции, в которых систематизированы основы научных знаний по дисциплине.

В данном исследовании технология представляет совокупность целей, содержания обучения, средств и методов обучения, способы и шаги деятельности субъектов образовательного процесса, реализация которых обеспечивает выполнение поставленных задач обучения [10].

При реализации содержания дисциплины исходили из общего ключевого требования ко всем



видам образовательных технологий, а именно: технология должна обеспечить эффективность главных компонентов учебного процесса равнозначно очным занятиям и обладать воспроизводимостью педагогических процедур. Главными компонентами являются организация занятий группы, полная передача предметного содержания, психологический компонент (в данном случае взаимные адаптации в дистанционной системе отношений "преподаватель-студент"), активное взаимодействие студента с преподавателем, мониторинг и оценка результатов обучения. Основой технологии служит интегративный подход в образовании [11].

В образовательной технологии предусмотрены все три вида (синхронный, асинхронный и смешанный) взаимодействия студентов и преподавателя. Для взаимодействия участников учебного процесса в дистанционном режиме необходимо использовать доступные электронные информационно-образовательные платформы. В качестве основы для организации дистанционного обучения и управления им, реализации дистанционной технологии обучения использовалась ЭИОС на платформе Moodle. Эта система позволяет объединить в форме электронных учебно-методических материалов основной объем информации, необходимый для организации учебных занятий в дистанционной форме.

Дисциплина обеспечена электронными учебно-методическими материалами, которые размещены в ЭИОС: тексты лекций, методические указания к практическим работам, методические рекомендации по организации самостоятельной работы, презентации, вопросы к устному и письменному опросу по темам дисциплины, тесты для проведения промежуточного итогового on-line тестирования. Все материалы доступны обучающимся в любое удобное для них время. Преимуществом материалов, размещенных в Moodle, является возможность осуществления образовательного процесса "не выходя из дома".

Преподавание дисциплин on-line значительно отличается от очного обучения. Стремления преподавателей буквально "воспроизвести" аудиторный опыт оказываются неэффективными. Поэтому перевод студентов очного обучения на дистанционное в организационной части образовательной технологии предопределил подготовку и формирование других необходимых материалов. В частности, в короткий срок были подготовлены инструкции, рекомендации, промежуточные тесты по темам, индивидуальные задания, список рекомендуемых сайтов и ссылки на актуальные ресурсы по заданной теме, график проведения контрольных мероприятий и другие материалы.

Был выполнен их перевод в электронный формат для размещения в ЭИОС или отправки студентам по электронной почте. Учебный график самостоятельной работы студента представлял временные периоды, в течение которых студент выполняет определенное количество заданий (реферат, доклад, кроссворд и т. д.). Право выбора заданий было предоставлено студенту.

В изучаемой дисциплине, размещенной в ЭИОС, были созданы темы "Информация студентам" и "Коммуникация с преподавателем". В первой теме были сведения, необходимые для текущей деятельности (информирование студентов о датах, теме и содержании занятий, графике проведения приема текущих задолженностей, результаты промежуточного тестирования и др.). Во второй — ответы на вопросы студентов, рецензии на выполненные работы.

Таким образом, содержательное наполнение ресурса по дисциплине охватывает необходимый учебный материал; дополнительные информационные материалы (комментарии преподавателя, ответы на часто задаваемые вопросы и т. п.). Именно сочетание электронного контента с возможностями Интернет обеспечивает возможность реализации технологии дистанционного обучения. Интернет необходимо рассматривать как стратегический и к тому же доступный ресурс [12].

Доставка электронного контента осуществлялась на основе различных способов передачи информации и доступных инструментов коммуникации, имеющихся в распоряжении обучающихся и преподавателя: посредством электронной почты, групп в мессенджерах и с помощью приложений для конференцсвязи.

Учебные занятия в режиме реального времени проводились с применением сервисов и ресурсов платформы Zoom для организации видеоконференций (лекций, семинаров, консультаций, выполнения практических работ, разбора решения ситуационных задач, заслушивания и обсуждения рефератов и т. п.). Все учебные занятия проводились согласно расписанию в on-line режиме. Конечно, в начале дистанционного обучения имелись вопросы о технической стороне работы платформы Zoom (как сделать так, чтобы студенты видели доску и слайды, как комментировать файлы в режиме реального времени, организовать запись и создать хранилище записанных занятий и др.).

Для организации видеоконференций использовался постоянный идентификатор персональной конференции. Заранее планировался ход занятия и регламент его проведения. Каждое занятие начиналось с видеоконференции длительностью 30...40 мин, на которой представлялся регламент

проведения занятия, выдавался необходимый теоретический материал в виде лекции, разбирались практические задачи, выдавались задания, заслушивались и обсуждались рефераты. Необходимость последующих подключений (видеоконференции) на текущем занятии определяется преподавателем в зависимости от вида занятия и его объема (лекция, практическая работа, ответы на вопросы, защита рефератов и т. д.).

При организации практических занятий, требующих демонстрации решения заданий конкретного вида, использовался презентационный материал, включающий последовательность выполнения задания, разбор демонстрационного примера перед выполнением студентом конкретного задания.

При изучении дисциплины обязательной частью технологии является организация регулярной обратной связи со студентами, которая реализована через ресурсы ЭИОС Moodle (форум) и встроенные мессенджеры платформы Zoom, используемой для обучения. Эти виды учебной работы сопровождались презентациями, ответами на вопросы обучающихся.

Среди преимуществ Zoom следует выделить то обстоятельство, что все инструменты управления учебным занятием находятся в руках у преподавателя-организатора видеоконференции (возможность включать и выключать микрофон, а также выключать видео или запрашивать включение видео у всех участников и др.). В Zoom имеется и полный аналог доски в аудитории. Интерактивная доска в Zoom помогает облегчить учебный процесс и делает рабочие встречи более продуктивными, поскольку на ней могут одновременно работать все участники видеоконференции.

Известно, что процесс восприятия информации напрямую зависит от активности обучающегося. При таких формах взаимодействия студенты были активно вовлечены в учебный процесс, чем достигалось одно из основных требований к технологиям обучения — создание условий интерактивного взаимодействия преподавателя и студентов. Студенты были одновременно вовлечены в активную познавательную и мыслительную деятельность. Слушатели превращаются в активных собеседников. Они принимают участие в дискуссиях и обсуждениях, отстаивают свое мнение, оценивают ответы сокурсников [13, 14].

Преподаватель руководит этим процессом, он направляет и корректирует выступления студентов, участвующих в дискуссии. Преподаватель, как руководитель интерактивного общения, анализируя действия участников конференции, осуществляет поддержку при обмене информацией:

выявляет многообразие точек зрения, приводит необходимые примеры, поддерживая тем самым активность общения. Он также регулирует процесс восприятия, делает его доступным, поддерживает активность студентов и создает условия для проявления инициативы со стороны студентов, побуждает участников интерактивного общения к самостоятельному поиску информации и к самоанализу своего выступления. Этот процесс удалось обеспечить в Zoom.

В случае отсутствия технической возможности присутствия студента на занятии в on-line режиме (асинхронный формат), студенты могли отправлять на проверку преподавателю отчеты о выполненной практической работе по электронной почте или размещать в сети на Яндекс-диске. Со стороны преподавателя использовалась практика ответов на вопросы студентов в формате записанного видео, комментарии или короткие заметки по результатам студенческой самостоятельной работы, которые отправлялись по почте или размещались в ЭИОС. Архивирование занятия путем записи конференции предоставляет возможность возвращаться к материалу занятия.

Организация контроля усвоения лекционного (теоретического) материала и отдельных элементов практических занятий (контроль формирования практических навыков) в технологии дистанционного обучения также требует отдельного организационного решения и адекватных форм контроля знаний, а предлагаемые решения и формы должны быть понятны и доступны для освоения всем пользователям. В основу стратегии контроля и оценивания результатов положен принцип систематичности и цикличности, который предопределил периодичность проверок (контрольных точек).

В предлагаемой технологии дистанционного обучения контроль выглядит как установленный порядок презентации студентом в выбранной им форме того, что он сделал за отчетный период. Он может предъявить отчет о практической работе, кейс, реферат, кроссворд и т. д. и то, как он хочет, чтобы эта форма была представлена и проверена (выступление, защита, групповое обсуждение, проверка преподавателем с приватным комментарием выявленных недочетов и объявлением только обобщенного анализа всех выполненных работ). В балльно-рейтинговой системе (БРС) студенты получают возможность получать баллы за те виды работ, в которых они наиболее сильны, — кто-то предпочитает устные выступления, кто-то — письменные работы. В БРС учитывалась также посещаемость и другая учебная активность.

Следует заметить, что в БРС формат контроля в виде электронного тестирования также знаком



каждому студенту. Были сформированы промежуточные тесты, в которые вошли основные вопросы изучаемого материала, ответы на которые обучающийся должен был дать по итогам изучения темы. Промежуточный тестовый контроль был организован в Moodle в теме "Тестирование". Организация промежуточного контроля знаний группы студентов в Moodle позволяет быстро получить результат и провести анализ на предмет того, какие вопросы вызвали наибольшее затруднение, дать студентам соответствующие установки на доработку темы.

Систематичность занятий, охват всех разделов учебной программы и несколько форм контроля и оценки позволили объективно выполнить проверку теоретических знаний, практических умений и успешно завершить обучение дисциплине "Экономика и менеджмент безопасности".

Дистанционное участие в профессиональных конференциях как инструмент формирования компетенций

Большой спектр конференций предоставляют ресурсы сети Интернет, что открывает возможности для участия в них студентов наряду с профессионалами-практиками и научными работниками. Ценность такого вида участия очевидна. Студенту предоставляется возможность получить большие объемы актуальной новой информации "здесь и сейчас", относящейся к сфере будущей профессиональной деятельности.

В период обучения в дистанционном формате студенты принимали участие в on-line конференции "Охрана труда 2020", проводившейся с 20 по 24 апреля в дистанционном формате [15]. Организаторами стали Центр исследований и разработок в области безопасности и здоровья совместно с Ассоциацией "СИЗ", информационным порталом Блог-Инженера.РФ и экспертной организацией "Институт прогрессивных технологий", Информационные партнеры — экспертный портал по охране труда Онлайн-сервис РискПроф.

Программа мероприятия отражала вопросы безопасности и охраны труда и включала семь тем. Рабочей программе дисциплины соответствовали такие три темы: оценка профессиональных рисков с минимальным бюджетом и понятным использованием результатов; корпоративная социальная ответственность компаний в сфере охраны труда в кризисных условиях; структура бюджета компании на охрану труда и оценка эффективности деятельности компании по охране труда. Регламент конференции позволял принять участие и посмотреть выступления всех выступающих.

Конференция носила практико-ориентированный характер и на ней были представлены *наиболее*

эффективные методы и практики для обеспечения безопасности. Образовательный и профессиональный потенциал конкретной конференции и возможности, которые она создает, определился ее участниками. Руководители и специалисты по охране труда крупнейших промышленных предприятий и компаний различных сфер деятельности страны поделились своим опытом. Представители федеральных органов исполнительной власти, 29 ведущих российских экспертов выступили по наиболее актуальным темам безопасности и охраны труда. Все участники, присоединившиеся к трансляции, получили возможность участвовать в диалоге с экспертами, задавать вопросы, работать в интерактивных on-line приложениях.

Для всех зарегистрированных участников был организован бесплатный доступ к материалам конференции (презентациям, видеозаписям, видеоматериалам), что повысило ее образовательную ценность. Со стороны профессионального сообщества в конференции приняли участие свыше 12 тыс. on-line участников.

В рамках конференции проведена Онлайн-Олимпиада по охране труда для студентов вузов. Студентам была представлена возможность тестирования уровня своих знаний в области охраны труда.

Конференция носила также важное воспитательное, патриотическое значение. Специальный блок был посвящен 75-летию победы над немецко-фашистскими захватчиками. На сессии продемонстрировали видеофильм об охране и медицине труда в годы Великой Отечественной войны.

Участие студентов ЮЗГУ в on-line конференции "Охрана труда 2020" подтверждено персональным сертификатом.

Заключение

Временная переориентация образовательного процесса в дистанционный формат в условиях пандемии весьма четко обозначила потребность в овладении технологиями дистанционного обучения и их интеграции в учебный процесс при реализации образовательных программ высшего образования.

Дистанционное обучение не может заменить аудиторную работу преподавателей и студентов очной формы обучения. Однако в условиях ограничительных мер этот вид обучения стал альтернативной и доступной формой получения знаний, и применение дистанционных технологий в образовательной деятельности может иметь продуктивный результат, удовлетворяющий требованиям ФГОС ВО. Показана возможность реализации дисциплин образовательных программ

в дистанционной форме и достижения качественных результатов обучения.

В российской высшей школе технологии дистанционного обучения в системе образования рассматриваются как процесс дальнейшего многообещающего развития в долгосрочной перспективе. Необходимо проводить количественные и качественные исследования, а также оценку современных технологий дистанционного обучения, уделяя особое внимание их совершенствованию в части использования цифровых образовательных ресурсов и сервисов с широкими функциональными возможностями для организации учебного процесса и оценки полученных результатов. Ведь полноценное образование с использованием технологий дистанционного обучения можно гарантированно обеспечить при сочетании качественного контента с сервисом, в котором присутствует понятная структура учебного процесса, удобная навигация между лекциями и практическими занятиями и бесперебойная трансляция учебных аудио- и видеоматериалов. Правильно подобранные материалы курса, исходя из целей и задач обучения, и должным образом организованный учебный процесс в on-line среде, обеспечат обучающимся образовательный результат, а преподавателю — положительную обратную связь. Важной задачей на ближайший период времени является разработка рекомендаций по работе с конкретными программами, сервисами и ресурсами.

Профессиональные конференции, организованные с помощью информационных систем и технологий, должны быть неотъемлемой частью образовательного процесса, так как создают благоприятные возможности для получения новых знаний и межличностного взаимодействия, способствуют формированию набора компетенций. Такого рода мероприятия стимулируют у студентов интерес к изучаемой дисциплине и развивают мотивацию к приобретению знаний.

Полученный опыт может быть использован для совершенствования технологий дистанционного обучения, а также для интеграции отдельных элементов дистанционных форм взаимодействия студентов и преподавателей в обычный учебный процесс студентов очной и заочной форм обучения.

Дистанционное преподавание дисциплин более трудоемко, поскольку требует весьма детальной организации учебного процесса. В связи с этим любой положительный опыт разработки и реализации дистанционных технологий позволит этому виду обучения результативно интегрироваться в традиционный (face-to-face) учебный

процесс, и при правильной его организации будет способно обеспечить требуемое качество занятий и результатов обучения.

Список литературы

1. **Дайджест COVID-19:** Пандемия и высшее образование. URL: <https://uni.hse.ru/covid19> (дата обращения 10.09.2020).
2. **Орусова О. В.** Как коронавирус изменил систему высшего образования: анализ перехода вузов на дистанционное обучение // Научное обозрение. Серия 1: Экономика и право. — 2020. — № 3. — С. 184–195.
3. **Охлупина О. В.** Вузы перед лицом пандемии: актуальные аспекты организации самостоятельной работы студентов в условиях дистанционного обучения // Высшее образование сегодня. — 2020. — № 7. — С. 24–28.
4. **Чотчаев А. Н.** Изменения в структуре высшего образования в условиях пандемии COVID-19 // Modern Science. — 2020. — № 7-2. — С. 236–241.
5. **Глузман А. В.** Дистанционное образование: реалии и перспективы // Гуманитарные науки. — 2020. — № 2 (50). — С. 51–57.
6. **Гривенная Н. А.** Особенности внедрения дистанционных технологий в образование // Инновационные технологии в машиностроении, образовании и экономике. — 2017. — Т. 3. — № 1-1 (3). — С. 32–35.
7. **Бойкарова Л. Р., Кельдаметова Э. Х.** Современные информационные технологии как средство дистанционного обучения // Путь в педагогическую науку: проблемы и решения. — 2020. — № 6 (10). — С. 137–145.
8. **Vidishcheva E. V.** The Evolution of Approaches of Getting Higher Education: Distance Learning // European researcher. Series A. — 2018. — № 9-2 (2). — P. 176–184.
9. **Ольховая Т. А., Пояркова Е. В.** Новые практики инженерного образования в условиях дистанционного обучения // Высшее образование в России. — 2020. — Т. 29, № 8-9. — С. 142–154.
10. **Томаков В. И.** Профессионально-личностная технология обучения безопасности жизнедеятельности в инженерном образовании: монография. Курск: Изд-во Курского гос. техн. ун-та, 2006. — 180 с.
11. **Томакова Р. А., Томакова И. А., Брежнева А. Н.** Интегративный образовательный процесс как фактор повышения качества образования в университете // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Лингвистика и педагогика. — 2018. — Т. 8, № 4 (29). — С. 142–155.
12. **Томакова Р. А., Томакова И. А.** Культура самостоятельной работы студентов с ресурсами Интернет // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Лингвистика и педагогика. — 2017. — Т. 7, № 1 (22). — С. 82–93.
13. **Вараксин В. Н.** Создание условий для интерактивного взаимодействия в совместной деятельности // Концепт. — 2015. — Спецвыпуск № 04. URL: <http://e-koncept.ru/2015/75073.htm> (дата обращения 21.10.2020).
14. **Томаков М. В., Томаков В. И., Брежнев А. В.** Применение интерактивных технологий как фактор повышения эффективности учебного процесса // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Лингвистика и педагогика. — 2018. — Т. 8, № 3 (28). — С. 110–123.
15. **Онлайн-конференция** по охране труда ОКОТ-2020. URL: <https://safetyconf.online> (дата обращения 17.09.2020).



I. A. Tomakova, Associate Professor, e-mail: tomakova@mail.ru,
V. I. Tomakov, Professor, Southwest State University, Kursk

Technology of Distance Learning in the Discipline "Economics and Security Management" in the Context of a Pandemic

In the context of the restrictive measures imposed by the COVID-19 pandemic, distance learning has taken on a new meaning: it has become the only form of learning for full-time students. The transition of the educational process to distance learning has determined the need for the development of distance learning technologies and their integration into the educational process. The need to organize the educational process using distance learning technologies has determined the relevance of this work. The purpose of this study was to develop and test distance learning technology. In this technology, the student carries out active educational activities, and the system of actions offered to him is guaranteed to provide the necessary result of the formation of competencies. The research methods included the analysis of scientific papers devoted to teaching students using distance learning technologies in the educational process.

In this study, technology is a set of goals, content, means and methods of training, stages of the educational process, the implementation of which ensures high quality of learning outcomes conducted remotely. The main components of the proposed training technology are full transfer of the subject content of the discipline; active interaction of the student with the teacher: evaluation of learning outcomes. The technology is based on an integrative approach in education and has the ability to reproduce pedagogical procedures.

The experience gained can be used to improve distance learning technologies, as well as to integrate individual elements of remote forms of interaction between students and teachers into the normal educational process of full-time and part-time students.

Keywords: pandemic, higher education, distance learning, distance learning technology, educational process

References

1. **Dajdzhest COVID-19:** Pandemiya i vysshee obrazovanie. URL: <https://uni.hse.ru/covid19> (date of access 10.09.2020).
2. **Orusova O. V.** Kak koronavirus izmenil sistemu vysshego obrazovaniya: analiz perekhoda vuzov na distancionnoe obucheniye. *Nauchnoe obozrenie. Seriya I: Ekonomika i pravo.* 2020. No. 4. P. 184–195.
3. **Ohlupina O. V.** Vuzy pered licom pandemii: aktual'nye aspekty organizatsii samostoyatel'noj raboty studentov v usloviyah distancionnogo obucheniya. *Vysshee obrazovanie segodnya.* 2020. No. 7. P. 24–28.
4. **Chotchaev A. N.** Izmeneniya v strukture vysshego obrazovaniya v usloviyah pandemii COVID-19. *Modern Science.* 2020. No. 7-2. P. 236–241.
5. **Gluzman A. V.** Distancionnoe obrazovanie: realii i perspektivy. *Gumanitarnye nauki.* 2020. No. 2 (50). P. 51–57.
6. **Grivennaya N. A.** Osobennosti vnedreniya distancionnykh tekhnologii v obrazovanie. *Innovatsionnye tekhnologii v mashinostroyenii, obrazovanii i ekonomike.* 2017. T. 3. No. 1-1 (3). P. 32–35.
7. **Bojkarova L. R., Kel'dametova E. H.** Sovremennyye informatsionnye tekhnologii kak sredstvo distancionnogo obucheniya. *Put' v pedagogicheskuyu nauku: problemy i resheniya.* 2020. No. 6 (10). P. 137–145.
8. **Vidishcheva E. V.** The Evolution of Approaches of Getting Higher Education: Distance Learning. *European researcher. Series A.* 2018. No. 9-2 (2). P. 176–184.
9. **Ol'hovaya T. A., Poyarkova E. V.** Novye praktiki inzhenernogo obrazovaniya v usloviyah distancionnogo obucheniya. *Vysshee obrazovanie v Rossii.* 2020. T. 29. No. 8-9. P. 142–154.
10. **Tomakov V. I.** Professional'no-lichnostnaya tekhnologiya obucheniya bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti v inzhenernom obrazovanii: monografiya. Kursk: Izd. Kurskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo Universiteta, 2006. 180 p.
11. **Tomakova R. A., Tomakova I. A., Brezhneva A. N.** Integrativnyy obrazovatel'nyy process kak faktor povysheniya kachestva obrazovaniya v universitete. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Lingvistika i pedagogika.* 2018. Vol. 8. No. 4 (29). P. 142–155.
12. **Tomakova R. A., Tomakova I. A.** Kul'tura samostoyatel'noj raboty studentov s resursami Internet. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Lingvistika i pedagogika.* 2017. Vol. 7. No. 1 (22). P. 82–93.
13. **Varaksin V. N.** Sozdanie usloviy dlya interaktivnogo vzaimodejstviya v sovместnoj deyatelnosti. *Koncept.* 2015. *Specvyпуск.* No. 04. URL: <http://e-koncept.ru/2015/75073.htm> (date of access 21.10.2020).
14. **Tomakov M. V., Tomakov V. I., Brezhnev A. V.** Prime-neniye interaktivnykh tekhnologii kak faktor povysheniya effektivnosti uchebnogo processa. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Lingvistika i pedagogika.* 2018. Vol. 8. No. 3 (28). P. 110–123.
15. **Onlajn-konferenciya** po ohrane truda OKOT-2020. URL: <https://safetyconf.online> (date of access 17.09.2020).

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

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

Телефон редакции журнала (499) 269-5397, (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 03.02.21. Подписано в печать 19.03.21. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ421.

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 солюшнз".

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



12-16 МАЯ > ПАТРИОТ ЭКСПО



МЕЖДУНАРОДНЫЙ САЛОН

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ 2021

WWW.ISSE-RUSSIA.RU



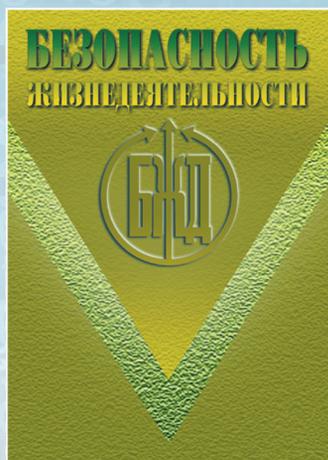
ОРГАНИЗАТОРЫ САЛОНА



МКВ

ОПЕРАТОР САЛОНА

Издательство «НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» выпускает научно-технические журналы

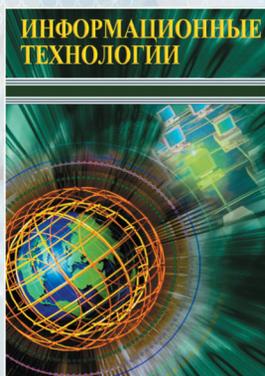


Научно-практический и учебно-методический журнал

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В журнале освещаются достижения и перспективы в области исследований, обеспечения и совершенствования защиты человека от всех видов опасностей производственной и природной среды, их контроля, мониторинга, предотвращения, ликвидации последствий аварий и катастроф, образования в сфере безопасности жизнедеятельности.

Подписной индекс по Объединенному каталогу
«Пресса России» – 79963



Ежемесячный теоретический
и прикладной научно-
технический журнал

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В журнале освещаются современное состояние, тенденции и перспективы развития основных направлений в области разработки, производства и применения информационных технологий.

Подписной индекс по
Объединенному каталогу
«Пресса России» – 72656

Междисциплинарный
теоретический и прикладной
научно-технический журнал

НАНО- и МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

В журнале освещаются современное состояние, тенденции и перспективы развития нано- и микросистемной техники, рассматриваются вопросы разработки и внедрения нано микросистем в различные области науки, технологии и производства.



Подписной индекс по
Объединенному каталогу
«Пресса России» – 79493



Ежемесячный теоретический
и прикладной
научно-технический журнал

МЕХАТРОНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ

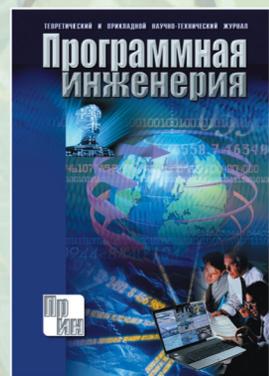
В журнале освещаются достижения в области мехатроники, интегрирующей механику, электронику, автоматику и информатику в целях совершенствования технологий производства и создания техники новых поколений. Рассматриваются актуальные проблемы теории и практики автоматического и автоматизированного управления техническими объектами и технологическими процессами в промышленности, энергетике и на транспорте.

Подписной индекс по
Объединенному каталогу
«Пресса России» – 79492

Теоретический
и прикладной
научно-технический журнал

ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

В журнале освещаются состояние и тенденции развития основных направлений индустрии программного обеспечения, связанных с проектированием, конструированием, архитектурой, обеспечением качества и сопровождением жизненного цикла программного обеспечения, а также рассматриваются достижения в области создания и эксплуатации прикладных программно-информационных систем во всех областях человеческой деятельности.



Подписной индекс по
Объединенному каталогу
«Пресса России» – 22765

Адрес редакции журналов для авторов и подписчиков:
107076, Москва, Стромьинский пер., 4. Издательство "НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ".
Тел.: (499) 269-55-10, 269-53-97. E-mail: antonov@novtex.ru