



# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

3(171)  
2015

**Редакционный совет:**

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

**Главный редактор**  
РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

**Зам. главного редактора**  
ПОЧТАРЕВА А. В.

**Ответственный секретарь**  
ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

- Буглаев А. М., Бокачева М. П.** Исследование факторов, влияющих на безопасность станочников деревообрабатывающих станков. . . . . 3
- Хаертдинова З. М., Докучаев П. В.** Оценка условий труда прудовых рабочих ГУП "Рыбхоз "Пихтовка" по показателям тяжести трудового процесса . . . . . 7
- Лысыков А. И., Акимов С. И., Чубатова О. И., Чубатова С. А., Чиркова Н. А., Гладырева В. А., Скрышников М. К.** Эффективность нового метода здоровьесбережения . . . . . 12

### ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Власов Е. Н., Дубенцов К. Г.** Влияние некоторых геометрических элементов проточной части радиального ЕС-вентилятора на шум. . . . . 18
- Василевский М. В., Извеков В. Н., Романдин В. И.** Обеспыливание воздуха в механических элеваторах технологий переработки зерна . . . . . 23

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Русак О. Н., Бадгиев Ю. С., Дзодзикова М. Э., Бадгиева Ф. К.** Насушная проблема — качество атмосферы . . . . . 31
- Ляшенко В. И., Стусь В. П.** Охрана окружающей среды в зоне влияния уранового производства . . . . . 37

### ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Корнеев К. В., Иванова М. А., Кудрявцев В. А.** О преимуществах создания единого словаря терминов и определений в области гражданской обороны, защиты в чрезвычайных ситуациях, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах. . . . . 44

### ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Благинин С. И., Каблов В. Ф., Суркаев А. Л., Синьков А. В., Бойцов Е. П.** Применение беспилотного летательного аппарата для тушения точечных пожаров и возгораний . . . . . 50
- Мурзинов В. Л., Паршин М. В.** Моделирование времени достижения критического значения температуры при пожаре методом теории размерности . . . . . 53
- Гусев Г. А.** Выбор технических мероприятий по противопожарной защите легкового автомобиля при его эксплуатации с учетом оценки рисков ущерба при пожаре . . . . . 57

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

- Чемоданов А. Н., Горинюв Ю. А., Сафин Р. Г.** Композитный теплоизоляционно-балластный материал на основе древесных отходов. . . . . 63

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Завальцева О. А., Коновалова Л. В., Светухин В. В.** Комплексная оценка степени загрязненности природных вод разными методами (на примере Куйбышевского водохранилища в районе г. Ульяновска) . . . . . 68

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



# LIFE SAFETY

## BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since  
January 2001

### Editorial board

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

### Editor-in-chief

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

### Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

### Responsible secretary

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

### Editorial staff

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

3(171)  
2015

## CONTENTS

### LABOUR PROTECTION AND POPULATION HEALTH

- Buglayev A. M., Bokachyova M. P.** Safety — Factor Research of Woodworking Machinery Operators . . . . . 3
- Khaertdinova Z. M., Dokuchaev P. V.** Estimation of Working Conditions of Pond Workers of the State Unitary Enterprise "Fishing Collective Farm "Pihtovka" According to the Severity of Work . . . . . 7
- Lysikov A. I., Akimov S. I., Chubatova O. I., Chubatova S. A., Chirkova N. A., Gladyreva V. A., Skrypnikova M. K.** The Efficiency of the New Method of Healthcare . . . . . 12

### INDUSTRIAL SAFETY

- Vlasov E. N., Dubentsov K. G.** Impact of Some Geometric Elements of Flow Part on the Noise of Radial EC-fan . . . . . 18
- Vasilevsky M. V., Izvekov V. N., Romandin V. I.** Air Dust-Removal in Grain Processing Technology Elevators . . . . . 23

### ECOLOGICAL SAFETY

- Rusak O. N., Badtiev Y. S., Dzodzikova M. E., Badtieva F. K.** Urgent Problem — The Quality of the Atmosphere . . . . . 31
- Lyashenko V. I., Stus' V. P.** Environment in the Area of Influence Uranium Production . . . . . 37

### EMERGENCY

- Korneev K. V., Ivanova M. A., Kudryavtsev V. A.** Benefits of Creating a Common Vocabulary of Terms and Definitions in the Field of Civil Defense, Emergency, Fire Safety and Security on Water Bodies . . . . . 44

### FIRE SAFETY

- Blagin S. I., Kablov V. F., Surkaev A. L., Sinkov A. V., Boytsov E. P.** Unmanned Aircraft for Fighting Spot Fires . . . . . 50
- Murzinov V. L., Parshin M. V.** Modeling of Time of Achievement of Critical Value of Temperature at the Fire the Method of the Theory of Dimension . . . . . 53
- Gusev G. A.** Selection of Technical Fire Protection Activities of the Car when it's Operation, Taking into Account Risk Assessment of Damage in Case of Fire . . . . . 57

### USE AND RECYCLING OF WASTE

- Chemodanov A. N., Gorinov Yu. A., Safin R. G.** Heat-Insulation Ballast Composite on the Basis of Wood Waste . . . . . 63

### REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Zavaltseva O. A., Konovalova L. V., Svetukhin V. V.** Complex Assessment of Degree of Impurity of Natural Waters by Different Methods (on the Example of the Kuibyshev Reservoir near Ulyanovsk). . . . . 68

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

УДК 331.45:674

**А. М. Буглаев**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, **М. П. Бокачева**, асп., инж.,  
e-mail: [marya.corosteleva2010@yandex.ru](mailto:marya.corosteleva2010@yandex.ru),  
Брянская государственная инженерно-технологическая академия (БГИТА)

## Исследование факторов, влияющих на безопасность станочников деревообрабатывающих станков

*Проведен анализ вредных и опасных производственных факторов, причин травматизма станочников деревообрабатывающего оборудования. В результате исследований было получено уравнение, позволяющее определить риск травматизма работников. Установлена значимость опасных и вредных факторов. Предложены основные рекомендации по улучшению условий труда и снижению травматизма.*

**Ключевые слова:** охрана труда, опасные и вредные факторы, безопасность, станочники, деревообрабатывающие станки, травматизм, профессиональные заболевания.

### Введение

Безопасность станочников деревообрабатывающих станков зависит от многих факторов, в частности, от состояния станков, человеческого фактора и условий труда на рабочем месте. Идентификация опасных и вредных факторов позволяет их минимизировать и разработать мероприятия по снижению травматизма и профессиональных заболеваний.

Травматизм и профессиональные заболевания у станочников деревообрабатывающих станков довольно значительные и имеют тенденцию к повышению. По данным Росстата, в последние 15 лет более 50 % общего аварий и катастроф произошли в основном из-за ошибочных действий человека. Кроме того, возникновению аварий и увеличению числа профессиональных заболеваний способствует высокая степень износа основных фондов, составляющая в деревообрабатывающей промышленности около 43 %.

В процессе работы станочники подвергаются опасности травмирования режущим инструментом, двигающимися частями станка и заготовок, а также воздействию повышенных уровней вибрации и шума, запыленности.

Обследование условий производства на предприятиях отрасли показало, что санитарно-гигиеническим нормам соответствуют только 3,5 % рабочих мест, из них по шуму — 22...32 %, по вибрации — 21...24 %, по загазованности — 18...19 %, по запыленности — 23...26 %.

Анализ методов оценки параметров безопасности жизнедеятельности показывает, что комплексных методов оценки безопасности жизнедеятельности недостаточно. Статистические показатели трав-

матизма: коэффициент частоты, коэффициент тяжести и коэффициент нетрудоспособности также не позволяют установить его причины.

Цель работы — исследование факторов, влияющих на безопасность станочников деревообрабатывающих станков.

### Методика исследований

В исследованиях использованы современные методы и технические средства, позволяющие получать адекватные результаты экспериментальных исследований по оценке всех критериев и признаков производственных факторов в деревообрабатывающих цехах.

При проведении исследований были использованы перечисленные ниже методы.

1. Методы опроса: беседа, анкетирование. Беседа применялась с целью получения необходимой информации и разъяснения того, что не было достаточно ясным при наблюдении. Беседа проводилась по заранее намеченному плану с выделением вопросов, требующих выяснения. В исследованиях также использовался метод анкетирования — массового сбора материала с помощью анкеты. Рабочие давали письменные ответы на такие вопросы как: стаж работы, удовлетворены ли вы условиями труда на рабочем месте, как часто болеете, проходите ли медицинский осмотр и др.

2. Лабораторные исследования.

3. Математические и статистические методы применялись для обработки полученных данных методами опроса и эксперимента, а также для установления количественных зависимостей между изучаемыми явлениями. Математическая (статистическая) обработка проводилась с помощью



программы Microsoft Office Excel, а также с использованием программного пакета Tanagra.

Для проведения комплексного мониторинга состояния среды на рабочем месте использовался универсальный измеритель параметров микроклимата "МЕТЕОСКОП — М".

Оценку вибрации проводили на основе показаний прибора "Алгоритм-02". Данный прибор предназначен для измерения вибрации и оценки воздействия ее на человека на производстве в соответствии с требованиями санитарных норм СН 2.2.4/2.1.8.566—96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий", ГОСТ 31191.1—2004 и ГОСТ 31192.2—2004 по измерению общей вибрации и оценке ее воздействия на человека. Уровень звукового давления от определенного вида оборудования, инструмента определялся измерителем уровня звука АТТ-9000.

Для измерения освещенности использовался люксметр-пульсметр АРГУС-07. Для контроля запыленности воздуха производственных помещений применялся весовой метод, который основан на фильтрации запыленного воздуха через фильтр с последующим весовым определением количества уловленной пыли. Для измерения артериального давления, пульса использовался автоматический электронный прибор фирмы "Meditech", США.

Радиус затупления режущей кромки дереворежущего инструмента измерялся на инструментальном микроскопе ИМЦ 150Х50А.

Все замеры проводились в течение рабочей смены.

Для диагностики состояния станочников использовались психологические тесты, позволяющие оценить состояние физического здоровья и произвести анализ психических состояний. Тесты ситуационных психических свойств позволяют оценить самочувствие, нервно-психическое напряжение, биологический возраст, эмоции, настроение и др.

### Результаты исследований

Условия труда определяются безопасностью и комфортностью на рабочем месте. На безопасность станочников деревообрабатывающих станков оказывает влияние комплекс факторов, которые можно разделить на факторы, зависящие от человека (человеческий фактор), оборудования и условий работы на рабочем месте (рис. 1).

При оценке рисков травматизма можно выделить как необоснованный, так и приемлемый риск. Необходимо исключить необоснованный риск и снизить приемлемый. Интегральная струк-



Рис. 1. Факторы, влияющие на безопасность станочника

тура риска травматизма включает следующие составляющие: риск получения травмы по вине станочника ( $R_{\text{чел}}$ ), риск получения травмы от оборудования ( $R_{\text{об}}$ ), риск получения травмы, зависящий от состояния рабочего места ( $R_{\text{р.м}}$ ). В общем виде риск травматизма описывается следующей зависимостью:

$$R_{\text{тр}} = R_{\text{чел}} + R_{\text{об}} + R_{\text{р.м}} \quad (1)$$

При наличии данных о значениях составляющих зависимости (1) и универсальной зависимости для интегральной оценки риска травмирования, появляется возможность дифференцированной количественной оценки его составляющих.

Оценка риска получения травмы по вине станочника выполняется по следующей зависимости:

$$R_{\text{чел}} = a_1 k_{\text{ст}}, \quad (2)$$

где  $k_{\text{ст}}$  — коэффициент оценки состояния станочника (табл. 1);  $a$  — здесь и далее коэффициенты, показывающие значимое влияние на результат аппроксимации фактических данных, зависящие от значения конкретного параметра.

Опасность травмирования от оборудования зависит в основном от состояния и срока службы станка, исправности и своевременной заточки инструмента. Оценка риска получения травмы от оборудования выполняется по следующей зависимости:

$$R_{\text{об}} = a_2 k_{\text{об}} + a_3 W + a_4 C + a_5 Ш + a_6 k_{\text{инст}}, \quad (3)$$

где  $k_{\text{об}}$  — коэффициент состояния оборудования (табл. 2);  $W$  — уровень вибрации, дБ;  $C$  — концентрация пыли в воздухе, мг/м<sup>3</sup>;  $Ш$  — уровень шума, дБА;  $k_{\text{инст}}$  — коэффициент состояния инструмента (табл. 3).

Таблица 1

**Состояние станочника**

| Коэффициент оценки состояния станочника | Критерии оценки состояния станочника  |
|---|---|
| $k_{ст} = 1$                            | Абсолютно здоров  |
| $k_{ст} = 1,1$                          | Начало заболевания (головная боль, температура, повышенное или пониженное давление и др.) |
| $k_{ст} = 1,2$                          | Прогрессирование болезни, замедленная реакция, неосторожность                             |

Таблица 2

**Состояние оборудования**

| Коэффициент состояния оборудования | Критерии оценки состояния оборудования                          |
|------------------------------------|---|
| $k_{об} = 1$                       | Срок службы меньше 5 лет, отсутствие неисправностей и неполадок |
| $k_{об} = 1,1$                     | Срок службы 5...15 лет, возникали неполадки в работе            |
| $k_{об} = 1,2$                     | Срок службы более 15 лет, был произведен ремонт данного станка  |

Таблица 3

**Состояние инструмента**

| Коэффициент состояния инструмента | Критерии оценки состояния инструмента            |
|-----------------------------------|--|
| $k_{инст} = 1$                    | $\rho = 2...4$ мкм — острый инструмент           |
| $k_{инст} = 1,1$                  | $\rho = 4...50$ мкм — работоспособный инструмент |
| $k_{инст} = 1,2$                  | $\rho > 50$ мкм — затупленный инструмент         |

Опасность получения травмы, работая тупым инструментом, на порядок выше, чем хорошо заточенным. Степень затупления дереворежущего инструмента чаще всего характеризуют радиусом затупления  $\rho$ .

Оценка риска получения травмы, зависящего от состояния рабочего места, выполняется по следующей зависимости:

$$R_{р.м} = a_7B + a_8V + a_9O + a_{10}T, \quad (4)$$

где  $B$  — влажность на рабочем месте, %;  $V$  — скорость воздуха, м/с;  $O$  — освещенность на рабочем месте, лк;  $T$  — температура, °С.

Подставив зависимости (2)—(4) в формулу (1), получим уравнение риска травматизма в следующем виде:

$$R_{тр} = a_1k_{ст} + a_2k_{об} + a_3W + a_4C + a_5III + a_6k_{инст} + a_7B + a_8V + a_9O + a_{10}T. \quad (5)$$

С целью установления значимости отдельных опасных и вредных производственных факторов и оптимизации номенклатуры опасностей были проведены исследования травматизма на деревооб-

рабатывающих предприятиях Брянской области. В качестве исходной информации использовались данные о несчастных случаях (акты о несчастных случаях на производстве по форме Н-1) и результаты оценки травмобезопасности при аттестации рабочих мест по условиям труда (протоколы оценки травмобезопасности): по данным о несчастных случаях — процент случаев в результате воздействия какого-либо фактора от общего количества несчастных случаев; по данным аттестации рабочих мест — процент выявленных несоответствий фактического состояния требованиям безопасности, в результате которого какой-либо фактор представляет потенциальную опасность, к общему количеству нарушений требований безопасности. Были собраны и систематизированы фактические данные о травматизме и травмоопасности рабочих мест за 5 лет с 2009 по 2013 гг. включительно.

Пользуясь методами корреляционно-регрессионного анализа, аналитики измерили тесноту связей показателей с помощью коэффициента корреляции. При этом обнаружили связи, различные по силе (сильные, слабые, умеренные и др.). Так как связи оказались существенными, то далее определяли их математическое выражение в виде регрессионной модели и оценили статистическую значимость модели.

В результате обработки данных было получено уравнение, позволяющее определить риск травматизма станочников деревообрабатывающего оборудования:

$$R = 0,290k_{ст} + 0,319k_{об} + 0,001W + 0,012C + 0,002III + 0,421k_{инст} + 0,001B + 0,087V - 1,398. \quad (6)$$

При минимальных значениях исходных данных риск травматизма стремится к минимуму, о чем свидетельствует отрицательное значение свободного члена уравнения (6). Свободный член характеризует начальное положение кривой, аппроксимирующей полный набор исходных данных, на основе которых построена рассматриваемая модель.

Как видно из ранговой диаграммы (рис. 2) значительное влияние на риск травмоопасности оказывают такие факторы как состояние инструмента, состояние оборудования и состояние станочника. С увеличением данных факторов результативный признак возрастает. В регрессионное уравнение не включены такие факторы как освещенность и температура на рабочем месте, они слабо связаны с риском травмоопасности, так как в течение смены данные показатели практически не изменяются.

Анализ результатов исследований позволяет разработать мероприятия, способствующие снижению уровня опасных и вредных факторов.

1. Контроль состояния оборудования, своевременная замена старого оборудования на новое современное.

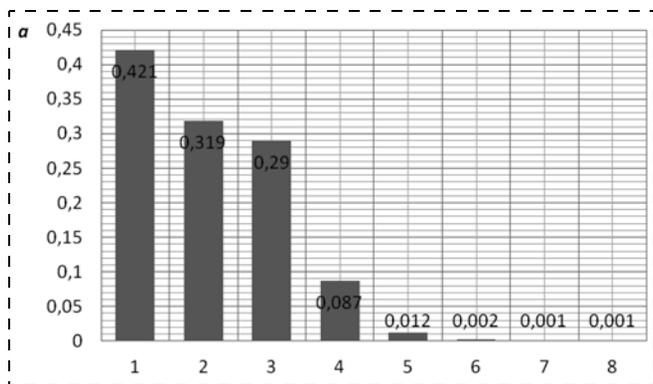


Рис. 2. Ранговая диаграмма влияния различных факторов на безопасность станочника:

1 — инструмент; 2 — оборудование; 3 — станочник; 4 — скорость воздуха; 5 — запыленность; 6 — шум; 7 — вибрация; 8 — влажность

2. Контроль состояния и своевременная заточка инструмента.
3. Ежедневный контроль состояния здоровья станочников.
4. Оценка психологического состояния и скорости реакции станочников.

5. Поддержание на оптимальном уровне параметров микроклимата, запыленности, уровней шума и вибрации.

Также необходимо уделять внимание эффективности общеобменной и местной вентиляции, своевременной уборке рабочего места.

#### Список литературы

1. Амалицкий В. В., Амалицкий В. В. Деревообрабатывающие станки и инструменты: учеб. для сред. проф. образования. — 5-е изд. — М.: Академия, 2009. — 400 с.
2. Девисилов В. А. Охрана труда: учеб. для сред. проф. образования. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Форум, 2009. — 496 с.
3. Буглаев А. М. Безопасность жизнедеятельности. Справочник. — Брянск: БГИТА, 2008. — 218 с.
4. Вишняков Я. Д., Радаев Н. Н. Общая теория рисков: учеб. пособие для высш. учеб. заведений. — М.: Академия, 2007. — 216 с.
5. Глебов И. Т., Неустроев Д. В. Справочник по дереворежущему инструменту. — Екатеринбург: Уральская гос. лес. тех. акад., 2000. — 253 с.
6. Дьяконов К. Н., Дончева А. В. Экологическое проектирование и экспертиза: учеб. для вузов. — М.: Аспект — Пресс, 2002. — 384 с.
7. Зотов Г. А. Дереворежущий инструмент. Конструкция и эксплуатация: учеб. пособие. — СПб. Лань, 2010. — 378 с.

A. M. Buglayev, Professor, Head of Chair, M. P. Bokachyova, Postgraduate, engineer, e-mail: marya.corosteleva2010@yandex.ru, Bryansk State Academy of Engineering and Technology (BGITA)

## Safety — Factor Research of Woodworking Machinery Operators

*Analysis of harmful and hazardous factors and on the job injuries causes of woodworking machinery operators were carried out. The technique for the study of factors affecting the safety of machine-tool operators, including methods of their interrogation and laboratory tests was worked out. In the issue of this research equation defining workers' injury risk was obtained. It has been found that a complex of factors, depending on human being (human factor), equipment and working conditions influenced the safety of machine-tool operators of woodworking machines. The amount of harmful and hazardous factors was established. The rank diagram of the influence of various factors on the safety of machine-tool operators was drawn. The main guidelines for work environment and injury decreasing were suggested.*

**Keywords:** labor safety, harmful and hazardous factors, safety, operators, woodworking machinery, injuries (traumatism), professional diseases

#### References

1. Amalickij V. V., Amalickij V. V. Derevoobrabatyvajushhie stanki i instrumenty: ucheb. dlja sred. prof. obrazovanija. 5-e izd. M.: Akademija, 2009. 400 p.
2. Devisilov V. A. Ohrana truda: ucheb. dlja sred. prof. obrazovanija. 4-e izd., pererab. i dop. M.: Forum, 2009. 496 p.
3. Buglaev A. M. Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. Spravochnik. Brjansk: BGITA, 2008. 218 p.
4. Vishnjakov Ja. D., Radaev N. N. Obshhaja teorija riskov: ucheb. posobie dlja vyssh. ucheb. zavedenij. M.: Akademija, 2007. 216 p.
5. Glebov I. T., Neustroev D. V. Spravochnik po derevorezhushhemu instrumentu. Ekaterinburg: Ural'skaja gos. les. teh. akad., 2000. 253 p.
6. D'jakonov K. N., Doncheva A. V. Jekologicheskoe proektirovanie i jekspertiza: ucheb. dlja vuzov. M.: Aspekt Press, 2002. 384 p.
7. Zotov G. A. Derevorezhushhij instrument. Konstrukcija i jekspluatacija: ucheb. posobie. SPb. Lan', 2010. 378 p.

**З. М. Хаертдинова**, канд. с.-х. наук, доц. кафедры, e-mail: zimmh@mail.ru,  
**П. В. Докучаев**, студент, Ижевская государственная сельскохозяйственная академия

## Оценка условий труда прудовых рабочих ГУП "Рыбхоз "Пихтовка" по показателям тяжести трудового процесса

*Приведены результаты исследования факторов производственной среды и тяжести трудового процесса прудовых рабочих ГУП "Рыбхоз "Пихтовка" Воткинского района Удмуртской Республики. Определены классы условий труда по показателям температуры воздуха, тяжести трудового процесса, изучена заболеваемость прудовых рабочих и проведена оценка профессионального риска. Разработаны рекомендации по комплексной профилактике заболеваемости работников хозяйства и сохранению трудового долголетия.*

**Ключевые слова:** условия труда, класс условий труда, факторы производственной среды, оценка тяжести труда, показатели тяжести труда, температура воздуха, заболеваемость, оценка профессионального риска, профессиональный риск, комплексная профилактика заболеваемости, трудовое долголетие, рекомендации

Внедрение достижений науки и техники в производственный процесс качественно видоизменило характер и условия труда работников большинства профессиональных групп. Несмотря на технические и технологические преобразования, происходящие в разных отраслях экономики, доля физического труда, разного по своей интенсивности и тяжести, все еще остается достаточно высокой [1]. В настоящее время сохраняется значительная доля физического труда в агропромышленном комплексе, строительстве, где труд связан с функциональным перенапряжением и возможен профессиональный риск формирования патологии опорно-двигательной системы. Развитие заболеваний в работоспособном возрасте, ведущее к снижению трудоспособности, инвалидизации, а следовательно, уменьшению трудовых ресурсов, диктует необходимость охраны здоровья работающих [2]. В связи с этим на базе ГУП "Рыбхоз "Пихтовка" Воткинского района Удмуртской Республики были проведены исследования в целях изучения факторов производственной среды и тяжести трудового процесса прудовых рабочих и разработки рекомендаций по комплексной профилактике профессиональных заболеваний и долгосрочного сохранения здоровья.

Для осуществления этой цели поставлены следующие задачи:

- определить класс условий труда по показателю температуры воздуха;
- определить класс условий труда по показателям тяжести трудового процесса;
- изучить заболеваемость прудовых рабочих и провести оценку профессионального риска в соответствии с Р 2.2.1766—03 [3];
- дать научно обоснованные рекомендации по комплексной профилактике заболеваемости ра-

ботников хозяйства и сохранению трудового долголетия.

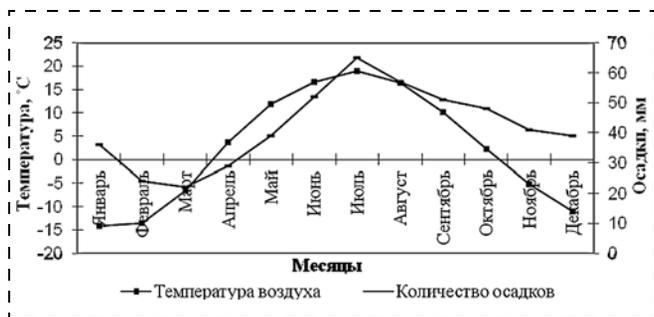
Авторы выражают искреннюю благодарность директору Рыбхоза "Пихтовка" Г. С. Крылову и коллективу хозяйства за предоставление материала по изучаемому вопросу и содействию в проведении экспериментальной части исследований.

### Метеорологические условия производственной среды

Рыбхоз "Пихтовка" Воткинского района организован в 1970 г. и на сегодняшний день является единственным рыбоводным хозяйством в республике. Располагает всеми категориями прудов: 10 зимовальных, 13 нерестовых, 6 летне-маточных, 6 выростных и 7 нагульных. Суммарная площадь водного зеркала 603 га. С учетом головного и мальковых прудов количество всех прудов 47. Имеется зимовальный цех, где проводятся нерест, инкубация, первый этап подращивания личинок карпа.

Все технологические процессы по вылову и пересадке рыбы в пруды или для дальнейшей реализации выполняются вручную под открытым небом при разных метеорологических условиях в течение года. Оценка микроклимата проводится на основе измерений его параметров (температура, влажность воздуха, скорость его движения) на всех местах пребывания работника в течение смены. Метеорологические условия, по данным Удмуртского республиканского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [4], приведены на рисунке.

Климат Удмуртии умеренно-континентальный с продолжительной холодной зимой, теплым летом и хорошо выраженными переходными сезонами: весной и осенью. Зарегистрированный абсо-



Среднемесячные показатели температуры воздуха и количества осадков (по данным Воткинской метеорологической станции, средние значения за 2002–2012 г.)

лютный температурный максимум  $+37,0$  °C, абсолютный минимум  $-48,1$  °C. Температура воды в прудах прогревается в летние месяцы в среднем до  $20...22$  °C. Наиболее высокая температура воды отмечается в июле, среднее значение  $+23...+25$  °C, максимальная температура  $+27...+29$  °C [5].

Режим труда и отдыха работающих на открытой местности в теплый период года регламентируется МР 2.2.8.0017–10 [6]. При выполнении тяжелой физической работы условия труда по интегральному показателю тепловой нагрузки среды ТНС-индекса могут быть отнесены к допустимым (2-й класс), в жаркие дни с повышенной влажностью воздуха — к вредным. Допустимую продолжительность непрерывного пребывания работающих на рабочем месте при температуре воздуха, превышающей допустимые величины, можно определить по МР 2.2.7.2129–06 [7] и СанПиН 2.2.4.548–96 [8].

По СанПиН 2.2.2776–10 [9], оценку микроклимата в холодный (зимний) период года при работе на открытой территории и в неотапливаемых помещениях рекомендуется проводить по уравнению множественной регрессии для определения интегрального показателя условий охлаждения (ИПУО):

$$\text{ИПУО} = 73,882 - 0,60361t + 1,3096v - 9,1985I_k - 0,15527q_m \quad (1)$$

где  $t$  — температура воздуха, °C;  $v$  — скорость ветра, м/с;  $I_k$  — теплоизоляция комплекта одежды, кло (для II (III) климатического региона теплоизоляция комплекта одежды при воздухопроницаемости ткани не более  $20 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$  принимается равной 3,44 кло);  $q_m$  — уровень энергозатрат, Вт/м<sup>2</sup>.

Удмуртская Республика включена во II климатический регион (пояс III), который характеризуется средней зимней температурой воздуха  $-18$  °C и наиболее вероятной скоростью движения возду-

ха в зимние месяцы 3,6 м/с. Поэтому применительно к тяжелым работам (уровень энергозатрат выше  $177 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ) ИПУО составляет 30 баллов — это соответствует допустимым условиям труда (приложение 8 к СанПиН 2.2.2776–10), при снижении температуры воздуха до  $-22$  °C и ниже (ИПУО выше 33 баллов) условия труда будут отнесены к вредным.

Необходимо отметить, что при разработке внутрисменного режима работы в холодный период года учитывают каждодневную температуру воздуха, скорость движения воздуха и их комбинированное действие, ориентируясь на допустимую продолжительность однократного пребывания за рабочую смену на открытой территории, а также на рекомендуемый режим работ по МР 2.2.7.2129–06 [7].

К работе допускают после прохождения медицинского осмотра, обеспечив работников комплектом средств индивидуальной защиты в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, утвержденными постановлением Министерства труда и социального развития РФ 29.12.1997 г. № 68. К теплоизоляции комплектов предъявляются требования согласно ГОСТ 29335–92 "Костюмы мужские для защиты от пониженных температур. Технические условия" и Методическим рекомендациям по расчету теплоизоляции комплекта индивидуальных средств защиты работающих от охлаждения и времени допустимого пребывания на холоде, утвержденными Минздравом России 25.04.2001 г. № 11-0/279-09.

### Оценка тяжести трудового процесса прудовых рабочих

При оценке тяжести трудового процесса руководствовались Р 2.2.2006–05 [10]. Трудовой процесс изучался методами выборочного и сплошного хронометража с последующим анализом видеоматериала и количественных измерений в течение смены. Производственными факторами, оказывающими влияние на состояние здоровья работников, в частности на опорно-двигательную систему, являются: поднятие и перемещение тяжести (сачков с рыбой, ящиков с рыбой) в сочетании со сгибанием и вращением туловища, частые и глубокие наклоны туловища во время работы, неудобная рабочая поза, выполнение рывковых движений, неблагоприятные микроклиматические условия. Время выполнения основной работы в течение рабочего времени зависит от каждодневного спроса на реализуемую продукцию или объема работы. Показатели тяжести трудового процесса прудовых рабочих при продолжительности ежедневной работы в течение 8 ч приведены в таблице.



### Оценка тяжести трудового процесса прудовых рабочих в процессе выполнения основной работы

| № пп | Показатели тяжести трудового процесса   | Фактическое значение     | Класс условий труда |
|------|---|--------------------------|---------------------|
| 1    | Физическая динамическая нагрузка (единицы внешней механической работы за смену), кг·м:  |                          |                     |
| 1.1  | при региональной нагрузке (с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса) при перемещении груза на расстояние до 1 м:  |                          |                     |
|      | — поднятие и перемещение сачка с рыбой (масса сачка с рыбой в воде 17 кг)   | 6912                     | 3.1                 |
|      | — поднятие и вываливание рыбы из сачка в ящик (35 кг)   | 2688                     | 2                   |
| 1.2  | при общей нагрузке (с участием мышц рук, корпуса, ног) при перемещении груза на расстояние от 1 до 5 м:   |                          |                     |
|      | — поднятие и перемещение ящика с рыбой (27,2 кг)  | 17 616                   | 2                   |
| 2    | Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную, кг:   |                          |                     |
| 2.1  | подъем и перемещение (разовое) тяжести постоянно в течение рабочей смены:<br>— поднятие и перемещение сачка с рыбой<br>— поднятие и вываливание рыбы из сачка в ящик<br>— поднятие и перемещение ящика с рыбой                                    | 17<br>35<br>27           | 3.1<br>3.2<br>3.2   |
| 2.2  | суммарная масса грузов за каждый час смены:<br>— поднятие и перемещение сачка с рыбой<br>— поднятие и вываливание рыбы из сачка в ящик<br>— поднятие и перемещение ящика с рыбой  | 544<br>1120<br>447       | 2<br>3.2<br>3.1     |
| 3    | Стереотипные рабочие движения при региональной нагрузке, количество за смену:<br>— поднятие и перемещение сачка с рыбой<br>— поднятие и вываливание рыбы из сачка в ящик<br>— поднятие и перемещение ящика с рыбой                                | 256<br>256<br>160        | 1<br>1<br>1         |
| 4    | Статическая нагрузка (величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий), кгс·с:<br>— поднятие и перемещение сачка с рыбой<br>— поднятие и вываливание рыбы из сачка в ящик<br>— поднятие и перемещение ящика с рыбой | 8704<br>17 920<br>16 400 | 1<br>1<br>1         |
| 5    | Рабочая поза: нахождение в позе стоя, % времени смены   | 100                      | 3.2                 |
| 6    | Наклоны корпуса (вынужденные более 30°), количество за смену:<br>— поднятие и перемещение сачка с рыбой<br>— поднятие и вываливание рыбы из сачка в ящик<br>— поднятие и перемещение ящика с рыбой  | —<br>256<br>160          | —<br>3.1<br>3.1     |
| 7    | Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом, км   | 0,96                     | 1                   |

По Р 2.2.2006—05 [10] окончательная оценка тяжести труда устанавливается по показателю, отнесенному к наибольшему классу, а при наличии двух и более показателей класса 3.1 и 3.2 общая оценка устанавливается на одну ступень выше. Таким образом, тяжесть трудового процесса прудовых рабочих будет оцениваться:

- при поднятии и перемещении сачка с рыбой — класс 3.2 (при выполнении основной работы в течение до 50 % рабочего времени — класс 3.1);
- при поднятии и вываливании рыбы из сачка в ящик — класс 3.3;
- при поднятии и перемещении ящика с рыбой — класс 3.3 (при продолжительности работы в течение 75 % рабочего времени — класс 3.2).

Учитывая регламентированные перерывы для отдыха работников, основная работа в течение смены не занимает более 75 % рабочего времени. Для снижения монотонности и физической нагрузки работники периодически меняют выполнение технологических операций, поэтому трудовой процесс, в основном, оценивается как тяжелый, соответствующий классу 3.2.

#### Анализ заболеваемости прудовых рабочих и оценка профессионального риска

Изучение заболеваемости работников в хозяйстве основывалось на анализе данных периодических медицинских осмотров, сведений о причинах нетрудоспособности (форма № 16-ВН).



Периодические медицинские осмотры позволили выявить, что из 40 человек, работающих в отрасли рыбководства, с жалобами на боли в спине обращались 21 человек (52,5 %) (у 20 человек выявили остеохондроз, у 1 человека — грыжу позвоночника); с повышением кровяного давления — 11 человек (27,5 %); с болями в сердце — 8 человек (20 %) (есть незначительные изменения).

Анализируя результаты медицинского обследования прудовых рабочих (данные формы № 16-ВН), установлено, что болезни костно-мышечной и соединительной ткани привели к временной потере трудоспособности у 47 % работников, гипертоническая болезнь — у 27 % работников. Ниже приведена структура заболеваемости прудовых рабочих с временной потерей трудоспособности по отдельным группам: остеохондроз — 34 %; болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением, — 27 %; ОРВИ верхних дыхательных путей — 13 %; артроз — 13 %; прочие — 13 %.

Исследованиями В. В. Матюхина и др. [11] в результате ретроспективного анализа 2318 случаев установлена зависимость частоты случаев профессиональных заболеваний от класса тяжести трудового процесса при мышечной нагрузке регионального и общего характера, определяемая следующим уравнением регрессии с коэффициентом корреляции 0,64 ( $p < 0,05$ ):

$$Y = 28,3 \ln X - 2,6, \quad (2)$$

где  $Y$  — процент случаев профзаболеваний;  $X$  — класс условий труда по тяжести трудового процесса.

При 1-м классе условий труда (оптимальном) вероятность частоты профессиональных заболеваний составляла не более 6,0 %. При 2-м классе (допустимом) частота нарушений не превышала 17,0 % случаев. При классе условий труда 3.1 профессиональные заболевания встречались в 17,1...28,0 % случаев, при классе 3.2 — в 28,1...37,0 %, а при классе 3.3 — более чем в 37 % случаев. Проведенные расчеты вероятностных рисков развития скелетно-мышечных нарушений касались общего числа выявленных профессиональных патологий от тяжести физического труда. Корреляционная зависимость заболеваний опорно-двигательного аппарата от тяжести трудового процесса прудовых рабочих в Рыбхозе "Пихтовка" также подтверждается.

Оценка риска при трудовой нагрузке проводилась по Р 2.2.1766—03 [3]. Результатом оценки профессионального риска является количественная оценка степени риска ущерба для здоровья работников от действия вредных и опасных факторов рабочей среды и трудовой нагрузки по вероятности нарушений здоровья. Эти данные являются обоснованием для принятия управленческих ре-

шений по ограничению риска и оптимизации условий труда работников.

По показателям тяжести трудового процесса прудовых рабочих профессиональный риск по условиям труда можно категорировать следующим образом:

— при классе условий труда 3.1 риск оценивается как малый (умеренный), требуются меры по снижению риска;

— при классе условий труда 3.2 риск оценивается как средний (существенный), требуются меры по снижению риска в установленные сроки;

— при классе условий труда 3.3 — риск высокий (непереносимый), требуются неотложные меры по снижению риска.

Данная оценка профессионального риска по степени весомости доказательств (по критериям ООН) относится к категории 2, т. е. подозреваемый профессиональный риск.

### Рекомендации

Для комплексной профилактики заболеваемости прудовых рабочих и сохранению трудового долголетия рекомендуется:

соблюдать режим работы согласно МР 2.2.7.2129—06, МР 2.2.8.0017—10, МР 2.2.9.2128—06; периодически менять выполнение технологических операций в процессе труда, что снизит монотонность и физическую нагрузку;

в дополнение к выдаваемым комплектам спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты по Типовым отраслевым нормам (№ 68 от 29.12.1997 г.) приобретать для прудовых рабочих ортопедические корсеты и пояса;

механизировать технологический процесс путем оборудования зимовальных прудов и зимовального цеха хозяйства грузоподъемными механизмами (тельферами);

во время регламентированных перерывов проводить комплекс восстановительно-профилактической гимнастики, направленной на расслабление мышц, по МР 2.2.9.2128—06;

проводить разъяснения по ведению здорового образа жизни.

### Список литературы

1. МР 2.2.9.2128—06. Комплексная профилактика развития перенапряжения и профессиональных заболеваний спины у работников физического труда: методические рекомендации: утв. руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главным санитарным врачом Российской Федерации 19.09.2006 г.
2. Якупов Р. Р., Рахматуллин С. И. Состояние опорно-двигательной системы при хроническом функциональном перенапряжении у женщин — работниц агропромышленно-

- го комплекса // Успехи современного естествознания. — 2008. — № 2. — С. 48—51.
3. **Р 2.2.1766—03.** Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки: утв. главным санитарным врачом Российской Федерации 24.06.2003 г.
  4. **О состоянии окружающей среды и гидрометеорологических условиях Удмуртской Республики /** Удмуртский республиканский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. — Ижевск, 2002—2012.
  5. **Удмуртская Республика:** Энциклопедия. — 2-е изд., исправленное полностью и дополненное. — Ижевск: Удмуртия, 2008. — 768 с.
  6. **МР 2.2.8.0017—10.** Режимы труда и отдыха работающих в нагреваемом микроклимате в производственном помещении и на открытой местности в теплый период года: методические рекомендации: утв. руководителем Федеральной службы по защите прав потребителей и благополучия человека, главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 28 декабря 2010 г.
  7. **МР 2.2.7.2129—06.** Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях: методические рекомендации: утв. руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главным санитарным врачом Российской Федерации 19.09.2006 г.
  8. **СанПиН 2.2.4.548—96.** Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: санитарные правила и нормы: утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 1 октября 1996 г. № 21.
  9. **СанПиН 2.2.2776—10.** Гигиенические требования к оценке условий труда при расследовании случаев профессиональных заболеваний : санитарно-эпидемиологические правила и нормативы: утв. постановлением главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 23.11.2010 № 153.
  10. **Р 2.2.2006—05.** Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: утв. руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главным санитарным врачом Российской Федерации 29.07.2005 г.
  11. **Физиолого-эргономические аспекты** социально-гигиенического мониторинга работоспособности и здоровья работающих / В. В. Матюхин [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. — 2008. — № 6. — С. 34—41.

**Z. M. Khaertdinova**, Associate Professor, e-mail: zimmh@mail.ru,  
**P. V. Dokuchaev**, Student, Izhevsk State Agricultural Academy

## Estimation of Working Conditions of Pond Workers of the State Unitary Enterprise "Fishing Collective Farm "Pihtovka" According to the Severity of Work

*The article deals with the research results of working environment factors and the severity of workflow of pond workers of the state unitary enterprise fish farm "Fishing collective farm "Pihtovka" of Votkinsky district of the Udmurt Republic. Workplace factors that affect workers' health including supporting — motor system are specified as: lifting and carrying heavy objects combined with bending and twisting of body, improper working posture, rapid and deep body bending at work, adverse climatic conditions. Labour condition classes on atmospheric temperature and work severity rates are defined. As execution time of primary work during work time depends on everyday demand for selling output or amount of work, the severity of work of pond workers is estimated as a hard labour, relevant to class 3,2. Sick rate of pond workers is studied and occupational safety hazard is evaluated. Advices on a integrated preventive health care of collective farm workers and labour longevity are drawn up.*

**Keywords:** working conditions, labour condition class, working-environment factors, estimation of the severity of work, work severity rates, atmospheric temperature, sick rate, evaluation of occupational safety hazard, occupational safety hazard, integrated preventive health care, labor longevity, advices

### References

1. **МР 2.2.9.2128—06.** Комплексная профилактика развития перенапряжения и профессиональных заболеваний спины у работников физического труда: методические рекомендации: утв. руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным санитарным врачом Российской Федерации 19.09.2006 г.
2. **Якупов Р. Р., Рахматуллин С. Т.** Состояние опорно-двигательной системы при хроническом функциональном перенапряжении у земледельцев агропромышленного комплекса // Успехи современного естествознания. 2008. N. 2. P. 48—51.
3. **Р 2.2.1766—03.** Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки: утв. Главным санитарным врачом Российской Федерации 24.06.2003 г.
4. **О состоянии окружающей среды и гидрометеорологических условиях Удмуртской Республики /** Удмуртский республиканский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. — Ижевск, 2002—2012.
5. **Удмуртская Республика:** Энциклопедия. 2-е изд., исправленное полностью и дополненное. — Ижевск: Удмуртия, 2008. 768 п.
6. **МР 2.2.8.0017—10.** Режимы труда и отдыха работающих в нагреваемом микроклимате в производственном помещении и на открытой местности в теплый период года:



методические рекомендации: utv. Rukovoditelem Federal'noj sluzhby po zashhite prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka, Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom Rossijskoj Federacii 28 dekabrya 2010 g.

7. **MR 2.2.7.2129—06.** Rezhimy truda i otdyha rabotajushhij v holodnoe vremja na otkrytoj territorii ili v neotaplivaemyh pomeshhenijah : metodicheskie rekomendacii: utv. Rukovoditelem Federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka, Glavnym sanitarnym vrachom Rossijskoj Federacii 19.09.2006 g.
8. **SanPiN 2.2.4.548—96.** Gigienicheskie trebovanija k mikroklimatu proizvodstvennyh pomeshhenij : sanitarnye pravila i normy: utv. Postanovleniem Goskomsanjepidnadzora Rossii ot 1 oktjabrja 1996 g. N. 21.
9. **SanPiN 2.2.2776—10.** Gigienicheskie trebovanija k ocenke uslovij truda pri rassledovanii sluchaev professional'nyh

zabolevanij : sanitarno-jepidemiologicheskie pravila i normativy: utv. Postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossijskoj Federacii ot 23.11.2010 N. 153.

10. **R 2.2.2006—05.** Rukovodstvo po gigienicheskoj ocenke faktorov rabochej sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikacija uslovij truda: utv. Rukovoditelem Federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka, Glavnym sanitarnym vrachom Rossijskoj Federacii 29.07.2005 g.
11. **Fiziologo-jergonomicheskie** aspekty social'no-gigienicheskogo monitoringa rabotosposobnosti i zdorov'ja rabotajushhij. V. V. Matjuhin i dr. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*. 2008. N. 6. P. 34—41.

УДК 613

**А. И. Лысиков**, директор, Губернский профессиональный колледж, Серпухов,  
**С. И. Акимов**, зам. генерального директора,  
**О. И. Чубатова**, канд. биол. наук, генеральный директор,  
**С. А. Чубатова**, д-р биол. наук, научный консультант, e-mail: cler179@mail.ru,  
ООО "РЕБИОН", Москва,  
**Н. А. Чиркова**, канд. техн. наук, доц., **В. А. Гладырева**, магистрант,  
Московский государственный университет дизайна и технологий (ГУДТ),  
**М. К. Скрыпникова**, канд. с.-х. наук, доц.,  
Мичуринский государственный педагогический университет (МГПУ)

## Эффективность нового метода здоровьесбережения

*Показана эффективность нового метода аэрофитотерапии для снижения уровня заболеваемости в учреждениях системы дошкольного, школьного и высшего образования. Предлагаемый метод заключается в обработке воздушного пространства помещений специальными средствами на основе липосом с экстрактами сосны обыкновенной (*Pinus silvestris*), монарды дудчатой (*Monarda fistulosa*), иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis*), василька синего (*Centaurea cyanus*), календулы лекарственной (*Calendula officinalis*) и одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinalis*). Доказано, что при использовании средств достигнуто снижение микробной контаминации воздушного пространства кабинетов и аудиторий в 2—4 раза по общему микробному числу; низкий уровень микробной контаминации обеспечивает снижение уровня заболеваемости на 20...30 %. Отмечено, что обогащение состава воздушной среды жизненно важными для человека биорегуляторами растительного происхождения создает благоприятную атмосферу, повышает работоспособность, и как следствие, успеваемость.*

**Ключевые слова:** биорегуляторы, микробиологическое загрязнение воздуха, уровень заболеваемости, концентрация внимания, фитонциды, запахи, иммунитет, адаптогены, психоэмоциональное состояние

### Введение

Человечество накопило громадные знания в области естественных наук и колоссальный потенциал для их практического применения. Решение вопроса о возможности в полной мере ими воспользоваться, став участниками биократических преобразований, открывающих новые возможности для

прогресса, зависит от формирования новых взглядов у молодого поколения.

Важнейшим направлением в современной науке является решение экологических проблем и обоснование выбора биологических методов. Например, замена или дополнение небезопасных дезинфектантов химической природы на природные бактерицидные вещества. Дело в том, что за

последнее столетие широкого применения химических препаратов быстрого действия выяснилось, что, несмотря на многие преимущества, они имеют и много недостатков, в том числе провоцируют аллергические реакции у человека и появление устойчивых к ним микроорганизмов. Поэтому использование средств на основе природных биорегуляторов, например, экстрактов из растений (фитоэкстрактов), которые полезны человеку и не вызывают привыкания микробов, является оправданным и перспективным. Особенно это важно при обработке воздушного пространства помещений учреждений образования, где значительную часть времени находится человек, растущий организм которого требует особого внимания.

Состояние здоровья в высокой степени зависит от качества воздуха. Еще 20 лет назад профессор В. Н. Николаевский писал: "Важной задачей современного здравоохранения, в условиях сложившейся экологической обстановки, состоит в воссоздании необходимых для жизни условий, в устранении нарастающего дефицита природных веществ — биорегуляторов". Он подробно изучил воздействие растительных аэробирегуляторов — эфирных масел из растений — на эндэкологию организма человека в различных условиях. Сравнивая показатели здоровья при пребывании человека в зоне курорта, в больнице, в учебных аудиториях, на производстве, в экстремальных условиях, он сделал вывод не только о важности, но и о необходимости применения такого рода природных веществ [1].

Преимущества фитоэкстрактов по сравнению с химическими агентами заключаются в полифункциональности их действия. Многие из них обладают одновременно противовирусным, противомикробным, иммуномодулирующим, общеукрепляющим, десенсибилизирующим, анальгезирующим и репаративным действием благодаря своему сложному составу. Экстракты содержат многие незаменимые для человека компоненты, которые выполняют функции природных регуляторов: фитонциды регулируют число микроорганизмов в воздушном пространстве; адаптогены гармонизируют эмоции, помогают быстрее освоиться в любой обстановке; иммуномодуляторы укрепляют иммунитет. Механизм этой сложнейшей регуляции на молекулярном уровне и взаимоотношений между человеком, растениями и микроорганизмами оттачивался тысячелетиями. Техногенный путь развития разрушил множество связей, особенно, за последнее столетие, в результате чего человек стал более уязвим [1, 2]. Поэтому одним из важных направлений деятельности образовательных учреждений является получение элементарных знаний и навыков

по экологии в процессе обучения, что значительно повышает интерес к новым технологиям сохранения и укрепления здоровья педагогов и учащихся.

Специфика деятельности современных образовательных учреждений состоит в воздействии совокупности ряда факторов — работа за компьютером, информационная перегрузка, высокий уровень микробной контаминации, искусственность среды обитания и общая экологическая обстановка, которые оказывают негативное влияние на здоровье. Действие этих факторов можно нивелировать разными методами, особенно регулярными экскурсиями на природу. В условиях мегаполиса это сложно, поэтому были созданы специальные средства на основе фитоэкстрактов с многоуровневым воздействием на организм человека. В состав таких средств входят экстракты из растений, которые широко применяются в официальной и народной медицине и содержат фитонциды, адаптогены и иммуномодуляторы. Благодаря использованию современных высоких технологий, одной из которых является технология включения фитоэкстрактов в липосомы, сохраняются все полезные свойства активных веществ и их направленная доставка. Главным достоинством таких препаратов является их экобезопасность, за счет состава и строения липосом и клеток организма.

В рамках реализации программы "Здоровье через воздух" под эгидой Международной академии им. академика И. Н. Блохиной на базе учреждений образования, которые имеют огромный опыт в области здоровьесбережения в процессе обучения и во внеурочное время, были проведены специальные исследования. В ходе исследований анализировали эффективность нового метода обработки воздушного пространства помещений (ВПП) в отношении микробиологической чистоты воздуха и влияния обогащенной воздушной среды помещения на заболеваемость и работоспособность.

**Цель этих исследований** — оценка возможности создания благоприятных условий обучения путем обогащения воздушного пространства помещения биорегуляторами, снижающими риск распространения воздушно-капельных инфекций и повышающих работоспособность.

### Материалы и методы

**Средства серии "Биологическое очищение воздуха"** (производство ООО "Ребион", РФ) представлены шестью видами жидких гелей с разными композициями экстрактов из целебных растений, упакованных во флаконы объемом 750 мл с механическим курковым распылителем. Срок годности — 2 года.

При распылении средства в воздухе формируется мелкодисперсная взвесь частиц геля, которые



связывают и осаждают пыль и микроорганизмы из воздуха и насыщают его фитонцидами, адаптогенами и иммуномодуляторами.

В исследованиях применялись средства: СЕНСИТИВ на основе экстрактов сосны (*Pinus silvestris*), василька синего (*Centaurea cyanus*), календулы лекарственной (*Calendula officinalis*) и корня одуванчика (*Taraxacum officinalis*), обладающий способностью быстро очищать ВПП и снижать аллергические реакции; МОНАРИС — на основе экстрактов сосны (*Pinus silvestris*), монарды дудчатой (*Monarda fistulosa*), иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis*), с высоким содержанием тимола, пинена, карвакрола, обладающий активностью в отношении грибов, бактерий и вирусов, укрепляющий иммунитет, повышающий работоспособность; САЛЬВИТ — на основе экстракта сосны и шалфея (*Salvia officinalis*), обладающий высокой антимикробной активностью, устраняющий раздражительность, снижающий уровень утомляемости благодаря содержанию сальвеола, камфоры и борнеола; ЭТРОН — на основе экстракта донника (*Melilotus officinalis*), эвкалипта (*Eucalyptus globulus*) и бергамота (*Citrus bergamia*), с высоким содержанием линалоола, ментола, о-цимена и пинена, эффективный в отношении вирусов и кокков, а также быстро устраняющий в воздухе неприятные запахи. Липосомы для всех средств формируют из яичного лецитина.

В процессе исследования были разработаны различные схемы применения средств в зависимости от цели исследования, возрастной группы и наличия специфических запахов. В группах, где участники указывали на неприятие запахов и склонность к аллергическим реакциям, применяли СЕНСИТИВ в течение 3–4 дней, затем следовал режим чередования: схема 1 — ежедневно однократно СЕНСИТИВ — 5 дней, МОНАРИС — 1 день; затем также ежедневно СЕНСИТИВ. После того, как дети привыкли к аэрофитотерапии, применяли схему 2 — ежедневно однократно утром МОНАРИС, вечером САЛЬВИТ; при изучении влияния средств на утомляемость детей на уроке применяли схему 3 — однократно на большой перемене в классах в отсутствие детей распыляли средство МОНАРИС; в аудиториях, где обучались студенты — стоматологи и технологи и где явно присутствовал специфический запах, работали по схеме 4 — утром и днем САЛЬВИТ; в периоды риска увеличения заболеваемости ОРВИ применялась схема 5 — утром МОНАРИС, днем СЕНСИТИВ, вечером САЛЬВИТ; ЭТРОН применяли в туалетах, столовых и в аудиториях с наличием резких запахов.

**В исследовании принимали участие:** 88 детей двух групп Детского сада и 118 учеников 8-х классов Губернского профессионального колледжа, Серпухов; 68 учеников 6-х классов СШ № 12, Мичуринск; 22 студента МГПУ и 12 — Московского ГУДТ; 29 педагогов из перечисленных учреждений.

Все участники прошли тест на индивидуальную чувствительность к средствам и были ознакомлены с условиями исследования. Работоспособность студентов и преподавателей оценивали с помощью специализированного теста — Пробы Шульте: испытуемому поочередно предлагалось пять таблиц, на которых в произвольном порядке расположены числа, которые надо показать и назвать в порядке их возрастания. Оценивали среднюю скорость выполнения задания. При тестировании учащихся 6-х классов после стандартного 4-го урока биологии применяли тесты с графическими рисунками.

### Результаты и обсуждение

**Снижение микробной контаминации ВПП.** Специфика дошкольного образования связана с пребыванием ребенка в течение 8 ч вне семьи, в непривычной обстановке, при постоянном контакте с другими детьми. Таким образом, организм находится под воздействием, как минимум, двух негативных факторов: стресс и микробиоценоз коллектива — присутствие в воздушном пространстве "чужих" бактерий и вирусов.

Специфика образовательной деятельности в школах и вузах связана с постоянным контактом разных групп учащихся, сменой аудиторий, повышенной информационной нагрузкой и высоким уровнем контаминации ВПП, что обусловлено высокой посещаемостью. Кроме того, во многих аудиториях могут присутствовать специфические раздражающие запахи, связанные с профессией, например стоматология, технология обработки кожи и меха. Применение метода биологического очищения воздуха, основанного на принципе самоочищения воздушного пространства в природе, снижает уровень воздействия микробиологического загрязнения и аэрозоля мелкодисперсной пыли в помещении. Метод заключается в распылении в воздухе жидкого геля, что обеспечивает эффект дождя, но капли при этом обладают способностью более крепко связывать пыль и микроорганизмы и полностью их инактивировать.

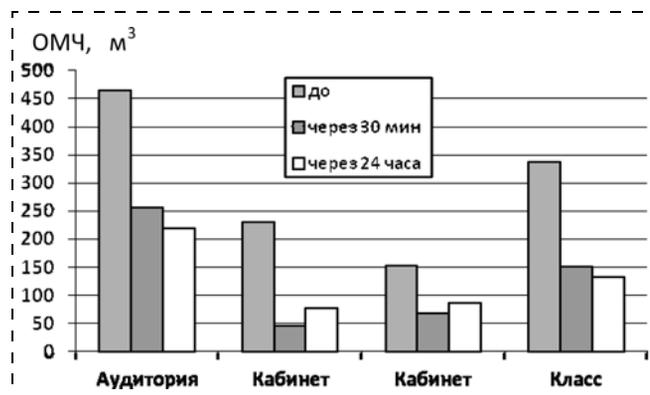
Одновременно воздух насыщается легколетучими веществами из растений — фитонцидами, такими как тимол, пинен и карвакрол с выраженной избирательной бактерицидной активностью в отношении условно-патогенных микроорганизмов. Такие эфиры как борнеол, бергаптен, линалоол, о-цимен, цитраль, флавоноиды и витамины вы-

полняют роль регуляторов многих биохимических реакций в организме человека, а значит жизненно важны, необходимы. Содержание этих веществ в воздушном пространстве обеспечивает более быструю адаптацию к нагрузкам и, соответственно, восприятие информации [1, 2]. Таким образом, применение нового метода создает необходимые условия для длительного пребывания групп людей в закрытых помещениях, создает атмосферу коллективной безопасности, способствует оздоровлению и учащихся, и преподавателей.

На первом этапе была изучена возможность снижения микробной контаминации, очищения воздуха от микроорганизмов, которые потенциально опасны и способны спровоцировать респираторные заболевания. Исследования в аудиториях, классных комнатах и специализированных помещениях показали, что применение средств снижает уровень микробиологического загрязнения в 2—3 раза.

Степень контаминации оценивали по общему микробному числу (ОМЧ) — числу колоний бактерий и грибов, выявленных в пробах воздуха при стандартном контроле качества микробиологической чистоты воздушной среды. На рисунке представлены средние данные по оценке снижения микробной контаминации воздушного пространства при использовании средства МОНАРИС в разных аудиториях разных учреждений. Из рисунка видно, что в аудитории и классе степень контаминации почти в два раза выше, чем в отдельных кабинетах, что связано с высокой (более 30 человек одновременно) посещаемостью данных помещений.

В результате исследований было установлено, что ежедневное одноразовое использование средств, независимо от схемы применения, обеспечивает снижение микробной контаминации воздушного пространства, что соответственно, снижает риск возникновения воздушно-капельных инфекций. Кроме того, всеми участниками исследований было отмечено



Оценка уровня микробной контаминации воздуха до применения, через 30 мин и через 24 ч после применения средства МОНАРИС по общему микробному числу

но освежающее и дезодорирующее действие средств на атмосферу в помещении. Аллергических реакций за время испытаний зафиксировано не было.

**Снижение заболеваемости.** На базе Губернского профессионального колледжа был проведен анализ эффективности обработки воздушного пространства помещений средствами ЭТРОН, СЕНСИТИВ, САЛЬВИТ И МОНАРИС. Основным критерием в данном случае был выбран показатель заболеваемости учеников школы и детей групп дошкольного образования в период применения средств с октября 2013 г. по май 2014 г. по сравнению с тем же периодом предыдущих лет, когда средства не применяли. Было установлено, что новый метод обеспечивает снижение заболеваемости детей, проявившееся не только в снижении процента заболевших, но и в количестве пропущенных дней одним учеником. Кроме того отмечено, что за время проведения исследования не наблюдалось аллергических реакций. Данные исследования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение процента заболеваемости ОРЗ и ОРВИ детей в четырех разных группах за анализируемый период и аналогичный период предыдущего года

| Месяц    | 2012—2013  |       |                      |       | 2013—2014          |       |                      |       |
|----------|--|-------|----------------------|-------|--------------------|-------|----------------------|-------|
|          | школа 112 учащихся                                 |       | детский сад 85 детей |       | школа 118 учащихся |       | детский сад 88 детей |       |
|          | Число заболевших детей в абсолютной величине и в % |       |                      |       |                    |       |                      |       |
| Сентябрь | 3  | 2,6%  | 16                   | 18,8% | —                  | —     | 6                    | 6,8%  |
| Октябрь  | 13   | 11,6% | 22                   | 25,8% | 12                 | 10,1% | 13                   | 14,7% |
| Ноябрь   | 11   | 9,8%  | 25                   | 29,4% | 7                  | 5,9%  | 21                   | 23,8% |
| Декабрь  | 27   | 24,1% | 19                   | 22,3  | 11                 | 9,3%  | 11                   | 12,5% |
| Январь   | 10   | 8,9%  | 11                   | 12,9% | 7                  | 5,9%  | 11                   | 12,5% |
| Февраль  | 32   | 28,5% | 20                   | 23,5% | 13                 | 11,0% | 15                   | 17,0% |
| Март     | 15   | 13,3% | 28                   | 32,9% | 12                 | 10,1% | 21                   | 23,8% |
| Апрель   | 12   | 10,7% | 21                   | 24,7% | 11                 | 9,3%  | 18                   | 20,4% |
| Май      | 5  | 4,4 % | 5                    | 5,8%  | 4                  | 3,3%  | 3                    | 3,4%  |



Обращает на себя внимание факт снижения заболеваемости у школьников в декабре и феврале, когда риск возникновения заболеваний повышен. По отзывам, полученным от педагогов из других школ, лучшие показатели были отмечены в декабре—январе. В детском саду максимальный эффект был отмечен в октябре. Тенденция снижения заболеваемости отмечается практически по всем месяцам. С учетом данных отчетов, полученных из других учреждений, можно говорить о перспективности развития данного направления, углубления и расширения методик применения средств нового поколения аэрофитотерапии.

**Изучение влияния средств на работоспособность.** Первые исследования были проведены на базе МГПУ, где ведется постоянный поиск новых эффективных технологий здоровьесбережения школьников и студентов. Особая роль в этом специализированном учреждении отводится изучению влияния растений на микроклимат в помещениях, определяются наиболее полезные виды комнатных растений на утомляемость учащихся. Применение новых средств на основе растительных биорегуляторов расширило спектр методов здоровьесбережения без затрат на дополнительное оборудование [3, 4]. Оценку влияния средств на уровень утомляемости учащихся проводили с применением специализированных графических и цифровых тестов. Пример одного такого исследования с учащимися 7—8-х классов: средство МОНАРИС распыляли в классной комнате в отсутствие детей, на перемене после 2-го урока. Затем в начале и в конце урока дети выполняли различные задания, позволяющие определить уровень утомляемости в течение урока. Исследования проводили в разных классных комнатах, в трех повторах для каждой группы. Обобщенные результаты по влиянию средства МОНАРИС представлены в табл. 2.

Из таблицы видно, что насыщение воздуха природными биорегуляторами снижает процент оши-

бочных ответов. Обращает на себя внимание факт, что после применения спрея МОНАРИС число ответов без ошибок в конце урока в группе испытуемых не изменилось, тогда как в группе сравнения этот показатель снизился в 1,5 раза. В группе сравнения к концу урока увеличилось число ответов с 4—5 ошибками и с числом ошибок больше 6, тогда как дети в группе испытуемых ошибались реже и заметно отличались активностью. Аналогичные результаты были получены при использовании средств СЕНСИТИВ и САЛЬВИТ.

Такие же независимые открытые исследования были проведены на кафедре терапевтической стоматологии Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н. И. Пирогова и на кафедре технологии обработки кожи и меха Московского государственного университета дизайна и технологий. В аудиториях этих вузов, кроме высокой степени контаминации, особенно плесневыми грибами, присутствуют специфические запахи и шумовые эффекты. В этих вариантах изучение влияния средств на работоспособность оценивали с помощью тестирования по таблицам Шульте. Было показано, что под воздействием средств МОНАРИС и САЛЬВИТ, распыляемых в аудиториях, повышается уровень концентрации внимания и эффективность работы, что было вычислено после пересчета времени (скорости) выполнения задания каждым испытуемым. Срок выполнения задания — перечисление всех 25 цифр в 5 таблицах — сокращался на 5...25 с в зависимости от индивидуальных особенностей студентов или преподавателей [5].

## Выводы

Новый метод биологического очищения воздуха обеспечивает пролонгированное снижение уровня микробной контаминации воздушного пространства помещений в учреждениях системы образования в 2—3 раза, являясь при этом экологически безопасным.

Благодаря биологической активности средств на основе фитозэкстрактов в липосомной форме достигнуто снижение уровня заболеваемости учащихся и преподавателей, что говорит о перспективности развития нового направления в области технологий здоровьесбережения.

Повышение работоспособности в группах участников исследований, которое было зафиксировано с помощью разных тестов на разных группах испытуемых, указывает на эффективность метода насыщения воздушного пространства помещений незаменимыми биорегуляторами природного происхождения с адаптогенным действием.

Таблица 2

Оценка влияния обработки воздушного пространства классной комнаты средством МОНАРИС на количество ошибочных ответов детей 7—8 классов

| Показатель      | Число учащихся                             |                  |   |                  |
|-----------------|--|------------------|---|------------------|
|                 | Группа испытуемых<br><i>n</i> = 65 человек |                  | Группа сравнения<br><i>n</i> = 65 человек |                  |
|                 | в начале<br>урока                          | в конце<br>урока | в начале<br>урока                         | в конце<br>урока |
| Ответ           |  |                  |   |                  |
| Без ошибок      | 28   | 28               | 29  | 19               |
| С 1—3 ошибками  | 28   | 32               | 24  | 26               |
| С 4—5 ошибками  | 6  | 5                | 5   | 8                |
| Больше 6 ошибок | 3  | 0                | 7   | 12               |

### Список литературы

1. **Николаевский В. В.** Ароматерапия: Справочник. — М.: Медицина, 2000. — 332 с.
2. **Экспериментальное обоснование** принципов составления композиций эфирных масел / В. Г. Овчинников, Н. Н. Сентябрев, О. И. Чубатова и др. // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 2. — С. 68–74.
3. **Чубатова О. И., Потапов В. Д., Акимов С. И.** Защита от инфекций — один из факторов долголетия: эффективность средств индивидуальной и коллективной защиты // Сборник трудов 2-го Всемирного форума "Евразийские высокие тех-

- нологии — развитие активного долголетия". — Москва. — Россия. — 7–9 ноября 2012 г. М., 2012. — С. 56–59.
4. **Аэротерапия** как один из элементов современных методов здоровьесбережения / С. А. Чубатова, Н. Г. Фомина, М. К. Скрыпникова и др. // Сборник трудов. — Часть 2; Международная конф. "Информационные и коммуникационные технологии в образовании, науке и производстве" 02–06 июля 2012 г. — Протвино, 2012. — С. 163–169.
5. **Михайлова Е. Г., Чубатова С. А., Селезнева Т.** Оптимизация условий труда в стоматологических центрах. // Стоматологический научно-образовательный журнал. — 2013. — № 3/4. — С. 41–56.

**A. I. Lysikov**, Director, Gubernskiy Professional College, Serpukhov,  
**S. I. Akimov**, Deputy Director, **O. I. Chubatova**, Director,  
**S. A. Chubatova**, Scientific Consultant, e-mail: cler179@mail.ru, Ltd. "Rebion",  
Moscow, **N. A. Chirkova**, Associate Professor, **V. A. Gladyreva**, Undergraduate,  
Moscow State University of Design and Technology,  
**M. K. Skrypnikova**, Associate Professor, Michurinsk State Pedagogical University

## The Efficiency of the New Method of Healthcare

*Efficiency of the new method of aerophytotherapy in lowering disease rates in preschools, schools and universities is shown. The method is based on aerosolisation of rooms using preparations containing liposomes with the following phytoextracts: Pinus silvestris, Monarda fistulosa, Hyssopus officinalis, Centaurea cyanis, Calendula officinalis, Taraxacum officinalis. Application of said preparations demonstrated a 2...4 fold decrease in Total Viable Count (TVC) in air samples. Lower TVC resulted in a 20...30 % decrease in disease transmission, while enriching the air with natural bioregulators led to better working environment and increases productivity.*

**Keywords:** bioregulators, microbiological air contamination, disease rate, attention span, phytoncides, odours, immune system, adaptogens, concentration, psychoemotional status

### References

1. **Nikolaevskij V. V.** Aromaterapiya: Spravochnik. M.: Medicina, 2000. 332 p.
2. **Экспериментальное обоснование** принципов составления композиций эфирных масел / В. Г. Овчинников, Н. Н. Сентябрев, О. И. Чубатова, А. Г. Камчатников, Е. В. Ракова, Е. В. Шхедрина. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2014. N. 2. P. 68–74.
3. **Chubatova O. I., Potapov V. D., Akimov S. I.** Zashhita ot infekcij — odin iz faktorov dolgoletiya: effektivnost sredstv individualnoj i kollektivnoj zashhity. *Sbornik trudov 2-go vseirnogo foruma "Evrazijskie vysokie texnologii — razvitie*

- aktivnogo dolgoletiya"*. Moskva. Rossiya. 7–9 noyabrya 2012 g. M., 2012. P. 56–59.
4. **Aeroterapiya** kak odin iz elementov sovremennyx metodov zdorovesberezhennya / S. A. Chubatova, N. G. Fomina, M. K. Skrypnikova i dr. *Sbornik Trudov. — chast 2; Mezhdunarodnaya konferenciya "Informacionnye i kommunikacionnye texnologii v obrazovanii, nauke i proizvodstve" 02–06 iyulya 2012 g.* Protvino, 2012. P. 163–169.
5. **Mixajlova F. G., Chubatova S. A., Selezneva T.** Optimizaciya uslovij truda v stomatologicheskix centrax. *Stomatologicheskij nauchno-obrazovatelnyj zhurnal*. 2013. N. 3/4. P. 41–56.

УДК 613.644.622.691.4

**Е. Н. Власов**, канд. техн. наук, проф. кафедры, **К. Г. Дубенцов**, магистр,  
e-mail: bfgign@yandex.ru, Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва

## Влияние некоторых геометрических элементов проточной части радиального ЕС-вентилятора на шум

Рассмотрено влияние важных геометрических элементов (типа сеток на входе и выходе, угла поворота лопастей воздушных заслонок, соотношения числа рабочих и диффузорных лопаток) проточной части радиального ЕС-вентилятора на аэродинамический шум. Описана принципиальная схема экспериментальной установки. Выполнены экспериментальные исследования центробежной ступени. Анализируются акустические характеристики вентилятора, включая малоисследованную инфразвуковую зону, установлены нормы для звуковой области шума.

**Ключевые слова:** рабочая лопатка, диффузор, соотношение числа лопаток, тональный шум, звуковое давление, звуковая мощность, частота, защитная сетка

Радиальный ЕС-вентилятор R3G-450 фирмы Ebmpapst (Германия) с загнутыми назад шестью лопатками и диаметром рабочего колеса 450 мм представляет собой свободное колесо (без спирального корпуса) со встроенным электродвигателем M3G112 с внешним ротором [1]. ЕС-вентилятор широко применяется и предназначен для использования в климатических блочных установках для обеспечения постоянного объема воздуха, прокачиваемого вентилятором, независимо от воздушного сопротивления системы (рис. 1).

Схема измерений на установке ЕС-вентилятор представлена на рис. 2. В работе использовался из-

меритель акустический многофункциональный "Экофизика".

Исследованием выявлено влияние различных конструкций защитных сеток на входе и выходе вентилятора и расположения воздушной заслонки на шум вентилятора. На рис. 1 показаны схемы различных конструкций сеток (решеток) на входе и выходе в вентилятор. Исследования выполнены при различных частотах вращения  $n = 600; 900; 1200 \text{ мин}^{-1}$ . Результаты исследований показаны на рис. 3. При частоте вращения  $n = 600 \text{ мин}^{-1}$  имеет место типичный спектр шума вентилятора с характерными зонами по частотам: механический шум,

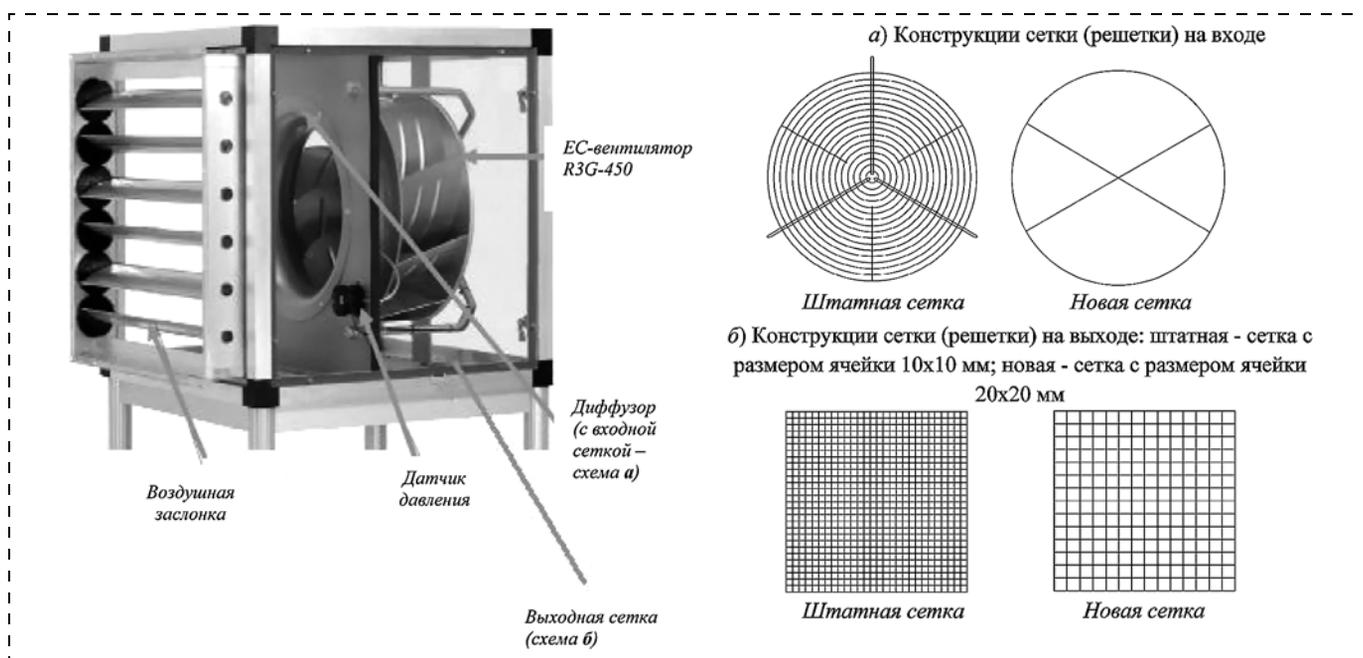
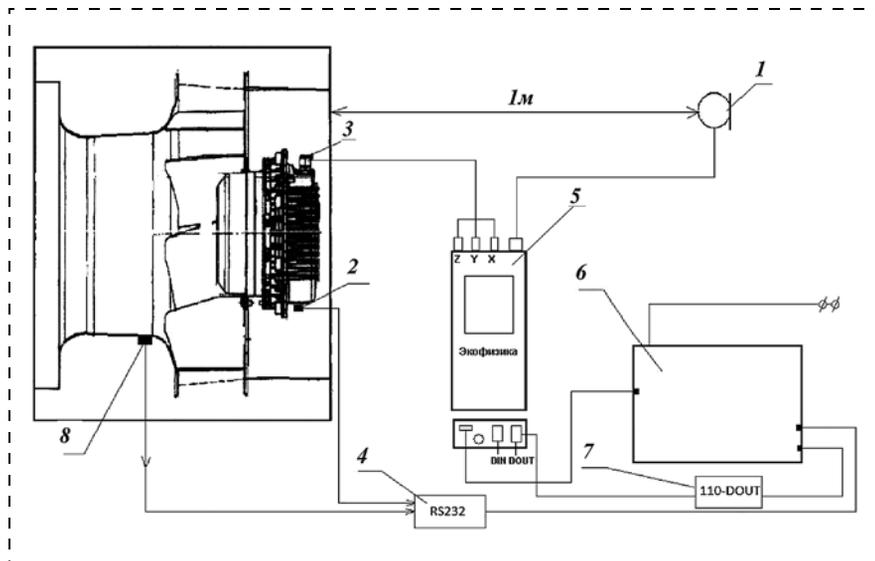


Рис. 1. Установка ЕС-вентилятор R3G-450 (со встроенным электродвигателем M3G112)



**Рис. 2. Схема измерений на установке ЕС-вентилятор:**

1 — микрофон; 2 — датчик частоты вращения; 3 — вибродатчик; 4 — интерфейс RS232; 5 — измеритель акустический многофункциональный "Экофизика"; 6 — ноутбук; 7 — интерфейс 110-DOUT; 8 — датчик давления



**Рис. 3. Шум вентилятора в зависимости от типа входной решетки при  $n = 600 \text{ мин}^{-1}$ :**

1 — со штатной сеткой; 2 — без сетки; 3 — с новой сеткой



шум от неоднородности потока, вихревой шум. Большой интерес представляет зона с большим уровнем звукового давления в инфразвуковой области шума (ниже 20 Гц). Эта зона мало исследована.

В последнее время в связи с выявленной опасностью для здоровья людей установлены нормы для инфразвуковой, а также для ультразвуковой области шума. Инфразвук — звуковые колебания и волны с частотами, лежащими ниже полосы слышимости (акустических) частот 20 Гц.

Нормируемыми характеристиками [2] постоянного инфразвука являются уровни звукового давления ( $L$ , дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц, определяемые по формуле

$$L_p = 10 \lg \frac{P^2}{P_0^2},$$

где  $P$  — среднеквадратичное значение звукового давления, Па;  $P_0$  — исходное значение звукового давления в воздухе, равное  $2 \cdot 10^{-5}$  Па.

Нормируемыми характеристиками непостоянного инфразвука являются эквивалентные по энергии уровни звукового давления ( $L_{\text{ЭКВ}}$ , дБ) в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц, и эквивалентный общий уровень звукового давления, дБЛин, определяемые по формуле

$$L_{\text{ЭКВ}} = 10 \lg \left( \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_i} \right),$$

где  $T$  — период наблюдения, ч;  $t_i$  — продолжительность действия шума с уровнем  $L_i$ , ч;  $n$  — общее число промежутков действия инфразвука;  $L_i$  — логарифмический уровень звукового давления инфразвука в  $i$ -й промежуток времени, дБ.

Расчет эквивалентного уровня (линейного или скорректированного) давления инфразвука производят с учетом поправок (табл. 1) на время действия, вычитаемых из значения измеренного уровня.

Предельно допустимые уровни звукового давления инфразвука на рабочих местах, дифференцированные для различных видов работ, а также допустимые уровни звукового давления инфразвука в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки приведены в табл. 2.

Для шумов, спектр которых охватывает инфразвуковой и слышимый диапазоны, измерение и оценка скорректированного уровня звукового давления инфразвука является дополнительной к измерению и оценке шума в соответствии с ГОСТ 12.1.03—83 [3].

На рис. 4 показана зависимость суммарного шума от типа защитных сеток на входе в вентилятор при различной частоте вращения. Видно, что уровень звукового давления вентилятора сильно зависит от частоты вращения, однако мало зависит от типа входных сеток, хотя на входе находится воздушная заслонка, вероятно, скорость потока на всасывании была незначительной. На рис. 5 показано, что влияние решеток на выходе также незначительно.

Таблица 1

Значения поправок к измеренному линейному уровню на время действия фактора для расчета эквивалентного уровня звукового давления

|                        |   |     |     |   |   |     |   |   |     |
|------------------------|---|-----|-----|---|---|-----|---|---|-----|
| Время воздействия, в ч | 8 | 7   | 6   | 5 | 4 | 3   | 2 | 1 | 0,5 |
| Поправка, дБ           | 0 | 0,6 | 1,2 | 2 | 3 | 4,2 | 6 | 9 | 12  |

Таблица 2

Предельно допустимые уровни звукового давления инфразвука на рабочих местах, допустимые уровни звукового давления инфразвука в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки

| Назначение помещений   | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со средне-геометрическими частотами, Гц |    |    |    | Общий уровень звукового давления, дБ Лин |
|--|---|----|----|----|--|
|  | 2   | 4  | 8  | 16 |  |
| Работы с различной степенью тяжести и напряженности трудового процесса в производственных помещениях и на территории предприятий:<br>— работы с различной степенью тяжести;<br>— работы с различной степенью интеллектуально-эмоциональной напряженности | 100   | 95 | 90 | 85 | 100<br>95                                |
|  | 95  | 90 | 85 | 80 |  |
| Территория жилой застройки   | 90  | 85 | 80 | 75 | 90                                       |
| Помещения жилых и общественных помещений   | 75  | 70 | 65 | 60 | 75                                       |

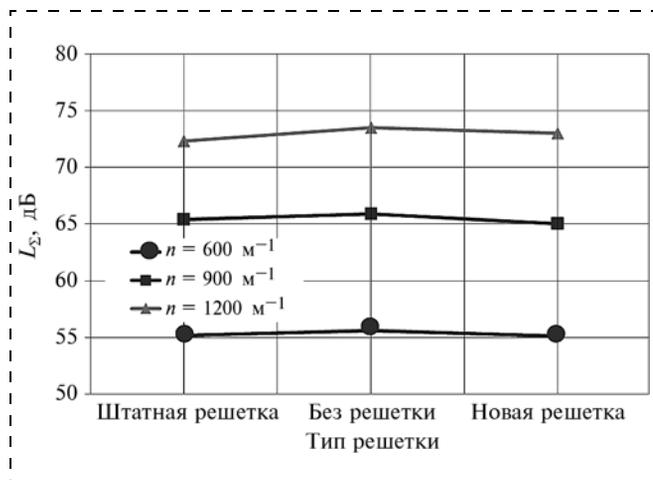


Рис. 4. Зависимость суммарного уровня звукового давления от типа защитных сеток на входе в вентилятор при трех режимах работы

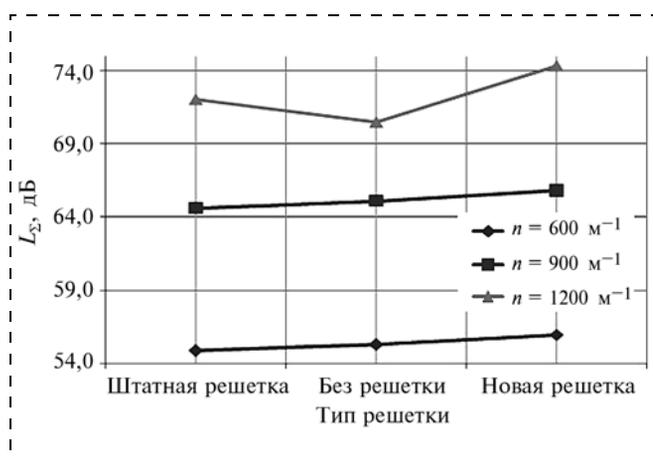


Рис. 5. Зависимость суммарного уровня звукового давления от типа защитных сеток на выходе из вентилятора при трех режимах работы

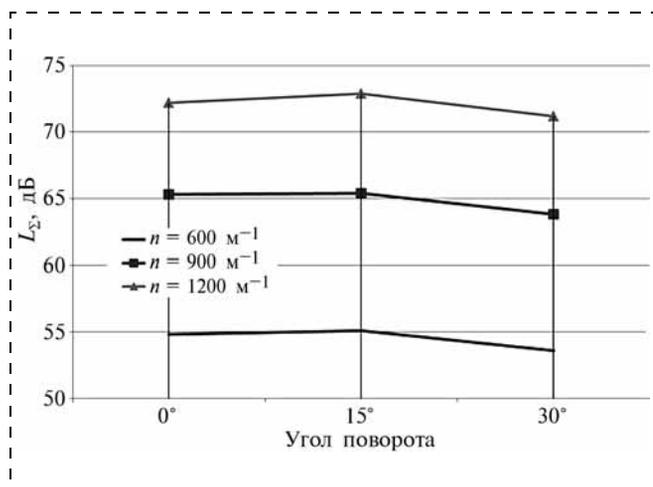


Рис. 6. Зависимость суммарного уровня звукового давления от угла поворота воздушной заслонки ЕС-вентилятора при трех режимах работы

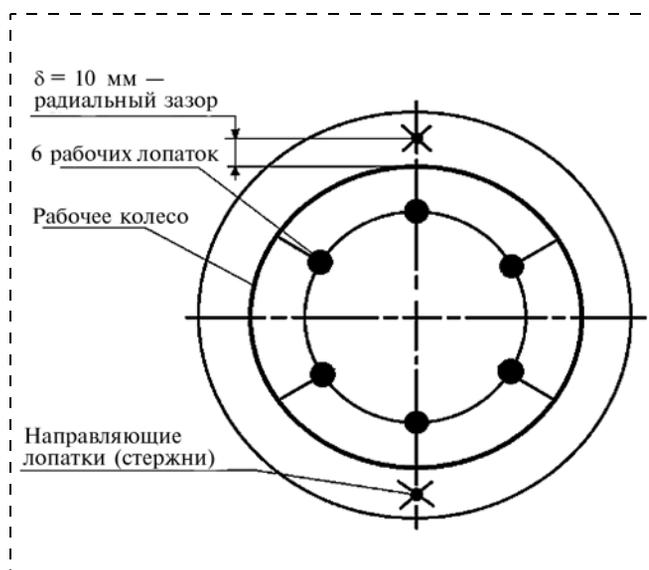


Рис. 7. Схема установки исследованных комбинаций по соотношениям

Изменение суммарного уровня звукового давления ЕС-вентилятора в зависимости от угла поворота лопастей воздушных заслонок показано на рис. 6. Суммарный уровень звукового давления при углах поворота (0°; 15°; 30°) воздушной заслонки на всех режимах по оборотам меняется на 1...2 дБ, то есть практически в пределах точности измерения.

Выполненные [4] в лаборатории турбомашин РУДН теоретические и экспериментальные исследования на модельных ступенях по выбору оптимального соотношения числа рабочих  $Z_p$  и диффузорных (направляющих)  $Z_d$  лопаток  $\vartheta = Z_p/Z_d$  в центробежных компрессорах показали, что  $\vartheta_{opt}$  находится в пределах  $\vartheta_{opt} = 1,6...1,8$ .

Указанная рекомендация по выбору  $\vartheta_{opt}$  была проверена путем проведения экспериментов на простейшем центробежном вентиляторе R3G-450 [1] при различных режимах по оборотам ( $n = 600; 900; 1200 \text{ мин}^{-1}$ ). На рис. 7 показана схема установки исследованных комбинаций по соотношениям  $\vartheta = Z_p/Z_d$ . Эксперименты проводились при соотношениях  $\vartheta = 0; \vartheta = 6/8 = 0,75; \vartheta = 6/6 = 1; \vartheta = 6/5 = 1,2; \vartheta = 6/4 = 1,5; \vartheta = 6/3 = 2; \vartheta = 6/2 = 3; \vartheta = 6/1 = 6$ .

На рис. 8 показаны результаты испытаний. Как видно, подтверждается характер как теоретических, так и экспериментальных исследований.

Путем правильного выбора соотношения  $\vartheta = Z_p/Z_d$  можно значительно снизить уровень шума при прежней экономичности.

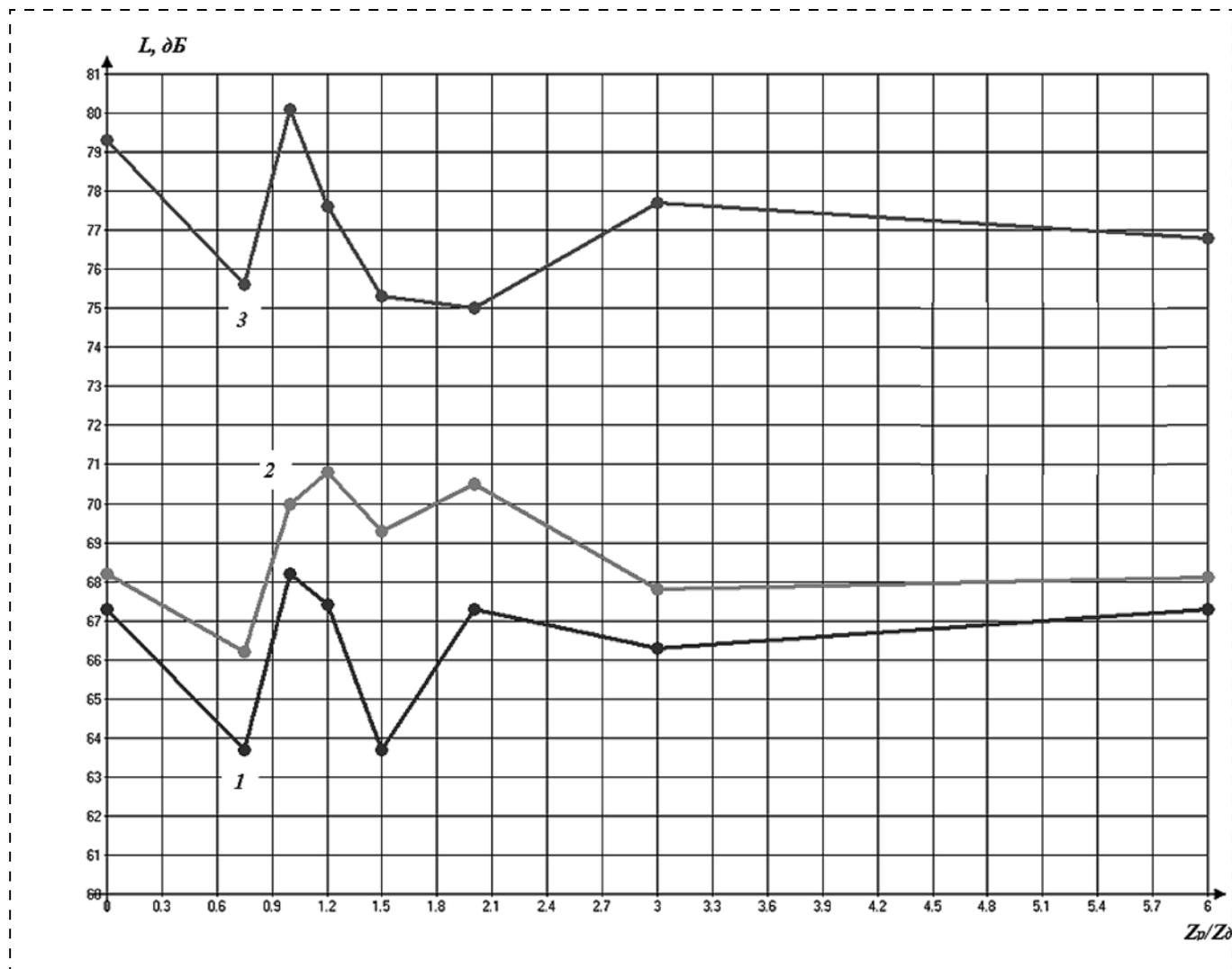


Рис. 8. Зависимость тонального шума от  $Q$  при разных частотах вращения:  
 1 — 600 мин<sup>-1</sup>; 2 — 900 мин<sup>-1</sup>; 3 — 1200 мин<sup>-1</sup>

#### Список литературы

1. Мамаев В. К., Власов Е. Н. Комплексные экспериментальные исследования радиального ЕС-вентилятора R3G-450: учебно-методическое пособие. — М.: РУДН, 2013. — 21 с.
2. Терехов А. Л., Дробаха М. Н. Современные методы снижения шума ГПА. — СПб.: Недра, 2008. — 368 с.
3. ГОСТ 12.1.003—83 Шум. Общие требования безопасности. — М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
4. Власов Е. Н., Терехов А. Л., Цулимов С. В. Исследования шума лопаточных машин на компрессорных станциях магистральных газопроводов и способы его снижения. — М.: Изд-во ИРЦ Газпром, 1998. — 287 с.

E. N. Vlasov, Professor of Chair, K. G. Dubentsov, Master,  
 e-mail: bfgign@yandex.ru, People's Friendship University of Russia, Moscow

## Impact of Some Geometric Elements of Flow Part on the Noise of Radial EC-fan

*Impact of important geometric elements (inlet and outlet screens, turning angle of vanes of air choke, rotor and stator blade number ratio) of flow part of radial EC-fan on the aerodynamic noise was considered. Principal diagram of experimental unit is described. Experimental researches of centrifugal stage are carried out. Acoustic pro-*

erties of the fan including infrasonic zone were analyzed; the guidelines for infrasonic part of noise were ascertained.

**Keywords:** rotor blade, diffuser, blade number ratio, tonal noise, sound pressure, sound power, frequency, safety screen

#### References

1. Mamaev V. K., Vlasov E. N. Kompleksnie issledovaniya radialnogo EC-ventilyatora R3G-450: Ychebno-metodicheskoe posobie. M.: RUDN, 2013. 21 p.
2. Terehov A. L., Droba M. N. Sovremennye metody snishzheniya shuma GPA. SPb.: Nedra, 2008. — 368 p.
3. GOST 12.1.003—83 Shum. Obschie trebovaniya bezopasnosti. M.: IPK Izdatelstvo standartov. 2002.
4. Vlasov E. N., Terehov A. L., Tsylimov S. V. Issledovaniya shuma lopatochnih maschin na kopmpressornih stantsiyah magistralnih gazoprovodov i sposobi ego snishzheniya. M.: Izd-vo IRC Gazprom, 1998. 287 p.

УДК 621.928

**М. В. Василевский**, канд. техн. наук, доц., e-mail: vasmix@mail.ru,  
**В. Н. Извеков**, канд. техн. наук, доц., Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
**В. И. Романдин**, ст. науч. сотр., Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики Томского государственного университета

## Обеспыливание воздуха в механических элеваторах технологий переработки зерна

*Учитывая, что в механических элеваторах — вертикальных механических транспортерах образование пыли происходит вследствие несовершенства процесса транспортировки, рассмотрены процессы разгрузки ковшей механического элеватора (нории) на участке поворота на 180°, проведена оценка длины инерционного пробега частиц материала разного размера от выхода их из ковшей до разгрузочного патрубка. Проведен анализ механизмов пылеобразования в системах с механическими вертикальными транспортерами сыпучих материалов элеваторами. Рассмотрен пылевой баланс механического элеватора. Проведена оценка выбросов пыли в атмосферу при его работе, предложены варианты схем установок обеспыливания воздуха.*

**Ключевые слова:** механический транспортер, нория, механический элеватор, концентрация пыли, расход воздуха, эффективность обеспыливания, пылевой баланс, выброс пыли

Системы непрерывного транспорта на любом предприятии являются своего рода кровеносной системой. При проектировании транспортных установок ставится задача наиболее рационального выбора машин, обеспечивающих наибольший технический эффект производства. При этом определяются капитальные затраты, эксплуатационные расходы, служащие основным критерием при выборе оптимального варианта со следующими показателями: расход энергии, расход материалов на ремонт, число штатных единиц персонала, обслуживающих установку [1]. Однако вопросам безопасности, воздействия на окружающую среду уделяется мало внимания.

Ковшовые механические элеваторы (нории) применяют во многих отраслях промышленности. В пищевой промышленности они транспортируют зерно, муку и другие продукты помола, в котель-

ных — уголь и торф. В химической, металлургической промышленности и промышленности строительных материалов нории перемещают пылевидные, зернистые и кусковые грузы.

### 1. Проблемы обеспыливания воздуха в механических элеваторах технологий переработки зерна

Элеватор означает собственно подъемник. Поскольку основной машиной в зернохранилищах является элеватор-подъемник, то это название — элеватор распространилось и на все сооружение (элеваторное сооружение) [2]. Помимо ковшовых элеваторов (норий), предназначенных для вертикального подъема зерна, элеваторное сооружение оборудуют конвейерами и шнеками для горизонтального перемещения зерна, трубами для переме-



шения зерна самотеком сверху вниз и зерноочистительными машинами и агрегатами.

Существенную часть оборудования элеваторных сооружений представляют аспирационные устройства, предназначенные для удаления пыли, обильно выделяющейся при перемещении зерна и многократном его перебрасывании. Из-за пыли, находящейся во взвешенном состоянии в воздухе помещений элеваторного сооружения, создаются неудовлетворительные санитарно-гигиенические условия для работы. Особую опасность представляет легкая воспламеняемость пыли. Тонкий слой пыли на всех поверхностях помещения и на машинах может быть причиной моментального распространения огня по всем помещениям при появлении его в каком-либо месте. Кроме того, органическая элеваторная пыль при определенном проценте насыщения ею воздуха создает взрывоопасную смесь.

Преимущества ковшовых механических элеваторов (норий) заключаются в сохранности транспортируемого материала, простоте конструкции, надежности при эксплуатации (рис. 1).

На сыпучий груз, находящийся в ковше, в процессе обхода последним верхнего барабана действуют объемные силы тяжести  $G = mg$  и центробежные силы  $F_{ц} = m\omega^2 r$ . Здесь  $m$  — масса насыпного груза в ковше;  $\omega$  — угловая скорость

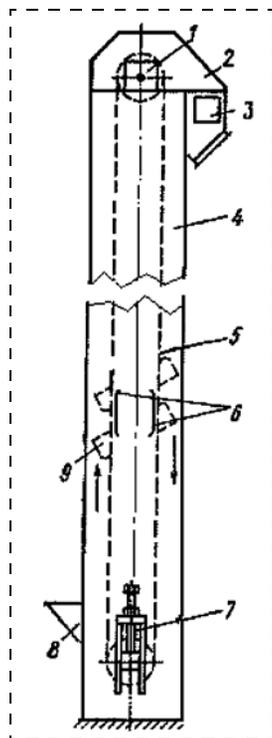


Рис. 1. Схема ковшового элеватора (нории): ]

1 — барабан; 2 — головная часть; 3 — разгрузка; 4 — ковш; 5 — тяговый орган; 6 — обтекатели; 7 — натяжное устройство; 8 — загрузочный патрубок; 9 — ковш

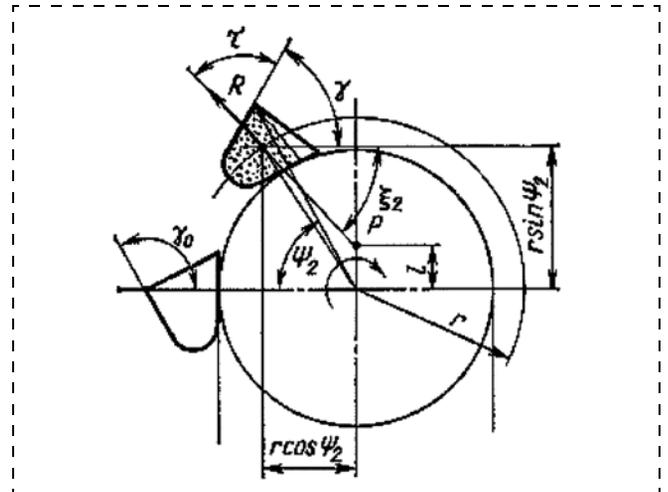


Рис. 2. Схема разгрузки ковшей

барабана,  $1/c$ ;  $r$  — радиус центра насыпного груза в ковше. Сумма векторов этих сил дает значение вектора объемной силы  $R(G + F_{ц} = R)$  [1]. Направление вектора равнодействующей объемной силы  $R$  проходит через полюс с координатой  $l$  (рис. 2) [1]. Кроме того, на сыпучий груз в ковше действует сила трения о внешнюю стенку ковша, направленная вдоль стенки и составляющая угол  $\tau$  с равнодействующей объемной силой  $R$  (см. рис. 2). Отсчет угла поворота  $\psi_2$  ведется от горизонтального направления, при котором начинается скольжение материала по внешней стенке. Угол наклона внешней стенки ковша  $\gamma$  к горизонтальному направлению зависит от угла поворота  $\psi_2$ . Угол наклона к горизонтальному направлению  $\xi_2$  вектора равнодействующей силы  $R$  также определяется углом поворота  $\psi_2$ .

При повороте ковша происходит скольжение материала в поверхностном слое дисперсного груза и происходит "перелив" части материала через кромку внешней стенки, а затем происходит скольжение материала по внешней стенке. Скольжение по стенке ковша возникает, когда угол (см. рис. 2) между вектором объемной силы и стенкой  $\tau < 90^\circ - \varphi_B$ , где  $\varphi_B$  — угол трения груза о внешнюю стенку ковша [1] ( $\text{tg } \varphi_B$  — коэффициент внешнего трения).

Выбор значений  $\xi_2, \psi_2$  определяется суммой величин  $\gamma_0 - 90 + \varphi_B$ , где  $\gamma_0$  — угол наклона внешней стенки ковша к горизонту. Приведенная сумма зависит от свойств материалов дисперсного груза и ковша.

$$\gamma_0 - 90 + \varphi_B = \psi_2 - \xi_2,$$

где  $\gamma_0 = 110 \dots 150^\circ$ ;  $\text{tg } \varphi_B = 0,1 \dots 0,6$ .

Последнее соотношение показывает координату поворота ковша, при которой начинается скольжение материала.

Таблица 1

Значения величин  $\xi_2, \psi_2$

| $\psi_2$ | $\xi_2$ | $\psi_2 - \xi_2$ |
|----------|---------|------------------|
| 20       | 0,12    | 19,88            |
| 30       | 10      | 20               |
| 45       | 27      | 18               |
| 60       | 45      | 15               |
| 70       | 57      | 13               |
| 80       | 75      | 5                |

В табл. 1 приведены значения величины  $\xi_2, \psi_2$  и разница этих величин.

Практика показывает, что более половины дисперсного материала выводится из ковша на первой четверти поворота. При этом траектории крупных частиц (зерно, кусковые частицы) в основном проходят в область разгрузочного патрубка.

Метод расчета траекторий частиц без учета сопротивления воздуха [1] дает неправильные оценки скоростей и траекторий мелких частиц. Уравнение движения мелкой частицы по горизонтальной оси  $x$  в предположении неподвижной

воздушной среды имеет вид  $\frac{dV_x}{dt} = -\frac{V_x}{\tau_\delta}, \tau_\delta = \frac{\rho_\delta \delta^2}{\rho_{18} v}$ ,

где  $\tau_\delta$  — время релаксации, с;  $V_x$  — скорость движения частицы в горизонтальном направлении, м/с;  $t$  — время движения частицы, с;  $\rho, \rho_\delta$  — плотности воздуха и частицы, кг/м<sup>3</sup>;  $\delta$  — диаметр частицы, м;  $v$  — коэффициент кинематической вязкости, м<sup>2</sup>/с [3].

Положим, что частица сходит с ковша с начальной горизонтальной скоростью  $v_{\text{нц}} \approx \omega r$ , где  $\omega$  — угловая скорость барабана, 1/с. Учитывая, что пробег частицы в горизонтальном направлении  $dx = V_x dt$ , найдем  $V_x = v_{\text{нц}} - x_\delta / \tau_\delta$ , где  $x_\delta$  — горизонтальное расстояние, пройденное частицей от кромки ковша. Пробег частицы в горизонтальном направлении равен  $x_{\delta \text{max}} = v_{\text{нц}} \tau_\delta$ . Значение величины  $\tau_\delta$  для мелких частиц находится в диапазоне  $10^{-6} \dots 10^{-3}$  с, поэтому скорость частицы в вертикальном направлении  $V_y = g \tau_\delta \ll v_{\text{нц}} = \omega r$  и  $x_\delta \ll r$ .

Последние соотношения показывают, что в головной части нории происходит накопление мелких частиц вследствие притока частиц и отсутствия отвода. Ковши при своем движении перемешивают частицы вместе с воздухом по высоте нории. Происходит накопление частиц в емкости нории.

Уравнение движения крупной частицы в неподвижном воздухе имеет вид (коэффициент сопротивления  $\psi_\delta = 0,44$ ) [3]:

$$\frac{dV_x}{dt} = -\frac{V_x^2}{k}, k = \frac{4}{3} \frac{\rho_\delta \delta}{\rho \psi_\delta}, \quad (1)$$

где  $k$  — комплекс протяженности пробега частиц, м.

Уравнение (1) можно преобразовать следующим образом:  $\frac{dV_x}{dx_\delta} = -\frac{V_x}{k}$ , откуда  $V_x = v_{\text{нц}} \exp(-x_\delta/k)$ .

Расчет показывает, что

$$V_y = \sqrt{kg} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{2t\sqrt{g}}{\sqrt{k}}\right) \right], t = 1/\omega.$$

Для крупных частиц диаметром более 100 мкм величина  $k$  находится в диапазоне 0,3...30 м, следовательно, величина  $x_\delta > 2r$  и частицы попадают в разгрузочный патрубок.

Движение ковшей создает завихрение воздуха в каналах нории, которое способствует повышенному диффузионному переносу пыли в емкости нории.

Движение материала в нориях осуществляется в виде блоков, сгустков и отдельных частиц. Движущийся материал, выброшенный из ковша, эжектирует окружающую запыленную среду в верхний разгрузочный транспортер. Поэтому часть мелких частиц захватывается крупными частицами вместе с эжектируемым воздухом [4]. Анализ имеющихся исследований позволяет сделать вывод, что для крупных частиц (более 100 мкм) коэффициент эжекции, равный отношению объемного расхода эжектируемого воздуха  $Q_{\text{вэ}}$  к объемному расходу  $Q_{\text{к}}$  дисперсного материала  $k_{\text{вэ}} = Q_{\text{вэ}}/Q_{\text{к}}$ , находится в диапазоне 0,9...9 [4]. Будем называть агломераты, которые попали в выгрузной патрубок также крупными частицами. Давление, оказываемое столбом частиц на подножье нории  $\Delta P_{\text{п}}$ , определяется концентрацией частиц  $c_\delta$  и высотой нории  $H$ .

## 2. Пылевой баланс нории

Обозначим  $G'_M$  — весовой поток материала и пыли, поступивших в норию, кг/с;  $G''_M$  — весовой расход крупных частиц, попавших в верхний транспортер, кг/с;  $\rho_c = \rho_{\text{в}} [1 + (c_\delta/\rho_{\text{в}})]$  — плотность запыленного воздуха (плотность среды), кг/м<sup>3</sup>, где  $c_\delta$  — концентрация частиц пыли в воздухе, кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_{\text{в}}$  — плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>. Объемный расход крупных частиц определяется через весовой расход по формуле  $Q_{\text{к}} = G'_M/\rho_\delta$ , где  $\rho_\delta$  — плотность частиц, кг/м<sup>3</sup>. На рис. 3 приведена схема потоков материала и пыли на входе и выходе из нории.

Внизу нории подается материал и осуществляется возврат пыли, вынесенной из нории потоком воздуха за счет перепада давления столба пыли и уловленной пылеуловителем эффективностью  $\eta$ . Поступивший в норию материал состоит из крупных частиц в количестве  $G'_M$  и пыли  $G'_\text{п}$ . Количество пыли, вынесенной внизу нории  $G''_{\text{п}} = Q_{\text{в}} c_\delta$ , где  $Q_{\text{в}}$  — нижний расход воздуха (расход утечки воздуха). Количество пыли, эжектируемое круп-

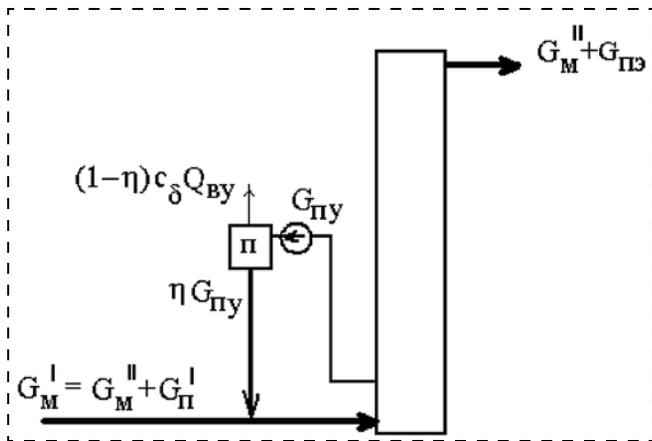


Рис. 3. Схема пылевого баланса норрии:

п — пылеуловитель;  $G'_M$  — поток материала на входе в норрию;  $G'_M$  — весовой расход крупных частиц на выходе из норрии;  $Q_{ВУ}$  — расход утечки воздуха;  $c_\delta$  — концентрация частиц пыли в воздухе;  $G_{ПУ}$  — количество пыли уноса;  $G_{ПЭ}$  — количество пыли, эжектируемое крупными частицами;  $\eta$  — эффективность пылеуловителя

ными частицами на выходе материала из норрии,  $G_{ПЭ} = Q_{ВЭ} c_\delta$ , где  $Q_{ВЭ}$  — количество воздуха, эжектируемое крупными частицами на выходе из норрии.

Расход воздуха вниз норрии определяется по формуле  $Q_{ВУ} = \sqrt{\frac{\Delta P_{П}}{\rho_c}} F_y$ , где  $F_y$  — площадь прохода утечки воздуха. Давление столба пыли, Па, в норрии определяется по формуле  $\Delta P_{П} = c_\delta g H$ . Баланс пыли имеет вид  $G'_П + \eta G_{ПУ} = G_{ПУ} + G_{ПЭ}$ . Масса пыли, кг/с,  $G'_П = k_{П} G''_M$ , где  $k_{П}$  — содержание пыли в единице массы крупного материала;  $k_{П} = G'_П / G''_M$ . Подставляя все величины, получим уравнение баланса в виде

$$k_{П} G''_M = k_{ВЭ} \frac{G''_M}{\rho_\delta} c_\delta + \sqrt{\frac{c_\delta g H}{\rho_B + c_\delta}} F_y c_\delta (1 - \eta). \quad (2)$$

Если  $\eta = 1$ , то  $c_\delta = \frac{k_{П}}{k_{ВЭ}} \rho_\delta$ , если  $\eta = 0$ , то  $k_{П} G''_M - k_{ВЭ} \frac{G''_M}{\rho_\delta} c_\delta = \sqrt{\frac{c_\delta g H}{\rho_B + c_\delta}} F_y c_\delta$ . Расход воздуха вниз норрии

определяется по формуле  $Q_{ВУ} = \sqrt{\frac{\Delta P_{П}}{\rho_c}} F_y =$

$= \sqrt{\frac{c_\delta g H}{\rho_B + c_\delta}} F_y$ , где  $F_y$  — площадь прохода утечки

воздуха. Количество выбрасываемой пыли в атмосферу, кг/с,  $G_a = Q_{ВУ} c_\delta (1 - \eta)$ .

В качестве примера, положим  $G''_M = 10$  кг/с,  $k_{П} = 0,01$ ,  $k_{ВЭ} = 8$ ,  $F_y = 0,01$  м<sup>2</sup>,  $\rho_\delta = 1195$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_B = 1,2$  кг/м<sup>3</sup> и определим  $c_\delta$ ,  $Q_{ВУ}$ ,  $G_a$  в зависимости от  $H$ ,  $\eta$ . Уравнение (2) решается методом итераций. В табл. 2 приведены искомые значения параметров.

Приведенные данные характерны для зерновых материалов. Для пылевидных материалов указанные параметры будут иметь на порядок большие значения.

### 3. Аспирационные системы, применяемые в технологиях с механическими элеваторами (норриями)

Механические элеваторы (норрии), с помощью которых производится подъем сыпучих материалов, заключены в кожух по всей высоте. Причем при подъеме материала отсос воздуха осуществляют от башмака норрии (места загрузки). Расход отсасываемого воздуха принимается в зависимости от ширины ковша и высоты подъема в пределах 600...1700 м<sup>3</sup>/ч. Однако это касается транспортировки зернистых материалов. При транспортировке мелких частиц требуется большее количество отсасываемого воздуха.

Борьбу с пылевыделениями в этом случае ведут с помощью местных отсосов (рис. 4).

Таблица 2

Значения параметров  $c_\delta$ ,  $Q_{ВУ}$ ,  $G_a$

| Параметр                       | Эффективность пылеуловителя $\eta$ |       |        |        |         |        |
|--------------------------------|------------------------------------|-------|--------|--------|---------|--------|
|                                | 0                                  |       | 0,95   |        | 0,99    |        |
|                                | Высота норрии H, м                 |       |        |        |         |        |
|                                | 10                                 | 40    | 10     | 40     | 10      | 40     |
| $c_\delta$ , кг/м <sup>3</sup> | 0,77                               | 0,56  | 1,41   | 1,35   | 1,47    | 1,46   |
| $Q_{ВУ}$ , м <sup>3</sup> /с   | 0,062                              | 0,113 | 0,074  | 0,145  | 0,102   | 0,178  |
| $G_a$ , кг/с                   | 0,048                              | 0,063 | 0,0053 | 0,0096 | 0,00149 | 0,0026 |

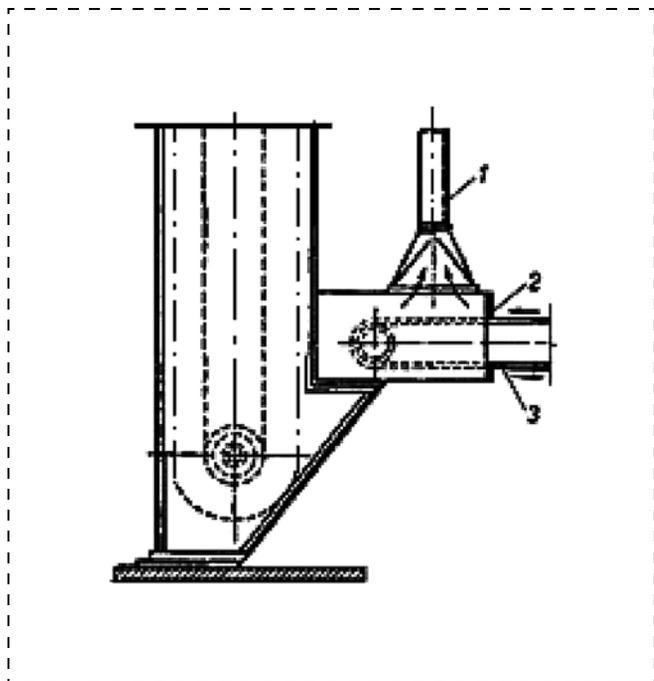


Рис. 4. Местный отсос на пирсе:

1 — отсасывающий патрубок; 2 — герметизирующий кожух; 3 — транспортер

Всасывающие панели и бортовые отсосы сравнительно редко применяются при борьбе с пылью. Однако они могут оказаться эффективными при незначительных и ненаправленных пылевыведениях, при которых образуется пылевое облако. Эти устройства применяются для аспирации узлов подачи материала на транспортеры загрузки пирса [5].

В распространенных аспирационных системах механических элеваторов фильтры не применяются из-за трудностей их эксплуатации и ненадежности в работе.

В элеваторных сооружениях эксплуатируют неоправданно большое число (50...90) аспирационных установок в зависимости от типа рабочей башни, количества силосных корпусов, приемных устройств с железной дороги и автомобильного транспорта. Энергоемкость приводов вентиляторов и шлюзовых затворов составляет до 30 % от общего потребления электроэнергии [2]. При таком количестве и больших затратах на их содержание не удастся достичь достаточной эффективности обеспыливания. Эффективность очистки воздуха от пыли перед выбросом его из аспирационных установок должна обеспечивать установленную ПДК пыли в окружающем воздухе на территории хлебоприемных предприятий и элеваторных сооружений, равную  $1,2 \text{ мг/м}^3$ . Однако этот показатель на многих

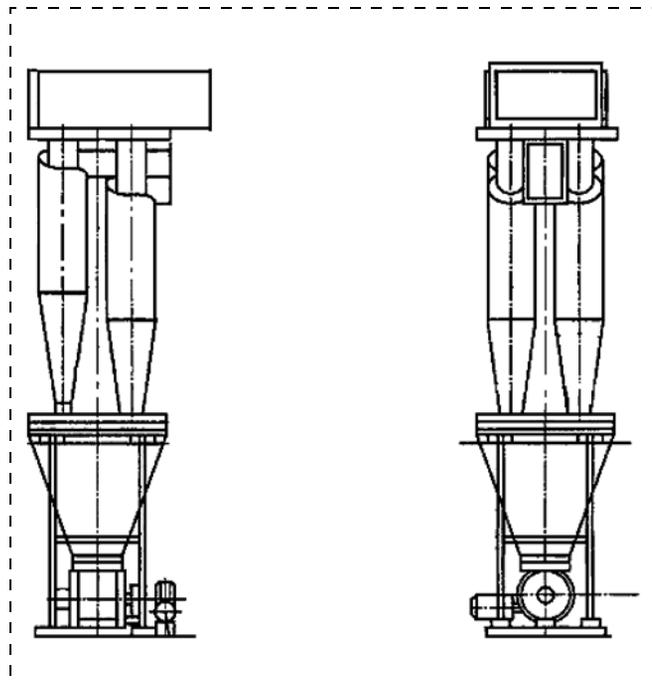


Рис. 5. Групповой циклон БШЦ с общим пылесборником

элеваторных сооружениях не выдерживается по причине использования морально устаревших и технически изношенных пылеуловителей.

Опыт эксплуатации групповых циклонных обеспыливателей типа БШЦ с общим пылеприемным бункером (рис. 5) показывает, что общая эффективность может оказаться намного ниже, чем эффективность обеспыливания в одиночном циклоне из-за гидравлической неуравновешенности элементов, при которой возникают перетоки газа между ними. В случае перетоков воздуха вынужденный вихрь формируется внутри элемента, частицы не могут пройти в пылевыводное отверстие, происходит их накопление и вынос в зону очищенного газа [3].

Другой причиной неудовлетворительной работы групповых циклонов может быть более интенсивное протекание жгутообразования из частиц в конической части циклонных элементов. С ростом концентрации частиц на входе в аппарат происходит торможение крутки потока, особенно в области пылевого отверстия. Анализ показывает, что в конической части при повышенных концентрациях крупных частиц происходит их накопление и начало вынужденного вихря перемещается из приемника в емкость циклона. В элеваторных системах воздухоочистки концентрация частиц претер-

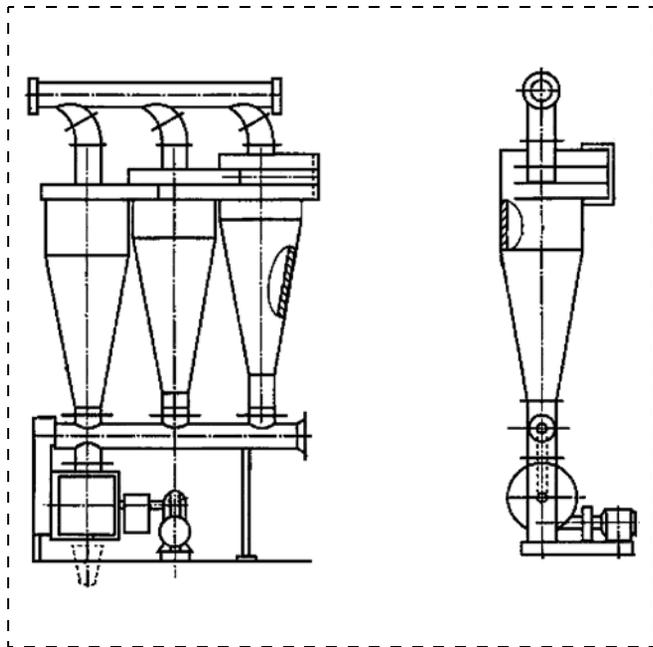


Рис. 6. Групповой циклон УЦ с общим шнеком — приемником пыли

певают значительные колебания. В конических и цилиндрических циклонах в области пылевых отверстий происходит усиление нестационарного взаимодействия частиц на поток в сотни раз. Поэтому начало формирования вынужденного вихря может перемещаться в емкость циклона периодически. В групповых воздухоочистителях это обстоятельство является одной из причин понижения эффективности обеспыливания потока и нарушения процесса сепарации.

Причиной снижения эффективности может быть также перемешивание натекающих из пылевыводных отверстий факелов в приосевые зоны элементов, в результате чего в бункере циклона образуется турбулентная буря и осаждение мелких частиц невозможно.

В групповом циклоне УЦ (рис. 6) отсепарированная пыль в каждом циклонном элементе поступает непосредственно в шнек. Сепарация частиц в элементе неудовлетворительна, поскольку не проходит стадию завершения, которая заключается в затухании вихря в приемнике и укладке образовавшихся жгутов пыли в приемник [6]. Кроме того, имеет место переток воздуха между циклонными элементами через шнек, поскольку отсутствует герметизация в самом шнеке. Поэтому эта двухступенчатая схема не способна обеспечить очистку воздуха от мелких частиц [6].

Еще одним недостатком этих циклонов является образование отложений мелкой пыли [7].

## 5. Технические решения по аспированию норий

А. При аспировании нории, работающей на мелкодисперсных материалах (премикс, сухое молоко, дрожжи, фосфат, мел и др.) концентрация пыли в аспирационном воздухе в подножье нории может быть на порядок больше, чем при работе на зерне. Циклоны не приспособлены к таким концентрациям. В этом случае применяются улиточные разгрузители, у которых несущая способность потока намного выше, чем в циклонах [5], причем эффективность сепарации частиц при высоких концентрациях составляет более 99 %.

Схема с улиточным разгрузителем была применена на Томском комбикормовом заводе для аспирования нории при транспортировке мелкодисперсных микродобавок в напольном складе (рис. 7).

Мелкодисперсный материал поступает по транспортеру 1 в норию 3 высотой 24 м, пыль отводится в разгрузитель—пылеотделитель 4, воздух проходит в вентилятор 5 и далее в фильтр (на рисунке не показан) или в атмосферу; пыль через пылевой затвор 6 поступает по самотеку 7 в транспортер 8 крупнодисперсного материала и

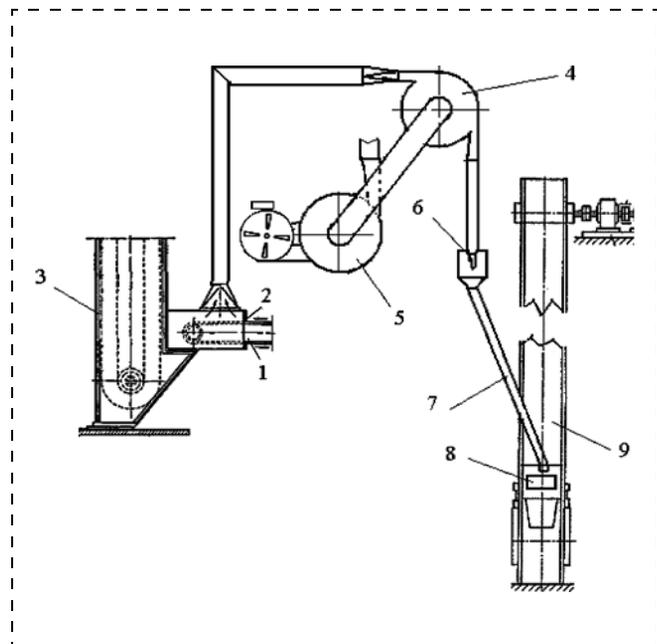
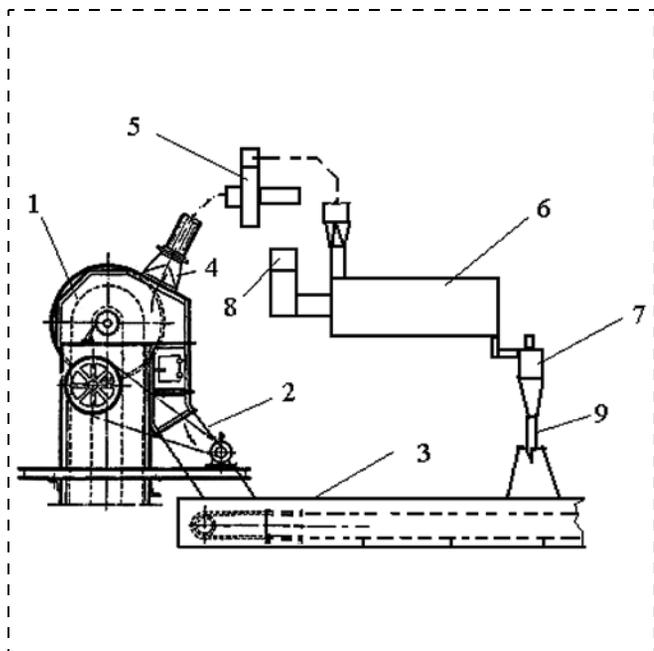


Рис. 7. Схема аспирования нории при подаче мелкодисперсного материала:

1 — транспортер мелкодисперсного материала; 2 — кожух; 3 — нория мелкодисперсного материала; 4 — улиточный разгрузитель—пылеотделитель; 5 — вентилятор; 6 — затвор непрерывной выгрузки; 7 — самотек; 8 — транспортер крупнодисперсного материала; 9 — нория крупнодисперсного материала



**Рис. 8. Схема аспирования норрии с использованием противоточного концентратора:**

1 — верхняя головка норрии; 2 — материалопровод; 3 — транспортер; 4 — пылеотводной патрубком; 5 — вентилятор, 6 — противоточный концентратор; 7 — циклон-осадитель; 8 — выход очищенного воздуха; 9 — уловленная пыль

далее в норрию 9 крупнодисперсного материала высотой 16 м. Мелкий материал захватывается крупным и более эффективно подается норрией 9 в разгрузочный транспортер. Производительность норрии 30 т/ч, расход воздуха на аспирацию 5000 м<sup>3</sup>/ч. Мощность электродвигателя вентилятора 7,5 кВт.

Б. Если возможности реализации схемы, показанной на рис. 7, нет, то следует выполнить схему с пневмотранспортом отсосной пыли на верхний разгрузочный транспортер. В этом случае используется схема с противопоточным центробежным концентратором (рис. 8).

Воздух с пылью проходит в патрубок 4, поступает в вентилятор 5, далее в концентратор 6 и обеспыленный выходит в атмосферу 8. Часть воздуха с высокой концентрацией частиц поступает в циклон-осадитель 7. В этой схеме противоточный концентратор 6 имеет регулировочные приспособления, и его эффективность обеспыливания выше, чем прямооточного концентратора [8].

При этом во входном сечении патрубка 4 установлена жалюзийная решетка для предотвраще-

ния проскока крупных частиц. Применение противоточного концентратора позволяет уменьшить габариты установки обеспыливания воздуха при сохранении высокой эффективности выделения пыли. Отвод пыли в верхней части норрии предотвращает появление перепада давления по высоте норрии.

Таким образом, механические элеваторы при работе на тонкодисперсных материалах требуют применения эффективных аспирационных систем с разгрузкой уловленной пыли в верхний транспортер. В пневматических элеваторах [9] транспортировка мелких частиц осуществляется потоком воздуха с помощью устройства для осаждения частиц. Они являются более эффективными устройствами для транспортировки мелких частиц с меньшими потерями в результате износа и загрязнения атмосферы.

#### Список литературы

1. **Зенков Р. Л., Ивашков И. И., Колобов Л. Н.** Машины непрерывного транспорта. — М.: Машиностроение, 1980. — 304 с.
2. **Сельскохозяйственные здания и сооружения.** Элеваторы. <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-44/16.htm>.
3. **Василевский М. В.** Обеспыливание газов инерционными аппаратами. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. — 248 с.
4. **Логачев И. Н., Логачев К. И.** Аэродинамические основы аспирации: Монография. — Санкт-Петербург: Химиздат, 2005. — 659 с.
5. **Василевский М. В., Романдин В. И., Зыков Е. Г.** Транспортировка и осаждение частиц в технологиях переработки дисперсных материалов. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. — 288 с.
6. **Василевский М. В., Зыков Е. Г., Логинов В. С.** Устойчивость газоочистки в циклонном пылеуловителе // Изв. РАН Энергетика. — 2005. — № 5. — С. 113—124.
7. **Василевский М. В., Разва А. С., Романдин В. И., Зыков Е. Г.** Оценки фактора связности дисперсной среды в процессах пневмотранспорта твердых частиц и обеспыливания воздуха // Контроль. Диагностика. — 2011. — Специальный выпуск. — С. 115—120.
8. **Василевский М. В., Зыков Е. Г., Разва А. С.** Расчетная модель концентрирования частиц в противоточном цилиндрическом циклонном аппарате // Теоретич. основы хим. технологии. — 2011. — Т. 45. — № 3. — С. 321—328.
9. **Василевский М. В., Романдин В. И., Зыков Е. Г.** Характеристики состояния дисперсной среды в пневматическом элеваторе // Изв. вузов. Физика. — 2013. — Т. 56. — № 9/3. — С. 37—39.



**M. V. Vasilevsky**, Associate Professor, e-mail: vasmix40@mail.ru,  
**V. N. Izvekov**, Associate Professor, National Research Tomsk Polytechnic University,  
**V. I. Romandin**, Senior Researcher, Research Institute of Applied Mathematics and  
Mechanics of Tomsk State University

## Air Dust-Removal in Grain Processing Technology Elevators

*Transportation of particulate materials in mechanical conveyors is accompanied by the change of dispersed phase structures. These changes determine the stability and efficiency of materials transportation processes and air dust elimination. The dust formed in the mechanical conveyors creates a pressure drop and air currents that enter the premises working zone together with the dust. In horizontal mechanical conveyors dust is mostly formed at the stations of material repackaging from a conveyor to the conveying belt, from a crusher to the conveying belt, from a feeder to the conveying belt, and from the conveying belt to the warehouse. In all cases, the transported material induces air and forces it into the shelter. An overpressure of 20 to 80 Pa is created inside the shelter, which leads to the intense dust penetration into the room through the shelter openings.*

*In mechanical elevators (vertical mechanical conveyors) dust is formed due to the transportation process inefficiencies. In this regard, the unloading processes of an mechanical elevator (noria) bucket at the 180° turning section were examined, and the inertial path lengths of differently sized material particles from their buckets outlet to the discharge pipe were estimated. The dust formation mechanisms in the systems with mechanical vertical conveyors for bulk materials (bucket mechanical elevators) were analyzed. The dust balance of the bucket elevator was considered. Dust emissions into the atmosphere during the bucket elevator operation were estimated, and the design options for air dust-removal facilities were proposed.*

**Keywords:** mechanical elevator, mechanical conveyor, bucket elevator, noria, dust concentration, air flow, efficiency dedusting, dust balance, dust emissions

### References

1. **Zenkov R. L., Ivashkov I. I., Kolobov L. N.** Mashiny nepreryvnogo transporta. Moscow: Mashinostroenie, 1980. 304 p.
2. **Sel'skohozyaistvennyye** zdaniya i sooruzheniya. Elevatory. URL: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-44/16.htm>.
3. **Vasilevsky M. V.** Obespylivanie gazov inercionnymi apparatami. Tomsk: Izd-vo Tomskogo politehnicheskogo universiteta (Tomsk Polytechnic University), 2008. 248 p.
4. **Logachev I. N., Logachev K. I.** Aerodinamicheskie osnovy aspiracii: Monografiya. Sankt-Peterburg: Himizdat, 2005. 659 p.
5. **Vasilevsky M. V., Romandin V. I., Zykov E. G.** Transportirovka i osazhdenie chastic v tehnologiyah pererabotki dispersnyh materialov. — Tomsk: Izd-vo Tomskogo politehnicheskogo universiteta (Tomsk Polytechnic University), 2013. 288 p.
6. **Vasilevsky M. V., Zykov E. G., Loginov V. S.** Ustoichivost' gazoochistki v ciklonnom pyleulovitele. *Izv. RAN Energetika*. 2005. N. 5. P. 113—124.
7. **Vasilevsky M. V., Razva A. S., Romandin V. I., Zykov E. G.** Ocenki faktora svyaznosti dispersnoi sredy v processah pnevmotransporta tverdyh chastic i obespylivaniya vozduha. *Kontrol'. Diagnostika*. 2011. Special'nyi vypusk. P. 115—120.
8. **Vasilevsky M. V., Zykov E. G., Razva A. S.** Raschetnaya model' koncentrirvaniya chastic v protivotochnom cilindricheskom ciklonnom apparate (An Analytical Model for the Concentration of Particles in a Countercurrent Cylindrical Cyclone Apparatus). *Teoretich. osnovy him. tehnologii*, 2011, vol. 45, N. 3, pp. 321—328. (Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2011. Vol. 45, N. 3. P. 304—311).
9. **Vasilevsky M. V., Romandin V. I., Zykov E. G.** Harakteristiki sostoyaniya dispersnoi sredy v pnevmaticheskom elevatore. *Izvestiy Vuzov. Fizika*. 2013. Vol. 56, N. 9/3. P. 37—39.

УДК 574.001.25

**О. Н. Русак**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова,  
**Ю. С. Бадтиев**, д-р биол. наук, e-mail: badtiev@yandex.ru, МАНЭБ,  
**М. Э. Дзодзикова**, д-р биол. наук, ст. науч. сотр., Северо-Осетинский заповедник,  
**Ф. К. Бадтиева**, магистр, МАНЭБ

## Насущная проблема — качество атмосферы

*Рассмотрена роль общественности в обеспечении экологической безопасности населения, которая приобретает особую актуальность в условиях глобального техногенного загрязнения окружающей среды, населенных мест. Для обеспечения общественности средством оценки качества атмосферы предложен способ лишеноиндикации, который позволяет по состоянию жизнеспособности сообщества лишайников определять значение индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) и по определенным критериям оценивать степень загрязнения воздушного бассейна.*

**Ключевые слова:** окружающая среда, загрязнение, критерии оценки качества атмосферного воздуха, лишайники, лишеноиндикация качества атмосферного воздуха

В современном мире с развитием цивилизации техногенное загрязнение окружающей среды продуктами сгорания углеводородного топлива приобретает глобальные масштабы, что негативно отражается на состоянии биосферы нашей планеты. В связи с этим, в условиях глобализации техногенного загрязнения окружающей среды, роль общественности в обеспечении экологической безопасности народнохозяйственной и иной деятельности приобретает особую актуальность. Российское законодательство предусматривает соответствующие правовые нормы, которые направлены на обеспечение благоприятной окружающей среды.

Конституцией Российской Федерации [1] предусмотрены правовые нормы по защите прав граждан на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением. Федеральным Законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ [2] (ред. от 25.06.12 с изменениями, вступившими в силу 10.01.2013) "Об охране окружающей среды" предусмотрен общественный контроль в области охраны окружающей среды в целях реализации права каждого на благоприятную окружающую среду и предотвращения нарушения законодательства в области охраны окружающей среды (ст. 68). Результаты общественного контроля, предоставленные в органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления, подлежат обязательному рассмотрению в порядке, установленном законодательством.

Таким образом, в России создана необходимая правовая база для организации общественного контроля качества окружающей среды и экологической безопасности, определены органы государственной власти и местного самоуправления, ответственные за обеспечение благоприятной окружающей среды населенных мест. Но общественность не располагает методикой оценки качества атмосферного воздуха населенных мест, поэтому довольствуется официальной информацией государственных органов, уполномоченных осуществлять наблюдение за загрязнением атмосферного воздуха в населенных местах.

В настоящее время Государственная система наблюдения за загрязнением воздушной среды населенных мест значительно сокращена. Поэтому достоверность информации о качестве атмосферного воздуха резко упала. В результате население страны не знает истинного состояния воздушного бассейна по месту своего жительства, особенно в городах с населением менее 50 тыс. человек, которых в стране свыше 40 % [3]. О неблагоприятном состоянии окружающей среды в России свидетельствуют ежегодные доклады Минприроды России [4].

Степень загрязнения атмосферного воздуха населенных мест оценивается по среднегодовому индексу загрязнения атмосферы (ИЗА) [5],

$$\text{ИЗА} = (C_1/\text{ПДК}_1 + C_2/\text{ПДК}_2 + C_3/\text{ПДК}_3 + \dots + C_n/\text{ПДК}_n) \leq 1, \quad (1)$$

где  $C$  — концентрация загрязняющего вещества (ЗВ),  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;  $\text{ПДК}$  — предельно допустимая кон-



Таблица 1

Критерии загрязнения атмосферного воздуха населенных мест

| Показатель | Критерии загрязнения атмосферного воздуха |           |            |               |
|------------|---|-----------|------------|---------------|
|            | Ниже среднего                             | Среднее   | Высокое    | Очень высокое |
| ИЗА        | Менее 5                                   | От 5 до 6 | От 7 до 13 | Более 14      |

центрация ЗВ,  $\text{мг/м}^3$ ;  $n$  — количество загрязняющих веществ (от 1 до  $n$ ).

Критерии оценки загрязнения атмосферного воздуха населенных мест согласно РД 52.04.186—89 [5] приведены в табл. 1 [5]. Из таблицы видно, что в ней отсутствует критерий благоприятного качества атмосферного воздуха, а именно  $\text{ИЗА} \leq 1$ . По мнению авторов, норматив  $\text{ИЗА} \leq 1$  и является количественной величиной благоприятного качества атмосферного воздуха населенных мест.

Исследования авторов и др. на примере городов Москвы, Волгограда, Владикавказа и Махачкалы показали, что онкозаболеваемость детского и взрослого населения городов (с достоверностью не менее 0,82) зависит прямо пропорционально от величины ИЗА населенных мест. Высокое и очень высокое загрязнение атмосферного воздуха служит одной из причин повышенной онкозаболеваемости населения. Это обстоятельство обусловило необходимость принятия более решительных правовых мер воздействия на административные органы, которые по закону несут ответственность за обеспечение благоприятной окружающей среды на подведомственных им территориях [2]. Чтобы обеспечить общественность простейшим, но надежным средством оценки качества атмосферы населенных мест, Ю. С. Бадтиевым разработан способ лихеноиндикации [6]. Способ позволяет по состоянию жизненности лишайниковой флоры населенных мест определять численное значение ИЗА и по критериям табл. 1 оценивать степень загрязнения воздушного бассейна города.

В случаях, когда показатель ИЗА больше 1, общественность вправе предъявлять претензии администрации и требовать по закону возмещение причиненного ущерба здоровью экологическим правонарушением.

Ниже в Приложении к статье приведена методика лихеноиндикации качества атмосферного воздуха населенных мест, которая используется в Вооруженных Силах РФ, а также экологической общественностью ряда городов: Москвы и Московской области, Владикавказа, Тамбова, Рязани и др., а также особо охраняемых природных территорий [7].

Освоение общественными организациями этой методики позволит жителям населенных мест самостоятельно оценивать степень загрязнения ат-

мосферного воздуха по месту жительства и требовать от администрации местных органов самоуправления принятия мер, направленных на оздоровление экологической обстановки на территории. По мнению юристов, такой общественный контроль качества атмосферного воздуха представляет собой способ формирования гражданского общества в самой важной сфере деятельности — охране окружающей среды.

На очередном Международном, постоянно действующем Конгрессе "Экология и дети", прошедшем 7—11 октября 2013 г. в городе-курорте Анапе, научная общественность приняла резолюцию "О внесении в порядке законодательной инициативы изменений и дополнений в Федеральный закон Российской Федерации "Об охране окружающей среды".

**В статью 1. Основные понятия** внести изменения в следующей редакции:

"Благоприятная окружающая среда — окружающая среда, качество которой не оказывает вредного воздействия на здоровье человека и обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов".

**Внести новые пункты в статью 1 в следующей редакции:**

"Количественный норматив благоприятного качества атмосферного воздуха населенных мест характеризуется среднегодовым индексом загрязнения атмосферы, численное значение которого не должно превышать единицу ( $\text{ИЗА} \leq 1$ );

ущерб здоровью человека от неблагоприятной окружающей среды — ухудшение состояния популяционного здоровья населения, проживающего в высоко загрязненном и очень высоко загрязненном воздухе".

**В статью 3. Основные принципы охраны окружающей среды** внести следующие изменения:

"Платность возмещения ущерба здоровью человека — норма платы за причинение ущерба здоровью человека экологическим правонарушением, установленная Правительством Российской Федерации".

**В статью 57. Порядок установления зон экологического бедствия, зон чрезвычайных ситуаций** дополнить п. 3 в следующей редакции:

"Экологическая обстановка на территории населенных мест оценивается по состоянию жизненности местной лишайниковой флоры, как самых чувствительных биоиндикаторов загрязнения атмосферного воздуха".

В Руководство по контролю загрязнения атмосферы населенных мест РД 52.04.186—89 [5], в таблицу критериев оценки качества атмосферного воздуха населенных мест, внести изменения и изложить в следующей редакции, приведенной в табл. 2.

Критерии оценки качества атмосферного воздуха населенных мест

| Критерии оценки качества атмосферного воздуха населенных мест |             |             |              |                  |
|---|-------------|-------------|--------------|------------------|
| Благоприятная   | Напряженная | Критическая | Кризисная    | Катастрофическая |
| ИЗА ≤ 1   | 1 < ИЗА < 3 | 3 < ИЗА < 5 | 5 < ИЗА < 10 | ИЗА > 10         |

## Приложение

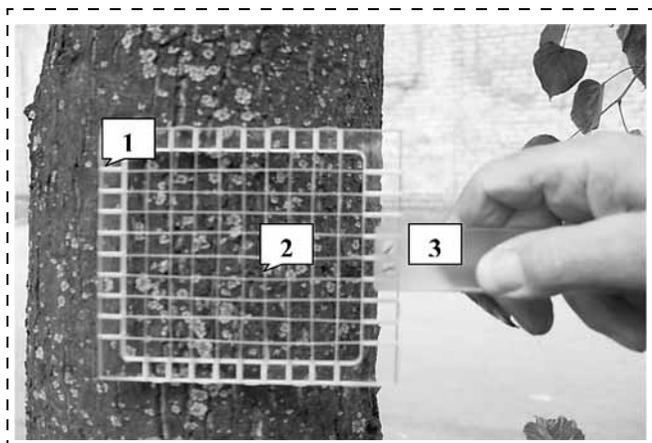
# Методика лишеноиндикации качества атмосферного воздуха

### 1. Общие положения

Лишеноиндикация качества атмосферного воздуха (Бадтиев Ю. С. Патент RU № 2218753 Способ лишеноиндикации загрязнения атмосферного воздуха) основывается на взаимосвязи жизненности сообщества лишайников  $G$  и комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА). По морфологическим (внешним) признакам сообщество лишайников подразделяется на три группы: кустистые-ветви ( $K_B$ ); кустистые-тычинки ( $K_T$ ); листоватые (Л) и накипные (Н). Они расселяются на стволах деревьев, камнях и на других неподвижных предметах. Атлас групп сообщества лишайников приведен на стр. 2 обложки.

С ростом загрязненности атмосферного воздуха первыми исчезают кустистые-ветви, затем кустистые-тычинки, затем листоватые и последними — накипные.

Лишеноиндикация осуществляются на площадке размером  $25 \times 25$  м, на которой имеется не менее 10 деревьев (камней и др.) с растущими на них лишайниками. Количество площадок на территории должно быть не менее 10.



Палетка

Жизненность сообщества лишайников  $G$  представляет собой произведение структурного коэффициента сообщества лишайников  $\gamma$  на плотность покрытия лишайников в рамке палетки (см. рисунок)  $S$ , %:  $G = \gamma S$ . Структурный коэффициент определяется по формуле

$$\gamma = W/W_{\max}, \quad (1)$$

где  $W$  — число групп сообщества лишайников на загрязненном участке;  $W_{\max} = 4$  — максимальное число групп в чистом воздухе.

### 2. Принадлежности для лишеноиндикации

Для лишеноиндикации качества атмосферного воздуха используются следующие принадлежности.

1. Палетка (см. рисунок), состоящая из пластмассовой рамки 1, измерительной сетки 2, рукоятки 3. Измерительная сетка разбита на 100 ячеек размером  $1 \times 1$  см.
2. Атлас групп сообщества лишайников.
3. Четырехкратная лупа для идентификации групп сообщества лишайников.
4. Рабочий журнал для записи данных лишеноиндикации.
5. Микрокалькулятор для вычислительных работ.
6. Рулетка на 2 м для измерения длины пары шагов.
7. Компас для ориентирования на местности.

### 3. Порядок проведения лишеноиндикации

1. По топографической карте подведомственной территории намечают координатную сетку с интервалом 250...300 м. Сетку нумеруют. В точках пересечения координатной сетки намечают площадки лишеноиндикации. Предварительно с помощью рулетки отмеряют на ровной площадке расстояние длиной 10 м и обозначают ее края. Площадка служит эталоном для определения каждым участником лишеноиндикации длины своих пары шагов при нормальной ходьбе. Каждый проходит измеренное расстояние 10 м 3 раза, считая количество пар своих шагов. Среднее значение из трех из-



мерений принимается за длину пары шагов. Величину своей пары шагов каждый участник лишеноиндикации должен пометить для себя и запомнить.

2. Ориентируясь по компасу и карте, фиксируют на местности точки пересечения координатных осей и обозначают их. В обозначенном месте разбивают площадку размером 25 × 25 м. Расстояние измеряют парами шагов.

3. На стволе каждого дерева (камне и других предметах) выбирают места, которые в наибольшей степени покрыты лишайниками.

4. Используя атлас групп сообщества лишайников и лупу, определяют, сколько групп лишайников имеются на стволах деревьев (поверхности камней и др. предметах).

5. Приложив палетку к выбранному месту дерева (камня), подсчитывают в рамке палетки число клеток, полностью  $X_{\text{п}}$  и частично  $X_{\text{ч}}$  покрытых лишайником. Данные заносят в рабочий журнал.

6. С помощью микрокалькулятора вычисляют структурный коэффициент сообщества лишайников  $\gamma$  по формуле (1) и плотность покрытия лишайников  $S$ , %, на дереве (камне и других предметах) по формуле:

$$S = (X_{\text{п}} + X_{\text{ч}})/2. \quad (2)$$

7. С помощью микрокалькулятора для каждой площадки вычисляют среднее значение жизнеспособности сообщества лишайников  $G_{\text{п}}$  по формуле:

$$G_{\text{п}} = (G_1 + G_2 + \dots + G_n)/n, \quad (3)$$

где  $G_1, G_2, \dots, G_n$  — жизнеспособность сообщества лишайников на деревьях (камнях), %;  $n$  — количество обследованных деревьев (камней) на площадке.

8. С использованием микрокалькулятора вычисляют среднее значение жизнеспособности сообщества лишайников на территории по формуле:

$$G_{\text{т}} = (G_{\text{п1}} + G_{\text{п2}} + \dots + G_{\text{пm}})/m, \quad (4)$$

где  $G_{\text{п1}}, G_{\text{п2}}, \dots, G_{\text{пm}}$  — жизнеспособность сообщества лишайников на площадках, %;  $m$  — количество площадок на исследованной территории.

Таблица 1

Результатов лишеноиндикации качества атмосферного воздуха

| № площадки  | Плотность покрытия лишайников $S$ , % |                |     |     |                                  | Показатель жизнеспособности, %, $G = \gamma S$ |
|---|---------------------------------------|----------------|-----|-----|----------------------------------|--|
|   | $K_{\text{в}}$                        | $K_{\text{т}}$ | $L$ | $H$ | Структурный коэффициент $\gamma$ |  |
| 1.1   |                                       |                |     |     |                                  |  |
| 1.2   |                                       |                |     |     |                                  |  |
| и т.д.  |                                       |                |     |     |                                  |  |
| Среднее значение показателя $G_{\text{п1}}$ по площадке № 1 |                                       |                |     |     |                                  |  |
| 2.1   |                                       |                |     |     |                                  |  |
| 2.2   |                                       |                |     |     |                                  |  |
| и т.д.  |                                       |                |     |     |                                  |  |
| Среднее значение показателя $G_{\text{п2}}$ по площадке № 2 |                                       |                |     |     |                                  |  |
| и т.д.  |                                       |                |     |     |                                  |  |
| Среднее значение показателя $G_{\text{т}}$ на территории    |                                       |                |     |     |                                  |  |

9. Результаты лишеноиндикации заносят в рабочий журнал, форма которого приведена в табл. 1.

10. По среднему значению показателя жизнеспособности сообщества лишайников  $G_{\text{т}}$ , используя микрокалькулятор и таблицу натуральных антилогарифмов (табл. 2) вычисляют значение комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха по формуле:

$$\ln \text{ИЗА} = (0,89 - G_{\text{т}}/89)/0,298, \quad (5)$$

где 0,89 — теоретически принятая величина относительной жизнеспособности сообщества лишайников с учетом допустимой потери 11 % ее составляющих без нарушения функционирования всего сообщества экологической системы лишайников [8];  $G_{\text{т}}$  — среднее значение жизнеспособности сообщества лишайников на территории; 0,298 — коэффициент толерантности сообщества лишайников; 89 — теоретически максимальное значение жизнеспособности сообщества лишайников в чистом атмосферном воздухе, %.

11. Оценивают качество атмосферного воздуха по критериям табл. 3.

Таблица 2

Таблица натуральных антилогарифмов

| Число | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,0   | 1,0000 | 1,0101 | 1,0202 | 1,0305 | 1,0408 | 1,0513 | 1,0618 | 1,0725 | 1,0833 | 1,0942 |
| 0,1   | 1,1052 | 1,1163 | 1,1275 | 1,1388 | 1,1503 | 1,1618 | 1,1735 | 1,1853 | 1,1972 | 1,2092 |
| 0,2   | 1,2214 | 1,2337 | 1,2461 | 1,2586 | 1,2712 | 1,2840 | 1,2969 | 1,3100 | 1,3231 | 1,3364 |
| 0,3   | 1,3499 | 1,3634 | 1,3771 | 1,3910 | 1,4049 | 1,4191 | 1,4333 | 1,4477 | 1,4623 | 1,4770 |
| 0,4   | 1,4918 | 1,5068 | 1,5220 | 1,5373 | 1,5527 | 1,5683 | 1,5841 | 1,6000 | 1,6161 | 1,6323 |
| 0,5   | 1,6487 | 1,6653 | 1,6820 | 1,6989 | 1,7160 | 1,7333 | 1,7507 | 1,7683 | 1,7860 | 1,8040 |
| 0,6   | 1,8221 | 1,8404 | 1,8589 | 1,8776 | 1,8965 | 1,9155 | 1,9348 | 1,9542 | 1,9739 | 1,9937 |
| 0,7   | 2,0138 | 2,0340 | 2,0544 | 2,0751 | 2,0959 | 2,1170 | 2,1383 | 2,1598 | 2,1815 | 2,2034 |
| 0,8   | 2,2255 | 2,2479 | 2,2705 | 2,2933 | 2,3164 | 2,3396 | 2,3632 | 2,3869 | 2,4109 | 2,4351 |
| 0,9   | 2,4596 | 2,4843 | 2,5093 | 2,5345 | 2,5600 | 2,5857 | 2,6117 | 2,6379 | 2,6645 | 2,6912 |
| 1,0   | 2,7183 | 2,7456 | 2,7732 | 2,8011 | 2,8292 | 2,8577 | 2,8864 | 2,9154 | 2,9447 | 2,9743 |
| 1,1   | 3,0042 | 3,0344 | 3,0649 | 3,0957 | 3,1268 | 3,1532 | 3,1899 | 3,2220 | 3,2544 | 3,2871 |

| Число | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1,2   | 3,3201 | 3,3535 | 3,3872 | 3,4212 | 3,4556 | 3,4903 | 3,5254 | 3,5609 | 3,5966 | 3,6328 |
| 1,3   | 3,6693 | 3,7062 | 3,7434 | 3,7810 | 3,8190 | 3,8574 | 3,8962 | 3,9354 | 3,9749 | 4,0149 |
| 1,4   | 4,0552 | 4,0960 | 4,1371 | 4,1787 | 4,2207 | 4,2631 | 4,3060 | 4,3492 | 4,3929 | 4,4371 |
| 1,5   | 4,4817 | 4,5267 | 4,5722 | 4,6182 | 4,6646 | 4,7115 | 4,7538 | 4,8066 | 4,8550 | 4,9037 |
| 1,6   | 4,9530 | 5,0028 | 5,0531 | 5,1039 | 5,1552 | 5,2070 | 5,2593 | 5,3122 | 5,3656 | 5,4195 |
| 1,7   | 5,4739 | 5,5290 | 5,5845 | 5,6407 | 5,6973 | 5,7546 | 5,8124 | 5,8709 | 5,9299 | 5,9895 |
| 1,8   | 6,0496 | 6,1104 | 6,1719 | 6,2339 | 6,2965 | 6,3598 | 6,4237 | 6,4883 | 6,5535 | 6,6194 |
| 1,9   | 6,6859 | 6,7531 | 6,8210 | 6,8895 | 6,9588 | 7,0287 | 7,0993 | 7,1707 | 7,2427 | 7,3155 |
| 2,0   | 7,3891 | 7,4633 | 7,5383 | 7,6141 | 7,6906 | 7,7679 | 7,8460 | 7,9248 | 8,0045 | 8,0849 |
| 2,1   | 8,1662 | 8,2482 | 8,3311 | 8,4149 | 8,4994 | 8,5849 | 8,6711 | 8,7583 | 8,8463 | 8,9352 |
| 2,2   | 9,0250 | 9,1157 | 9,2073 | 9,2999 | 9,3933 | 9,4877 | 9,5831 | 9,6794 | 9,7767 | 9,8749 |
| 2,3   | 9,9742 | 10,074 | 10,176 | 10,278 | 10,381 | 10,486 | 10,591 | 10,697 | 10,805 | 10,913 |
| 2,4   | 11,023 | 11,134 | 11,246 | 11,359 | 11,473 | 11,588 | 11,705 | 11,822 | 11,941 | 12,061 |
| 2,5   | 12,182 | 12,305 | 12,429 | 12,554 | 12,680 | 12,807 | 12,936 | 13,066 | 13,197 | 13,330 |
| 2,6   | 13,464 | 13,599 | 13,736 | 13,874 | 14,013 | 14,154 | 14,296 | 14,440 | 14,585 | 14,732 |
| 2,7   | 14,880 | 15,029 | 15,180 | 15,333 | 15,487 | 15,643 | 15,800 | 15,959 | 16,119 | 16,281 |
| 2,8   | 16,445 | 16,610 | 16,777 | 16,945 | 17,116 | 17,288 | 17,462 | 17,637 | 17,814 | 17,993 |
| 2,9   | 18,174 | 18,357 | 18,541 | 18,728 | 18,916 | 19,106 | 19,298 | 19,492 | 19,688 | 19,886 |
| 3,0   | 20,086 | 20,287 | 20,491 | 20,697 | 20,905 | 21,115 | 21,328 | 21,542 | 21,758 | 21,977 |
| 3,1   | 22,198 | 22,421 | 22,646 | 22,874 | 23,104 | 23,336 | 23,571 | 23,807 | 24,047 | 24,288 |
| 3,2   | 24,533 | 24,779 | 25,028 | 25,280 | 25,534 | 25,790 | 26,050 | 26,311 | 26,576 | 26,843 |
| 3,3   | 27,113 | 27,385 | 27,660 | 27,938 | 28,219 | 28,503 | 28,789 | 29,079 | 29,371 | 29,666 |
| 3,4   | 29,964 | 30,265 | 30,569 | 30,877 | 31,187 | 31,500 | 31,817 | 32,137 | 32,460 | 32,786 |
| 3,5   | 33,115 | 33,448 | 33,784 | 34,124 | 34,467 | 34,813 | 35,163 | 35,517 | 35,874 | 36,234 |
| 3,6   | 36,598 | 36,966 | 37,338 | 37,713 | 38,092 | 38,475 | 38,861 | 39,252 | 39,646 | 40,045 |
| 3,7   | 40,447 | 40,854 | 41,264 | 41,679 | 42,098 | 42,521 | 42,948 | 43,380 | 43,816 | 44,256 |
| 3,8   | 44,701 | 45,150 | 45,604 | 46,063 | 46,525 | 46,993 | 47,465 | 47,942 | 48,424 | 48,911 |
| 3,9   | 49,402 | 49,899 | 50,400 | 50,907 | 51,419 | 51,935 | 52,457 | 52,985 | 53,517 | 54,055 |

Таблица 3

**Предлагаемые критерии оценки качества атмосферного воздуха**

| Критерии оценки качества атмосферного воздуха населенных мест |             |             |              |                  |
|---|-------------|-------------|--------------|------------------|
| Благоприятная   | Напряженная | Критическая | Кризисная    | Катастрофическая |
| ИЗА ≤ 1   | 1 < ИЗА < 3 | 3 < ИЗА < 5 | 5 < ИЗА < 10 | ИЗА > 10         |

**4. Характеристика погрешности**

По результатам экспериментальных исследований достоверность методики лихеноиндикации качества атмосферного воздуха находится в пределах 75...80 %, погрешность не превышает 25 %, что соизмеримо с погрешностью приборов (газоанализаторов) контроля загрязненности воздуха.

**5. Организация лихеноиндикации воздуха на местности**

Наиболее целесообразно лихеноиндикацию, воздуха на местности организовать под эгидой местного отделения Всероссийского общества охраны природы (ВООП), снабдив его методикой лихеноиндикации. Время проведения лихеноиндикации — летний период школьных каникул. Из состава школьников, студентов и местных жителей формируются группы экологической разведки местности. Одною обеспечить палаткой, другого — журналом наблюдения, третьего — фотоаппаратом.

Каждой группе определить маршрут лихеноиндикации.

В ходе лихеноиндикации фиксируется жизнеспособность лишайников, наличие свалок, мусора на местности и другие экологические правонарушения.

**Список литературы**

1. Конституция Российской Федерации. Официальное издание. — М.: Юрид. лит., 2000. — 64 с.
2. Федеральный Закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" (с изменениями, вступившему в силу 10.01.2013).
3. Бадтисев Ю. С. Биомониторинг экологической обстановки. — Владикавказ: ИПО СОИГСИ, 2009. — 297 с.
4. Государственный доклад "О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012 году". — М.: Минприроды России, 2013.
5. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186—89. — М.: Гидрометиздат. 1991. — 35 с.
6. Патент № 2218753 Способ лихеноиндикации загрязнения атмосферного воздуха. Приоритет от августа 2001 г.
7. Гальченко С. В., Фомина Т. С. Биоиндикация качества атмосферного воздуха в городе Рязани по показателям экологического состояния лихенофлоры // Экосистемы. Исследования. Результаты. — 2007. — № 1. — С. 28—31.
8. Реймерс Н. Ф., Яблоков А. В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. — М.: Наука, 1982. — 145 с.



**O. N. Rusak**, Professor, Head of Chair, Petersburg State Forestry University named S. M. Kirov, President MANEB,  
**Y.S. Badtiev**, Academician, e-mail: badtiev@yandex.ru, MANEB,  
**M. E. Dzodzikova**, Senior Researcher, North-Ossetian Reserve,  
**F. K. Badtieva**, Master, MANEB

## Urgent Problem — the Quality of the Atmosphere

*Russian legislation provides legal norms aimed at providing a conducive environment and ecological safety of the population. Among the objects of the environment atmospheric air of populated areas is the most important. As a result of intensive development of vehicles operating on hydrocarbon fuels, modern settlements have become sources of toxic air pollution through emissions of internal combustion engines.*

*According to the state quality control of atmospheric air of 2013, the share of transport accounts for 95 % of all emissions. Among harmful components emitted by motor vehicles into the atmosphere the most toxic are dioxins, benzo(a)layer and heavy metals that cause cancer among residents of the territories.*

*Scientists found a direct proportional relationship between the complex atmosphere pollution index (API) and cancer morbidity of children and the adult population of Russia. According to the Ministry of Natural Resources of Russia of 2013, 57 % of cities of the Russian Federation ambient air contamination is estimated as high (ISA 7 to 13) and very high (IZA more than 14).*

*The norm of the state of the atmosphere settlements is characterized by  $IZA = 1$  at any number of pollutants in the atmosphere. Therefore, in most cities of the Russian Federation pollution exceeds the permitted limit 7... 14 times. In this regard, public highlights the necessity to develop the state program of converting vehicles to electric, following the example of a number countries of Europe and Asia. Russia is rich in renewable energy resources (hydropower, wind energy, solar energy and bioenergy). These resources constitute the basis of the environmental platforms of the country's economic development in the 21st century.*

*Advanced a suggestion to attract general public to the independent environmental monitoring of air quality in populated areas and require the authorities to provide favorable environment and ecological security of the population of the territory.*

**Keywords:** environment, pollution, the criteria for assessing the quality of air, lichens, lichenoidication air quality

### References

1. **Konstitucija** Rossijskoj Federacii. Oficial'noe izdanie. — M.: Jurid. lit., 2000. 64 p.
2. **Federal'nyj Zakon** ot 10.01.2002. № 7-FZ. (s izmenenijami, vstupivshimi v silu 10.01.2013) "Ob ohrane okruzhajushhej sredy".
3. **Badtiev Ju. S.** Biomonitoring jekologicheskoj obstanovki. — Vladikavkaz.: IPO SOIGSI, 2009. 297 p.
4. **Gosudarstvennyj doklad** "O sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredy Rossijskoj Federacii v 2012 g.". — M.: Minprirody Rossii, 2013.
5. **Rukovodstvo** po kontrolju zagryaznenija atmosfery. RD 52.04.186—89. — M.: Gidrometizdat. 1991. 35 p.
6. **Patent № 2218753** Sposob lihenoidikacii zagryaznenija atmosfernogo vozduha. Prioritet ot avgusta 2001 g.
7. **Gal'chenko S. V., Fomina T. S.** Bioindikacija kachestva atmosfernogo vozduha v gorode Rjazani po pokazateljam jekologicheskogo sostojanija lihenoflory / *Jekosistemy. Issledovanija. Rezul'taty*. 2007. N. 1. P. 28—31.
8. **Rejmers N. F., Jablovkov A. V.** Slovar' terminov i ponjatij, svjazannyh s ohranoj zhivoj prirody. M.: Nauka, 1982. 145 p.

## XIV МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

Украина, г. Киев, Международный выставочный центр  
24—27 ноября 2015

В рамках форума будет проведена Международная специализированная выставка

### Основные направления:

- средства индивидуальной и коллективной защиты
- спецодежда, спецобувь, спецкани
- оснащение для работы в спецусловиях (на высоте, под водой и т.д.)
- оборудование для обеспечения безопасности рабочей зоны
- пожаро- и взрывобезопасное оборудование
- обучение и повышение квалификации и др.



**Контакты:** тел.: (044) 201-1165, e-mail: lilia@iec-expo.com.ua, maria@iec-expo.com.ua  
<http://www.iec-expo.com.ua/mezhdunarodnyj-promyshlennyj-forum-2015.html>

**В. И. Ляшенко**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., нач. отдела, e-mail: vi\_lyashenko@mail.ru, Украинский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт промышленной технологии, г. Желтые Воды, Украина,

**В. П. Стусь**, д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой, Днепропетровская медицинская академия МОЗ Украины

## Охрана окружающей среды в зоне влияния уранового производства<sup>1</sup>

*Изложены радиоэкологические особенности окружающей среды в зоне влияния уранового производства. Дана краткая характеристика объектов уранового производства и выполнена оценка их влияния на окружающую среду и человека. Описаны принципиальная схема организации экологического (радиационного) мониторинга, организационные, технические и специальные мероприятия по снижению отрицательного воздействия на среду и человека, радиационной и социальной защите населения, проживающего в зоне влияния радиационно-опасных объектов. Представляет интерес для специалистов горно-металлургической, урановой и другой промышленности, различных органов центральной власти и местного самоуправления.*

**Ключевые слова:** радиоэкология, окружающая среда, урановое производство, природоохранные мероприятия, радиационная и социальная защита, население

### Актуальность проблемы

Уранодобывающие предприятия имеют особенности, связанные с необходимостью обеспечения радиационной безопасности, поскольку в процессе добычи и переработки урановых руд в окружающую среду поступают естественные радионуклиды [1–2]. Основные источники радиоактивного загрязнения окружающей природной среды: горнодобывающие предприятия — рудные склады; отвалы пустой породы; гидromеталлургический завод (ГМЗ) и отходы его производства, складываемые в хранилищах наливного типа; шахтные воды (сбросы); вентиляционные выбросы; транспортные коммуникации (железнодорожные пути, технологические автомобильные дороги, пульпопроводы к хвостохранилищам) [3–6]. Утилизация отходов горно-металлургического производства (закладка выработанных пространств, сооружение плотин для специальных хранилищ и пр.) позволяет использовать лишь 50...60 % общего их объема, а оставшаяся часть подлежит захоронению и последующей рекультивации загрязненных территорий [7–16].

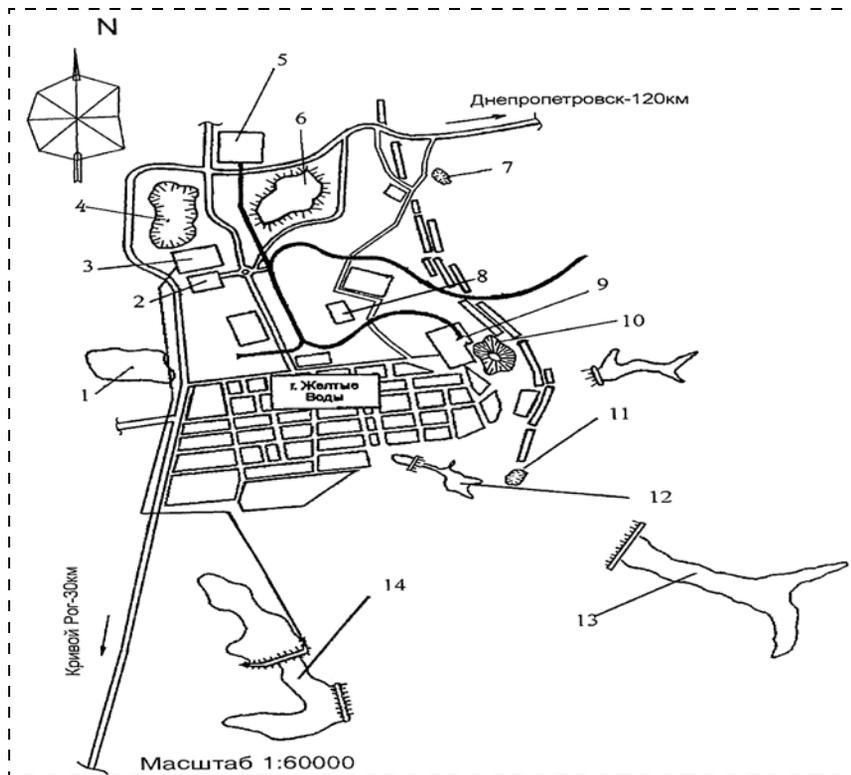
<sup>1</sup> Статьи на эту тему были опубликованы в журнале Безопасность жизнедеятельности: 2013. — № 12. — С. 41–47 и 2015 — № 2. — С. 11–19. Основные научные и практические результаты исследований получены при выполнении научно-исследовательской работы (научный руководитель — В. И. Ляшенко): "Исследование и разработка способов пылеподавления при транспортировке, складировании, хранении полезных ископаемых и отходов добычи и переработки руд на объектах урановой промышленности" (№ Гос. регистрации 0102U003095) и др.

Актуальность радиоэкологических проблем особенно характерна для Приднепровского региона, где, начиная с 50-х годов прошлого столетия, велась добыча и переработка уранового сырья (ГП "ВостГОК", г. Желтые Воды, шахта "Первомайская", г. Кривой Рог, производственное объединение "Приднепровский химический завод" (ПО "ПХЗ"), г. Днепродзержинск).

Содержание естественных радионуклидов (ЕРН) и вредных химических веществ (ВХВ) в зонах влияния хвостохранилищ существенно превышает фоновые значения, характерные для окружающей среды данного региона. Они являются источником загрязнения, в частности, нижележащих грунтов и грунтовых вод в результате миграции радионуклидов с инфильтрующимися атмосферными осадками, а также атмосферного воздуха радиоактивной пылью и аэрозолями, радоном и продуктами его распада. Поэтому разработка и внедрение реабилитационных мероприятий, направленных на охрану окружающей среды, радиационную защиту объектов, персонала и населения, проживающего в уранодобывающих регионах, — вот те важные, имеющие научное, практическое и социальное значение задачи, которые требуют решения [17–21].

### Характеристика Желтоводской промышленной площадки

Урановая промышленность в Украине сосредоточена в основном в Днепропетровской и Кировоградской областях и представлена тремя действующими шахтами ГП "ВостГОКа" ("Ингульская",



**Рис. 1. Желтоводская промышленная площадка:**

1 — золовал отходов теплоэлектростанции (ТЭЦ); 2 — ТЭЦ; 3 — гидрометаллургический завод; 4 — хвостохранилище "КБЖ"; 5 — сернокислотный завод; 6 — рекультивированный отвал; 7 — карьер "Веселоивановский"; 8, 9 — шахты "Ольховская" и "Новая"; 10 — зона обрушения (пропасть); 11 — карьер "Габаевский"; 12, 13, 14 — соответственно, хвостохранилища балок "Т", "Р" и "Щ"

"Смолинская" и "Новоконстантиновская"). На Желтоводской промышленной площадке (рис. 1) размещены шахты "Ольховская", "Северная-Дренажная", "Капитальная", "Новая", "Новая-Глубо-

*Таблица 1*

**Характеристика отходов добычи и переработки урановых руд**

| Показатели                       | Месторождения            |                        |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------|
|                                  | Мичуринское              | Ватутинское            |
| Плотность, т/м <sup>3</sup>      | 2,05                     | 1,95                   |
| Средняя активность, Бк/кг        |                          |                        |
| радий-226                        | 245...2599               | 858...4415             |
| торий-232                        | 1,2...1934               | 40...403               |
| калий-40                         | 250...5000               | 500...9750             |
| Удельная альфа-активность, Бк/кг | 10 853                   | 7610                   |
| МЭД гамма-излучения, мкР/ч       | 23...671                 | 186...417              |
| Плотность потока                 |                          |                        |
| α-частиц, см <sup>2</sup> ·мин   | 0,1...5,2                | 0,1...1,6              |
| β-частиц, см <sup>2</sup> ·мин   | 30...450                 | 25...540               |
| Суммарная активность, Бк         | 118,4 · 10 <sup>11</sup> | 1,6 · 10 <sup>13</sup> |

кая", "Южная-Вентиляционная", завод по переработке уранового сырья (ГМЗ), завод серной кислоты (СКЗ) и ряд вспомогательных подразделений, здесь расположен также офис комбината. С начала эксплуатации Желтореченского месторождения образовались два карьера: "Габаевский" и "Веселоивановский", четыре хвостохранилища: отработанный карьер бурых железняков (КБЖ); балки "Щербаковская" ("Щ"); "Разбери" ("Р") и "Терновская" ("Т"), а также воронка обрушения как следствие подземной разработки железорудного месторождения системами с принудительным обрушением руд и вмещающих пород [1—9]. Добыча руд привела к образованию 550 тыс. м<sup>3</sup> отвалов пустых пород и забалансовых (по содержанию полезного компонента) руд и нарушению 968 га плодородных земель. За время производственной деятельности шахт на промышленных площадках складировались пустые породы и забалансовые руды (табл. 1).

В результате гидрометаллургической переработки руды образуются отходы крупностью 0,074 мм, которые в виде пульпы транспортируются по магистральным трубопроводам

в хвостохранилище наливного типа балки "Щ", а его дамбовые воды используются в технологическом процессе. Твердые радиоактивные отходы (ТРО), образующиеся в результате производственной деятельности ГМЗ, складированы в охраняемой зоне территории ГМЗ на специально организованных площадках в виде металлолома, загрязненного радиоактивными веществами (РВ). Строительный и промышленный мусор складирован в пределах хвостохранилища балки "Щ"

*Таблица 2*

**Характеристика площадки для складирования металлолома и строительного мусора, загрязненного РВ**

| Показатели                             | Металлолом             | Строительный и промышленный мусор |
|--|------------------------|-----------------------------------|
| Площадь хранилища, м <sup>2</sup>      | 1500                   | —                                 |
| Проектная вместимость, т               | 700                    | 276 · 10 <sup>3</sup>             |
| Общее количество отходов, т            | 136                    | 10 660                            |
| Годовое поступление, т                 | 131                    | 1010                              |
| Суммарная активность, Бк               | 320 · 10 <sup>6</sup>  | 24 · 10 <sup>9</sup>              |
| Удельная эффективная активность, Бк/кг | 2,36 · 10 <sup>3</sup> | 2,25 · 10 <sup>3</sup>            |

**Характеристика хвостохранилищ "КБЖ" и балки "Щ"**

| Показатели  | Хвостохранилища      |                       |
|---|----------------------|-----------------------|
|   | "КБЖ"                | Балки "Щ"             |
| Площадь земельного отвода, га                     | 137,2                | 614,9                 |
| Площадь зеркала хвостохранилища, га               | 55,6                 | 250,6                 |
| Проектный объем, млн м <sup>3</sup>               | 12,4                 | 40,7                  |
| Количество заскладированных отходов, млн т        | 15,9                 | 27,7                  |
| Суммарная активность заскладированных отходов, Бк | $93,3 \cdot 10^{12}$ | $282,6 \cdot 10^{12}$ |
| Удельная активность хвостов, Бк/кг                | $5,9 \cdot 10^3$     | $10,2 \cdot 10^3$     |

(табл. 2). Складирование хвостовой пульпы осуществлялось в хвостохранилища "КБЖ" и балки "Щ" (табл. 3). Под хвостохранилище использован отработанный карьер бурых железняков, состоящий из малой и большой чаш глубиной соответственно 10...15 и 60...65 м. В настоящее время хвостохранилище "КБЖ" выведено из эксплуатации и находится в завершающей стадии рекультивации. Действующее хвостохранилище балки "Щ" состоит из двух секций, разделенных плотиной и эксплуатируется с 1959 г. Складирование материала осуществляется гидроналивом в обе секции с образованием поверхностного слоя воды в виде прудов-отстойников. Ограждающие дамбы имеют высоту от 7 до 44 м общей протяженностью около 8 км, мощность слоя хвостов до 30 м. При верхней отметке дамб 138,3 м заполнение хвостохранилища достигает уровня 135,1 м.

Для контроля за распространением подземных вод, их химическим составом в пределах санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения хвостохранилища создана режимная сеть скважин. Два раза в год проводятся замеры уровня подземных вод и отбор проб воды на химический и радиохимический анализы. За каждый год приводится отчетность, выполняется анализ характера миграции сульфатов и нитратов по данным режимных наблюдений. Работы выполняются гидрогеологической службой ГП "ВостГОК". Проводятся также мероприятия по предотвращению пыления хвостового материала из сухих пляжей чаши хвостохранилища путем покрытия их суглинком мощ-

Таблица 3

ностью до 0,5 м и по укреплению низовых откосов дамб.

Основными факторами воздействия шахт на воздушную и водную среду является эксплуатация подземного и надземного шахтных комплексов и шахтный водоотлив, приводящий к нарушению гидрогеологического, гидрохимического и гидродинамического режимов поверхностных и подземных вод и радиационному загрязнению

компонентов окружающей среды (табл. 4).

Поверхностные воды района представлены реками Ингул и ее притоком — рекой Бианка, ручьем, протекающим в балке Курникова, и притоком реки Кильтень. При максимальном шахтном водоотливе ущерб поверхностному стоку реки Ингул в пределах развития депрессионной воронки составляет около 8 %, что свидетельствует о незначительном влиянии производственной деятельности на гидрогеологический режим поверхностных вод. На химический состав поверхностных вод оказывают воздействие атмосферные осадки и стоки установок очистки шахтных вод, сбрасываемые в гидрографическую сеть. Промышленные площадки и отвальные поля урановых месторождений не оборудованы закрытой системой сбора и очистки ливневых и талых вод. Атмосферные осадки по



Рис. 2. Установка очистки шахтных вод на Смолинской шахте ГП "ВостГОК" (общий вид)

Таблица 4

**Содержание ЕРН в поверхностных водах**

| Компоненты                         | Содержание ЕРН, Бк/м <sup>3</sup> |                   |                         |                  |
|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------------|------------------|
|                                    | Река Ингул                        |                   | Водоток балки Курникова |                  |
|                                    | Выше сброса                       | Ниже сброса       | Выше сброса             | Ниже сброса      |
| Уран природный, мг/дм <sup>3</sup> | 0,03                              | 0,05              | 0,6                     | 0,22             |
| Радий-226                          | $0,23 \cdot 10^3$                 | $0,28 \cdot 10^3$ | $0,93 \cdot 10^2$       | $4 \cdot 10^2$   |
| Торий-230                          | $0,07 \cdot 10^3$                 | $0,06 \cdot 10^3$ | $1,0 \cdot 10^2$        | $1,4 \cdot 10^2$ |
| Свинец-210                         | $0,52 \cdot 10^3$                 | $0,4 \cdot 10^3$  | $2,29 \cdot 10^2$       | $3,6 \cdot 10^2$ |
| Полоний-210                        | $0,08 \cdot 10^3$                 | $0,07 \cdot 10^3$ | $1,3 \cdot 10^2$        | $1,5 \cdot 10^2$ |



лоткам автомобильных проездов и по рельефу местности попадают непосредственно в гидрографическую сеть. Фильтруясь через радиоактивные породы отвалов, атмосферные осадки загрязняются естественными радионуклидами вследствие процессов выщелачивания и несут загрязнение в поверхностные воды. Шахтные воды Смолинского горного предприятия очищаются методом отстаивания (рис. 2) и сбрасываются в водоток балки Курникова.

### Радиационный мониторинг состояния окружающей среды

Согласно существующей системе мониторинга подземных вод по сети разведочных скважин и колодцев (всего 50 колодцев, расположенных в близлежащих селах), гидродинамический и гидрохимический режимы водоносных горизонтов стабилизировались и на радиационную обстановку в районе расположения Ингульского горного предприятия влияния не оказывают. Основное влияние шахтный водоотлив Смолинского горного предприятия оказывает на водоносный горизонт кристаллических пород докембрия и их коры выветривания. Водопиток подземных вод составляет  $280 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Водоносный горизонт на Ватутинском месторождении был осушен в 1970—1987 гг., депрессионная воронка имела размеры по простиранию 2,6 км, вкрест простирания — 1,2 км. Водопиток шахтных вод составляет  $0,076 \text{ м}^3/\text{с}$ . Пройдя очистку, они сбрасываются в ручей. Объем сбрасываемых в поверхностные воды очищенных шахтных вод более чем в 2 раза превышает естественный расход ручья ( $0,029 \text{ м}^3/\text{с}$ ).

Шахтные диффузоры, вентиляционные установки радиометрического обогащения руды, отвалы пустых пород и забалансовых руд являются основными источниками выбросов в атмосферный воздух, содержащих ЕРН, радон и дочерние продукты его распада (табл. 5). Максимально возможная суммарная индивидуальная дозовая нагрузка на население, проживающего в зоне влияния Ингульского горного предприятия, составляет  $0,951 \text{ мЗв/год}$ , Смолинского —  $0,722 \text{ мЗв/год}$ . Существующая система мониторинга на промышленных площадках горных предприятий обеспечивает контроль за выбросами рудной пыли шахтным диффузором, рудообогатительная фабрика (РОФ) — за пылеобразованием пустых пород и забалансовых руд; качеством шахтных вод до и после очистки перед сбросом в гидрографическую сеть; содержанием ЕРН в поверхностных водах, донных и рыхлых отложениях; радиоактивным загрязнением воздушной среды и почв на промышленной площадке, в пределах санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и зоны

Таблица 5

### Характеристика выбросов загрязняющих веществ

| Наименование показателей                         | Горные предприятия   |                     |
|--|----------------------|---------------------|
|  | Ингульское           | Смолинское          |
| Разрешенный годовой выброс по пыли рудной, т/год | 42,137               | 92,392              |
| Фактический годовой выброс:                      |                      |                     |
| — пыль рудная, т/год                             | 8,698                | 6,499               |
| — суммарная альфа-активность, Бк/год             | $4,65 \cdot 10^8$    | $5,1 \cdot 10^8$    |
| — уран природный, т/год                          | $2,28 \cdot 10^{-3}$ | $4,4 \cdot 10^{-3}$ |
| — радий-226, Бк/год                              | $4,62 \cdot 10^8$    | $2,8 \cdot 10^8$    |

наблюдения (ЗН). Деятельность ГМЗ приводит к радиационному загрязнению водной и воздушной окружающей среды. Для цеха основного производства — выбросы рудной пыли, содержащей уран и продукты его распада, для хвостохранилищ "КБЖ" и балки "Щ" — вынос и разнос пыли с поверхностей сухих пляжей, для пульпопровода — пролив хвостовой пульпы на поверхность, прилегающей к пульпопроводу территории в случае нарушения его целостности.

Основными поверхностными водотоками в районе являются реки Желтая и Зеленая. Они протекают в 3 и 5 км соответственно от цеха основного производства ГМЗ и хвостохранилища "КБЖ". Хвостохранилище балки "Щ" расположено в 0,5 км от реки Желтая. Техногенные воды в гидрографическую сеть не сбрасываются. Атмосферные осадки, переходящие в поверхностный сток, на территории цеха основного производства полностью улавливаются системой ливневого водоотвода и направляются в хвостохранилище балки "Щ". Воды поверхностного стока отводятся от хвостохранилища "КБЖ" и балки "Щ" нагорными канавами и, не смешиваясь с техногенными водами, попадают в поверхностные водотоки. Таким образом, воды рек Желтой и Зеленой не испытывают поверхностного загрязнения от цеха основного производства и хвостохранилищ.

Принципиальная схема организации радиационного мониторинга приведена на рис. 3. Контроль условий труда и мониторинг за урановыми объектами осуществляется Центральной пылегадозиметрической лабораторией ГП "ВостГОК", в состав которой входят физхимлаборатории предприятий. Их основными задачами являются контроль за радиационной обстановкой на шахтах, ГМЗ, территориях промплощадок и во внешней среде; соблюдением предельно допустимых санитарных норм степени радиоактивного загрязнения на рабочих местах; индивидуальными уровнями внешнего и внутреннего облучения персонала; уровнями радиоактивности твердых и жидких от-

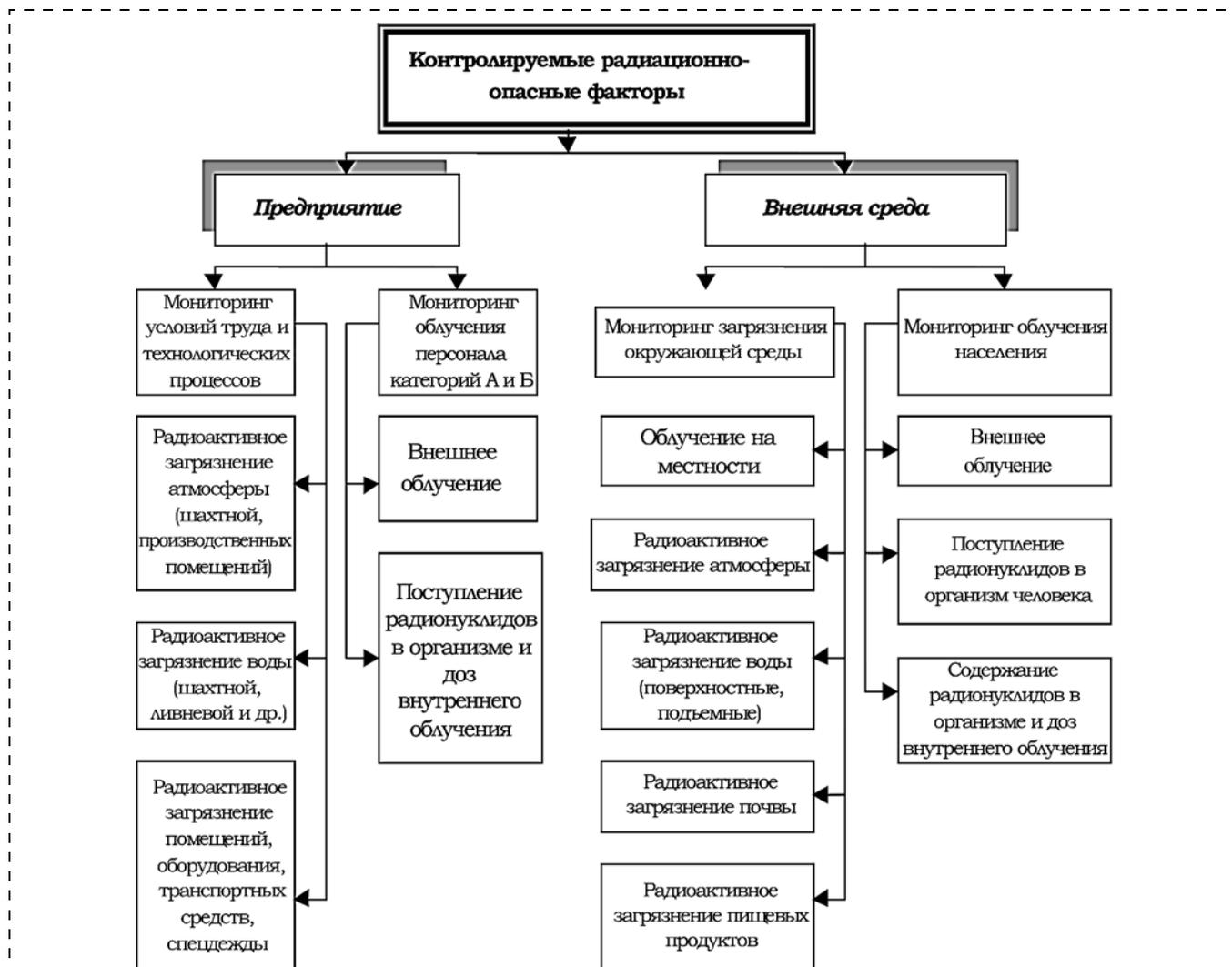


Рис. 3. Схема организации радиационного мониторинга

ходов. Радиоактивное загрязнение воздушной среды приведено в табл. 6. Максимальная эффективная индивидуальная дозовая нагрузка на население от действующих объектов ГП "ВостГОК" не превышает 0,12 мЗв/год, что соответствует нормам НРБУ-97. Разрешенный годовой выброс по рудной пыли составляет 11,574 т, а фактический — 4,812 т.

Мониторинг объектов окружающей природной среды, радиационной обстановки в населенных пунктах осуществляется посредством радиометр-дозиметров МКС-01Р, ДКС-96, дозиметров ДБГ-01Н, ДКС-90Н (в целях локализации радиоактивно загрязненных участков — радиометров СРП-68-01 и СРП-88Н), радиометров радона РГА-09, радио-

метрических установок САС-5, гамма-спектрометров на базе анализатора "Nokia" LP-4900В с ДГДК-80В.

Средства измерений и вспомогательное оборудование разработаны и серийно выпускаются фир-

Таблица 6

Характеристика радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха

| Наименование объекта           | Массовая концентрация пыли, мг/м <sup>3</sup> | Суммарная альфа-активность, Бк/м <sup>3</sup> |
|--------------------------------|---|---|
| Промплощадка ГМЗ               | 0,189   | $2,5 \cdot 10^{-3}$                           |
| Промплощадка "КБЖ"             | 0,49  | $3,0 \cdot 10^{-3}$                           |
| Промплощадка балки "Щ"         | 0,49  | $2,0 \cdot 10^{-3}$                           |
| СЗЗ ГМЗ                        | 0,1   | $1,2 \cdot 10^{-3}$                           |
| СЗЗ балки "Щ"                  | 0,2   | $2,0 \cdot 10^{-3}$                           |
| Жилая застройка г. Желтые Воды | 0,06  | $6,3 \cdot 10^{-4}$                           |



мами "Тетра" и "Позитрон GmbH" (г. Желтые Воды, Украина) и проходят госповерку [9–12]. Фирма "Позитрон GmbH" более 20 лет является ведущей в области разработки и изготовления приборов и автоматизированных систем радиационного контроля, используемых на предприятиях ядерного технологического цикла (ЯТЦ), атомных электростанциях (АЭС), специальных комбинатах по переработке и хранению радиоактивных отходов (РАО), в металлургии, пропускных пунктах на государственной границе, в научных исследованиях, медицине, экологическом мониторинге и предупреждения ядерного (радиационного) терроризма, а также на предприятиях урановой промышленности.

### Природоохранные мероприятия

Улучшение экологической обстановки на площадках горных предприятий достигается за счет планировочных и технологических мероприятий, включающих: организацию ливневой канализации для сбора поверхностных и профильтрованных через отвалы вод и подачи их на установку очистки шахтных вод; изоляцию поверхности отвалов почворастительным слоем, препятствующим пылевыделению и миграции радионуклидов от воздействия атмосферных осадков; рекультивацию загрязненных радионуклидами в процессе производственной деятельности локальных участков общей площадью 20 тыс. м<sup>2</sup>; реконструкцию установки очистки от урана и естественных радионуклидов шахтных вод и стоков дождевой канализации; применение многоступенчатого орошения выдаваемого воздуха на вентиляционных горизонтах; реконструкцию фильтра главной вентиляторной установки; восстановление систем аспирации в местах переработки горной массы; применение в производстве систем разработки, обеспечивающих селективную выемку руды, снижение показателей разубоживания руды; отработку запасов, обеспечивающих при минимальных объемах добычи потребность в готовой продукции, с переводом неотрабатываемых запасов в условно-балансовые; сортировку горной массы в шахте и использование ее для погашения пустот.

Планировочные и технологические мероприятия на Желтоводской промышленной площадке включают: создание лесозащитных насаждений в санитарно-защитных зонах ГМЗ, Хвостохранилища "КБЖ" и балки "Щ" (общая площадь 30 га); завершение работ по горнотехнической рекультивации хвостохранилища "КБЖ"; покрытие поверхностей "сухих" пляжей хвостохранилища балки "Щ" суглинком (по мере необходимости); реконструкцию систем газоочистки в отделениях приема, измельчения и сорбции; организацию второй

ступени очистки газов от рудной пыли и аэрозолей в отделении выщелачивания ГМЗ; "мокрое" доулавливание пыли в газах и их охлаждение после прокалочных печей и шнека подсушки в печном отделении ГМЗ; устройство систем орошения в складах руды и узлах ее перегрузки; использование гидропылеподавляющих систем для уменьшения пыления "сухих" пляжей хвостохранилища балки "Щ"; устройство установки жидкостной дезактивации оборудования на площадке складирования металлолома, загрязненного радиоактивными веществами; организация "сухого" складирования хвостов вместо традиционного наливного способа, используемого в хвостохранилище балки "Щ".

### Выводы

1. Улучшение экологической безопасности в зоне влияния урановых объектов достигается за счет разработки и внедрения новых методов, технологий и технических средств, обеспечивающих возможность использования для закладки местных некондиционных материалов и отходов производства, уменьшение расхода вяжущего, снижение затрат на добычу уранового сырья.

2. "Сухое" складирование хвостов вместо традиционного наливного способа включает комплекс подготовки хвостов к складированию, состоящий из корпуса обезвоживания, складов обезвоженных хвостов и цемента, узла приготовления раствора, сгустителей, конвейерных галерей и вспомогательных сооружений. При заполнении связанными хвостами всей существующей площади зеркала хвостохранилища на высоту 10 м и производительности ГМЗ до 1,5 млн т в год, продлевается срок его эксплуатации на 50 лет.

3. Радиационный мониторинг урановых объектов позволяет контролировать влияние шахт, ГМЗ, хвостохранилищ на природную среду региона. Предлагается расширить его сеть: создать четыре наблюдательных поста (по два) на реках Желтая и Зеленая в пределах зон наблюдения; восстановить и пробурить дополнительные наблюдательные скважины на территории ГМЗ для уточнения площади загрязнения подземных вод и распространения водоносных горизонтов, оборудование новыми приборами и автоматизированными системами радиационного контроля передвижной радиологической лаборатории.

*Работа выполнена по материалам докладов с участием авторов на XI и XII Международных конференциях "Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр" [17, 19].*

### Список литературы

1. **Ляшенко В. И.** Радиационная и социальная защита населения в регионе уранодобывающих и перерабатывающих предприятий // Цветная металлургия. — 1997. — № 10. — С. 26—32.
2. **Ляшенко В. И.** Охрана окружающей среды и человека в уранодобывающем регионе // Горный журнал. — 1999. — № 12. — С. 65—66.
3. **Добыча** и переработка урановых руд: Монография / Под общ. ред. А. П. Чернова. — Киев, "Адеф-Украина". — 2001. — 238 с.
4. **Коваленко Г. Д., Рудя К. Г.** Радиоэкология Украины. — Киев: "Київський Університет", 2001. — 167 с.
5. **Енергетична стратегія** України на період до 2030 року, ухвалена розпорядженням КМУ від 15.03.2006 р. № 145 р.
6. **Концепция** федеральной целевой программы "Развитие атомноэнергетического комплекса России на 2007—2010 годы и на перспективу до 2015 года". Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 15.07.06 г. № 1019-р.
7. **Ляшенко В. И., Люлько О. В., Стусь В. П.** Охрана окружающей среды и человека в уранодобывающих регионах: Монография / Днепропетровск: Пороги, 2003. — 642 с.
8. **Кошик Ю. И., Ляшенко В. И.** Научное сопровождение уранового производства в Украине // Экология довкілля та безпека життєвості. — 2006. — № 6. — С. 5—17.
9. **Ляшенко В. И., Дворецкий А. И., Ломакин П. И.** Охрана окружающей среды в зоне природного и техногенного радиационного загрязнения. — Днепропетровск: Гамалия, 2007. — 180 с.
10. **Ляшенко В. И., Жушман В. Н., Гурин А. А.** Природоохранные технологии и средства для пылеподавления поверхностей хвостохранилищ горно-металлургического производства // Цветная металлургия. — 2009. — № 12. — С. 3—13.
11. **Екологічна безпека** уранового виробництва: монографія / Ляшенко В. І., Топольний Ф. П., Мостшан М. І. і др. — Кіровоград: КОД, 2011. — 240 с.
12. **Стусь В. П., Ляшенко В. І.** Екологія довкілля та безпека життєвості населення у промисловому регіоні // Екологія і промисленість. — 2011. — № 2. — С. 23—31.
13. **Стусь В. П., Ляшенко В. І.** Екологія отруєної середовища і безпека життєвості населення в промисловому регіоні // Екологія і промисленість. — 2011. — № 2. — С. 23—31.
14. **Ляшенко В. И., Коваленко Г. Д.** Охрана окружающей природной среды при добыче и переработке урановых руд в Украине // Экология и промышленность. — 2011. — № 4. — С. 29—35.
15. **Ляшенко В. И., Топольний Ф. Ф., Лисова Т. С.** Экологическая безопасность уранового производства // Маркшейдерский вестник. — 2012. — № 2. — С. 56—63.
16. **Ляшенко В. И., Стусь В. П.** Охрана окружающей среды в зоне влияния уранового производства // Маркшейдерский вестник. — 2012. — № 3. — С. 55—60.
17. **Ляшенко В. И., Стусь В. П., Чекушина Е. В.** Охрана окружающей среды и населения в зоне влияния урановых объектов Украины // Тез. докл. XI междунар. конф. "Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр" (Усть-Каменогорск, Казахстан. 18—21 сент. 2012 г.). — М.: РУДН, 2013. — С. 196—198.
18. **Ляшенко В. И.** Радиационная и социальная защита населения в регионах уранодобывающих и перерабатывающих производств Украины // Безопасность труда в промышленности. — 2013. — № 2. — С. 55—62.
19. **Ляшенко В. И., Коваленко Г. Д., Чекушина Е. В.** Охрана окружающей среды при добыче и переработке урановых руд в Украине // Тез. докл. XII междунар. конф. "Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр" (Занджан, Иран, 16—22 сент. 2013 г.). — М.: РУДН, 2013. Т. 1. — С. 610—612.
20. **Стусь В. П., Ляшенко В. И.** Охрана окружающей природной среды и населения в зоне влияния урановых объектов // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 12. — С. 41—47.
21. **Ляшенко В. И.** Экологическая безопасность уранового производства в Украине // Горный журнал. — 2014. — № 4. — С. 113—116.

**V. I. Lyashenko**, Senior Researcher, Head of Department, e-mail: vi\_lyashenko@mail.ru, Ukrainian Scientific-Research and Design Institute of Industrial Technology, Zholti Vody, Ukraine,

**V. P. Stus'**, Professor, Head of Chair, Dnepropetrovsk Medical Academy of Ministry of Health of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine

## Environment in the Area of Influence Uranium Production

*Outlined radiological features of the environment in the zone of influence of uranium production. Brief characteristics of uranium facilities and evaluated their impact on the environment and humans. Described the concept of environmental (radiation) monitoring organizational and technical measures to reduce negative impacts on the environment and humans, radiation and social protection of the population living in the zone of influence of radiation-dangerous objects. It is of interest for specialists of mining and metallurgy, uranium and other industry, various agencies of the Central government and local government.*

**Keywords:** radioecology, environment, uranium production, environmental activities, radiation and social protection, population

### References

1. **Ljashenko V. I.** Radiacionnaja i social'naja zashhita naselenija v regione uranodobyvajushhijh i pererabatyvajushhijh predpriyatij. *Cvetnaja metallurgija*. 1997. N. 10. P. 26—32.
2. **Liashenko V. I.** Ohrana okruzhajushhej sredy i cheloveka v uranodobyvajushhem regione. *Gornyj zhurnal*. 1999. N. 12. P. 65—66.
3. **Dobycha** i pererabotka uranovyh rud: Monografija. Pod obshhej redakciej A. P. Chernova. Kiev: "Adef-Ukraina". 2001. 238 p.



4. Kovalenko G. D., Rudja K. G. Radiojekoologija Ukrainy. Kiev: "Kiivs'kij Universitet", 2001. 167 p.
5. Energetychna strategiya Ukrainy na period do 2030 roku, uxvalena rozporjadzhennyam KMU vid 15.03.2006 r. N. 145-r.
6. Konsepcija federal'noj celevoj programmy "Razvitie atomno-jenergeticheskogo kompleksa Rossii na 2007—2010 gody i na perspektivu do 2015 goda", utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 15.07.06 g. N. 1019-r.
7. Ljashenko V. I., Ljul'ko O. V., Stus' V. P. Ohrana okružhajushhej sredy i cheloveka v uranodobyvajushhih regionah: monografija. Dnepropetrovsk: Porogi, 2003. 642 p.
8. Koshik Ju. I., Ljashenko V. I. Nauchnoe soprovozhdenie uranovogo proizvodstva v Ukraine. *Ekologiya dovkillya ta bezpeka zhyt'yediyal'nosti*. 2006. N. 6. P. 5—17.
9. Ljashenko V. I., Dvoreckii A. I., Lomakin P. I. Ohrana okružhajushhej sredy v zone prirodnoho i tehnogennoho radiacionnoho zagryaznenija. Dnepropetrovsk: "Gamalija", 2007. 180 p.
10. Ljashenko V. I., Zhushman V. N., Gurin A. A. Prirodoohrannye tehnologii i sredstva dlja pylepodavlenija poverhnostej hvostohranilishh gorno-metallugicheskogo proizvodstva. *Cvetnaja metallurgija*. 2009. N. 12. P. 3—13.
11. **Ekologichna bezpeka** uranovogo vyrobnyctva: monografiya / V. I. Lyashenko, F. P. Topol'nyj, M. I. Mostipan y' dr. Kirovograd: Izdatel'stvo "KOD". 2011. 240 p.
12. Stus' V. P., Lyashenko V. I. Ekologiya dovkillya ta bezpeka zhyt'yediyal'nosti naselennya u promy'slovomu regione. *Jekologija i promyshlennost'*. 2011. N. 2. P. 23—31.
13. Stus' V. P., Ljashenko V. I. Jekologija okružhajushhej sredy i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti naselenija v promyshlennom regione. *Jekologija i promyshlennost'*. 2011. N. 2. P. 23—31.
14. Ljashenko V. I., Kovalenko G. D. Ohrana okružhajushhej prirodnoj sredy pri dobyche i pererabotke uranovyh rud v Ukraine. *Jekologija i promyshlennost'*. 2011. N. 4. P. 29—35.
15. Ljashenko V. L., Topol'nij F. F., Lisova T. S. Jekologicheskaja bezopasnost' uranovogo proizvodstva. *Markshejderskij vestnik*. 2012. N. 2. P. 56—63.
16. Ljashenko V. I., Stus' V. P. Ohrana okružhajushhej sredy v zone vlijanija uranovogo proizvodstva. *Markshejderskij vestnik*. 2012. N. 3. P. 55—60.
17. Ljashenko V. I., Stus' V. P., Chekushina E. V. Ohrana okružhajushhej sredy i naselenija v zone vlijanija uranovyh ob#ektov Ukrainy. *Tez. dokl. XI mezhdunar. konf. "Resursovosproizvodjashhie, maloohodnye i prirodoohrannye tehnologii osvoenija nedr" (Ust'-Kamenogorsk, Kazahstan. 18—21 sent. 2012 g.)*. M.: RUDN, 2013. P. 196—198.
18. Ljashenko V. I. Radiacionnaja i social'naja zashhita naselenija v regionah uranodobyvajushhih i pererabatyvajushhih proizvodstv Ukrainy. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2013. N. 2. P. 55—62.
19. Ljashenko V. I., Kovalenko G. D., Chekushina E. V. Ohrana okružhajushhej sredy pri dobyche i pererabotke uranovyh rud v Ukraine. *Tez. dokl. XII mezhdunar. konf. "Resursovosproizvodjashhie, maloohodnye i prirodoohrannye tehnologii osvoenija nedr" (Zandzhan, Iran, 16—22 sent. 2013 g.)*. M.: RUDN, 2013. T. 1. P. 610—612.
20. Stus' V. P., Ljashenko V. I. Ohrana okružhajushhej prirodnoj sredy i naselenija v zone vlijanija uranovyh ob#ektov. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2013. N. 12. P. 41—47.
21. Ljashenko V. I. Jekologicheskaja bezopasnost' uranovogo proizvodstva v Ukraine. *Gornyj zhurnal*. 2014. N. 4. P. 113—116.

## ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ SITUATION OF EMERGENCY

УДК 002.53

**К. В. Корнеев**, канд. техн. наук, вед. науч. сотр., e-mail: center\_kbg@mail.ru,  
**М. А. Иванова**, ст. науч. сотр., **В. А. Кудрявцев**, мл. науч. сотр., ВНИИ ГОЧС (ФЦ),  
Москва

### О преимуществах создания единого словаря терминов и определений в области гражданской обороны, защиты в чрезвычайных ситуациях, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах

В статье представлены результаты выполнения научно-исследовательской работы по научно-методическому сопровождению понятийного аппарата в области гражданской обороны, защиты в чрезвычайных ситуациях, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

**Ключевые слова:** система, стандартизация, словарь, термин, определение, население, безопасность, сопровождение, министерство, подразделение, актуализация, замена, разработка, обновление

Для обеспечения слаженной и результативной работы всех подразделений МЧС России необходимо наличие единого общепринятого понятийного аппарата. Неправильное понимание и интерпретация того или иного термина может снизить

эффективность выполнения научно-исследовательской работы МЧС России.

Рассмотрение и проработка определенной проблемной области, а также фиксация полученных результатов в целях последующего применения

должны проводиться только с использованием сложившегося понятийного аппарата.

Понятийный аппарат безопасности жизнедеятельности формируется на основе большого количества нормативных документов — отечественных и международных. В последние годы в нормативные правовые акты (далее — НПА) и нормативно-технические документы (далее — НТД) было внесено большое количество изменений. Подобные изменения периодически и регулярно затрагивают термины и определения.

Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций (ВНИИ ГОЧС (ФЦ)) МЧС России выполняет научно-исследовательскую работу (НИР) "Научно-методическое сопровождение понятийного аппарата в области гражданской обороны, защиты в чрезвычайных ситуациях, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах".

Целью данной работы являлось совершенствование информационно-аналитического обеспечения руководителей и специалистов органов управления территориальных и функциональных подсистем Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее — РСЧС) всех уровней, а также органов управления, территориальных органов и других подразделений МЧС России.

Одним из выходных результатов НИР является Электронный словарь терминов и определений в области гражданской обороны, защиты в чрезвычайных ситуациях, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах (далее — Электронный словарь). Ежегодная актуализация Электронного словаря, по сути, являлась проверкой его источников (НПА и НТД) на предмет внесения в них изменений или дополнений, которые затрагивали термины и определения.

Подобной проверке подвергались все документы, указанные в списке использованных источников версии Электронного словаря 2011 года. Термины и их определения из документов, прекративших свое действие до 1 января 2013 года, были изъяты. Все изменения терминов и определений, например, федеральных законов Российской Федерации, были внесены в Электронный словарь и отражены в списке использованных источников, в котором указана дата внесения последних изменений.

Если в 2011 г. Электронный словарь был только собран, то в 2012 г. уже 35 % его терминов и определений были изменены. В 2013 году была разработана версия Электронного словаря по состоянию нормативных документов на 1 сентября 2013 г. В табл. 1 показано количество документов, актуализированных по состоянию на 1 сентября 2012 и 2013 г.

Таблица 1

Количество документов, актуализированных по состоянию на 1 сентября 2012 и 2013 гг.

| Виды нормативных документов              | Количество документов: |         |                   |         |                          |         |
|--|------------------------|---------|-------------------|---------|--------------------------|---------|
|  | вновь введенных        |         | актуализированных |         | оставшихся без изменений |         |
|  | 2012 г.                | 2013 г. | 2012 г.           | 2013 г. | 2012 г.                  | 2013 г. |
| Федеральные конституционные законы       | —                      | —       | —                 | —       | 2                        | 2       |
| Федеральные законы                       | 17                     | 9       | 43                | 70      | 25                       | 14      |
| Постановления Правительства РФ           | 12                     | 17      | 17                | 36      | 30                       | 23      |
| Указы Президента РФ                      | 3                      | 1       | 1                 | 6       | 7                        | 3       |
| Распоряжения Правительства РФ            | 1                      | —       | —                 | —       | 4                        | 6       |
| Постановления Пленума Верховного Суда РФ | —                      | —       | —                 | —       | 1                        | 1       |
| Кодексы РФ                               | 2                      | —       | 4                 | 6       | —                        | —       |
| Конвенции, протоколы (международные)     | 2                      | 6       | —                 | —       | 12                       | 19      |
| Договоры (международные)                 | —                      | —       | —                 | —       | 3                        | 4       |
| Международные стандарты                  | —                      | —       | —                 | —       | 12                       | 13      |
| Технические регламенты Таможенного союза | 9                      | 9       | —                 | —       | —                        | 25      |
| Стандарты СЭВ (СТ СЭВ)                   | —                      | —       | —                 | —       | 1                        | 1       |
| Межгосударственные стандарты (ГОСТ)      | 11                     | 1       | —                 | 23      | 98                       | 97      |
| Национальные стандарты РФ (ГОСТ Р)       | 14                     | 44      | —                 | 5       | 110                      | 147     |
| Методические рекомендации (МР)           | 1                      | —       | —                 | —       | 7                        | 1       |



Продолжение табл. 1

| Виды нормативных документов                             | Количество документов: |         |                   |         |                          |         |
|---|------------------------|---------|-------------------|---------|--------------------------|---------|
|   | вновь введенных        |         | актуализированных |         | оставшихся без изменений |         |
|   | 2012 г.                | 2013 г. | 2012 г.           | 2013 г. | 2012 г.                  | 2013 г. |
| Рекомендации по стандартизации (Р)                      | 1                      | —       | —                 | —       | 3                        | 4       |
| Методические указания (МУ)                              | 1                      | —       | —                 | —       | 7                        | 11      |
| Методические указания по методам контроля (МУК)         | 1                      | —       | —                 | —       | 1                        | 2       |
| Нормы пожарной безопасности (НПБ)                       | —                      | —       | —                 | —       | 1                        | 2       |
| Нормы радиационной безопасности (НРБ, НП)               | 2                      | 5       | —                 | —       | 4                        | 14      |
| Правила безопасности (ПБ)                               | 3                      | —       | —                 | —       | 3                        | 5       |
| Правила по метрологии (ПР)                              | 1                      | —       | —                 | —       | —                        | 1       |
| Руководства (Р)   | 1                      | —       | —                 | —       | 1                        | 3       |
| Руководства по безопасности (РБ)                        | 1                      | —       | —                 | —       | 1                        | 5       |
| Руководящие документы (РД)                              | -                      | —       | —                 | —       | 18                       | 24      |
| Санитарные правила и нормы (СанПиН)                     | —                      | —       | 1                 | —       | 4                        | 11      |
| Санитарные нормы (СН)                                   | —                      | —       | —                 | —       | 3                        | 3       |
| Своды правил и строительные нормы и правила (СП и СНиП) | 64                     | 56      | 6                 | 10      | 27                       | 88      |
| Санитарные Правила (СП)                                 | 1                      | 0       | —                 | 1       | 3                        | 5       |
| Ведомственные документы                                 | 6                      | 1       | —                 | —       | 2                        | 6       |
| Ведомственные стандарты                                 | 1                      | —       | —                 | —       | 2                        | 3       |
| Методические документы                                  | 1                      | —       | —                 | —       | 17                       | 18      |
| Приказы   | 2                      | —       | —                 | —       | 7                        | 12      |
| Статьи, монографии                                      | 20                     | 1       | —                 | —       | 12                       | 34      |
| Итого: (документов)                                     | 178                    | 150     | 72                | 157     | 428                      | 558     |

Количество вновь введенных и актуализированных документов на 2012 г. составило 35 % от общего числа документов. На 1 сентября 2013 г. количество вновь введенных и актуализированных документов составило соответственно 17,5 и 18,1 % (всего 35,6 %).

Расширение терминологического поля Электронного словаря версии 2013 года произошло за счет рассмотренных ниже факторов.

1. *Появление новых НПА, посвященных решению задач МЧС России различных направлений.*

За период с 2012 по 2013 гг. терминологическая база Электронного словаря пополнилась новыми терминами с их определениями из вновь разработанных и опубликованных нормативных правовых актов и нормативно-технических документов. Разработка новых нормативных правовых актов Российской Федерации вызвала появление терминов, которые до этого времени не были стандартизованы.

Изменениями, внесенными в Федеральный закон РФ от 21.12.1994 № 68-ФЗ "О защите населе-

ния и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" (ред. 2.07.2013), определены новые термины: "**Оповещение населения о чрезвычайных ситуациях**"; "**Информирование населения о чрезвычайных ситуациях**"; "**Комплексная система экстренного оповещения населения об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций**"; "**Зона экстренного оповещения населения**".

Изменениями Федерального закона РФ от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. 4.03.2013) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" определен термин: "**Обоснование безопасности опасного производственного объекта**".

Изменениями Федерального закона РФ от 6.03.2006 № 35-ФЗ (ред. 23.07.2013) "О противодействии терроризму" определены термины: "**Анти-террористическая защищенность объекта (территории)**", "**Место массового пребывания людей**", что лишний раз подчеркивает актуальность борьбы с терроризмом, так как уровень террористической угрозы сопоставим с уровнем военной.

## 2. Расширение круга задач, стоящих перед МЧС России и его структурными подразделениями.

Структурные изменения в системах РСЧС и МЧС России вызвали появление новых понятий, которые выражены новыми терминами и определениями, например: "**Спасательные воинские формирования МЧС России**"; "**Общественные аварийно-спасательные формирования**"; "**Военизированные горноспасательные части, находящиеся в ведении МЧС России**" [1—4].

## 3. Появление технических регламентов Таможенного Союза.

Введение технических регламентов Таможенного Союза (далее — ТР ТС) вызвало необходимость заменить все термины-синонимы, применяемые в Российской Федерации до даты введения ТР ТС, терминами и определениями, действующими на территории Таможенного союза. При отсутствии в национальных стандартах РФ таких терминов следует ввести термины и определения из ТР ТС, например:

**Безопасность:** отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью причинения вреда и (или) нанесения ущерба (ТР ТС 006/2011);

**Риск:** сочетание вероятности причинения вреда и последствий этого вреда для жизни или здоровья человека, имущества, окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений (ТР ТС 007/2011);

**Система вызова экстренных оперативных служб:** система, выполняющая функции устройства вызова экстренных оперативных служб, обеспечивающая передачу сообщения о транспортном средстве при дорожно-транспортном и ином происшествии в автоматическом режиме (ТР ТС 018/2011).

## 4. Активная переработка сводов правил в строительной отрасли.

Важным исходным материалом для данной работы являются своды правил строительной отрасли (далее — СП), так как в каждом СП имеется раздел "Термины и определения основных понятий".

Актуализация строительных стандартов, в результате которой СП приобрели четкую структуру стандарта — во многих из них появился раздел "Термины и определения". На основании этой переработки стало возможным дополнить Электронный словарь некоторыми новыми терминами и определениями, например:

**Воздействия:** нагрузки, изменения температуры, влияние на строительный объект окружающей среды, действие ветра, осадка оснований, смещение опор, деградация свойств материалов во времени и другие эффекты, вызывающие изменения напряженно-деформированного состояния строительных конструкций;

**Износостойкость:** свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных

условиях эксплуатации или испытаний — по СП 46.13330.2012;

**Разрыв зооветеринарный:** минимальное расстояние между животноводческими предприятиями, зданиями и сооружениями по переработке зерна, препятствующее распространению инфекционных и инвазионных заболеваний животных и человека — по СП 107.13330.2012;

**Сдвигание земной поверхности:** перемещение и деформирование земной поверхности (массива горных пород) вследствие нарушения его естественного равновесия при ведении горных работ — по СП 21.13330.2012.

## 5. Принятие международных документов в Российской Федерации.

Международные нормативные документы, актуализированные в Российской Федерации, рекомендуют применение своих терминов с их определениями, например: Международные медико-санитарные правила (ММСП-2005) / ВОЗ, Женева. 2005 г., ратифицированные в РФ.

## 6. Появление новых направлений научных исследований.

Изучение возможностей по использованию богатств арктического шельфа и строительству подводных газопроводов привело к появлению следующих терминов и определений:

**Воздействие шельфового льда и айсбергов:** если толща льда превышает глубину моря, айсберги оказывают активное воздействие на дно океана в виде борозд выпахивания или формирования серповидных валов, формирующихся переддвигающимся айсбергом на дне моря;

**Газовые фонтаны:** области разгрузки газов, связанные с подводными вулканами, включая грязевые, с горизонтами газогидратов, с месторождениями или скоплениями углеводородов, а также другими источниками, природа которых не всегда понятна;

**Крип:** медленное и постоянное сползание неконсолидированных частей осадочного чехла по склонам под действием гравитационных сил, представляющее опасность для подводных инженерных сооружений;

**Обвалы подводные:** гравитационные явления на крутых склонах в рифтовых долинах и каньонах, в результате действия которых формируются осыпи, сложенные угловатыми обломками метровой размера;

**Оползни подводные:** гравитационные явления, часто встречающиеся как на побережьях, так и на континентальных склонах всех океанов;

**Потоки мутьевые (суспензионные потоки, турбидные течения):** гравитационные явления, характеризующиеся повышенной плотностью за счет обогачивания воды взвесями;

**Потоки обломочные (подводные):** движущаяся под действием гравитационных сил масса облом-



ков пород и фрагментов осадочного чехла, в которой больше половины частиц крупнее песчаной размерности [5].

7. *Издание шести новых национальных стандартов систем "Гражданская оборона" и "БЧС".*

К 1 сентября 2013 года было издано шесть национальных стандартов систем "Гражданская оборона" и "БЧС", разработанные в МЧС России, перечень которых представлен в табл. 2. Термины и определения из этих стандартов, относящиеся к области гражданской обороны и защиты в чрезвычайных ситуациях, также были введены в Электронный словарь.

8. *Замена ГОСТ 27.002—89 на ГОСТ 27.002—2009.*

Замена основополагающего межгосударственного стандарта ГОСТ 27.002—89 "Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения" новым стандартом ГОСТ 27.002—2009 "Надежность в технике. Термины и определения" с другим видением предмета вызвала изменение не только дефиниций, но и утрату некоторых терминов (**контроль надежности, основной элемент, назначенный срок службы, назначенный срок хранения**) или введение новых (**верификация, дерево неисправностей, испытание приемочное и др., ошибка человека, полный отказ**).

9. *Разработка большого количества новых национальных стандартов "Системы стандартов безопасности труда (ССБТ)".*

10. *Обновление множества отраслевых нормативных документов, например, "Нормы радиационной безопасности" (НРБ-99/2009).*

11. *Разработка отдельных нормативно-технических документов.*

Разработка отдельных нормативно-технических документов вызвала появление новых терми-

нов или более подходящих определений уже существовавших терминов, например:

**Стресс профессиональный (стрессовое состояние при работе):** особое функциональное состояние организма человека, связанное с воздействием выраженных нервно-эмоциональных нагрузок, которое характеризуется гиперактивацией или угнетением регуляторных физиологических систем организма, развитием состояния напряжения или утомления, а также, при кумуляции неблагоприятных сдвигов, перенапряжения или переутомления (МР 2.2.9.2311-07).

12. *Появление актуализированных норм СанПиН 2.6.1.2523—09.*

13. *Изменения в ведомственных нормативных документах.*

В ведомственных нормативных документах предложены новые термины и определения:

**Культура безопасности:** всестороннее понимание важности разнообразных проблем безопасности для жизни и будущего развития человечества и целенаправленная деятельность по грамотному решению этих проблем (СО 34.21.307—2005);

**Культура безопасности:** квалификационная и психологическая подготовленность персонала в области безопасности на предприятиях ядерного топливного цикла (РБ-047—08);

**Зона охранный метрополитена:** участок городской территории, расположенный над действующим подземным сооружением метрополитена и в непосредственной близости от него, возможность использования которого для нового строительства, прокладки дорог, коммуникаций, бурения скважин и т. п. должна согласовываться с администрацией метрополитена — по СТО НОСТРОЙ 2.27.17—2011.

14. *Издание новых монографий и статей.*

Таблица 2

Новые национальные стандарты систем "Гражданская оборона" и "БЧС", изданные в 2012—2013 гг.

| Наименование национального стандарта   | Дата введения |
|--|---------------|
| ГОСТ Р 55059—2012 БЧС. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Термины и определения / Приказ Росстандарта № 724-ст от 12.11.2012  | 01.09.2013    |
| ГОСТ Р 55198—2012 Гражданская оборона. Конструктивные расчеты несущих элементов защитных сооружений гражданской обороны. Общие требования / Приказ Росстандарта № 1190-ст от 26.11.2012  | 01.06.2014    |
| ГОСТ Р 55199—2012 Гражданская оборона. Оценка эффективности топологии оконечных устройств оповещения населения. Общие требования к проектированию / Приказ Росстандарта № 1191-ст от 26.11.2012  | 01.12.2012    |
| ГОСТ Р 55200—2012 Гражданская оборона. Степень ослабления проникающей радиации ограждающими конструкциями защитных сооружений гражданской обороны. Методы расчета / Приказ Росстандарта № 1192-ст от 26.11.2012  | 01.06.2014    |
| ГОСТ Р 55201—2012 БЧС. Порядок разработки перечня мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при проектировании объектов капитального строительства / Приказ Росстандарта № 1193-ст от 26.11.2012 | 01.07.2013    |
| ГОСТ Р 55446—2013 БЧС. Средства индивидуальной защиты органов дыхания населения и спасателей в чрезвычайных ситуациях. Классификация / Приказ Росстандарта № 1189-ст от 26.11.2012   | 01.10.2013    |

Монографии и статьи внесли свои термины и определения:

**Гражданская защита:** комплекс мероприятий по защите населения, окружающей среды, материальных, культурных ценностей в различного рода кризисных ситуациях, в том числе от ЧС мирного и военного времени [6];

**Радиотревожность:** эмоциональное и психологическое состояние человека, при котором он субъективно завышает объективно существующую, но чаще всего незначительную для здоровья опасность радиационного воздействия [7].

### Выводы

Актуальность данной работы сложно переоценить. В настоящее время к теме безопасности в самых разных направлениях приковано внимание всех без исключения ветвей власти. В издаваемых многочисленных нормативных правовых актах постоянно вводятся новые понятия и вносятся изменения в понимание уже существующих.

Стандартизованная терминология устраняет ряд экономических и научно-технических барьеров между специалистами различных профилей из разных стран, ведет к снижению издержек производства, уменьшению расходов на ведение переговоров, оформлении документов, т. е. повышает эффективность как национальной, так и мировой экономики, способствует дальнейшему развитию науки и техники, социальному прогрессу.

В мировой практике признано, что результаты стандартизации научно-технической терминологии в различных сферах деятельности являются национальным достоянием, так как упорядоченная терминология — это необходимая основа для развития любых областей знаний и интеллектуальных ресурсов [8].

Представляется возможным ежегодное размещение на официальном сайте МЧС России новой

версии актуализированного словаря терминов и определений. Подобная практика может повысить терминологическую информированность сотрудников МЧС России и других специалистов в области гражданской обороны, защиты в чрезвычайных ситуациях, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

### Список литературы

1. **Указ** Президента РФ от 30.09.2011 № 1265 (ред. от 01.07.2014) "О спасательных воинских формированиях Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий" (вместе с Положением о спасательных воинских формированиях Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий).
2. **Постановление** Правительства РФ от 23.12.2011 № 1113 (ред. от 05.05.2014) "О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам организации деятельности спасательных воинских формирований Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий".
3. **Постановление** Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 (ред. от 15.02.2014) "О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций".
4. **Постановление** Правительства Российской Федерации от 28.01.2012 № 45 "Об утверждении Положения о военизированных горноспасательных частях, находящихся в ведении Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий".
5. **Мазарович А. О.** Реальные и потенциальные геологические опасности на ложе, склонах и шельфе мирового океана // Вестник РАН. — 2012. — № 8. — С. 719—725.
6. **Воробьев Ю. Л.** Актуальные проблемы гражданской защиты // Актуальные проблемы гражданской защиты. Материалы XI международной научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Москва. 18—20 апреля 2006 г. МЧС России. — Н. Новгород: Вектор-ТиС, 2006.
7. **Пособие** "Радиотревожность населения загрязненных территорий и меры по ее снижению". Инструктивно-методическое письмо Роспотребнадзора от 28.04.2009 г. № 2527/09-СН.
8. **Лукьянович А. В., Иванова М. А., Кудрявцев В. А.** О необходимости разработки национальных стандартов в области формирования культуры безопасности жизнедеятельности // Технология гражданской безопасности. — 2013. — № 1 (35).

**K. V. Korneev**, Leading Researcher, e-mail: center\_kbg@mail.ru,  
**M. A. Ivanova**, Senior Researcher, **V. A. Kudryavtsev**, Junior Researcher, All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies of Russia (Federal Centre for Science and High Technologies), Moscow

## Benefits of Creating a Common Vocabulary of Terms and Definitions in the Field of Civil Defense, Emergency, Fire Safety and Security on Water Bodies

*The article presents the results of research on scientific and methodological support of the conceptual apparatus in the field of civil defense, emergency, fire safety and the safety of people on the water bodies.*

*Standardized terminology eliminates a number of economic and scientific-technical barriers between different specialists from different countries. Also, this kind of solution can draw the way to lower production costs as well, as it can*



decrease the negotiation costs. The unified and one-style documents forming increases the efficiency of both national and global economies, contributes to the further development of science, technology and social progress.

The placement of a new version of the annually updated glossary of terms and definitions on the official website of the Russian Emergencies Ministry seems to be really possible. This practice may increase the terminological awareness of employees Russian Emergencies Ministry.

**Keywords:** system, standardization, dictionary, terms, definitions, population, security, maintenance, ministry, department, update, change, development, terminological awareness, social progress, specialists, scientific-technical barriers, production costs

#### References

1. **Ukaz** Prezidenta RF ot 30.09.2011 N. 1265 (red. ot 01.07.2014) "O spasatelnykh voinskikh formirovaniyakh Ministerstva Rossiyskoy Federatsii po delam grazhdanskoy oborony, chrezvychaynym situatsiyam i likvidatsii posledstviy stihnykh bedstviy" (vmeste s "Polozheniem o spasatelnykh voinskikh formirovaniyakh Ministerstva Rossiyskoy Federatsii po delam grazhdanskoy oborony, chrezvychaynym situatsiyam i likvidatsii posledstviy stihnykh bedstviy").
2. **Postanovlenie** Pravitelstva RF ot 23.12.2011 N. 1113 (red. ot 05.05.2014) "O vnesenii izmeneniy v nekotorye akty Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii po voprosam organizatsii deyatel'nosti spasatelnykh voinskikh formirovaniy Ministerstva Rossiyskoy Federatsii po delam grazhdanskoy oborony, chrezvychaynym situatsiyam i likvidatsii posledstviy stihnykh bedstviy".
3. **Postanovlenie** Pravitelstva RF ot 30.12.2003 N. 794 (red. ot 15.02.2014) "O edinoy gosudarstvennoy sisteme preduprezhdeniya i likvidatsii chrezvychaynykh situatsiy".
4. **Postanovlenie** Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii ot 28.01.2012 N. 45 "Ob utverzhdenii Polozheniya o voenizirovannykh gornospasatelnykh chastyakh, nahodyaschihsya v vedenii Ministerstva Rossiyskoy Federatsii po delam grazhdanskoy oborony, chrezvychaynym situatsiyam i likvidatsii posledstviy stihnykh bedstviy".
5. **Mazarovich A. O.** Realnyie i potentsialnyie geologicheskie opasnosti na lozhe, sklonah i shelfe mirovogo okeana. *Vestnik RAN*. 2012. N. 8. P. 719–725.
6. **Vorobev Yu. L.** Aktualnyie problemyi grazhdanskoy zaschityi. *Aktualnyie problemyi grazhdanskoy zaschityi. Materialy XI mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii po problemam zaschityi naseleniya i territoriy ot chrezvychaynykh situatsiy*. Moskva. 18–20 aprelya 2006 g. MChS Rossii. N. Novgorod: Vektor-TiS, 2006.
7. **Posobie** "Radiotrezozhnost naseleniya zagryaznennykh territoriy i meryi po eyo snizheniyu". Instruktivno-metodicheskoe pismo Rospotrebnadzora ot 28.04.2009 g. N. 2527/09-SN.;
8. **Lukyanovich A. V., Ivanova M. A., Kudryavtsev V. A.** O neobhodimosti razrabotki natsionalnykh standartov v oblasti formirovaniya kulturyi bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti. *Tekhnologiya grazhdanskoy bezopasnosti*. 2013. N. 1 (35).

## ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ FIRE SAFETY

УДК 614.841.3 УДК 614.842.618

**С. И. Благинин**<sup>1</sup>, нач. сектора, e-mail: demilano@mail.ru, **В. Ф. Каблов**<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф., директор, **А. Л. Суркаев**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой, **А. В. Синьков**, канд. техн. наук, доц.<sup>1</sup>, директор<sup>2</sup>, **Е. П. Бойцов**<sup>1</sup>, магистрант,

<sup>1</sup> Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного высшего технического университета

<sup>2</sup> Малое инновационное предприятие ООО "ЦЭБЭ", г. Волжский

### Применение беспилотного летательного аппарата для тушения точечных пожаров и возгораний

Рассмотрен способ тушения точечных пожаров и возгораний в пожароопасный период, ликвидации очага начинающегося пожара путем сброса сыпучего огнезащитного материала с применением зависающего в воздухе беспилотного летательного аппарата типа вертолет. Предложен сброс огнезащитного материала производить с помощью специализированного подвешного оборудования, размещенного на беспилотном вертолете и состоящего из аэрлотка для сыпучего материала и гофрированных боковых стенок, которые во время сброса вертикально раскрываются вниз, образуя подающую трубу для сыпучего огнезащитного материала. Отмечено, что таким образом сыпучий огнезащитный материал доставляется к месту сброса в полном объеме без потерь и обеспечивается максимально точное воздействие на очаг возгорания.

**Ключевые слова:** способ тушения, беспилотный летательный аппарат, вертолет, подвешное оборудование, аэрлоток, гофрированные боковые стенки, огнезащитные материалы

## Введение

Периодические и многочисленные пожары и возгорания на территории РФ предполагают поиск новых видов, способов, устройств и альтернативных транспортных средств доставки пожаротушащих и огнезащитных материалов для эффективной борьбы с огнем.

Целью данной работы является рассмотрение модели и способа применения беспилотного летательного аппарата типа вертолет для тушения точечных пожаров и возгораний в пожароопасный период, а также для ликвидации очага начинающегося пожара с помощью сыпучих материалов.

## Методы тушения точечных пожаров и возгораний

На сегодняшний день самым распространенным методом тушения точечных пожаров и возгораний является выезд пожарной машины непосредственно к месту возникшего очага. Даже для того чтобы малый точечный очаг или пятно возгорания не переросло в большой пожар используется традиционная автомобильная техника в виде пожарной машины или ранцевый огнетушитель у членов команды или волонтеров. Ландшафт местности и удаленность очага пожара, в том числе небольшого, не всегда допускает возможность использования автомобиля с командой или услуг местных волонтеров.

Новизной предлагаемого способа является использование беспилотного летательного аппарата типа вертолет (беспилотного вертолета), укомплектованного специальным подвесным оборудованием для подавления точечных пожаров и возгораний без непосредственного контакта человека с огнем. Использование беспилотного вертолета экономично и может применяться на стационарных и передвижных постах наблюдения или в населенных пунктах, не имеющих традиционной колесной или авиационной пожарной техники.

Предлагается осуществлять сброс на очаг пожара огнетушащих материалов — ингибиторов горения [1–3] с помощью специального навесного оборудования — устройства, размещенного непосредственно на беспилотном вертолете. Это позволяет эффективно подавлять очаги точечных пожаров и возгораний в пожароопасный период, а также, провести ликвидацию очага начинающегося пожара сыпучими огнетушащими материалами.

## Модель технического решения

Предлагается сконструировать и установить на беспилотный вертолет специализированное оборудование для сброса сыпучих материалов — рис. 1 и 2 (см. 3-ю стр. обложки). Устройство содержит горизонтально расположенный бак для сыпучего материала с набором аэролотков 1 (см. рис. 1) [4],

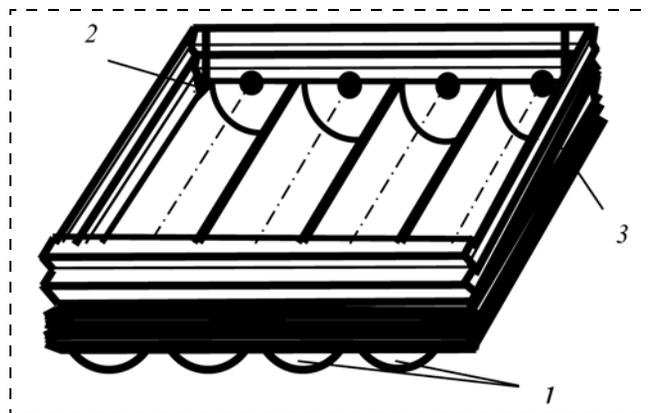


Рис. 1. Набор аэролотков с гофрированными боковыми стенками в сложенном виде

имеющих форму полуцилиндров, закрепленных на раме 2, с возможностью осевого вращения в момент сброса сыпучего материала, причем, бак снабжен защитным коробом с горизонтально гофрированными боковыми стенками 3, установленными на раме с возможностью вертикального раскрытия стенок в момент сброса сыпучего материала [5].

Конструкция бака обеспечивает возможность быстро, компактно и равномерно сбросить огнетушащий материал на обрабатываемый участок. Имеющийся защитный короб позволяет защитить сыпучий огнетушащий материал в аэролотках от воздушных потоков при транспортировке огнетушащего материала к месту возгорания и в момент сброса сыпучего материала.

На земле и во время полета (рис. 3 — см. 3-ю стр. обложки) снаряженного беспилотного летательного аппарата горизонтально гофрированные боковые стенки защитного короба раскрыты вверх (сложены) относительно рамы, а нижняя часть горизонтально гофрированных боковых стенок защитного короба зафиксирована на раме в собранном положении. Таким образом, стенки защищают огнетушащий сыпучий материал от воздействия воздушных потоков во время движения, сохраняя весь загруженный в аэролотки огнетушащий сыпучий материал. В процессе тушения возгораний горизонтально гофрированные боковые стенки раскрываются вниз относительно рамы и таким образом образуют подающую трубу для сыпучего материала, тем самым, предотвращая воздействие на сыплющийся огнетушащий материал как воздушных потоков, создаваемых зависающим в воздухе летательным аппаратом, так и бокового ветра. Поэтому, сыпучий материал доставляется к месту сброса в полном объеме, в результате обеспечивается максимально точное воздействие на очаг возгораний, что позволяет повысить эффективность тушения точечных пожаров и возгораний в пожароопасный период и ликвидировать очаг начинающегося



пожара. Горизонтально гофрированные стенки изготавливаются из легкого и плотного огнестойкого материала, что позволяет при необходимости приблизить подающую трубу максимально к пламени пожара, увеличивая точность воздействия.

Технические данные предлагаемого беспилотного вертолета:

- питание — бортовая аккумуляторная батарея;
- дальность полета — 2 км;
- автономность полета — 30 мин;
- масса навесного оборудования — 4 кг;
- полезная нагрузка (огнетушащий материал) — 6 кг;
- площадь тушения загорания — 3...5 м<sup>2</sup>;
- высота тушения пожара — 3...5 м в зависимости от высоты пламени;
- рабочая длина подающей гофрированной трубы — до 4 м.

При полете и зависании беспилотного летательного аппарата над очагом точечного пожара или возгорания происходит дистанционное снятие оператором защелок с фиксаторов на раме, вертикальное раскрытие горизонтально гофрированных боковых стенок и образование подающей трубы для сыплющегося огнетушащего материала (рис. 4 — см. 3-ю стр. обложки), осевой поворот аэролотков и сброс разовой порции сыпучего огнетушащего материала через подающую трубу короба на объект точечного пожара и возгорания.

В тоже время уже известен беспилотный вертолет Scout B1-100 [6] (рис. 5 — см. 3-ю стр. обложки), технические характеристики которого следующие:

- тип двигателя — бензиновый с воздушным охлаждением;
- объем топливного бака — 10 л;
- автономность полета — 90 мин;
- масса пустого вертолета — 50 кг;
- масса полезной нагрузки — 18 кг;
- максимальная высота полета над уровнем моря — 500 м. Данные о дальности полета отсутствуют.

В качестве преимуществ вертолета Scout B1-100 производителем указывается его нечувствительность к порывам ветра, высокая надежность и модульность конструкции, маневренность, транспортабельность и ремонтпригодность.

Известен также еще один беспилотный вертолет конструкторского бюро "КБ ИНДЕЛА" из Республики Беларусь — "INDELA COUNTRY" [7] (рис. 6 — см. 3-ю стр. обложки). Этот вертолет относится к классу легких беспилотных вертолетов, который позиционируется как беспилотный летательный аппарат для выполнения авиационных химических работ. Технические характеристики его следующие:

- тип двигателя — четырехтактный двухцилиндровый водяного охлаждения с сухим картером;

- объем топливного бака — 7 л;
- автономность полета — 60 мин;
- масса вертолета — 80 кг;
- масса полезной нагрузки — 24 кг;
- мощность электропитания, выделяемого для полезной нагрузки по цепи 27 В — 400 Вт.

Данные беспилотные вертолеты можно использовать как прототипы при дальнейшем конструировании и модернизации предлагаемого авторами летательного аппарата и способа тушения.

### Результаты исследований и практическая значимость

Данная НИОКР относится к перечню критических технологий РФ — "Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера". В результате продолжающихся исследований получены патенты РФ на полезную модель № 145287 [4], а также положительное решение на заявку № 2014128170 [5]. Для выполнения научно-исследовательских, проектно-конструкторских и инженерных работ, а также производства опытных образцов планируется привлечь малое инновационное предприятие при вузе. В настоящее время вузом разработан и испытан огнезащитный материал (фосфорборсодержащий олигомер — ФБО), который является эффективным ингибитором горения. Его действие основано на уменьшении горючих продуктов распада полимера и увеличении количества воды, при этом воздействие на живую среду абсолютно безопасно. В процессе проектирования и изготовления элементов беспилотного летательного аппарата и подвесных конструкций для сброса сыпучих огнетушащих материалов используются преимущества аддитивных технологий и технологий цифрового производства с применением 3D-печатающих устройств малого инновационного предприятия вуза.

Данное техническое решение является экономичным, эффективным, современным и позволяет повысить эффективность тушения точечных пожаров и возгораний в пожароопасный период без непосредственного контакта человека с огнем.

### Список литературы

1. Каблов В. Ф., Бондаренко С. Н., Жидков А. Н., Василькова Л. А. Огнестойкое покрытие на основе карбоксиметилцеллюлозы и фосфорборсодержащего олигомера // Стратегия качества в промышленности и образовании: сб. пленар. докл. IV междунар. конф. (Варна, Болгария, 30 мая — 06 июня 2008 г.). — Варна, 2008. — Т. 1.
2. Бондаренко С. Н., Каблов В. Ф., Кейбал Н. А., Крекалева Т. В. Синтез и применение фосфорборсодержащих олигомеров // Олигомеры—2009: тез. докл. X междунар. конф. по химии и физикохимии олигомеров. Волгоград, 7—11 сент. 2009 г. — Волгоград, 2009. — С. 199.
3. Суркаев А. Л., Каблов В. Ф., Благинин С. И., Генералов С. А., Кабаков А. П., Кобышев А. Б. Применение малого авиационного транспорта и современных огнезащитных материалов для создания противопожарных полос // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 9. — С. 54—56.

4. **Суркаев А. Л., Каблов В. Ф., Благинин С. И.** Устройство для сброса сыпучих материалов с летательного аппарата. Патент № 145287, МПК В64D1/16, 20.09.2014.
5. **Суркаев А. Л., Каблов В. Ф., Благинин С. И.** Устройство для сброса сыпучих материалов с летательного аппарата. Заявка № 2014128170. Приоритет от 09.07.2014.

6. Aeroscout — беспилотные авиационные технологии. URL: <http://www.aeroscout.ch> (дата обращения 19.12.2014).
7. Конструкторское бюро "КБ ИНДЕЛА". URL: [http://www.indelauav.com/product\\_COUNTRY.html](http://www.indelauav.com/product_COUNTRY.html) (дата обращения 23.12.2014).

**S. I. Blaginin**, Head of Sector, e-mail: [blaginin@volpi.ru](mailto:blaginin@volpi.ru), **V. F. Kablov**, Professor, **A. L. Surkaev**, Associst Professor, Head of Chair, **A. V. Sinkov**, Associat Professor, **E. P. Boytsov**, Undergraduate, Vozhsky Polytechnic Institute (branch) of Volgograd State Technical University

## Unmanned Aircraft for Fighting Spot Fires

*Considered the way to suppression fires and spot fires in fire-dangerous period and elimination of the source of fire starting by using unmanned aircraft type helicopter and the bulk fireproofing material. Discharge of fireproofing material is made with the help of specialized outboard equipment placed on unmanned helicopter. Overhead equipment comprises the set of air-trays bulk material and corrugated sidewalls that during discharge vertically downwards disclosed and forming pipe for supplying particulate material extinguishing. Thus, the particulate fireproofing material is delivered to the place of discharge to full lossless and just impact on the seat of the fire.*

**Keywords:** way to suppression fires, unmanned aircraft, helicopter, overhead equipment, airtrough, corrugated sidewalls, bulk fireproofing materials

### References

1. **Kablov V. F., Bondarenko S. N., Zhidkov A. N., Vasil'kova L. A.** Ognestojkoe pokrytie na osnove karboksimetilcellulozy i fosforborsoderzhashhego oligomera. *Strategija kachestva v promyshlennosti i obrazovanii: 4-th World Conference* (Varna, Bulgaria, 30 May — 06 June 2008). Varna, 2008. — V. 1.
2. **Bondarenko S. N., Kablov V. F., Keybal N. A., Krekaleva T. V.** Sintez i primenenie fosforborsoderzhashhih oligomerov. *Oligomery—2009: tez. dokl. 10-s mezhdunar. konf. po himii i fizikohimii oligomerov*. Volgograd, 7—11 Sept. 2009. Volgograd, 2009. P. 199.
3. **Surkaev A. L., Kablov V. F., Blaginin S. I., Generalov S. A., Kabakov A. P., Kobyzev A. B.** Using of Small Aircraft

Transport and Modern Fireproofing Materials to Create Firebreaks. *Bezopasnost jiznedeyatelnosti*. 2014. N. 9. P. 54—56.

4. **Surkaev A. L., Kablov V. F., Blaginin S. I.** Ustrojstvo dlja sbrosa sypuchih materialov s letatel'nogo apparata. Patent № 145287, МПК В64D1/16, 20.09.2014.
5. **Surkaev A. L., Kablov V. F., Blaginin S. I.** Ustrojstvo dlja sbrosa sypuchih materialov s letatel'nogo apparata. Zajavka № 2014128170. Prioritet ot 09.07.2014.
6. **Aeroscout** — Unmanned Aircraft Technology. URL: <http://www.aeroscout.ch>. (data of access 19.12.2014).
7. **Independent Development Laboratory "INDELA"**. URL: [http://www.indelauav.com/product\\_COUNTRY.html](http://www.indelauav.com/product_COUNTRY.html) (data of access 13.12.2014).

УДК 614.841:515.127.1

**В. Л. Мурзинов**, д-р техн. наук, проф., e-mail: [dr.murzinov@yandex.ru](mailto:dr.murzinov@yandex.ru),  
**М. В. Паршин**, асп., Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

## Моделирование времени достижения критического значения температуры при пожаре методом теории размерности

*Рассмотрена задача построения соотношения, связывающего среднеобъемную температуру в помещении в начальной стадии пожара с временными и теплофизическими параметрами в условиях конвективного теплообмена и вытяжной вентиляции. Эффективность полученного решения проверена на экспериментальной установке. Показана возможность прогнозирования времени достижения критического значения среднеобъемной температуры в помещении в начальной стадии пожара.*

**Ключевые слова:** пожар, критическая температура, моделирование, теория размерностей, теплофизические параметры



Критическая продолжительность пожара (КПП) является важным показателем, характеризующим комплекс мероприятий, который должен выполняться при возникновении пожара в помещении. Показатель КПП используется в общей процедуре определения необходимого времени эвакуации людей при пожаре. Прогнозирование времени достижения критической температуры может осуществляться различными методами [1, 2]. Однако как показывает практика, процессы, протекающие во время пожара, а также в помещениях, где присутствуют источники повышенной тепловой нагрузки, сложны, взаимозависимы и моделировать их аналитическими методами сложно, а получаемые модели не всегда соответствуют действительному процессу [3].

Объектами моделирования могут быть отдельные параметры процесса, например, коэффициент конвективного теплообмена, так и конвективные потоки в целом. Их интенсивность во многом определяется мощностью источника тепла, температурой поверхности теплообмена, пространственной схемой расположения источников и каналов. Наиболее часто свободно-конвективные течения возникают при наличии открытого пламени [4].

Некоторые производства, например, сталелитейные заводы, стеклодувные мастерские, кузнечные цехи, используют открытое пламя в помещении, и это ухудшает метеоусловия для работающего персонала, повышает температуру и увеличивает подвижность воздуха на рабочих местах. В бытовых условиях, наоборот, открытое пламя каминов может создавать комфортные условия для пребывания человека в помещении. Но могут быть и чрезвычайные ситуации, когда в помещении возникает неконтролируемое пламя, приводящее к пожару. Однако в любой ситуации наличие открытого пламени и мощных конвективных потоков приводит к росту температуры в помещении.

Одним из методов получения соотношения, связывающего среднеобъемную температуру, время и теплофизические параметры при наличии открытого пламени, является метод теории размерности, хорошо себя зарекомендовавший в моделировании физических процессов и явлений окружающего мира [5]. Особенность этого метода заключается в получении эффективных соотношений, но при условии правильного анализа объекта моделирования, выявления значимых параметров и использования достоверной статистической информации.

Анализ и выбор параметров применительно к помещению с очагом возгорания осуществлялся с учетом следующих допущений. Скорость выгорания вещества (материала) принималась как удельная величина. Площадь горения представляла со-

бой круг, определяющим для которого являлся средний диаметр. Величина избыточного давления или вакуума принималась равной нулевому значению. Проемы имели достаточную величину для поступления свежего воздуха при условии работы вытяжной вентиляции. Среднеобъемная плотность газовой среды в помещении в процессе возгорания определялась только среднеобъемной температурой в этом помещении.

Анализ процесса конвективного теплообмена при наличии открытого пламени выявил параметры, влияющие на среднеобъемную температуру газовой среды в помещении. Этими параметрами являются  $T_m$  — среднеобъемная температура газовой среды в помещении, К;  $Q$  — теплота сгорания вещества, Дж/кг;  $\psi_{уд}$  — удельная скорость выгорания вещества, кг/(м<sup>2</sup>·с);  $\alpha$  — коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности помещения, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $c_p$  — удельная массовая теплоемкость газовой среды при постоянном давлении, Дж/(кг·К);  $d_{ср}$  — средний диаметр поверхности горения, м;  $W_B$  — производительность вентиляции, м<sup>3</sup>/с;  $\rho_m$  — среднеобъемная плотность газовой среды в помещении, кг/м<sup>3</sup>;  $V_{п}$  — объем помещения, м<sup>3</sup>;  $\tau$  — время, с.

С позиции анализа размерности влияние выбранных параметров на изменение среднеобъемной температуры газовой среды в помещении можно представить как функцию

$$T_m = A \cdot Q^b \cdot \psi_{уд}^c \cdot \alpha^d \cdot c_p^w \cdot d_{ср}^f \cdot W_B^g \cdot \rho_m^x \cdot V_{п}^y \cdot \tau^r. (1)$$

В уравнении (1) неизвестными являются константы  $A, b, c, d, w, f, g, x, y, r$ , которые требуют определения.

Учитывая, что размерности параметров, входящих в уравнение (1), определяются, в конечном счете, независимыми единицами измерения, такими как кг — килограмм, м — метр, с — секунда, К — градус Кельвина, можно получить, в соответствии с методикой, используемой в работах [1, 5], следующее критериальное уравнение:

$$T_m = A \frac{Q \psi_{уд}}{\alpha} \left( \frac{c_p \psi_{уд}}{\alpha} \right)^{\exp(1)} \left( \frac{\rho_m \sqrt{Q}}{\psi_{уд}} \right)^x \left( \frac{d_{ср}}{\tau \sqrt{Q}} \right)^f \times \\ \times \left( \frac{W_B}{\tau^2 (\sqrt{Q})^3} \right)^g \left( \frac{V_{п}}{\tau^3 (\sqrt{Q})^3} \right)^y, \\ \frac{T_m \alpha}{Q \psi_{уд}} = A \left( \frac{c_p \psi_{уд}}{\alpha} \right)^{\exp(1)} \left( \frac{\rho_m \sqrt{Q}}{\psi_{уд}} \right)^x \left( \frac{d_{ср}}{\tau \sqrt{Q}} \right)^f \times \\ \times \left( \frac{W_B}{\tau^2 (\sqrt{Q})^3} \right)^g \left( \frac{V_{п}}{\tau^3 (\sqrt{Q})^3} \right)^y$$

или

$$K_1 = AK_2^{2,781} \cdot K_3^x \cdot K_4^f \cdot K_5^g \cdot K_6^y, \quad (2)$$

где  $K_1 = \frac{T_m \alpha}{Q \Psi_{y\partial}}; \quad K_2 = \frac{c_p \Psi_{y\partial}}{\alpha}; \quad K_3 = \frac{\rho_m \sqrt{Q}}{\Psi_{y\partial}};$

$$K_4 = \frac{d_{cp}}{\tau \sqrt{Q}}; \quad K_5 = \frac{W_B}{\tau^2 (\sqrt{Q})^3}; \quad K_6 = \frac{V_{\Pi}}{\tau^3 (\sqrt{Q})^3};$$

$\alpha = 4,073 \sqrt{T_m - T_W}; \quad T_W = T_0 + 0,2(T_m - T_0) + 0,00065(T_m - T_0)^2; \quad T_m \leq 333\text{K}; \quad T_0$  — начальная температура процесса конвективного теплообмена;  $\rho_m = \frac{T_0}{T_m} \rho_0; \quad \rho_0 = 1,205 \text{ кг/м}^3$  — начальное значение среднеобъемной плотности газовой среды в помещении.

Для получения количественной оценки констант  $A, f, g, x, y$ , входящих в уравнение (2), использовались статистические данные (табл. 1) и параметры (табл. 2).

На основании статистических данных и параметров с использованием критериального уравнения (2) была построена система уравнений, решение которой позволило получить количественные оценки констант, входящих в уравнение (2).

$$A = 7,5 \cdot 10^{-4}, \quad x = 0,78, \\ f = 2,29, \quad g = 1, \quad y = -1,7. \quad (3)$$

Таблица 1

Статистические данные

| $\tau, \text{ с}$ | $T_m, \text{ К}$ | $\alpha, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ | $d_{cp}, \text{ м}$ | $\rho_m, \text{ кг/м}^3$ | $W_B, \text{ м}^3/\text{с}$ |
|-------------------|------------------|---|---------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 8                 | 293,00           | 1,700                                     | 0,1                 | 1,205                    | 0,288                       |
| 60                | 294,02           | 4,353                                     | 0,22                | 1,200                    | 0,364                       |
| 120               | 300,42           | 8,424                                     | 0,44                | 1,170                    | 0,512                       |
| 180               | 314,94           | 12,060                                    | 0,66                | 1,120                    | 0,598                       |
| 240               | 337,60           | 15,213                                    | 0,88                | 1,040                    | 0,659                       |

Уравнение (2) с учетом констант (3) можно окончательно записать в виде:

$$K_1 = 7,5 \cdot 10^{-4} \cdot K_2^{2,781} \cdot K_3^{0,78} \cdot K_4^{2,29} \cdot K_5^1 \cdot K_6^{-1,7}$$

или

$$\frac{T_m \alpha}{Q \Psi_{y\partial}} = 7,5 \cdot 10^{-4} \left( \frac{c_p \Psi_{y\partial}}{\alpha} \right)^{2,781} \left( \frac{\rho_m \sqrt{Q}}{\Psi_{y\partial}} \right)^{0,78} \times \\ \times \left( \frac{d_{cp}}{\tau \sqrt{Q}} \right)^{2,29} \left( \frac{W_B}{\tau^2 (\sqrt{Q})^3} \right) \left( \frac{V_{\Pi}}{\tau^3 (\sqrt{Q})^3} \right)^{-1,7}. \quad (4)$$

Уравнение (4) использовать в инженерных решениях несколько сложно из-за громоздкости соотношений. Поэтому для получения уравнения, применимого для инженерных расчетов времени достижения заданной среднеобъемной температуры газовой среды в помещении при наличии от-

Таблица 2

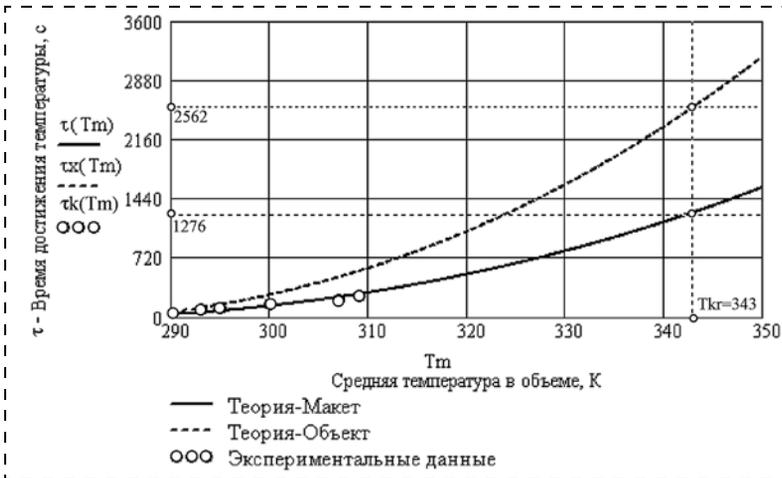
Параметры, используемые в модельном эксперименте

| Параметр  | Обозначение        | Величина             | Размерность             |
|---|--------------------|----------------------|-------------------------|
| Начальное значение среднеобъемной плотности газовой среды в помещении | $\rho_0$           | 1,205                | кг/м <sup>3</sup>       |
| Среднеобъемная плотность газовой среды в помещении                    | $\rho_m$           | Переменная величина  | кг/м <sup>3</sup>       |
| Удельная теплоемкость воздуха   | $c_p$              | 1005                 | Дж/(кг · К)             |
| Удельная скорость выгорания вещества                                  | $\Psi_{y\partial}$ | 0,015                | кг/(м <sup>2</sup> · с) |
| Теплота сгорания вещества (древесина)                                 | $Q$                | $13,6 \cdot 10^6$    | Дж/кг                   |
| Средний диаметр поверхности горения                                   | $d_{cp}$           | 0,048                | м                       |
| Объем помещения   | $V_{\Pi}$          | 0,437                | м <sup>3</sup>          |
| Производительность вытяжной вентиляции                                | $W_B$              | 0,012                | м <sup>3</sup> /с       |
| Время   | $\tau$             | Выходной параметр    | с                       |
| Среднеобъемная температура газовой среды в помещении                  | $T_m$              | Независимый параметр | К                       |
| Начальная температура процесса возгорания                             | $T_0$              | 290                  | К                       |



крытого пламени, преобразуем уравнение (4) и получим

$$\tau(T_m) = \left[ 2,432 \cdot 10^3 \frac{(T_m)^{1,78} (1,2T_m - 340)^{1,239} (V_{II})^{1,7}}{(Q)^{1,295} (c_p)^{2,781} (\Psi_{уд})^{2,938} (d_{ср})^{2,29} W_B} \right]^{1,235} \quad (5)$$



Время, в течение которого среднеобъемная температура в объеме помещения при наличии открытого пламени достигает заданной величины;  $T_{kr} = 343$  — критическая температура, К

Уравнение (5) определяет время достижения заданного значения среднеобъемной температуры  $T_m$ , достигаемой в помещении, снабженной вентиляцией, от начала процесса возгорания.

Для представления модели (5) в графическом виде рассмотрим конкретную ситуацию процесса возникновения пожара, реализованного в модельном эксперименте. Лабораторная установка, в которой были проведены эксперименты, представляет собой подобие производственного помеще-

Таблица 3

Экспериментальные данные

|              |       |       |       |       |       |       |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $T_m$ , К    | 290,5 | 293,0 | 295,5 | 300,5 | 307,5 | 309,0 |
| $\tau_k$ , с | 48    | 87    | 111   | 155   | 212   | 257   |

Таблица 4

Параметры, используемые для прогнозирования времени достижения критического значения температуры в помещении при возникновении пожара

| Наименование параметра                 | Обозначение | Значение | Размерность       |
|--|-------------|----------|-------------------|
| Средний диаметр поверхности горения    | $d_{ср}$    | 0,6      | м                 |
| Объем помещения                        | $V_{II}$    | 129,6    | м <sup>3</sup>    |
| Производительность вытяжной вентиляции | $W_B$       | 0,34     | м <sup>3</sup> /с |

ния и его размеры  $0,9 \times 0,9 \times 0,54 = 0,437$  м<sup>3</sup>. Параметры, которые учитывались в эксперименте, представлены в табл. 2.

В результате проведенного эксперимента были получены значения среднеобъемной температуры  $T_m$  в лабораторной установке и время  $\tau_k$  достижения этой температуры (табл. 3).

На основе данных табл. 2, 3 и 4 был построен график, показанный на рисунке. На этом графике представлена зависимость по уравнению (5) (кривая "Теория—Макет"), построенная по данным табл. 2, полученным на лабораторной установке, и нанесены экспериментальные данные из табл. 3. Кривая "Теория—Объект" построена по данным табл. 2 и 4 и предназначена для определения времени достижения критического значения температуры в производственном помещении размером  $6 \times 6 \times 0,54 = 129,6$  м<sup>3</sup> при наличии возгорания древесных материалов в центре помещения. Дополнительные параметры, относящиеся к производственному помещению, даны в табл. 4. Критическая температура при пожаре составляет  $T_{kr} = 343$  К. Из графика видно, что критическое значение температуры будет достигнуто за 2562 с для реального объекта и за 1276 с для лабораторной установки.

Из графика видна также сходимости теоретических и экспериментальных значений в пределах области изменения температуры. Имеет место совпадение характера изменения теоретических и экспериментальных данных. Поэтому уравнение (5) может быть использовано для прогнозирования времени достижения критической среднеобъемной температуры помещения при наличии возгорания.

Список литературы

1. Мурзинов В. Л., Паршин М. В., Паршина А. П. Моделирование температурного режима пожара с учетом работы вентиляции в негерметичном помещении // Пожаровзрывобезопасность. — 2013. — № 6. — С. 56—61.
2. Мурзинов В. Л., Паршин М. В., Паршина А. П. Аналитический метод определения времени наступления критического значения температуры при прогнозировании опасных факторов пожара в помещении, оборудованном вытяжной аварийной вентиляцией // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. — 2013. — № 2. — С. 78—83.
3. Захаревич А. В., Максимов В. И., Мошков А. Г. Пожарная опасность сухих диспергированных отходов деревообработки при воздействии одиночных нагретых до высоких температур керамических частиц // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 7. — С. 44—47.
4. Волков Р. С., Кузнецов Г. В., Стрижак П. А. Экспериментальное исследование эффективности распыления жидкости при тушении возгораний в помещении // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 7. — С. 38—42.
5. Седов Л. Н. Методы подобия и размерностей в механике. — М.: Наука, 1981. — 440 с.

V. L. Murzinov, Professor, e-mail: dr.murzinov@yandex.ru,  
M. V. Parshin, Postgraduate, Voronezh State University of Architecture and  
Construction

## Modelling of Time of Achievement of Critical Value of Temperature at the Fire the Method of the Theory of Dimension

*The task of construction of the ratio connecting middling spatial temperature in a room in an initial stage of a fire with time and thermophysical parameters in conditions convectional of heat exchange and exhaust ventilation is considered. Effectiveness of the received decision has been checked up on experimental installation. The opportunity of forecasting of time of achievement of critical value middling spatial temperatures in a room in an initial stage of a fire is shown.*

**Keywords:** fire, critical temperature, modeling, the theory of dimensions, thermophysical parameters

### References

1. Murzinov V. L., Parshin M. V., Parshina A. P. Modelirovanie temperaturnogo rezhima požara s uchetom raboty ventiljacii v nehermetičnom pomeshhenii. *Požarovzryvobezopasnost'*. 2013. N. 6. P. 56–61.
2. Murzinov V. L., Parshin M. V., Parshina A. P. Analitičeskij metod opredelenija vremeni nastuplenija kritičeskogo znachenija temperatury pri prognozirovanii opasnyh faktorov požara v pomeshhenii, oborudovannom vytjazhnoj avarijnoj ventiljaciej. *Nauchnyj žurnal. Inženernye sistemy i sooruzhenija*. 2013. N. 2. P. 78–83.
3. Zaharevich A. V., Maksimov V. I., Moshkov A. G. Pozharnaja opasnost' suhih dispergirirovannyh othodov derevoobrabotki pri vozdejstvii odinochnyh nagretyh do vysokih temperatur keramičeskikh chrastic. *Bezopasnost' žiznedejatel'nosti*. 2013. N. 7. P. 44–47.
4. Volkov P. S., Kuznecov G. V., Strizhak P. A. Jeksperimental'noe issledovanie jeffektivnosti raspylenija žhidkosti pri tushenii vozgoranij v pomeshhenijah. *Bezopasnost' žiznedejatel'nosti*. 2014. N. 7. P. 38–42.
5. Sedov L. N. Metody podobija i razmernostej v mehanike. M.: Nauka, 1981. 440 p.

УДК 629.113.006

Г. А. Гусев, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: gena.gusev@mail.ru,  
Калининградский государственный технический университет "Балтийская  
государственная академия рыбопромыслового флота", Калининград

## Выбор технических мероприятий по противопожарной защите легкового автомобиля при его эксплуатации с учетом оценки рисков ущерба при пожаре

*Приведена статистика пожаров автомобилей, их анализ с целью установления причин пожаров, включающий перечень источников зажигания, материалов, используемых в машине, оценку их воспламеняемости. Проанализированы современные конструктивные изменения легковых автомобилей, их влияние на пожарную безопасность. Представлена динамика пожара легкового автомобиля. Перечислены документы по пожарной безопасности, на основании которых проводится сертификации автомобилей и элементов их конструкции.*

*Рассмотрены документы по пожарной безопасности и анализ конструкции выпускаемых промышленностью систем противопожарной безопасности. Сформулированы требования к разрабатываемым противопожарным системам для автоматического тушения пожара современного легкового автомобиля при его эксплуатации. Предложен способ организации установки противопожарных систем на легковые автомобили в автосервисах, на участках совместно с установкой противоугонной сигнализации.*

**Ключевые слова:** пожарная безопасность автомобиля, оценка пожарной опасности, динамика пожара легкового автомобиля, материальный ущерб от пожара, выбор противопожарной защиты



## Введение

Цель исследования — определение эффективного противопожарного способа защиты автомобиля. Задачей исследования является: разработка алгоритма оценки возможного материального и экологического ущерба при пожаре автомобиля для определения мероприятий по достижению необходимого уровня безопасности современного автомобиля путем применения технических противопожарных мероприятий при выборе встроеного устройства пожарной сигнализации и пожаротушения. В исследованиях использована методика определения пожарной нагрузки на основе температуры воспламенения и количества материалов, из которого изготовлен автомобиль.

### Анализ пожарной опасности современных легковых автомобилей

За год в мире происходит 7 млн пожаров, из них около 10 % вызваны пожарами на автомобилях. Они занимают второе место после пожаров в жилом секторе [1]. Вероятность загорания автотранспортных средств по типам на 1 тыс. в год составляют: легковые  $6,4 \cdot 10^{-4}$ ; автобусы  $1,0 \cdot 10^{-3}$ ; грузовые  $3,18 \cdot 10^{-3}$ ; мотоциклы  $5,7 \cdot 10^{-3}$  [2]. Количество пожаров автомобилей растет во всем мире темпами, опережающими рост парка автомобильного транспорта.

Пожары на открытых стоянках автомобилей, в жилом секторе составляют до 20 % от общего их числа; от 5 % до 32 % пожаров автомобилей происходит вследствие поджогов. В Европе количество пожаров от поджогов автомобилей с каждым годом возрастает [3].

Количество пожаров на автомобилях ежегодно возрастает в среднем на 9 %, погибших в них на 11 %, около 70 % всех возгораний происходит по техническим причинам [4].

Нахождение достаточного количества горючего вещества, окислителя и источника зажигания одновременно в одном месте может привести к пожарной опасности. Одновременно с пожарной опасностью может появиться опасность взрыва.

Необходимо установить источники зажигания, которые присутствуют или могут присутствовать на транспортном средстве. Пожары возникают от внутренних и внешних источников зажигания. Вероятность загорания автомобилей от внешних источников составляет 0,12...0,16 [2].

К внутренним источникам зажигания относят: искры как результат неисправности электрических и электронных систем, искрение щеток генераторов, стартеров, приводных электродвигателей в месте соприкосновения с контактными кольцами ротора, система зажигания, короткие замыкания электропровод-

ки; фрикционные искры с поверхностей тормозной систем и сцепления; нагретые выше температуры воспламенения паров легко воспламеняющиеся жидкости и горючие материалы, открытый огонь.

Топливная система автомобиля изолирована от окружающей среды, поэтому топливо может образовывать взрывоопасную и горючую среду только при разгерметизации системы. Опасность представляют повреждения на сливном топливопроводе системы впрыска, так как утечки в нем не влияют на работу двигателя. В аккумуляторных системах впрыска бензиновых двигателей с избыточным давлением негерметичность форсунок допускается заводами-изготовителями. При частой остановке двигателя бензин сливается из топливной рампы через форсунку во впускной коллектор, накапливается там и может просачиваться наружу, на выпускной коллектор двигателя.

Горючей жидкостью является и тормозная жидкость (этиленгликоль) в бачке усилителя привода тормозов и сцепления. При содержании этиленгликоля в антифризе в системе охлаждения двигателя более 40 % он также воспламеняется. Антифриз доступен огню в пластмассовом расширительном бачке при загорании резиновых соединительных патрубков системы охлаждения и полимерных бачков радиатора. Незамерзающая жидкость омывателя лобового стекла также в зависимости от количества ее основы — одноатомного спирта является горючей жидкостью. Моторное масло при его подтеканиях из двигателя и подтекающее масло из других агрегатов автомобиля, накапливаясь на стенках картеров, представляют пожарную опасность.

Места возникновения пожара в новом легковом автомобиле [2] распределяются следующим образом: элементы электрооборудования и топливной системы в моторном отсеке — 43,3 %; кабина или салон — 20 %; кузов и багажный отсек — 7,8 %; элементы ходовой части — 3 %; выпускная система — 5,6 %; другие места — 20,3 %.

Как известно, полимерные материалы представляют значительную пожарную опасность: резинотехнические изделия под воздействием открытого огня, теплового излучения, искр представляют горючие материалы.

Горючими материалами являются также лакокрасочные покрытия, древесные материалы. Аккумуляторные батареи при заряде выделяют водород, который, как известно, не имеет ни запаха, ни цвета. Он может накапливаться до взрывоопасного состояния при недостаточной вентиляции места установки аккумуляторной батареи на автомобиле.

Температура воспламенения основных веществ и материалов представлена в таблице.

**Температуры воспламенения  
основных веществ и материалов автомобиля**

| Вещества, материалы         | Температура воспламенения, К | Вещества, материалы       | Температура воспламенения, К |
|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Бензин                      | 244                          | Картон                    | 500                          |
| Дизельное топливо           | 428                          | Полистирол                | 460                          |
| Пропан                      | 739                          | Лакокрасочное покрытие    | 523                          |
| Метан                       | 823                          | Резина (уплотнения, шины) | 613                          |
| Этиленгликоль               | 120                          | Войлок                    | 560                          |
| Масло автомобильное         | 424                          | Дермантин                 | 423                          |
| Пенополиуретан              | 713                          | Стеклопластик             | 523                          |
| Полиэтилен низкого давления | 583                          | Древесина в конструкции   | 560                          |

Из данных анализа пожарной опасности современных легковых автомобилей видно, что возникновение пожара обусловлено аварийной ситуацией, т. е. технической неисправностью или некачественным ремонтом, или обслуживанием. Современные требования не предусматривают лицензирование или наличие обязательной сертификации мест, где производится ремонт и обслуживание автомобилей.

При оценке пожарной опасности должно быть определено наличие и количество материалов, поддерживающих горение в автомобиле, а также опасные факторы пожара — повышение концентрации токсичных веществ горения и термического разложения.

Места возникновения пожаров большегрузных автомобилей отличаются от перечисленных выше дополнительно механическими поломками деталей трансмиссии — 15 %, перегрузкой шин и повреждением тормозных механизмов — 5 % [2].

Основными техническими факторами, повышающими пожарную опасность современных легковых автомобилей в эксплуатации, по мнению автора, являются:

— более высокие давления в топливных системах впрыска, большая длина трубопроводов повышенного давления, применение гидроаккумуляторов и электробензонасосов, большое разнообразие конструкций топливных систем;

— наличие в конструкциях закрывающих обзор моторного отсека экранов на двигателях (для их шумоизоляции);

— применение второй электрической аккумуляторной батареи для снабжения электронных систем;

— применение катализаторов в системах выпуска для догорания отработавших газов двигателей;

— большое количество постоянно подключенных электрических и электронных устройств как сертифицированных, так и самостоятельно установленных (видеорегистраторов, противоугонных систем, навигаторов, компьютеров, средств связи, систем звуковоспроизведения, систем парковки автомобиля, систем повышения комфорта и удобства эксплуатации, систем электронного управления агрегатами автомобиля и двигателя, электрических приводов компрессоров пневматической подвески и т. д.);

— все больше находят применение электрические усилители рулевых механизмов и электроприводы рулевого управления;

— применение гибридных автомобилей;

— большое разнообразие конструкций автомобилей, в том числе на газовом топливе;

— все увеличивающаяся замена в конструкциях автомобилей металлических деталей полимерными.

Основная задача при возгорании автомобиля — за короткий срок определить место возгорания и как можно быстрее приступить к тушению пожара.

### **Динамика пожара легкового автомобиля**

Сложность процессов пожаров автотранспортных средств предопределила экспериментальный подход к их исследованию.

При загорании в моторном отсеке легкового автомобиля на стоянке пламя распространяется до салона через 480...600 с. Полностью салон автомобиля загорается еще через 60...180 с. Видимое загорание салона, моторного и багажного отсеков заканчивается через 1800 с. Через 2780 с заканчивается беспламенное горение сидений, шин и материалов [2].

При загорании в моторном отсеке или салоне автомобиля пожар распространяется по всем направлениям. Если пожар начался в связи с утечкой топлива из поврежденного топливопровода, то скорость распространения пламени увеличивается в 2—2,5 раза по сравнению со скоростью распространения пламени без нарушений герметичности топливной системы.

### **Алгоритм выбора противопожарной защиты легкового автомобиля**

Требования к пожарной безопасности автомобиля и соответствующим элементам конструкции регламентируются Федеральным законом РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ "Технический регламент о



требованиях пожарной безопасности" и техническим регламентом "О безопасности колесных транспортных средств" (ТР ТС018/2011). Для транспортных средств категории М<sub>1</sub> — Правилами ЕЭК ООН № 34-01, категории М, N, O — Правилами ЕЭК ООН № 34-02, для оснащения транспортных средств категории М, N системами питания на сжиженном нефтяном газе (СНГ) — Правилами ЕЭК ООН № 67-01, для оснащения транспортных средств М, N системами питания на сжатом природном газе (КПГ) — Правилами ЕЭК ООН № 110-00, противопожарные свойства интерьера, транспортных средств категории М<sub>3</sub> — Правилами ЕЭК ООН № 118-00.

Перечисленные выше транспортные средства подлежат обязательной сертификации в соответствии с требованиями к пожарной безопасности, поэтому подробно их не рассматриваем. Все транспортные средства в соответствии с требованиями Правил дорожного движения должны быть снабжены ручными огнетушителями. К сожалению, в большинстве легковых автомобилей не предусмотрено даже место для хранения огнетушителя.

Автомобили для перевозки денежной выручки, в соответствии с ОСТ 37.001.519—96 Транспортные средства для перевозки денежной выручки и ценных грузов (п. 4.16) должны оборудоваться в моторном отсеке автоматической системой пожаротушения с ручным управлением.

МОСГОРТРАНС на основании рекомендаций МАДИ в 2004 г. выработал Временные технические требования к системам пожаротушения, устанавливаемым на подвижные средства городского пассажирского транспорта. В 2005 г. был введен в действие Стандарт предприятия СТО 60.21.002—2004 Качество перевозки пассажиров наземным пассажирским транспортом. Требования и методы контроля.

В соответствии с этим документом наиболее пожароопасные отсеки поставляемых транспортных средств городского транспорта должны быть оборудованы автоматическими установками пожаротушения, что сейчас и осуществляется.

Стандарты противопожарной защиты, как, например, ГОСТ Р 53284—2009 Техника пожарная. Генераторы огнетушащего аэрозоля. Общие технические требования. Методы испытаний, к сожалению, не распространяются на генераторы огнетушащие аэрозольные, предназначенные для оперативного применения и защиты транспортных средств.

Следует отметить, что накоплен определенный опыт применения противопожарных систем автоматического тушения пожара в моторном отсеке боевых транспортных средств силовых министерств, речных и морских судов, железнодорож-

ного транспорта, спортивных автомобилей, на которых они применяются длительное время.

Пожары легкового автомобиля различают по месту возникновения и причине возгорания: пожар вследствие дорожно-транспортного происшествия, повреждения автомобиля на стоянке (открытой — во дворе дома, охраняемой — в гараже с наличием автоматического пожаротушения или без него), при ремонте и обслуживании автомобиля, в движении и т. д.

Практика применения ручных огнетушителей при тушении пожаров на транспортных средствах свидетельствует об их недостатках и неэффективности применения: позднее обнаружение пожара; необходимость открывания капота или багажника; высокая вероятность несрабатывания огнетушителя; неподготовленность большинства водителей. Но без ручных огнетушителей не обойтись при тушении пожара в случае внешнего возгорания автомобиля, в условно негерметичном пространстве или при тушении пожара рядом с автомобилем.

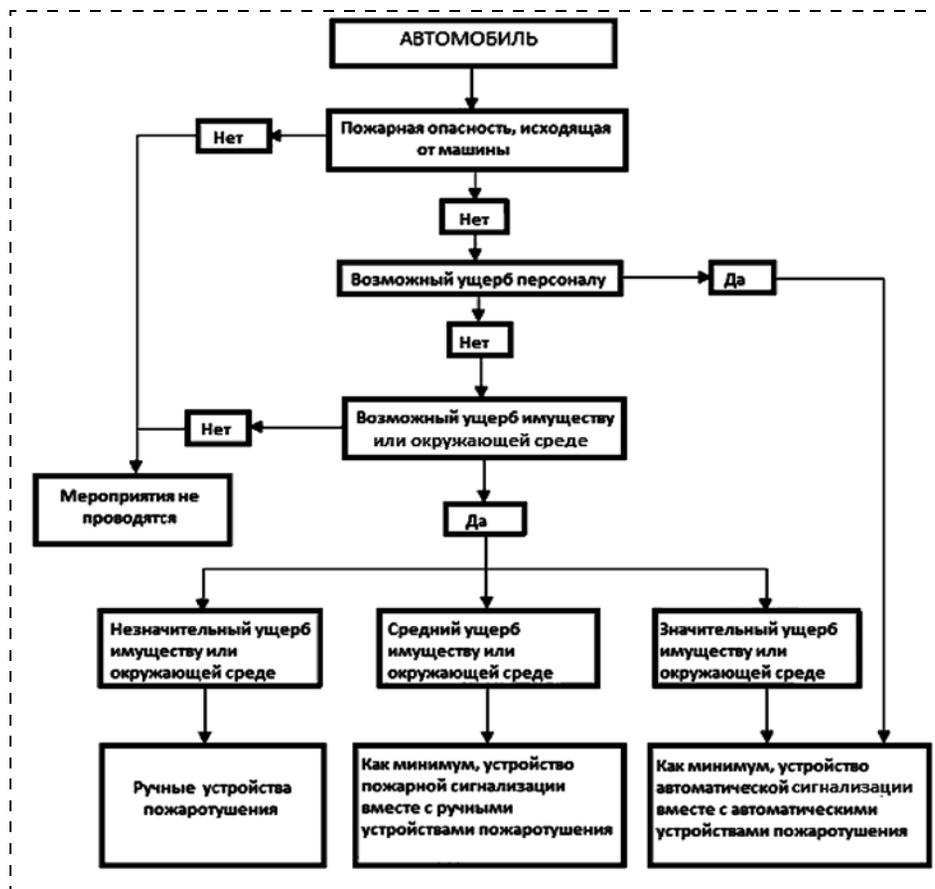
На рисунке приведен предлагаемый автором алгоритм выбора вида противопожарной защиты автомобиля.

Ручное управление системой автоматического пожаротушения автомобиля с устройством пожарной сигнализации предпочтительно при движении, при управлении водителем, так как он самостоятельно принимает решение, что исключает ложное срабатывание автоматики или достаточно применения ручного огнетушителя.

Полностью автоматическое устройство пожаротушения наиболее эффективно в замкнутом пространстве (моторный отсек, багажное отделение или салон) при отсутствии водителя. На открытой неохраняемой стоянке по статистике наиболее часто происходит возгорание легковых автомобилей.

После проведения анализа по приведенному выше алгоритму следует оценить возможный ущерб. Если предлагается принять меры по снижению риска пожара, то определяют какие технические мероприятия должны быть приняты для уменьшения риска до тех пор, пока автомобиль не признают безопасным.

Пожарная нагрузка автомобиля характеризуется массой, типом и составом горючих материалов, используемых при его изготовлении и эксплуатации. Пожарную нагрузку подразделяют на постоянную и временную. Постоянная — обуславливается массой горючих веществ и материалов, конструкцией агрегатов и оборудования автотранспортного средства, а временная — наличием горюче-смазочных материалов и перевозимого груза. На каждом конкретном автомобиле пожарная нагрузка своя, ее можно посчитать.



Алгоритм выбора вида противопожарной защиты легкового автомобиля

Для оценки пожарной опасности автомобиля пожарную нагрузку приводят к условному показателю — приведенной пожарной нагрузке — это масса условной древесины со средней удельной теплотой сгорания 16,8 МДж/кг, эквивалентная по количеству тепловой энергии фактическим горючим материалам, обуславливающим пожарную нагрузку автомобиля [4].

Динамика изменения температуры в салоне при пожаре с разрушением топливной системы в дорожно-транспортном происшествии (ДТП) показывает, что непереносимые для человека температурные условия возникают через 40...80 с после загорания автомобиля [4]. Такое быстрое развитие пожара не позволяет применить ручные средства пожаротушения, возможно и автоматические. Поэтому, в первую очередь, необходимо повышать пожарную безопасность автомобилей за счет пассивных средств защиты, которые установлены указанными ранее техническими регламентами или могут быть дополнительно исполнены при дорогостоящем тюнинге.

## Выбор автоматической системы пожаротушения

Современные автоматические системы пожаротушения выпускаются на основе следующих огнетушащих составов: пенных, порошковых, газовых и аэрозольных.

На основании всего сказанного выше можно сформулировать требования (техническое задание), предъявляемые к автоматическим системам пожаротушения для современных легковых автомобилей, которые могут быть установлены в соответствии с особенностями эксплуатации автомобиля, по желанию владельца. Системы должны:

- позволять работать полностью в автоматическом режиме, в ручном режиме управления и как ручные переносные огнетушители;
- давать возможность производить огневые работы на автомобиле, исключать возможность случайного срабатывания;
- давать возможность использовать заряды средств пожаротушения без перезарядки

длительное время (не менее 10 лет);

- не быть токсичными более, чем горючие материалы самого автомобиля;
- давать возможность быстрой заводки двигателя автомобиля (через 5...10 мин после использования системы пожаротушения);
- создавать условия, при которых огнетушащее вещество не влияет на работу электронных приборов и может быть убрано с поверхности двигателя после использования без следов;
- переносить перепады температур (от  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- функционировать на высоте над уровнем моря до 4000 м;
- переносить воздействие воды, запыленности воздуха до  $1\text{ кг/м}^3$ , песка;
- переносить агрессивную среду (пары топлива, масла, тормозной жидкости и т. д.);
- переносить низкочастотные и высокочастотные колебания (от 0,5 до 500 Гц);
- переносить динамические перегрузки;
- иметь небольшую массу;
- иметь небольшую стоимость;



- выдерживать электрические разряды;
- предусматривать автоматическое размыкание электрической цепи автомобиля, возможность автономной работы системы пожаротушения;
- учитывать условия простоты установки на автомобиле.

По мнению автора, наиболее полно удовлетворяют этим требованиям системы пожаротушения на основе аэрозолеобразующих огнетушащих составов. Их основное преимущество — высокая огнетушащая способность, простота хранения и использования зарядов, небольшая стоимость.

Но такая система имеет и недостатки — запрещается использование для ручного тушения пожара (для ручного использования придется использовать другой тип огнетушителя), нельзя производить огневые работы вблизи генератора, нельзя подвергать ударам и т. д. Соответственно, системы пожаротушения на основе аэрозолеобразующих огнетушащих составов требуют дальнейшего совершенствования и новых разработок.

Современные автоматические системы пожаротушения в России на основе аэрозолеобразующих огнетушащих составов для установки на автомобиле изготавливают на многих предприятиях. Например, генераторы огнетушащего аэрозоля МАГ и ПУРГА изготавливает Центр двойных технологий "СОЮЗ", Подмоскowie; систему типа ПАГ — НИИ прикладной химии, Сергиев-Посад; модули

аэрозольного пожаротушения СОТ и АТС — ЗАО "НПП Гранит-Саламандра", Москва; генераторы типа АСТ — ЗАО "Соболевский завод", Москва; генераторы типа ГАБАРТ — фирма "Габар", Москва; систему ДОПИНГ — группа компаний ЭПОТОС, Москва; систему АГАТ — ООО "Инженерно-внедренческий центр техномаш", Пермь; ООО "Системы Пожаротушения", Санкт-Петербург и др.

Производственные участки по установке автоматических пожарных систем в автомобильных сервисах могут быть организованы совместно с установкой противоугонной сигнализации. Специалист по установке такого оборудования должен пройти дополнительное обучение в пожарно-техническом подразделении МЧС России по согласованию с предприятием-изготовителем.

#### Список литературы

1. **Жарков А. С.** Установка локального пожаротушения KLS-902 для защиты транспортных средств // Алгоритм безопасности. — 2010. — № 5. — С. 34–35.
2. **Исхаков Х. И., Пахомов А. В., Каминский Я. Н.** Пожарная безопасность автомобиля. — М.: Транспорт, 1987. — 87 с.
3. **Зайцев В. В.** Противопожарные расстояния между автотранспортными средствами на открытых пространствах. Автореферат дисс. канд. техн. наук. — М., 2006. — 21 с.
4. **Елисеев Ю. Н.** Экспертная дифференциация причин возникновения пожара легковых автомобилей в результате поджога и технической неисправности, связанной с разливом горючей жидкости. Автореферат дисс. канд. техн. наук. — СПб., 2007. — 21 с.

**G. A. Gusev**, Associate Professor, e-mail: gena.gysev@mail.ru, Kaliningrad State Technical University "Baltic fishing fleet State Academy"

## Selection of Technical Fire Protection Activities of the Car when its Operation, Taking into Account Risk Assessment of Damage in Case of Fire

*The article describes the car fire statistics, analysis of the causes of the fires, including a list of sources of ignition, the materials used in the machine, assess their flammability. Analyzed modern car design changes, their impact on fire safety. The dynamics of fire car. Lists the documents on fire safety, which held car certification and elements of their designs. The aim of our study is to identify effective fire protection. Objective of the study is: to develop an algorithm to assess the possible material and environmental damage in a fire truck to determine the activities to achieve the necessary level of safety of the modern car. Through the application of technical fire option built-in fire alarm systems and fire extinguishing devices. Used fire load determination method based on flashpoint and the amount of material of the car. Considered documents on fire safety and structural analysis of the fire safety systems industry. Thus, as a result of our study were to develop systems for automatic fire extinguishing the fire of the modern car with its operation. A method of installing fire protection systems on passenger cars, in car, in conjunction with the installation of anti-theft alarm.*

**Keywords:** fire safety, fire hazard assessment, the dynamics of the car fire, damage by fire, fire protection

#### References

1. **Zharkov A. S.** Ustanovka lokal'nogo pozharotusheniya KLS-902 dlja zashhity transportnyh sredstv. *Algoritm bezopasnosti*. 2010. N. 5. P. 34–35.
2. **Ishakov H. I., Pahomov A. V., Kaminskij Ja. N.** Pozharnaja bezopasnost' avtomobilja. M., Transport, 1987. 87 p.

3. **Zajcev V. V.** Protivopozharnye rasstojanija mezhdru avtotransportnymi sredstvami na otkrytyh prostranstvah. Avtoreferat diss. k. t. n. M., 2006. 21 p.
4. **Eliseev Ju. N.** Jekspertnaja differenciacija prichin voznikovenija pozhara legkovykh avtomobilej v rezul'tate podzhoga i tehniczeskoj neispravnosti svjazannoj s razlivom gorjuchej zhidkosti. Avtoreferat diss. k. t. n. S-P., 2007. 21 p.

УДК 674.816.2

**А. Н. Чемоданов**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, **Ю. А. Горинов**, асп.,  
e-mail: gelios62@mail.ru, Поволжский государственный технологический университет,  
Йошкар-Ола,

**Р. Г. Сафин**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, Казанский национальный  
технологический университет

## Композитный теплоизоляционно-балластный материал на основе древесных отходов

*Описаны экспериментальные исследования при изготовлении и определении свойств композитного теплоизоляционно-балластного материала на основе экологически чистого материала — древесных отходов. Определены основные физико-механические и теплофизические свойства материала при различных соотношениях компонентов.*

**Ключевые слова:** древесина, теплоизоляционно-балластный материал, экспериментальные исследования, физико-механические свойства

### Введение

Современное развитие техники предъявляет к материалам требования не только технологического, но и экологического характера. При этом рассматривается экологическая безопасность в процессе изготовления, эксплуатации и утилизации изделия. Одним из экологически чистых материалов является древесина, которая получает все большее распространение в составе различных современных композитных материалов, различного назначения: для теплоизоляции [1], для звукоизоляции [2], для строительства [3], для отделочных работ [4], для защиты от рентгеновских излучений [5] и т. д.

Среди всего разнообразия древесно-композитных материалов с различными требуемыми свойствами при исследованиях мало внимания уделялось материалу, имеющему теплоизоляционно-балластные свойства. Такой материал необходим для тепловой изоляции и баллаستировки подводных теплопроводов. К подводной трубопроводной конструкции предъявляется ряд требований. Она должна обладать отрицательной плавучестью, необходимой прочностью, иметь тепловую изоляцию для минимизации потерь транспортируемой тепловой энергии, не иметь опасных воздействий на организм человека и окружающую среду.

В настоящее время в качестве теплоизоляции теплопроводов широко применяется пенополиуретан (ППУ), имеющий плотность 80... 100 кг/м<sup>3</sup> и коэффициент теплопроводности 0,03 Вт/(м · °С) [6]. Данный материал в процессе получения в той или

иной степени является токсичным, так как этим свойством обладают некоторые из исходных компонентов, поэтому при получении ППУ нужно строго руководствоваться инструкциями по технике безопасности. В результате проведенных исследований выявлено, что при сгорании ППУ выделяются следующие токсичные газы: HCN, угарный газ CO, углекислый газ CO<sub>2</sub> [7].

Для изготовления материала, который соответствовал бы вышеуказанным требованиям, были использованы портландцемент марки М400, баритовая руда с размером частиц от 0,01 до 160 мкм, древесная стружка с размером частиц от 0,5 до 20 мм и вода. В получаемом материале портландцемент выполняет роль связующего между наполнителем и наполнителем. Баритовая руда применена в качестве наполнителя, так как имеет высокую плотность, тем самым повышается удельный вес получаемого материала. Древесная стружка, являясь наполнителем, придает получаемому материалу высокие теплоизоляционные свойства. Все используемые материалы являются экологически чистыми.

### Методика исследования

На первом этапе экспериментальных исследований были изготовлены 10 экспериментальных образцов материала кубической формы размерами 150 × 150 × 150 мм согласно ГОСТ 22685—89 [8], а затем выдержаны в течение 28 суток согласно ГОСТ Р 53231—2008 [9].

С целью определения плотности и коэффициента теплопроводности образцов были измерены



Таблица 1  
Результаты обработки экспериментальных данных

| № образца | Плотность, кг/м <sup>3</sup> | Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С) | № образца | Плотность, кг/м <sup>3</sup> | Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С) |
|-----------|------------------------------|---|-----------|------------------------------|---|
| 1         | 1615                         | 0,182                                   | 6         | 1618                         | 0,204                                   |
| 2         | 1643                         | 0,203                                   | 7         | 1598                         | 0,202                                   |
| 3         | 1605                         | 0,201                                   | 8         | 1630                         | 0,213                                   |
| 4         | 1594                         | 0,162                                   | 9         | 1573                         | 0,170                                   |
| 5         | 1622                         | 0,205                                   | 10        | 1586                         | 0,200                                   |

Таблица 2  
Статистические оценки выборок

| Для значений плотности      |        | Для значений коэффициента теплопроводности |         |
|-----------------------------|--------|--|---------|
| Среднее                     | 1608,4 | Среднее                                    | 0,1942  |
| Стандартное отклонение      | 21,26  | Стандартное отклонение                     | 0,0169  |
| Дисперсия выборки           | 451,82 | Дисперсия выборки                          | 0,0003  |
| Экссесс                     | -0,52  | Экссесс                                    | -0,006  |
| Асимметричность             | -0,07  | Асимметричность                            | -1,1281 |
| Уровень надежности (95,0 %) | 15,21  | Уровень надежности (95,0 %)                | 0,012   |

их массы и проходящие через них плотности тепловых потоков. Взвешивание образцов производилось с использованием электронных весов. Для определения коэффициента теплопроводности использовался измеритель плотности теплового потока ИТП-МГ4 "Поток". Результаты опытов сведены в табл. 1.

По полученным экспериментальным данным можно определить статистические показатели, необходимые для дальнейших исследований и расчетов. Предполагая, что значения плотностей и коэффициентов теплопроводности представляют собой выборки одинакового объема, определим закон распределения этих случайных величин и минимальное число наблюдений в опыте согласно определенной методике [10].

Расчет статистических показателей произведен с помощью программного пакета MSExcel. Оценки выборок представлены в табл. 2.

Среднее квадратическое отклонение для показателя асимметрии  $A$

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)}} = \sqrt{\frac{6(10-1)}{(10+1)(10+3)}} = 0,615, \quad (1)$$

где  $n$  — число экспериментальных образцов.

Среднее квадратическое отклонение для показателя эксцесса  $E$

$$\sigma_E = \sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n+1)^2(n+3)(n+5)}} = \sqrt{\frac{24 \cdot 10(10-2)(10-3)}{(10+1)^2(10+3)(10+5)}} = 0,922 \quad (2)$$

Гипотеза о нормальности распределения принимается в том случае, если показатели асимметрии и эксцесса по абсолютной величине существенно (в 2—3 раза) не превосходят соответствующие средние квадратические отклонения

$$|A| \leq (2...3)|\sigma_A|; |E| \leq (2...3)|\sigma_E|. \quad (3)$$

Подставив цифровые данные в неравенства (3), получим подтверждение гипотезы о нормальности распределения:

— для значений плотности

$$0,07 < 2 \cdot 0,615 = 1,23; 0,52 < 2 \cdot 0,922 = 1,844;$$

— для значений коэффициента теплопроводности

$$1,1281 < 2 \cdot 0,615 = 1,23; 0,006 < 2 \cdot 0,922 = 1,844.$$

Минимальное число наблюдений в одном опыте можно определить из выражения

$$m = \frac{t^2 S^2}{\Delta^2}, \quad (4)$$

где  $t$  — значение  $t$ -критерия Стьюдента при выбранном уровне значимости;  $S$  — стандартное отклонение выборки;  $\Delta$  — уровень надежности.

Таким образом, минимальное число наблюдений в одном опыте составит:

— для значений плотности

$$m = \frac{1,96^2 \cdot 21,26^2}{15,21^2} = 7,5;$$

— для значений коэффициента теплопроводности

$$m = \frac{1,96^2 \cdot 0,0169^2}{0,012^2} = 7,6.$$

Принимаем необходимое число наблюдений в опыте  $m = 8$  для всех исследуемых показателей.

После постановки серии предварительных опытов требуется планирование эксперимента с выбором варьируемых факторов. На основе имеющейся априорной информации можно выделить два основных фактора, существенно влияющих на физико-механические свойства получаемого теплоизо-

Таблица 3

**Пределы варьирования переменных факторов**

| Факторы                      | Код   | Шаг варьирования | Уровни варьирования |     |    |
|------------------------------|-------|------------------|---------------------|-----|----|
|                              |       |                  | -1                  | 0   | +1 |
| Содержание баритовой руды    | $X_1$ | 0,5              | 1                   | 1,5 | 2  |
| Содержание древесной стружки | $X_2$ | 1                | 3                   | 4   | 5  |

Таблица 4

**Матрица планирования эксперимента в явном виде**

| № опыта | Переменные факторы |       | Выходные параметры   |   |                                |
|---------|--------------------|-------|----------------------|---|--------------------------------|
|         | $X_1$              | $X_2$ | $Y_1$<br>(плотность) | $Y_2$<br>(коэффициент теплопроводности) | $Y_3$<br>(прочность на сжатие) |
| 1       | 1                  | 3     |                      |   |                                |
| 2       | 2                  | 3     |                      |   |                                |
| 3       | 1                  | 5     |                      |   |                                |
| 4       | 2                  | 5     |                      |   |                                |

ляционно-балластного материала, — содержание баритовой руды и древесной стружки (табл. 3).

Для упрощения дальнейших исследований и расчетов примем следующие допущения. Соотношение компонентов будем брать в объемном исчислении, которые затем легко перевести в массовые доли. Объемное содержание цемента примем постоянным и равным единице, а содержание воды будем варьировать и учитывать таким образом, чтобы доводить полученную смесь до необходимой консистенции.

Наиболее простой является постановка эксперимента по полному факторному плану, число опытов в котором составит

$$N = 2^k = 2^2 = 4, \quad (5)$$

где  $N$  — число опытов в эксперименте; 2 — число уровней варьирования факторов;  $k$  — число факторов.

С учетом принятых варьируемых факторов и принятых допущений матрица планирования эксперимента в явном виде будет выглядеть как представлено в табл. 4.

**Результаты экспериментальных исследований**

Результаты проведенных согласно матрице (см. табл. 4) исследований представлены в табл. 5—8.

Таблица 5

**Результаты экспериментов при соотношении составляющих цемент : баритовая руда : древесная стружка — 1 : 1 : 3**

| Показатель                              | Номер образца |       |       |       |       |       |       |       | Среднее значение по серии |
|---|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|
|   | 1             | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |                           |
| Масса, кг                               | 4,822         | 4,588 | 4,720 | 4,982 | 4,880 | 4,952 | 4,772 | 4,998 | 4,839                     |
| Плотность, кг/м <sup>3</sup>            | 1429          | 1359  | 1399  | 1476  | 1446  | 1467  | 1414  | 1481  | 1434                      |
| Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С) | 0,188         | 0,259 | 0,259 | 0,274 | 0,241 | 0,260 | 0,276 | 0,225 | 0,248                     |
| Прочность на сжатие, МПа                | 17,73         | 17,73 | 17,30 | 18,26 | 19,74 | 20,59 | 18,09 | 18,89 | 18,52                     |

Таблица 6

**Результаты экспериментов при соотношении составляющих цемент : баритовая руда : древесная стружка — 1 : 2 : 3**

| Показатель                              | Номер образца |       |       |       |       |       |       |       | Среднее значение по серии |
|---|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|
|   | 1             | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |                           |
| Масса, кг                               | 5,696         | 5,448 | 5,924 | 6,130 | 5,646 | 5,742 | 5,696 | 6,120 | 5,800                     |
| Плотность, кг/м <sup>3</sup>            | 1688          | 1614  | 1755  | 1816  | 1673  | 1701  | 1688  | 1813  | 1719                      |
| Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С) | 0,363         | 0,326 | 0,277 | 0,362 | 0,341 | 0,298 | 0,308 | 0,367 | 0,330                     |
| Прочность на сжатие, МПа                | 28,71         | 22,53 | 28,95 | 23,48 | 23,55 | 22,70 | 23,12 | 29,11 | 25,39                     |



Таблица 7

Результаты экспериментов при соотношении составляющих цемент : баритовая руда : древесная стружка — 1 : 1 : 5

| Показатель                              | Номер образца |       |       |       |       |       |       |       | Среднее значение по серии |
|---|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|
|   | 1             | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |                           |
| Масса, кг                               | 3,774         | 3,764 | 4,106 | 3,666 | 3,618 | 3,380 | 3,262 | 3,876 | 3,681                     |
| Плотность, кг/м <sup>3</sup>            | 1118          | 1115  | 1216  | 1086  | 1072  | 1001  | 967   | 1148  | 1091                      |
| Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С) | 0,164         | 0,120 | 0,246 | 0,122 | 0,181 | 0,169 | 0,179 | 0,176 | 0,170                     |
| Прочность на сжатие, МПа                | 8,44          | 10,04 | 9,57  | 8,81  | 8,41  | 5,64  | 9,65  | 5,81  | 8,30                      |

Таблица 8

Результаты экспериментов при соотношении составляющих цемент : баритовая руда : древесная стружка — 1 : 2 : 5

| Показатель                              | Номер образца |       |       |       |       |       |       |       | Среднее значение по серии |
|---|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|
|   | 1             | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |                           |
| Масса, кг                               | 4,848         | 4,286 | 4,850 | 4,752 | 4,820 | 4,826 | 4,880 | 4,866 | 4,766                     |
| Плотность, кг/м <sup>3</sup>            | 1436          | 1270  | 1437  | 1408  | 1428  | 1430  | 1446  | 1442  | 1412                      |
| Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С) | 0,177         | 0,167 | 0,211 | 0,149 | 0,256 | 0,271 | 0,243 | 0,208 | 0,210                     |
| Прочность на сжатие, МПа                | 10,57         | 6,52  | 11,46 | 8,62  | 12,38 | 16,97 | 11,83 | 9,78  | 11,01                     |

### Выводы

На основании проведенных экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Серия предварительных опытов показала, что теплоизоляционно-балластный материал на основе древесных отходов с использованием экологически чистых компонентов удовлетворяет заданным условиям, а именно, имеет высокую плотность (более 1000 кг/м<sup>3</sup>) по сравнению с известными аналогами, приемлемый коэффициент теплопроводности не более 0,25 Вт/(м·°С) (за исключением образцов в табл. 6).

2. Наибольшее влияние на физико-механические свойства материала оказывает содержание в нем баритовой руды и древесной стружки. Повышение содержания баритовой руды ведет к увеличению плотности материала и одновременно повышению его коэффициента теплопроводности. Повышение содержания древесной стружки оказывает противоположное влияние на свойства материала.

3. По полученным результатам экспериментальных исследований необходимо математическое обоснование содержания компонентов материала с получением соответствующих уравнений регрессии, благодаря которым можно оптимизи-

ровать состав теплоизоляционно-балластного материала для различных условий применения.

### Список литературы

1. **Вторичные материальные ресурсы** лесной и деревообрабатывающей промышленности (образование и использование): Справочник. — М.: Экономика, 1983. — 224 с.
2. **Багаев А. А.** Композиционные материалы: строение, получение, применение. — М.: Логос, 2006. — 398 с.
3. **Худяков В. А.** Современные композиционные строительные материалы. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. — 224 с.
4. **Корогаев Э. И., Симонов В. И.** Производство строительных материалов из древесных отходов. — М.: Лесная промышленность, 1972. — 144 с.
5. **Ветошкин Ю. И., Яцун И. В., Мялицин А. В.** О возможности применения композиционных материалов "фанотрен" и "плитотрен" на основе древесины в качестве защитных для медицинских рентгенкабинетов. Вестник Московского государственного университета леса // Лесной вестник. — 2008. — № 3. — С. 145–147.
6. **Копко В. М.** Теплоизоляция трубопроводов теплосетей: Учеб.-метод. пособие. — Минск: Технопринт, 2002. — 160 с.
7. **Абакумов И. Е.** ППУ и ППМ изоляции. Области применения в тепловых сетях // Новости теплоснабжения. — 2009. — № 2. — С. 43–45.
8. **ГОСТ 22685—89** Формы для изготовления контрольных образцов бетона.
9. **ГОСТ Р 53231—2008** Бетоны. Правила контроля и оценки прочности.
10. **Пижурич А. А., Пижурич А. А.** Основы научных исследований в деревообработке: Учебник для вузов. — М.: изд. МГУЛ, 2005. — 305 с.

**A. N. Chemodanov**, Professor, Head of Chair, **Yu. A. Gorinov**, Postgraduate, e-mail: Gelios62@mail.ru, Volga State Technological University, Yoshkar-Ola, **R. G. Safin**, Professor, Head of Chair, Kazan National Research Technological University

## Heat-Insulation Ballast Composite on the Basis of Wood Waste

*Environmentally friendly material wood was widely adopted as a part of modern composites. These composites are applied in various industries. The research objective consists in justification of application of the developed wood composite as a heat insulating and ballast material for underwater pipelines. The research problem consists in establishment of an optimum ratio of components, which defines the demanded physicomechanical properties of material. Wood composite material has to be strong, has to be not floating, and to possess weak heat conductivity. The developed composite consists of environmentally friendly materials — cement, wood and barytic ore. Pilot studies at production and determination of properties of composite heat-insulating and ballast material on the basis of wood waste are described. The main physicomechanical and heatphysical properties of material are defined at various ratios of components. As a result of researches it became clear that there is a range of a ratio of components, in which the developed wood and composite material can be applied as thermal isolation of the pipeline. Increase of a share of the content of barytic ore conducts to increase in density and increase of heat conductivity of a composite. Increase of quantity of a wood filler reduces density and lowers heat conductivity of a composite.*

**Keywords:** wood, heat-insulation ballast composite, experimental research, physical and mechanical properties, ecological safety

### References

1. **Vtorichnye material'nye resursy** lesnoj i derevoobrabatyvashchej promyshlennosti (obrazovanie i ispol'zovanie): Spravochnik. M.: JEkonomika, 1983. 224 p.
2. **Bataev A. A.** Kompozicionnye materialy: stroenie, poluchenie, primenenie. M.: Logos, 2006. 398 p.
3. **Hudjakov V. A.** Sovremennye kompozicionnye stroitel'nye materialy. Rostov-na-Donu: Feniks, 2007. 224 p.
4. **Korotaev JE. I., Simonov V. I.** Proizvodstvo stroitel'nyh materialov iz drevesnyh othodov. M.: Lesn. prom-st', 1972. 144 s.
5. **Vetoshkin Ju. I., JAcun I. V., Mjalicin A. V.** O vozmozhnosti primeneniya kompozicionnyh materialov "fanotren" i "plitotren" na osnove drevesiny v kachestve zashhitnyh dlja medicinskih rentgenkabinetov. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa. Lesnoj vestnik.* 2008. № 3(60). P. 145—147.
6. **Kopko V. M.** Teploizoljacija truboprovodov teplosetej: Ucheb.-metod. posobie. Minsk: Tehnoprint, 2002. 160 p.
7. **Abakumov I. E.** PPU i PPM izoljaciji. Oblasti primeneniya v teplyyh setjah. *Novosti teplosnabzhenija.* 2009. N. 2. P. 43—45.
8. **GOST 22685—89** Formy dlja izgotovlenija kontrol'nyh obrazcov betona.
9. **GOST R 53231—2008** Betony. Pravila kontrolja i ocenki prochnosti.
10. **Pizhurin A. A., Pizhurin A. A.** Osnovy nauchnyh issledovanij v derevoobrabotke: Uchebnik dlja vuzov. M.: MGUL, 2005. 305 p.

### XVIII Специализированная выставка-форум "Мир безопасности. СпасПожТех",

19 по 21 мая 2015 года, г. Волгоград,  
Волгоградский Выставочный Центр "Регион"

Основные направления выставки:

- ✓ охрана и безопасность
- ✓ противопожарное оборудование, системы
- ✓ промышленная безопасность
- ✓ охрана труда
- ✓ спецодежда и СИЗ
- ✓ предупреждение стихийных бедствий

"Мир безопасности. СпасПожТех" — это не только выставка, но и масштабный тематический форум, участники которого обсуждают актуальные вопросы охраны и безопасности в разных сферах деятельности во время семинаров, конференций, круглых столов, демонстрационных показов, проводимых в рамках выставки.

Более подробную информацию можно посмотреть на сайте выставки:  
<http://www.regionex.ru/exibits/2015/security/>

УДК 504.064.36

**О. А. Завальцева**, канд. биол. наук, доц., e-mail: Z.Olga1979@mail.ru,  
**Л. В. Коновалова**, зам. нач. лаборатории, **В. В. Светухин**, д-р физ.-мат. наук, проф.,  
Ульяновский государственный университет

## Комплексная оценка степени загрязненности природных вод разными методами (на примере Куйбышевского водохранилища в районе г. Ульяновска)

*Представлены результаты оценки степени загрязненности воды Куйбышевского водохранилища (в районе города Ульяновска) с использованием различных индексов и показателей: индекса загрязнения воды, коэффициента комплексности, среднего значения кратности превышения предельно допустимой концентрации, удельного комбинаторного индекса загрязнения воды. Отмечены основные положительные и отрицательные стороны используемых методов оценки экологического состояния воды. Полученные результаты характеризуют экологическое состояние воды в районе исследования и могут быть использованы в целях мониторинга и прогноза.*

**Ключевые слова:** комплексная оценка, Куйбышевское водохранилище, загрязнение, техногенные факторы, экологическое состояние

### Введение

В Государственной программе Российской Федерации "Охрана окружающей среды" на 2012—2020 годы одной из основных проблем в сфере охраны окружающей среды указана проблема высокого уровня загрязнения водных объектов, на решение которой, в частности, данная программа и направлена.

В реках промышленно-урбанизированных районов происходят кардинальные преобразования. Здесь практически всегда наблюдается техногенная метаморфизация исходного химического типа, группы и класса речных вод. Это может выражаться в формировании резко выраженной пространственной "гидрохимической пестроты" поверхностных вод, когда в пределах относительно однородного в ландшафтном отношении и небольшого по площади участка бассейна (100...150 км<sup>2</sup>) одновременно развиты речные воды разных химического типа, группы и даже класса [1].

Сложность оценки качества вод заключается в том, что она базируется на сравнении средних концентраций, наблюдавшихся в пункте контроля качества вод, с установленными предельно допустимыми концентрациями (ПДК) по каждому отдельному ингредиенту. Это приводит к тому, что в различных справочно-информационных материалах приходится перечислять наименование веществ, степень превышения ПДК и т. п. Особое затруднение возникает в случае, если необходимо отразить тенденцию качества вод за несколько лет, когда на одном и том же участке водного объекта концентрации одних ингредиентов снижаются, а других — возрастают. Именно поэтому предприни-

маются попытки ввести комплексную оценку качества вод, под которой понимается характеристика ее состава и свойств, определяющая пригодность для конкретных видов водопользования, при этом критерии качества представляют собой признаки, по которым проводится оценка качества воды.

Целью настоящего исследования является оценка экологического состояния природных вод (на примере Куйбышевского водохранилища в районе города Ульяновска) в рамках комплексного подхода с учетом существующих методологий оценки качества воды.

### 1. Объекты и методы исследований

Объектом исследования стала вода реки Волги (Куйбышевское водохранилище) в районе г. Ульяновска (рис. 1). В рамках настоящей работы были исследованы показатели эколого-гидрохимического состояния воды реки Волги и проведена комплексная оценка экологического состояния воды разными методами с учетом различных индексов и показателей: индекса загрязнения воды (ИЗВ), коэффициента комплексности  $K$ , среднего значения кратности превышения ПДК  $\beta$ , удельного комбинаторного индекса загрязнения воды (УКИЗВ)  $S'$ .

Пробы воды отбирались выше по течению от г. Ульяновска, ниже по течению и в черте города. Отбор производился по левую и правую стороны берегов. Отобранные пробы воды были исследованы в аккредитованной химико-аналитической лаборатории Научно-исследовательского технологического института им. С. П. Капицы Ульяновского государственного университета.

Все результаты экспериментальной работы получены с использованием аккредитованных методик.

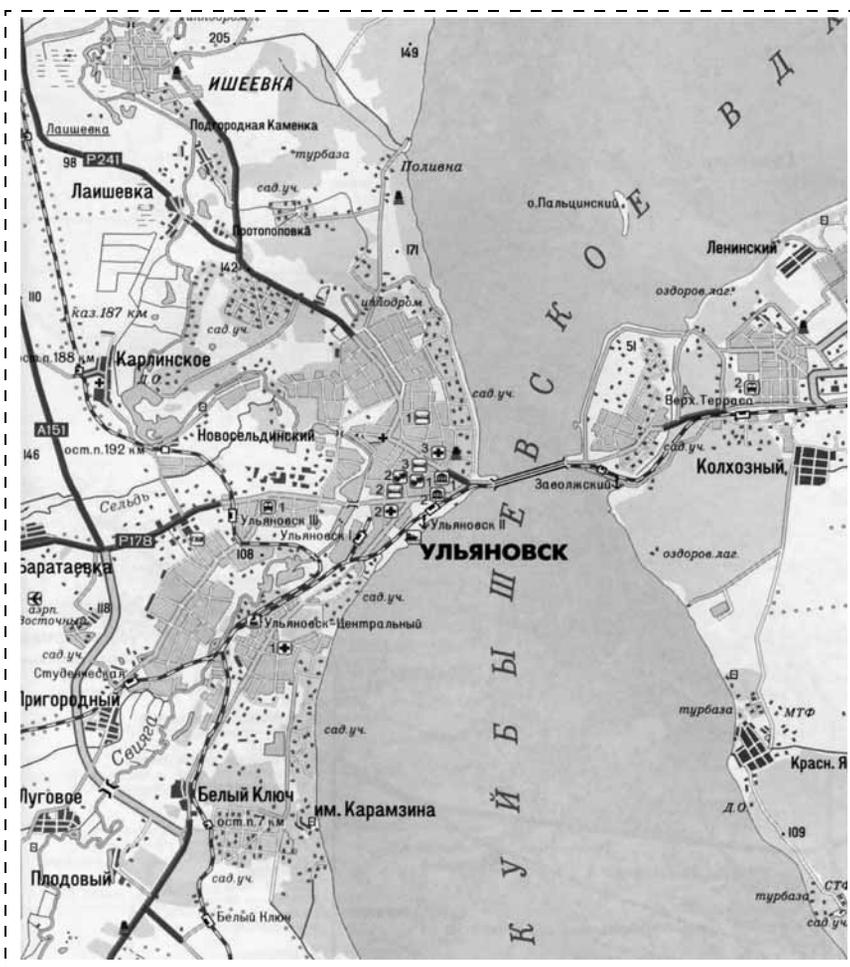


Рис. 1. Карта-схема объекта исследования

Экспериментальная работа была проведена на сертифицированном оборудовании. Основные средства измерений: спектрофотометр ЮНИКО 2100; спектрометр с индуктивно связанной плазмой IСАР 6500 DUO, анализатор жидкости "Эксперт-001-3" (0.1)" (рН-метр/иономер лабораторный), анализатор содержания нефтепродуктов АН-2.

Индекс загрязнения воды рассчитывали по формуле:

$$ИЗВ = \sum_{i=1}^N \frac{C_i / ПДК_i}{N},$$

где  $C_i$  — концентрация компонента (значение параметра);  $N$  — число показателей, используемых для расчета индекса;  $ПДК_i$  — установленная величина концентрации компонента для соответствующего типа водного объекта.

Комбинаторный  $S$  и удельный комбинаторный индекс загрязнения воды  $S'$ , а также коэффициент комплексности  $K$ , среднее значение кратности превышения ПДК  $\beta$  определяли в соответствии с РД 52.54.643—2002 [2].

## 2. Результаты и обсуждение

Исследования эколого-гидрохимических показателей воды Куйбышевского водохранилища были приведены ранее и результаты их представлены в работах [3, 4]. По результатам, полученным в ходе проведения анализа проб воды и математической обработки полученных данных, была проведена комплексная оценка степени загрязненности воды разными методами.

### Индекс загрязнения воды

Индекс загрязнения воды относится к категории показателей, наиболее часто используемых для оценки качества водных объектов. Он был установлен Госкомгидрометом СССР в 1986 г. [5]. Как отмечают авторы работы [6] необходимость его применения не подтверждается ни одним из опубликованных позже официальных нормативных документов. Этот индекс является типичным аддитивным коэффициентом и представляет собой среднюю долю превышения ПДК не менее, чем по шести показателям, имеющим наибольшие значения приведенных концентраций, независимо от того превышают они ПДК или нет.

В настоящем исследовании для расчета были взяты средние значения следующих показателей:

концентрация растворенного кислорода (обязательный показатель), рН (обязательный показатель), БПК<sub>5</sub> (обязательный показатель), ХПК, концентрация нефтепродуктов, общего железа, кадмия. На основе этих показателей был рассчитан ИЗВ для двух типов водопользования.

Для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: ИЗВ = 3,01. В соответствии с табл. 1 вода относится к 4-му классу — загрязненная.

Для водоемов рыбохозяйственного назначения: ИЗВ = 9,68. В соответствии с табл. 1 вода относится к 6-му классу — очень грязная.

За период 1985 по 2009 гг. качество воды Куйбышевского водохранилища ухудшалось и в 2009 г. по значению ИЗВ вода соответствовала 5-му классу — грязная [7].

Комбинаторный и удельный комбинаторный индексы загрязнения воды.

Эти методы интегральной оценки качества воды по совокупности находящихся в ней загрязняющих веществ и частоты их обнаружения [8]. В данном случае для каждого ингредиента на основе фактических



Таблица 1

**Классификация качества воды  
в зависимости от значения индекса загрязнения воды**

| Воды                  | Значения ИЗВ | Класс качества воды |
|-----------------------|--------------|---------------------|
| Очень чистые          | До 0,2       | 1                   |
| Чистые                | 0,2...1,0    | 2                   |
| Умеренно загрязненные | 1,0...2,0    | 3                   |
| Загрязненные          | 2,0...4,0    | 4                   |
| Грязные               | 4,0...6,0    | 5                   |
| Очень грязные         | 6,0...10,0   | 6                   |
| Чрезвычайно грязные   | >10,0        | 7                   |

концентраций рассчитывают баллы кратности превышения ПДК<sub>вр</sub>, повторяемости случаев превышения, а также общий оценочный балл. Комбинаторный индекс загрязнения рассчитывается как сумма общих оценочных баллов всех учитываемых показателей. По величине комбинаторного индекса устанавливается класс загрязненности воды.

Конструктивной особенностью метода комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям является проведение на первом этапе детального покомпонентного анализа химического состава воды и его режима и последующее использование полученных оценочных составляющих на втором этапе для одновременного учета комплекса наблюдаемых ингредиентов и показателей качества воды (РД 52.24.643—2002 [2]).

Наиболее информативными комплексными оценками, получаемыми по данному методу, являются: удельный комбинаторный индекс загрязнения воды (УКИЗВ) и класс качества воды.

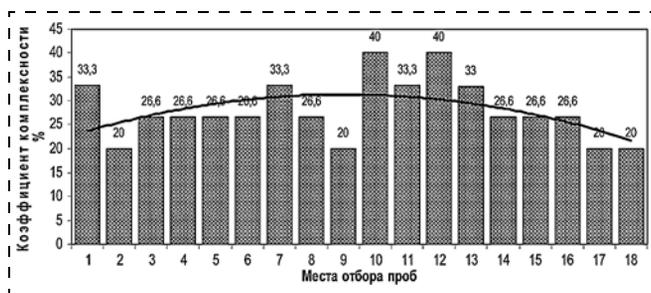


Рис. 2. Изменение коэффициента комплексности в зависимости от места отбора проб воды:

1 — с. Поливное, правый берег; 2 — с. Поливное, середина реки; 3 — с. Поливное, левый берег; 4 — 2 км выше г. Ульяновска, правый берег; 5 — 2 км выше г. Ульяновска, середина реки; 6 — 2 км выше г. Ульяновска, левый берег; 7 — р-он Императорского моста, правый берег; 8 — р-он Императорского моста, середина реки; 9 — р-он Императорского моста, левый берег; 10 — сброс сточных вод с городских очистных сооружений, 3 м от берега; 11 — сброс сточных вод с городских очистных сооружений, 7 м от берега; 12 — сброс сточных вод с городских очистных сооружений, 10 м от берега; 13 — 2 км ниже г. Ульяновска, правый берег; 14 — 2 км ниже г. Ульяновска, середина реки; 15 — 2 км ниже г. Ульяновска, левый берег; 16 — п. Красный Яр, 3 м от правого берега; 17 — п. Красный Яр, 7 м от правого берега; 18 — п. Красный Яр, 10 м от правого берега

В настоящем исследовании в соответствии с методикой для предварительной оценки качества воды был рассчитан коэффициент комплексности  $K$  загрязнения воды (рис. 2). Из рисунка и результатов исследования видно, что, чем больше значение  $K$ , тем большая комплексность загрязнения присуща воде, тем хуже ее качество и тем большее влияние на формирование качества воды оказывает антропогенный фактор. Увеличение коэффициента комплексности загрязнения свидетельствует о появлении новых загрязняющих веществ в воде анализируемого водного объекта.

Среднее значение  $K$  составило 28,1 %, отмечается достаточно широкое варьирование данного показателя в пределах 20...40 %. По результатам определения значения  $K$  были рассчитаны показатели повторяемости случаев превышения ПДК ( $H_p$ ) по отдельным показателям и определена характеристика загрязненности воды (табл. 2).

По значению повторяемости с применением линейной интерполяции был рассчитан частный оценочный балл. Среднее значение кратности превышения ПДК  $\beta$  рассчитывали только по результатам анализа проб, где такое превышение наблюдалось, и по его значениям определяли уровень загрязнения воды в соответствии с РД 52.24.643—2002 (табл. 3).

Обобщенный оценочный балл рассчитывали как произведение частных оценочных баллов по повторяемости случаев загрязненности и средней кратности превышения ПДК. Он дает возможность учесть одновременно значения наблюдаемых концентраций и частоту обнаружения случаев превышения ПДК по каждому ингредиенту. Затем

Таблица 2

**Характеристика воды Куйбышевского водохранилища по значению повторяемости случаев превышения ПДК**

| Показатель     | Повторяемость $H_p$ , % | Характеристика загрязненности (РД 52.24.643-2002) |
|----------------|-------------------------|---|
| Аммонийный ион | 5,6                     | Единичное   |
| Железо общее   | 61                      | Устойчивое  |
| Нефтепродукты  | 8,9                     | Единичное   |
| Медь           | 100                     | Устойчивое  |
| Цинк           | 78                      | Устойчивое  |
| Никель         | 39                      | Характерное                                       |
| Марганец       | 44                      | Характерное                                       |

Таблица 3

**Характеристика воды Куйбышевского водохранилища по среднему значению кратности превышения ПДК**

| Показатель     | Среднее значение кратности превышения ПДК $\beta$ | Характеристика загрязнения воды |
|----------------|---|---------------------------------|
| Аммонийный ион | 1,2   | Низкое                          |
| Железо общее   | 1,93  | Низкое                          |
| Нефтепродукты  | 3,14  | Среднее                         |
| Медь           | 5,86  | Среднее                         |
| Цинк           | 4,14  | Среднее                         |
| Никель         | 1,4   | Низкое                          |
| Марганец       | 3,31  | Среднее                         |

**Классификация качества воды водотоков по значению удельного комбинаторного индекса загрязнения воды (РД 52.24.643—2002)**

| Класс и разряд | Характеристика состояния загрязнения воды | Удельный комбинаторный индекс загрязнения воды в зависимости от числа учитываемых комплексных показателей загрязнения |                      |                    |                    |                    |                    |
|----------------|---|---|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                |   | Без учета числа комплексных показателей загрязнения   | 1<br>( $k^* = 0,9$ ) | 2<br>( $k = 0,8$ ) | 3<br>( $k = 0,7$ ) | 4<br>( $k = 0,6$ ) | 5<br>( $k = 0,5$ ) |
| <b>1-й</b>     | <b>Условно чистая</b>                     | 1   | 0,9                  | 0,8                | 0,7                | 0,6                | 0,5                |
| <b>2-й</b>     | <b>Слабо загрязненная</b>                 | (1; 2]  | (0,9; 1,8]           | (0,8; 1,6]         | (0,7; 1,4]         | (0,6; 1,2]         | (0,5; 1,0]         |
| <b>3-й</b>     | <b>Загрязненная</b>                       | (2; 4]  | (1,8; 3,6]           | (1,6; 3,2]         | (1,4; 2,8]         | (1,2; 2,4]         | (1,0; 2,0]         |
| Разряд "а"     | Загрязненная                              | (2; 3]  | (1,8; 2,7]           | (1,6; 2,4]         | (1,4; 2,1]         | (1,2; 1,8]         | (1,0; 1,5]         |
| Разряд "б"     | Очень загрязненная                        | (3; 4]  | (2,7; 3,6]           | (2,4; 3,2]         | (2,1; 2,8]         | (1,8; 2,4]         | (1,5; 2,0]         |
| <b>4-й</b>     | <b>Грязная</b>                            | (4; 11]   | (3,6; 9,9]           | (3,2; 8,8]         | (2,8; 7,7]         | (2,4; 6,6]         | (2,0; 5,5]         |
| Разряд "а"     | Грязная                                   | (4; 6]  | (3,6; 5,4]           | (3,2; 4,8]         | (2,8; 4,2]         | (2,4; 3,6]         | (2,0; 3,0]         |
| Разряд "б"     | Грязная                                   | (6; *]  | (5,4; 7,2]           | (4,8; 6,4]         | (4,2; 5,6]         | (3,6; 4,8]         | (3,0; 4,0]         |
| Разряд "в"     | Очень грязная                             | (8; 11]   | (7,2; 9,0]           | (6,4; 8,0]         | (5,6; 7,0]         | (4,8; 6,0]         | (4,0; 5,0]         |
| Разряд "г"     | Очень грязная                             | (10; 11]  | (9,0; 9,9]           | (8,0; 8,8]         | (7,0; 7,7]         | (6,0; 6,6]         | (5,0; 5,5]         |
| <b>5-й</b>     | <b>Экстремально грязная</b>               | (11; ∞]   | (9,9; ∞]             | (8,8; ∞]           | (7,7; ∞]           | (6,6; ∞]           | (5,5; ∞]           |

Примечание: Круглая скобка показывает, что стоящее при ней значение в интервал не входит, квадратная скобка — значение входит.  
 $k^*$  — коэффициент запаса:  $k = 1 - 0,1F$ , где  $F$  — число критических показателей загрязнения (в настоящем исследовании  $F = 7$ ).

определили комбинаторный  $S$  и удельный комбинаторный  $S'$  индексы загрязнения воды. Для Куйбышевского водохранилища  $S = 43,91$ , а  $S' = 2,93$ .

Таким образом, по результатам проведенных расчетов и полученным значениям  $S$  и  $S'$  вода Куйбышевского водохранилища в районе исследования относится к 3-му классу — загрязненная (табл. 4).

В целом, полученные результаты оценки экологического состояния воды Куйбышевского водохранилища разными методами близки, но более приемлем метод оценки с использованием комбинаторного индекса загрязнения воды, так как оценка ведется не по отдельным ингредиентам, а по совокупности всех загрязняющих веществ и их вкладу в загрязнение водоема.

### Заключение

Правильная интерпретация результатов анализа показателей экологического состояния природных вод является на сегодняшний день важной и актуальной задачей. Необходим комплексный систематический контроль и анализ состояния экосистемы Куйбышевского водохранилища, позволяющие осуществить прогноз экологической обстановки, выдавать рекомендации по достижению экологической безопасности, устойчивому эколого-экономическому развитию и направлениям социально-экологической реабилитации территории, а значит и более рациональное его использование. Прежде всего, это сокращение сбросов сточных вод с помощью увеличения мощности и усовершенствования технологий очистных сооружений, ввода в действие замкнутого цикла водопотребления и водоотведения, реконструкция предприятий.

Следовательно, чтобы масштабы загрязнения природных вод не приняло необратимого и катастрофического характера, необходимо, с одной стороны, изменение стратегии природопользования, ус-

ранение путей и источников дальнейшего загрязнения, а с другой — разработка и практическое внедрение способов, а также технологий подавления токсичности и очистки объектов природной среды от загрязнений. При этом первоочередным и очень важным является оценка химического состава природных вод и их постоянный мониторинг, особенно вод, находящихся и функционирующих на урбанизированных территориях с высоким уровнем техногенной нагрузки, а также использование современных комплексных методов оценки экологического состояния природных водных объектов.

### Список литературы

1. Янин Е. П. Экологическая геохимия и проблемы биогенной миграции химических элементов 3-го рода // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы: Труды биогеохимической лаборатории. — М.: Наука, 2003. — С. 37—75.
2. РД 52.24.643—2002 Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. — Ростов-на-Дону, 2002.
3. Завальцева О. А., Коновалова Л. В., Светухин В. В. Оценка современного экологического состояния воды р. Волга в районе интенсивного техногенного воздействия (на примере г. Ульяновска) // Экологические системы и приборы. — 2012. — № 9. — С. 26—34.
4. Завальцева О. А., Коновалова Л. В., Светухин В. В. Оценка техногенных геохимических аномалий в донных отложениях Куйбышевского водохранилища в пределах г. Ульяновска // Вода: химия и экология. — 2013. — № 7. — С. 119—123.
5. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод. Утв. Госкомгидрометом СССР 22.09.1986 г. № 250-1163. — М., 1986. — 5 с.
6. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. — Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. — 463 с.
7. Бурдин Е. А. Качество поверхностных вод волжских водохранилищ // Экологические проблемы природных и антропогенных территорий: Сборник научных статей I Международной научно-практической конференции. — Чебоксары, 2011. — С. 104—105.
8. Васильева Е. А., Виниченко В. Н., Гусева Т. В. и др. Как организовать общественный экологический мониторинг / Под ред. М. В. Хотулевой. — М.: СоЭС — Методический центр "Эколайн", 1998.



O. A. Zavaltseva, Associate Professor, e-mail: z.olgal979@mail.ru,  
L. V. Konovalova, Deputy Chief of Laboratory, V. V. Svetukhin, Professor,  
Ulyanovsk state university

## Complex Assessment of Degree of Impurity of Natural Waters by Different Methods (on the Example of the Kuibyshev Reservoir near Ulyanovsk)

*Strengthening of anthropogenous impacts on environment causes the necessity of studying and identification of parameters of anthropogenous influences and the changes in environment caused by them.*

*The purpose of the real research was the assessment of an ecological condition of natural waters (on the example of the Kuibyshev reservoir near the city of Ulyanovsk) within an integrated approach taking into account the existing methodologies of an assessment of quality of water.*

*On the basis of the analysis and an assessment of separate indicators of an ecological condition of water the complex assessment of an ecological condition of a reservoir was carried out. In work results of an assessment of degree of impurity of water of the Kuibyshev reservoir (near the city of Ulyanovsk) with use of various indexes and indicators (the water pollution index), coefficient of the complexity, average value of frequency rate of excess of maximum concentration limit, a specific combinatory index of pollution of water are presented. The main positive and negative sides of the used methods of an assessment of an ecological condition of water are noted. The received results characterize an ecological condition of water around research and can be used for monitoring and the forecast.*

**Keywords:** complex assessment, Kuibyshev reservoir, water pollution, technogenic factors, ecological state

### References

1. **Yanin Ye. P.** Ekologicheskaya geokhimiya i problemy biogennoy migratsii khimicheskikh elementov 3-go roda. // Tekhnogenez i biogeokhimiya evolyutsiya taksonov biosfery: Trudy biogeokhimiya laboratorii. M.: Nauka, 2003. P. 37–75.
2. **RD 52.24.643–2002** Metod kompleksnoy otsenki stepeni zagryaznenosti poverkhnostnykh vod po gidrokhimicheskim pokazatelyam. Rostov-na-Donu, 2002.
3. **Zavaltseva O. A., Konovalova L. V., Svetukhin V. V.** Otsenka sovremennogo ekologicheskogo sostoyaniya vody r. Volga v rayone intensivnogo tekhnogennoy vozdeystviya (na primere g. Ulyanovska). *Ekologicheskie sistemy i pribory*. 2012. N. 9. P. 26–34.
4. **Zavaltseva O. A., Konovalova L. V., Svetukhin V. V.** Otsenka tekhnogennykh geokhimicheskikh anomalii v donnykh otlozheniyah Kuibyshevskogo vodokhranilishha v predelakh g. Ulyanovska. *Voda: khimiya i ekologiya*. 2013. N. 7. P. 119–123.
5. **Vremennyye metodicheskie ukazaniya** po kompleksnoy otsenke kachestva poverkhnostnykh i morskikh vod. Utv. Goskomgidrometom SSSR 22.09.1986. N. 250-1163. M.: 1986. 5 p.
6. **Shitikov V. K., Rozenberg G. S., Zinchenko T. D.** Kolichestvennaya gidroekologiya: metody sistemnoy identifikatsii. Tolyatti: IEVB RAN. 2003. 463 p.
7. **Burdin Ye. A.** Kachestvo poverkhnostnykh vod volzhskikh vodokhranilishh. *Ekologicheskie problemy prirodnykh i antropogennykh territoriy: Sbornik nauchnykh statey I Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Cheboksary, 2011. P. 104–105.
8. **Vasileva Ye. A., Vinichenko V. N., Guseva T. V.** i dr. Kak organizovat obshchestvennyy ekologicheskiy monitoring / Pod red. M. V. Khotulevoy. M.: SoES — Metodicheskiy tsentr "Ekolayn", 1998.

### Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

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

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

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

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

Дизайнер Т. Н. Погорелова.

Технический редактор Е. М. Патрушева. Корректор Т. В. Пчелкина

Сдано в набор 30.12.14. Подписано в печать 16.02.15. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ315.

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](http://www.aov.ru)