



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

3(159)
2014

Редакционный совет:

АКИМОВ В. А., д.т.н., проф.
БАЛЫХИН Г. А., д.э.н.
ГРИГОРЬЕВ С. Н., д.т.н., проф.
ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН,
д.т.н., проф. (председатель)
КЛИМКИН В. И., к.т.н.
КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н.,
проф.
ПАВЛИХИН Г. П., д.т.н., проф.
СОКОЛОВ Э. М., д.т.н., проф.
ТЕТЕРИН И. М., д.т.н.
ТИШКОВ К. Н., к.т.н., проф.
УШАКОВ И. Б., чл.-корр. РАН,
д.т.н., проф.
ФЕДОРОВ М. П., акад. РАН,
д.т.н., проф.
ЧЕРЕШНЕВ В. А., акад. РАН, д.т.н.
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.
ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.
КАЛЕДИНА Н. О., д.т.н., проф.
КАЧАНОВ С. А., д.т.н., проф.
КАЧУРИН Н. М., д.т.н., проф.
КЛЕЙМЕНОВ А. В., д.т.н.
КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н., д.т.н.,
проф.
КСЕНОФОНТОВ Б. С., д.т.н.,
проф.
КУКУШКИН Ю. А., д.т.н., проф.
ЛУЩИ С., проф. (Италия)
МАЛАЯН К. Р., к.т.н., проф.
МАСТРЮКОВ Б. С., 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.
ПАНАРИН В. М., д.т.н., проф.
ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.
ФРИДЛАНД С. В., д.т.н., проф.
ХАБАРОВА Е. И., к.х.н., доц.
ЦЗЯН МИНЦЗЮНЬ, проф.
(Китай)
ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

- Мясников В. Н., Киппари А. А. Методика обоснования безопасного трудового стажа 3
Савченко Н. В. Повышение тепловой эффективности кондиционируемой одежды 5

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Левашов С. П. О формировании критериев приемлемости социальных рисков 11
Карпова Е. Е., Миронов С. М., Сучков А. А., Карелин А. П., Карпов Е. Ф. Непрерывный контроль возможных утечек природного газа в жилых помещениях 14
Гришин В. Ю., Мазаник Е. В., Шевченко Л. А. Новые технологии дегазации шахт Кузбасса 19

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Кирсанов В. В. Оптимальное соотношение возраста активного ила и нагрузок по загрязняющим веществам перед аэротенками, обуславливающее максимальную эффективность биоочистки на примере химического предприятия 23

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Альмов А. В., Лукьянович А. В., Верескун А. В. Особенности создания системы защиты от ЧС, информирования и оповещения населения на транспорте в Российской Федерации в 2011—2012 годах 27

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

- Ксенофонов Б. С., Буторова И. А. Петрова Е. В., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Виноградов М. С., Балина А. А. Бактериальное выщелачивание редкоземельных металлов из золошлаков ТЭЦ 33

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Наумов Ю. А. Атмосферное загрязнение городов Приморского края и проблемы их экологической безопасности 38

ОБРАЗОВАНИЕ

- Строкин А. А. Роль студенческих научно-технических конференций в подготовке специалистов высшей квалификации в области экологической и промышленной безопасности 47
Карлов Г. П., Корнев В. М., Харин В. Ф., Жуков А. А., Онисько В. Н., Капустин И. Д. Совершенствование подготовки и повышения квалификации кадров в области пожарной безопасности на базе пилотного полигона 50

ИНФОРМАЦИЯ

- 19-я Конференция ООН об изменении климата и совещание парламентариев организации ГЛОБЕ (Варшава, 18—22 ноября 2013 г.) 54

Приложение. Вяльцев В. М., Вяльцев А. В., Кондаков К. В., Фролов А. В. Становление горноспасательного дела в Донбассе. Исторический очерк

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' ZHIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since
January 2001

Editorial board

AKIMOV V. A., Dr. Sci. (Tech.)
BALYKHIN G. A., Dr. Sci. (Ecom.)
GRIGORYEV S. N., Dr. Sci. (Tech.)
ZALIKHANOV M. Ch.,
Acad. RAS, Dr. Sci. (Tech.)
KLIMKIN V. I., Cand. Sci. (Tech.)
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)
PAVLIKHIN G. P., Dr. Sci. (Tech.)
SOKOLOV E. M., Dr. Sci. (Tech.)
TETERIN I. M., Dr. Sci. (Tech.)
TISHKOV K. N., Cand. Sci. (Tech.)
USHAKOV I. B., Cor.-Mem. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
FEDOROV M. P., Acad. RAS, Dr.
Sci. (Tech.)
CHERESHNEV V. A., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
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.)
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)
KALEDINA N. O., Dr. Sci. (Tech.)
KACHANOV S. A., Dr. Sci. (Tech.)
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)
KLEYMENOV A. V., 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.)
MASTRYUKOV B. S.,
Dr. Sci. (Tech.)
MATYUSHIN A. V., Dr. Sci. (Tech.)
MINKO V. M., Dr. Sci. (Tech.)
MIRMOVICH E. G.,
Cand. Sci. (Phys.-Math.)
PANARIN V. M., Dr. Sci. (Tech.)
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)
FRIDLAND S. V., Dr. Sci. (Tech.)
KHABAROVA E. I.,
Cand. Sci. (Chem.)
JIANG MINGJUN (China), prof.
SHVARTSBURG L. E.,
Dr. Sci. (Tech.)

3(159)
2014

CONTENTS

LABOUR PROTECTION AND POPULATION HEALTH

- Mjasnikov V. N., Kippari A. A.** The Method of Substantiation of Safe Length of Service 3
Savchenko N. V. Increase in Thermal Efficiency of the Conditioned Clothing 5

INDUSTRIAL SAFETY

- Levashov S. P.** Eligibility Criteria on the Formation of Social Risk 11
Karpova E. E., Mironov S. M., Suchkov A. A., Karelin A. P., Karpov E. F. Control over Any Possible Leaking of Natural Gas in Dwellings 14
Grishin V. Yu., Mazanik E. V., Shevchenko L. A. New Technologies of Kuzbass Mines Degasification 19

ECOLOGICAL SAFETY

- Kirsanov V. V.** Optimum Ratio of Age of Active Silt and Loadings on Polluting Substances Before the Aerotenka, Causing Maximum Efficiency of Biocleaning on The Example of the Chemical Company 23

SITUATION OF EMERGENCY

- Alymov A. V., Lykyanovich A. V., Vereskun A. V.** Features of Creation System of Protection for Emergency Situations Informing and Alerting of Population in Transport in the Russian Federation in 2011—2012 27

USE AND RECYCLING OF WASTE

- Ksenofontov B. S., Butorova I. A., Petrova E. V., Taranov R. A., Kozodaev A. S., Vinogradov M. S., Balina A. A.** Bacterial Leaching of Rare-Earth Metals from Combined Heat and Power Plant Ashes 33

REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Naumov J. A.** The Pollution of Atmosphere of Towns in Primorsky Region and the Problems of its Ecological Safety. 38

EDUCATION

- Strokin A. A.** Role of Students' Scientific-Technical Conference in Training of High-Qualified Specialists in the Field of Ecological and Industrial Safety 47
Karlov G. P., Kornev V. M., Kharin V. F., Zhukov A. A., Onisko V. N., Kapustin I. D. Raising the Level of Personnel Skill in the Field of Fire Safety on the Basis of the Pilot Polygon 50

INFORMATION

- XIX Parties Conference** of the UN Framework Convention on Climate Change and the Parliamentarians of the World Organization "GLOBE" (Warsava, 18—22 November, 2013). 54

APPLICATION. **Vyal'tsev V. M., Vyal'tsev A. V., Kondakov K. V., Frolov A. V.** History of the Formation of Mine Rescue Work in the Donbass

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

УДК 614.8.084

В. Н. Мясников, канд. техн. наук, доц., **А. А. Киппари**, студент,
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
E-mail: vn_m100@mail.ru

Методика обоснования безопасного трудового стажа

Представлена методика оценки безопасного трудового стажа, основанная на оценках накопления профессионального риска до пороговых допустимых значений, позволяющая формировать стратегию управления финансированием мероприятий по улучшению условий и безопасности труда.

Ключевые слова: управление профессиональным риском, безопасный стаж, стратегия финансирования

V. N. Mjasnikov, A. A. Kippari

The Method of Substantiation of Safe Length of Service

The method of substantiation of safe length of service depending on working conditions is offered in the article. The method allows to originate the strategy of financing of arrangements for improvement of working conditions.

Keywords: accumulation of occupational hazards, safe length of service, strategy of financing

Риск профессионального заболевания (профессиональный риск), определяемый вероятностью утраты здоровья работником в результате профессиональной деятельности, зависит от интенсивности и продолжительности воздействия вредных и (или) опасных факторов производственной среды, что позволяет предположить накопление профессионального риска в течение трудовой деятельности [1].

Представим накопление профессионального риска R с ежегодным приращением dR в рекуррентном виде:

$$R_i = R_{i-1} + dR_i \quad \forall i \in [1, n], \quad (1)$$

где R_i (R_{i-1}) — профессиональный риск возникновения у работника заболевания, обусловленного производственной средой, за i -й ($i-1$)-й год трудовой деятельности; dR_i — приращение (годовой прирост) профессионального риска, характеризующее условия труда в i -м году; n — трудовой стаж.

В руководстве [2] определены индексы профессиональных заболеваний по классам условий труда, которые можно интерпретировать как допустимые профессиональные риски в течение трудового стажа при существующих общественных ценностях.

Период накопления профессионального риска в условиях конкретной производственной среды, определяющей воздействие на работника вредных и опасных факторов, до значения допустимого

риска $R_{\text{доп}}$ будем считать безопасным трудовым стажем N :

$$R_{\text{доп}} = R_0 + \sum_{i=1}^N dR_i, \quad (2)$$

где R_0 — значение профессионального риска в начальный момент времени.

Например, при заданных условиях труда, когда можно принять

$$dR_i = dR = \text{const} \quad \forall i \in [1, n]$$

(технология производства остается неизменной, состояние условий труда и значение основного вредного производственного фактора не меняется), безопасный трудовой стаж

$$N = N_0 + \frac{R_{\text{доп}}}{dR}, \quad (3)$$

где $N_0 = \frac{R_0}{dR}$ — период начального накопления риска.

При улучшении условий и безопасности труда априорно предполагаем уменьшение ежегодного прироста профессионального риска dR :

$$\tilde{dR} = dR(1 - \varepsilon), \quad (4)$$

где \tilde{dR} — значение ежегодного прироста профессионального риска с момента изменения условий труда (характеризует новые улучшенные и безопасные условия труда); $\varepsilon = 1 - \frac{\tilde{dR}}{dR}$ — коэффициент, характеризующий уменьшение скорости на-



копления профессионального риска вследствие улучшения условий и безопасности труда.

Если улучшение условий и безопасности труда состоялось при безопасном трудовом стаже N_x , то учитывая выражение (3), получим:

$$N = N_x + \frac{R_{\text{доп}} - R_x}{dR(1 - \varepsilon)}, \quad (5)$$

где $N_x = R_x/dR$ — трудовой стаж до события улучшения условий и безопасности труда, включающий период начального накопления риска; $R_x = N_x dR$ — риск, накопленный за период трудового стажа до события улучшения условий и безопасности труда.

В общем случае, когда имеет место J событий улучшения условий труда, безопасный трудовой стаж N можно определить следующим выражением:

$$N = N_x + \sum_{j=1}^J N_j, \quad (6)$$

где $N_j = (R_{\text{доп}} - R_j)/dR(1 - \varepsilon_j)$ — стаж профессиональной деятельности с момента j -го события улучшения условий и безопасности труда; $R_j = R_{j-1} + dR(1 - \varepsilon_j)$ — накопленный риск на момент j -го события улучшения условий и безопасности труда; $\varepsilon_j = 1 - dR_j/dR$ — относительный коэффициент, характеризующий уменьшение ежегодного прироста профессионального риска при j -м событии изменения условий и безопасности труда.

Улучшение условий труда требует инвестиций. В зависимости от объема и эффективности их использования можно управлять скоростью накопления профессионального риска, уменьшая значение ежегодного прироста профессионального риска dR согласно уравнению (4).

Пусть Z_j — затраты на j -е событие улучшения условий и безопасности труда; Z_{max} — затраты на улучшение условий и безопасности труда, при которых условно считаем прирост профессионального риска, равным нулю.

В этом случае, принимая прямую зависимость условий и безопасности труда от затрат, получим:

$$\varepsilon_j = \sum_{m=1}^M k_m Z_{jm} / Z_{\text{max}}, \quad (7)$$

где m — порядковый номер мероприятия по улучшению условий и безопасности труда; Z_{jm} — затраты на проведение m -го мероприятия j -го события по улучшению условий и безопасности труда; k_m — взвешивающий коэффициент, характеризующий эффективность проведения m -го мероприятия по улучшению условий и безопасности труда, при

этом считаем $\sum_{m=1}^M k_m = 1$.

Пример расчета

Улучшение условий и безопасности труда реализуется работодателем в соответствии с утвержденным типовым перечнем ежегодных мероприятий [3].

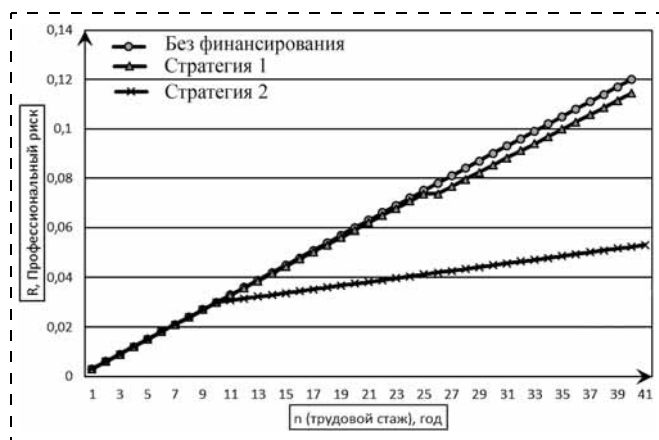
Задав значения взвешивающих коэффициентов (определяются экспертными оценками) и эмпирическое распределение выделяемых средств для каждого из 31 мероприятия типового перечня [2] на примере условного предприятия (класс условий труда 3.1), выберем две стратегии финансирования: 1. Финансирование мероприятий, связанных с аттестацией рабочих мест, их автоматизацией и механизацией; 2. Финансирование всего спектра мероприятий типового перечня (см. таблицу).

Используя уравнения (2), (4) и (7) и полагая $dR = 0,003$, $N_0 = 10$, можно построить кривые накопления профессионального риска, представленные на рисунке.

При распределении финансирования мероприятий по улучшению условий и безопасности

Значения взвешивающих коэффициентов и распределение выделяемых средств на мероприятия ($M = 31$) типового перечня [2] по улучшению условий и безопасности труда

№ п/п { m }	Взвешивающий коэффициент k	Значение взвешивающего коэффициента	Расходы на мероприятие Z	Выделяемые средства, руб. (стратегия 1)	Выделяемые средства, руб. (стратегия 2)
1	k_1	0,045	Z_1	50 000	13 500
2	k_2	0,045	Z_2	60 000	13 500
3	k_3	0,057	Z_3	50 000	17 100
4	k_4	0,032	Z_4	0	9600
5	k_5	0,035	Z_5	30 000	10 500
6	k_6	0,033	Z_6	30 000	9900
7	k_7	0,028	Z_7	0	8400
8	k_8	0,031	Z_8	0	9300
9	k_9	0,033	Z_9	0	9900
10	k_{10}	0,029	Z_{10}	0	8700
11	k_{11}	0,0	Z_{11}	0	0
12	k_{12}	0,027	Z_{12}	40 000	8100
13	k_{13}	0,027	Z_{13}	40 000	8100
14	k_{14}	0,055	Z_{14}	0	16 500
15	k_{15}	0,032	Z_{15}	0	9600
16	k_{16}	0,035	Z_{16}	0	10 500
17	k_{17}	0,030	Z_{17}	0	9000
18	k_{18}	0,025	Z_{18}	0	7500
19	k_{19}	0,033	Z_{19}	0	9900
20	k_{20}	0,032	Z_{20}	0	9600
21	k_{21}	0,032	Z_{21}	0	9600
22	k_{22}	0,033	Z_{22}	0	9900
23	k_{23}	0,028	Z_{23}	0	8400
24	k_{24}	0,030	Z_{24}	0	9000
25	k_{25}	0,030	Z_{25}	0	9000
26	k_{26}	0,028	Z_{26}	0	8400
27	k_{27}	0,032	Z_{27}	0	9600
28	k_{28}	0,031	Z_{28}	0	9300
29	k_{29}	0,026	Z_{29}	0	7800
30	k_{30}	0,034	Z_{30}	0	10 200
31	k_{31}	0,032	Z_{31}	0	9600



Накопление профессионального риска при различных стратегиях финансирования мероприятий по улучшению условий и безопасности труда

труда пропорционально взвешивающим коэффициентам прирост профессионального риска наименьший, что определяет наиболее выгодную стратегию финансирования (см. рисунок — стратегия 2).

Значения безопасного трудового стажа при отсутствии мероприятий по улучшению условий и безопасности труда определим по уравнению (3), полагая допустимый риск, равным пределу интервала индекса профессиональных заболеваний, соответствующего классу 3.1 вредных условий труда — 0,11 [1]: $N = 0,11/0,003 = 26,7$ (см. рисунок — кривая без финансирования). В этом случае вероятность возникновения профзаболевания у работника превышает допустимое значение для заявленного класса условий труда через 26,7 лет профессиональной деятельности.

По уравнению (5) рассчитаем безопасный трудовой стаж для предложенных стратегий финансирования (см. рисунок):

- стратегия 1 — $N = 27,5$,

- стратегия 2 — $N > N_{\text{пенс}}$, где $N_{\text{пенс}}$ — стаж выплаты трудовой пенсии в соответствии с действующим законодательством.

Стратегия 2 финансирования мероприятий типового перечня [2] обеспечивает допустимую вероятность профессионального заболевания работника в течение всего его трудового стажа.

Управляя финансированием мероприятий по улучшению условий и безопасности труда, можно влиять на величину допустимого трудового стажа, замедляя накопление профессионального риска, связанного с воздействием на работников вредных и опасных производственных факторов. При этом значение имеет не только сумма затрат, но и эффективность их использования.

Заключение

Методика обоснования безопасного трудового стажа, основанная на управлении скоростью накопления профессиональных рисков, являющихся индикатором вредности производственной среды, может быть использована предприятиями для разработки стратегии финансирования мероприятий по улучшению условий и безопасности труда.

Список литературы

1. Мясников В. Н., Ульянов А. И. Метод прогнозирования профессионального риска // Безопасность жизнедеятельности. — 2012. — № 1. — С. 11–13.
2. Р.2.2.1766—03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 24.06.2003 г.).
3. Об утверждении типового перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков: приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 1 марта 2012 г. № 181н. 2012.

УДК 532.527; 614.895

Н. В. Савченко, канд. техн. наук, доц., Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева (национальный исследовательский университет)

E-mail: snellyv@mail.ru

Повышение тепловой эффективности кондиционируемой одежды

На примере развития и совершенствования кондиционируемой одежды, применяемой в производствах с нагревающим микроклиматом, рассмотрена возможность создания локальной климатической среды, имеющей параметры, благоприятные для протекания процессов жизнедеятельности организма работника.

Ключевые слова: нагревающий микроклимат, кондиционируемая одежда, индивидуальный кондиционер, вихревой эффект, теплозащита, фазовый переход, испарительное охлаждение



N. V. Savchenko

Increase in Thermal Efficiency of the Conditioned Clothing

In the paper, based on the example of development and improvement of the conditioned clothing, is examined the possibility of designing of this local zone in the productions, with the high temperature.

Keywords: microclimate with the high temperature, individual conditioning, the conditioned clothing, vortex effect, heat shielding, phase transition, the evaporative cooling

Большинство средств индивидуальной защиты направлено на противостояние одному неблагоприятному производственному фактору. По своим функциональным свойствам они достигли предельного уровня и дальнейшее их развитие возможно только с изменением условий задач, решаемых с их помощью. Для этого необходимо изменить сам подход к построению средств индивидуальной защиты, при котором основной идеей становится создание вокруг работающего локальной зоны с оптимальными условиями.

В процессе производства работающий находится под воздействием ряда неблагоприятных факторов, обусловленных производственной средой, условиями труда и окружающим микроклиматом.

Воздействие производственных факторов на человека неоднозначно. Основная часть из них естественна, закономерна и зависит от технологии производственного процесса. Полное устранение этих факторов обычно экономически не целесообразно. Однако влияние части этих факторов на человека поддается снятию или ослаблению в результате изменения параметров технологического процесса или применения средств индивидуальной защиты.

Область знаний, связанных с охраной труда, разработкой и использованием средств индивидуальной защиты, достаточно консервативна. Новые разработки в ней появляются не часто. Многие средства индивидуальной защиты, предназначенные для противостояния одному неблагоприятному производственному фактору, по своим функциональным характеристикам достигли предельного уровня. Дальнейшее их развитие может быть связано с изменением условий задач, решаемых с их помощью. Для этого необходимо изменить концепцию проектирования средств индивидуальной защиты, заключающуюся в противостоянии только основным неблагоприятным факторам, обусловленным промышленным производством.

Современный научно-технический уровень развития позволяет реализовать новую концепцию разработки и использования на практике энергопотребляющих средств индивидуальной защиты. Суть ее заключается в необходимости создания на производствах, имеющих неблагоприятные условия труда, локальной естественной среды, все параметры кото-

рой сохраняются в определенных пределах на протяжении всего периода пребывания человека на рабочем месте [1]. Такие средства индивидуальной защиты используют в том или ином виде энергию и расходуют компоненты, необходимые для жизнеобеспечения человека, поступающие из посторонних источников. В широкой и глобальной проблеме безопасности труда использование подобных средств индивидуальной защиты позволяет эффективно решать конкретные задачи производства.

Реализация данной концепции осуществляется с использованием в средствах индивидуальной защиты ранее не применяемых в этой области физических явлений и процессов. Практическое применение концепции проектирования энергопотребляющих средств индивидуальной защиты рассмотрим на примере поиска возможных направлений развития и совершенствования кондиционируемой одежды.

Один из основных неблагоприятных факторов производственной среды — тепловой. Важность проблемы обеспечения нормального теплового состояния организма при работе в условиях нагревающего микроклимата предопределено сравнительно небольшим допустимым диапазоном изменения температуры тела человека. Оптимальному тепловому состоянию организма соответствует теплосодержание, равное $(1036,0...1040,0)10^3$ Дж/кг, и изменение его более чем на 0,4 % приводит к дискомфорту и к неблагоприятным изменениям в работе всех физиологических систем человека.

Теплозащитная одежда, ранее создававшаяся, в основном была автономной, имеющей запас энергии и расходующих компонентов, в то время как особой потребности в автономности не было. Анализ содержания задач, выполняемых работающими в условиях нагревающего микроклимата, показывает, что эти работы в основном носят плановый характер, осуществляются в пределах ограниченной площади и не требуют значительных перемещений в пространстве. Для подобных условий целесообразно создавать кондиционируемую одежду, связанную с внешними источниками гибкими коммуникациями, которые позволяют подводить энергию и расходные компоненты, обеспечивающие жизнедеятельность работающего.

Наиболее приемлемой для жизнеобеспечения и создания благоприятных окружающих условий является воздушная среда. Во-первых, это привычная среда обитания для человека и только в ней организм может нормально функционировать в течение неограниченного периода времени. Во-вторых, в этом случае обеспечение съема необходимого количества теплоты осуществляется одновременно за счет теплообмена и испарения влаги. В-третьих, эта среда обеспечивает дыхание. В-четвертых, воздушная среда, заполняющая внутреннее пространство под одеждой, является защитой от контакта поверхности тела человека с вредными веществами, возможно находящимися в окружающей среде. Кроме перечисленных особенностей, воздух, обладая свойством сжимаемости, может быть эффективно использован в термодинамических процессах, в том числе и для снижения температуры локальной окружающей среды. И, наконец, самым главным преимуществом является то, что воздух в сжатом состоянии уже содер-

жит потенциальную энергию, необходимую для осуществления термодинамических процессов.

На рисунке приведена схема построения кондиционируемой одежды. Сжатый воздух с давлением $P_{сж}$ и расходом $G_{сж}$, необходимый для функционирования кондиционируемой одежды, подается из заводской сети по гибкому шлангу 1. В процессе транспортировки он забирает теплоту из окружающей среды и нагревается до температуры $t_{ввых}$. Для его охлаждения целесообразнее всего использовать индивидуальный кондиционер 2 на основе вихревого эффекта энергоразделения газа, реализуемого в вихревой трубе [2]. Охлажденный воздух с температурой $t_k = +20$ °С и расходом G_k поступает в подкостюмное пространство кондиционируемой одежды, представляющей собой теплозащитную оболочку в виде комбинезона 3, одеваемого сверху легкой хлопчатобумажной одежды.

Кондиционирование по такой схеме известно и применяется в промышленном производстве при температуре окружающей среды до $t_{oc} = +60...70$ °С.

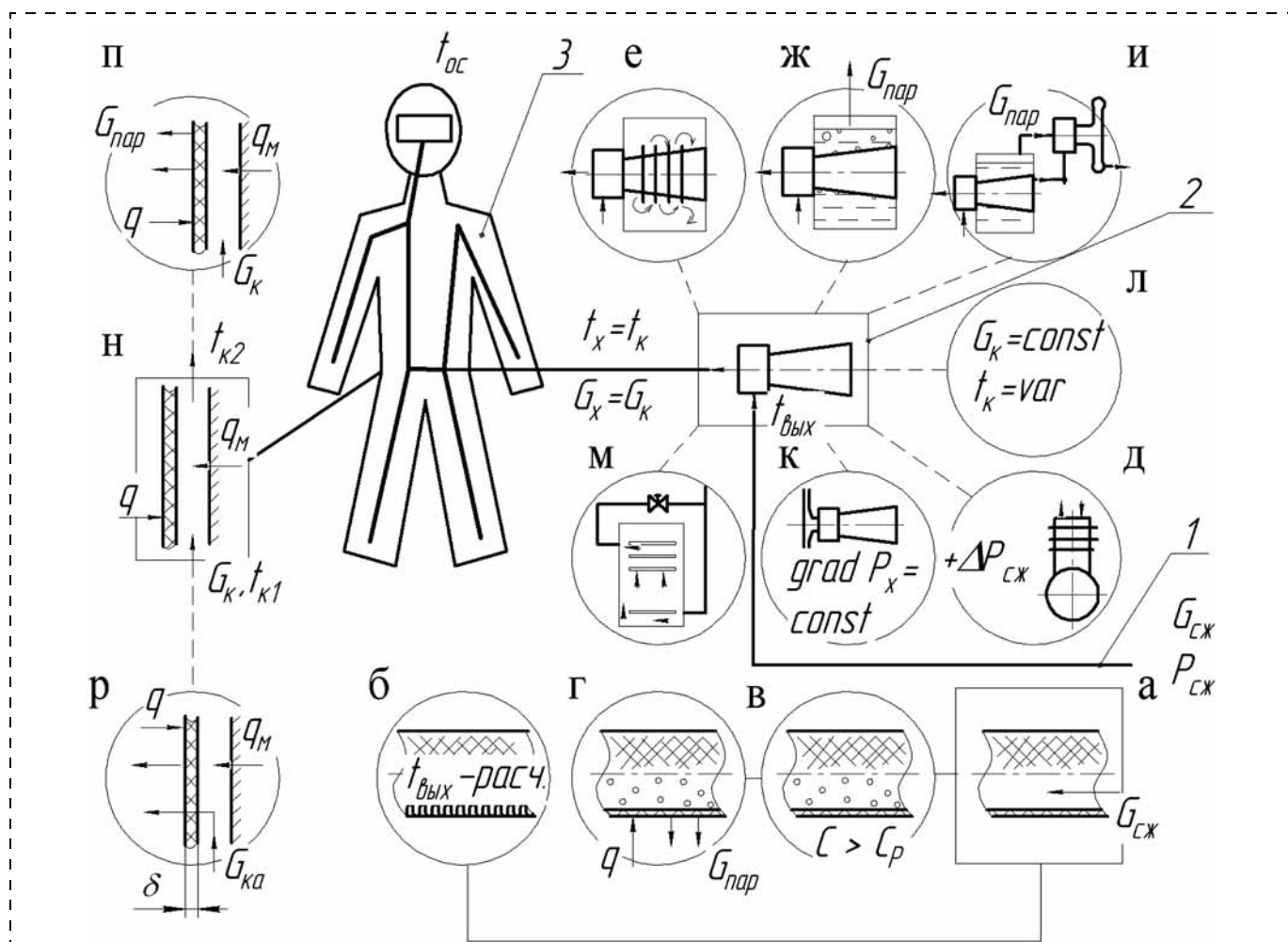


Схема построения кондиционируемой одежды со шланговой подачей компонентов жизнеобеспечения



Однако в современной промышленности есть потребность в кондиционируемой одежде, позволяющей длительное время работать в окружающей среде с температурой $t_{oc} = +300...350$ °С.

В рамках действий, предусмотренных концепцией проектирования энергопотребляющих средств индивидуальной защиты, было рассмотрено несколько направлений развития и модернизации кондиционируемой одежды.

Возможные пути развития системы кондиционирования одежды схематично показаны на рисунке в виде фрагментов, заключенных в прямоугольные и круглые рамки. В прямоугольных рамках (см. рис., поз. *a, κ, η*) показаны традиционные пути решения, в круглых — предлагаемые варианты решения. Далее каждый из них рассмотрим более подробно.

1. Ограничение роста температуры подводимого сжатого воздуха

1.1. Прогнозирование температуры сжатого воздуха

При подводе сжатого воздуха в кондиционируемую одежду используются гибкие дюритовые шланги с внутренним покрытием из химически нейтрального материала (см. рис., поз. *a*). Такой шланг может применяться до температуры не выше $+60...80$ °С. Его теплоизоляция не целесообразна, так как наружный диаметр оказывается меньше критического диаметра теплоизоляции.

В настоящее время промышленность производит недорогие гофрированные тонкостенные шланги из нержавеющей стали, имеющие температуру эксплуатации до $+400$ °С.

При анализе параметров рабочих мест с повышенной температурой окружающей среды выяснилось, что большинство из них располагается на расстоянии не более $10...16$ м от границы начала высокотемпературной среды. Очевидно, что на некотором расстоянии температура сжатого воздуха, проходящего в подводящей магистрали, еще не достигает температуры окружающей среды. Это следует учитывать при прогнозировании параметров кондиционирования. Разработана методика, позволяющая рассчитывать температуру сжатого воздуха перед кондиционером $t_{вых}$, °С, в зависимости от его расхода $G_{сж}$, температуры окружающей среды t_{oc} , коэффициента теплоотдачи к наружной поверхности шланга α и длины подводящей магистрали l , проходящей через зону повышенных температур (см. рис., поз. *б*).

$$t_{вых} = f(G_{сж}, t_{oc}, \alpha, l). \quad (1)$$

Возможность прогнозирования температуры сжатого воздуха на входе в кондиционер (на выходе из подводящего шланга) дает возможность увеличить верхнюю границу температуры применимости простых схем кондиционирования в условиях конкретных производств.

1.2. Ограничение температуры подводимого сжатого воздуха увеличением кажущейся теплоемкости

В сжатый воздух в начале его транспортировки по шлангу впрыскивается некоторое количество воды (см. рис., поз. *в*). Поскольку теплоемкость воздушно-водяной смеси C (кажущаяся теплоемкость) выше теплоемкости воздуха C_p , температура сжатого воздуха при прочих одинаковых условиях на одинаковом удалении от начала шланга вырастает в этом случае на меньшую величину. На выходе из шланга вода отделяется от сжатого воздуха и выводится в окружающую среду.

1.3. Ограничение температуры подводимого сжатого воздуха испарением воды

Используется физическое явление энергоемкого фазового перехода воды в пар, происходящее при постоянной температуре. На рисунке (поз. *г*) приведена конструкция шланга, подводящего сжатый воздух. Оболочка шланга выполнена из гигроскопичного герметично-тканого материала (аналог пожарных рукавов). В подводимый сжатый воздух распыляется некоторое количество воды [3]. На всем протяжении шланга на внутренней поверхности в результате придания вращательного движения воздушно-водяной смеси создается водяная пленка. Вода пропитывает оболочку шланга, выходит на наружную поверхность и создает пленку, удерживаемую капиллярными силами. Поступающий из внешней среды тепловой поток q испаряет воду с поверхности шланга. На место испарившейся (с расходом $G_{пар}$) поступает вода из водяной пленки с внутренней поверхности шланга. Поскольку температура кипения воды на поверхности шланга не может быть выше $+100$ °С, то и температура сжатого воздуха в шланге не может превышать эту величину.

1.4. Повышение располагаемой степени расширения сжатого воздуха

В стандартных заводских сетях давление сжатого воздуха обычно не превышает $P_{сж} = 0,40...0,45$ МПа. В ряде случаев целесообразным может быть повышение давления только в сети, питающей кондиционируемую одежду на величину $\Delta P_{сж}$ (см. рис., поз. *д*). Для этого может быть использован передвижной одноступенчатый компрессор без ресивера и охлаждения сжатого воздуха после сжатия.

2. Повышение холодопроизводительности и температурной эффективности индивидуального кондиционера

2.1. Повышение холодопроизводительности использованием регенеративного цикла

При массовом применении кондиционируемой одежды, например в горнодобывающей промышленности, важным показателем эффективности является техническая экономичность получения кондиционируемого воздуха. Использование (см. рис., поз. *е*) охлаждаемых вихревых труб [4] позволяет перевести работу кондиционера в более экономичный режим. Для их охлаждения может быть использован отработанный кондиционирующий воздух. Однако следует отметить, что такое кондиционирование целесообразно только при температуре окружающей среды до $t_{oc} = +35...45$ °С.

2.2. Увеличение холодопроизводительности с использованием водяного охлаждения вихревой трубы

В данной схеме (см. рис., поз. *ж*) вихревая труба охлаждается водой, находящейся в стадии кипения. Тепло из вихревой трубы отводится через ее стенку и расходуется на образование пара с расходом $G_{пар}$. Температура стенки вихревой трубы при этом не может превысить температуру кипения воды. При этом вихревой кондиционер может быть переведен на экономичный режим работы с меньшим расходом сжатого воздуха за счет увеличения доли выработки охлажденного воздуха, идущего на кондиционирование.

2.3. Увеличение температурной эффективности с использованием водяного охлаждения вихревой трубы

В такой схеме (см. рис., поз. *и*) используется зависимость температуры кипения воды от давления. Охлаждающая вода находится под пониженным давлением (до 0,05 МПа) и кипит при более низкой температуре. Пониженное давление создается откачиванием водяного пара (с расходом $G_{пар}$) вихревым вакуум-насосом, приводимым в действие утилизируемым горячим воздухом, сбрасываемым из вихревой трубы [5].

2.4. Увеличение температурной эффективности увеличением степени расширения сжатого воздуха в вихревой трубе

Некоторое увеличение степени расширения сжатого воздуха в вихревой трубе $\pi = \frac{P_{сж}}{P_x}$, где P_x —

давление на выходе из вихревой трубы, достигается утилизацией кинетической энергии выходящего холодного потока в щелевом раскруточном диффузоре (см. рис., поз. *к*). Создание методики расчета изогradientных ($grad P_x = const$) диффузоров [4] позволяет сделать их малогабаритными и использовать в индивидуальных кондиционерах.

2.5. Обеспечение регулирования температуры кондиционирующего воздуха при постоянном его расходе

Использование кондиционируемого воздуха для охлаждения подкостюмного пространства наиболее эффективно при обеспечении постоянных локальных течений в пространстве между теплоизолирующей оболочкой и поверхностью тела человека, что во многом достигается постоянным его расходом $G_k = const$ (см. рис., поз. *л*).

Обычно температура охлаждаемого потока в вихревой трубе регулируется изменением двух параметров — давлением перед входом в нее и долей

холодного потока $\mu = \frac{G_x}{G_{сж}}$, где G_x — расход охла-

жденного (кондиционированного) воздуха.

По условиям эксплуатации такое регулирование должно быть сведено к воздействию на один орган управления. С этой целью рассмотрена взаимосвязь всех параметров, характеризующих работу вихревой трубы, выработан алгоритм регулирования и разработана конструкция регулируемых элементов.

Температуру холодного потока вихревой трубы при постоянном его расходе можно регулировать ($t_k = var$):

— изменением проходного сечения сопла вихревой трубы с автоматическим изменением доли холодного потока;

— изменением давления перед входом в вихревую трубу с автоматическим изменением доли холодного потока;

— разделением потока воздуха на две составляющие с равными долями холодной и горячей части и последовательным их пропорциональным смешиванием.

Наиболее экономичным является первый способ, но он технически наиболее сложен.

2.6. Расширение температурных границ использования вихревых кондиционеров за пределами их технических возможностей

В ряде случаев не целесообразно усложнять конструкцию вихревого кондиционера и подводкой магистралей для обеспечения требуемой температурной эффективности, обеспечивающей получение кондиционирующего воздуха с температу-



рой не выше $t_k \leq +25$ °С. Недостающее снижение температуры возможно получить доохлаждением тающим льдом, пропуская часть холодного воздуха через контейнер, находящийся между индивидуальным кондиционером и потребителем (см. рис., поз. м) [1].

3. Эффективное использование кондиционирующего воздуха

3.1. Использование испарительного охлаждения

В традиционных схемах (см. рис., поз. н) кондиционирования воздух подводится в подкостюмное пространство в большое количество точек, одновременно обтекает внутреннюю поверхность теплозащитной оболочки и поверхность тела человека, забирая метаболическое тепло q_m и тепло, поступающее из окружающей среды за счет теплопроводности теплозащитной оболочки q . Количество потребного кондиционирующего воздуха G_k пропорционально тепловому потоку через теплоизолирующую оболочку, а следовательно, пропорционально и перепаду температуры между внешней и внутренней поверхностями. В отдельных случаях можно подавать на внешнюю поверхность теплоизолирующей оболочки воду для ее последующего испарения с расходом $G_{пар}$ (см. рис., поз. н). Независимо от интенсивности теплового потока, поступающего из окружающей среды, температура на внешней поверхности в этом случае не превысит +100 °С. Это означает, что тепловой поток через оболочку становится независимым от температуры окружающей среды.

3.2. Активная теплозащита

В традиционной схеме (см. рис., поз. н) кондиционирующий воздух выводится из подкостюмного пространства, имея температуру не выше $t_{к2} = +28$ °С, иначе не происходит отбор метаболического тепла. Учитывая, что поступающий на кондиционирование воздух не может иметь температуру ниже $t_{к1} = +20$ °С, иначе возможно местное переохлаждение поверхности тела человека, диапазон подогрева должен составлять всего 8 °С, т. е. теплоаккумулирующая способность воздуха в данном случае используется не эффективно. В активной схеме теплозащиты (см. рис., поз. р) кондиционирующий воздух после снятия метаболического тепла q_m в каждой точке поверхности тела человека сразу же удаляется из подкостюмного пространства через теплозащитную оболочку, представляющую собой волокнистую структуру с определенным гидравлическим сопротивлением [6]. Воздух, двигаясь навстречу внешнему тепловому потоку q (перпендикулярно к поверхности теплозащитной оболочки), забирает тепло, нагревается и вытекает

во внешнюю среду, имея ее температуру. Блокирование внешнего теплопритока достигается при условии расхода кондиционирующего воздуха через единицу площади поверхности теплоизолирующей оболочки

$$G_{ка} = \frac{\lambda}{\delta c_p}, \quad (2)$$

где $G_{ка}$ — расход кондиционирующего воздуха при активной теплозащите, кг/мин · м²; λ — коэффициент теплопроводности материала; δ — толщина теплоизоляции; c_p — теплоемкость воздуха.

Расход кондиционирующего воздуха становится постоянным и не зависит от температуры окружающей среды.

Такая схема кондиционирования значительно более экономична по сравнению с традиционной схемой (см. рис., поз. н) вентилирования пододежного пространства.

$$\frac{G_k}{G_{ка}} = \frac{t_{oc} - t_{к2}}{t_{к2} - t_{к1}}, \quad (3)$$

где G_k — расход кондиционирующего воздуха по традиционной схеме (см. рис., поз. н); $t_{к2}$ — температура кондиционирующего воздуха перед выходом из кондиционируемой одежды; $t_{к1}$ — температура кондиционирующего воздуха на входе в кондиционируемую одежду.

Данную схему теплозащиты целесообразно применять, начиная с температуры окружающей среды $t_{oc} = +80...100$ °С.

Список литературы

1. Савченко Н. В. Энергопотребляющие средства индивидуальной защиты для работы в промышленном нагреваемом микроклимате. — Самара: Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2011. — 160 с.
2. Меркулов А. П. Вихревой эффект и его применение. — Самара: Оптима, 1997. — 346 с.
3. Савченко Н. В. Кондиционирование при утилизации судов на заводах в южных регионах // Изв. Самар. науч. центра РАН. Спец. вып.: III Всероссийской науч.-практ. конф. "Процессы, технологии, оборудование и опыт переработки отходов и вторичного сырья". — Самара, 2008. — С. 63—66.
4. Волон В. Т. Термодинамика и теплообмен сильнозакрученных сверхзвуковых потоков газа в энергетических установках и аппаратах. — Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2006. — 316 с.
5. Савченко Н. В. Проектирование гибридной схемы кондиционирования // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика: сб. науч. тр. — Самара, 2002. — С. 362—364.
6. Савченко Н. В. Динамическая теплоизоляция в кондиционируемой одежде нового поколения // Безопасность транспортных систем: сб. науч. тр. — Самара, 2002. — С. 115—117.
7. Бирюк В. В., Вилякин В. Е. Экспериментальное исследование охлаждаемой вихревой трубы // Вихревой эффект и его применение в технике: тр. II Всесоюз. науч.-техн. конф. — Куйбышев: КуАИ, 1976. — С. 90—96.

УДК 638.382.3 (304.9)

С. П. Левашов, канд. техн. наук, доц., ст. науч. сотр., Курганский государственный университет
E-mail: spl57@mail.ru

О формировании критериев приемлемости социальных рисков

Рассмотрена методика формирования критериев, обеспечивающих возможность оценки и оценивания приемлемости уровней социальных рисков для профессиональных групп работников и населения, разработанная на основе анализа взаимосвязей вероятностей аварий и масштабов их последствий.

Ключевые слова: социальный риск, анализ, приемлемый риск, критерии риска, кривая $F-N$, принцип ALARP

S. P. Levashov

Eligibility Criteria on the Formation of Social Risk

Based on the analysis of the relationship of probability and magnitude of the effects of accidents, the methods of determining the criteria, be possible to assess and evaluate the acceptability levels of social risks for occupational groups of workers and the public.

Keywords: social risk, analysis, acceptable risk, risk criterion, curve $F-N$; principle of ALARP

Для принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения безопасности человека и общества от последствий крупных промышленных аварий или природных катастроф необходимы соответствующие критерии оценки рисков.

Потребность в оценке социальных рисков возникла во второй половине XX века, когда развитие новых технологий в промышленности и энергетике привело к созданию и широкому использованию разнообразных технических систем, таящих в себе потенциальную опасность крупных аварий с многочисленными человеческими жертвами.

Методология анализа, оценки и управления социальными рисками получила развитие с появлением в 1960 гг. методов количественной оценки риска (QRA), которые обеспечили возможность проведения вероятностного анализа последствий крупных аварий. После ряда природных и техногенных катастроф, приведших к многочисленным человеческим жертвам, техника анализа и оценки социальных рисков получила широкое распространение в странах Европы, Азии и в США.

В ходе многочисленных исследований было установлено, что для любого опасного производства, катастрофического природного явления или вида экономической деятельности вероятность несчастного случая (аварии) обратно пропорциональна масштабам его возможных последствий для работников или

населения [1–3]. Результаты анализа последствий сценариев таких аварий, потребовали разработки соответствующих критериев оценки рисков.

Уровень социального риска R может быть представлен в виде:

$$R = F \times N$$

где F — частота события (аварии), 1/год; N — тяжесть последствий данного события, характеризующая количество пострадавших/погибших.

Риски могут быть оценены:

— на основе дискретных (некумулятивных) частот. На графиках, называемых кривыми $f-N$, значения, нанесенные на оси ординат, являются дискретными частотами событий со смертельными исходами f (1/год), в которых погибло N человек;

— на основе кумулятивных частот. На этих графиках (рис. 1), называемых кривыми $F-N$, значения, нанесенные на оси ординат, представляют накопленную частоту событий F (1/год), в которых погибло N человек и более (кривая R).

В общем случае, кривые $F-N$ являются лишь средством представления визуальной информации о вероятности и последствиях аварий, связанных с определенной деятельностью или технической системой. Вместе с тем, для принятия обоснованных решений в сфере обеспечения безопасности человека и общества, результаты анализа риска

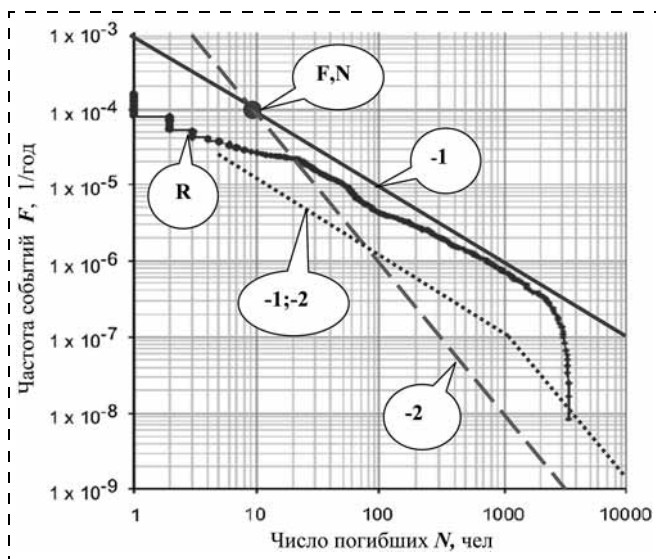


Рис. 1. Критерии социального риска

должны быть сопоставлены с соответствующими качественными или количественными критериями.

Разработка методов, посредством которых можно преобразовать результаты анализа риска в рекомендации по его допустимости, а также оценить степень целесообразности принятия мер, необходимых для снижения данного риска, является важным аспектом управления рисками.

Установление приемлемого уровня риска можно рассматривать как эквивалент процесса оценивания риска. Во-первых, риски должны быть определены, во-вторых, они должны быть количественно оценены и, в-третьих, они должны быть оценены в отношении этических, психологических, экономических и других норм и ценностей общества. Первые два этапа процесса связаны с анализом и изучением, третий, по сути, является политическим или идеологическим решением. "Оценка рисков и обеспечение приемлемых уровней рисков (посредством управления) обычно связаны с необходимостью принятия политических решений, т. е. оценка риска является научным процессом, в то время как оценка приемлемости риска представляет политический вопрос" [4].

Для формирования критериев приемлемого риска применяется способ, состоящий в определении последствий в случае реализации опасных событий и назначении им приемлемых частот. Процедура построения критерия включает:

- нахождение (установление) координат опорных точек;
- определение (установление) градиента критерия $F-N$;
- формирование области приемлемого риска.

Сравнение фактических уровней риска, полученных на основе статистических данных, с критерийными значениями позволяет оценить необходимость усилий по повышению безопасности рассматриваемых объектов или видов деятельности.

Положение критерия $F-N$ определяют два параметра: координаты опорной точки $F-N$ и угол наклона (градиент) кривой.

Опорная точка является фиксированной точкой с соответствующей парой *следствия* (т. е. число погибших N) и *частоты* (т. е. вероятность аварий F с N или более погибшими в год) и координатами (F , N). Такие опорные точки предложены в качестве критериев приемлемости, а линии, проведенные через эти точки, позволяют расширить (экстраполировать) критерии приемлемости на инциденты с другими последствиями.

Консультативный комитет по крупномасштабным опасностям (Advisory Committee on Major Hazards, АСМН) Великобритании сформулировал предположение о том, что крупная авария на отдельной промышленной установке может произойти не чаще, чем один раз в 10 000 лет. Это значение в большинстве стран Евросоюза было признано границей приемлемости риска от данных систем и принято в качестве опорной точки на $F-N$ кривой, для которой частота аварии, приводящей к 10 или более смертельным случаям, не должна превышать значения 1 на 10 000 в год (точка F , N — см. рис. 1). Параметры опорных точек для различных видов социальных рисков предложены в литературе и в ряде нормативных документов стран ЕС, США и др. [2, 4, 5]. Параметры, используемые АСМН Великобритании, представлены в табл. 1.

Градиент критерия $F-N$ отражает степень социального неприятия крупных инцидентов с многочисленными жертвами, т. е. чем больше угол наклона, тем сильнее неприятие риска¹. Градиент "–1" (линия –1, см. рис. 1) называют "нейтральным" к риску. Сущность "нейтрального" критерия состоит в том, что частота событий, которые приводят к 100 или более жертвам, должна быть в 10 раз меньше, чем частота событий, приводящих к 10 или более жертвам. Если градиент равен "–2" (линия –2, см. рис. 1) предполагается, что частота событий, которые приводят к 100 или более смертельным исходам, должна быть в 100 раз меньше, чем частота событий, которые приводят к 10 или более таких исходов.

Координаты опорной точки и градиент представляют достаточно информации для построения

¹ Неприятие риска (риск—обход) — понятие в психологии, экономике и др., суть которого заключается в нежелании человека или общества подвергать себя риску, в том числе отказ от действий, связанных с риском.

Таблица 1

Отрасли промышленности	Параметры опорных точек (случаи со смертельным исходом на 10^8 рабочих часов)
Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыболовство и охота	6,1
Добыча сырья	10,5
Промышленность	2,0
Производство электроэнергии, газа и воды	5,0
Строительство зданий и сооружений	5,0
Торговля, ресторанные и гостиничные услуги	1,1
Транспорт, почта и телекоммуникации	3,5
Банковское дело и страхование	0,7
Частные и государственные услуги	0,6

критерия риска в виде $F-N$ кривой. Тем не менее некоторые компании и организации разрабатывают критерии социального риска, предусматривающие умеренный градиент (например, -1) при малых значениях N , и увеличенный градиент (например, -2) при больших значениях N (линии -1 ; -2 — см. рис.1, табл. 2). Такие примеры приведены в ряде публикаций Управления по вопросам охраны здоровья, техники безопасности и охраны труда (HSE) Великобритании [2, 6].

После определения предельно допустимых уровней нижняя граница области приемлемого риска устанавливается на основе принципа ALARP — *минимального практически приемлемого риска (As Low As Reasonably Practicable)*, который формулируется, как:

порог допустимости риска, основанный на принципе снижения риска вплоть до того момента, когда принятие дополнительных мер по снижению риска, будучи технически осуществимым, будет признано несоразмерно затратным [4].

Область приемлемого риска устанавливается, как правило, в пределах $10^2 \dots 10^3$. Решение об этом

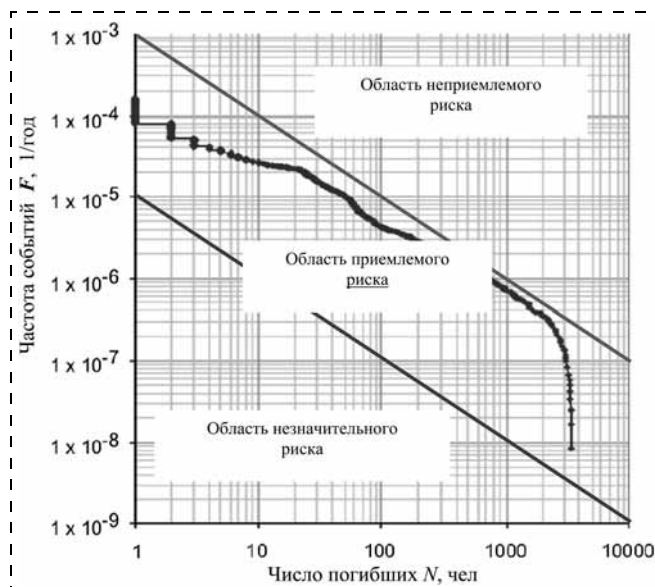


Рис. 2. Области социальных рисков

принимается на уровне топ-менеджмента организации, компании или отрасли с учетом рекомендаций технических регламентов или контролирующих органов. Иллюстрация границ и областей социальных рисков представлена на рис. 2.

Рекомендации по применению критериев:

1. Если кривая социальных рисков входит в область неприемлемого, предприятие должно уменьшить риск, в противном случае органы исполнительной власти могут устанавливать эксплуатационные ограничения или потребовать прекращения деятельности.

2. Если кривая социальных рисков входит в область приемлемых рисков, организация должна определить допустимый уровень остаточного риска на основе баланса потребностей предприятия и общества.

3. Если кривая располагается в области незначительных рисков для всех значений N , процедура оценки риска завершена.

Таблица 2

Год	Страна	Значение N	Значение F	Градиент	N_{max}	Дополнительная информация
1976	Великобритания	10	10^{-4}	Нет	—	Консультативный комитет по крупномасштабным опасностям Великобритании (АСМН-UK)
1978	Нидерланды	10	10^{-4}	-2	1000	Гронинген, Нидерланды
1982	Великобритания	10	10^{-4}	-1	Нет	Управление по атомной энергии Великобритании (UKAEA)
1988	Гонконг	10	10^{-4}	-1	1000	Гонконг
1988	Нидерланды	10	10^{-5}	-2	Нет	Нидерланды
1991	Великобритания	500	10^{-4}	-1	1000	Консультативный комитет по опасным веществам Великобритании (ACDS)
1993	Великобритания	—	—	-1 и $1,3$	—	Консультативный комитет оффшорной промышленности Великобритании (HSE-OIAC)
1995	Нидерланды	10	10^{-4}	-2	Нет	Для транспортных аварий, Нидерланды
1997	Гонконг	10	10^{-4}	-1	1000	Для транспортных аварий, Гонконг



Заключение

Определение приемлемости является неотъемлемой частью процесса управления риском. Сопоставление фактических данных с установленными критериями позволяет оценить, являются ли приемлемыми уровни рисков, которым профессиональные группы работников или население подвергаются в процессе функционирования опасных технических систем, от воздействий природных явлений или отдельных видов экономической деятельности.

Вместе с тем, критерии риска должны "рассматриваться как целевые показатели, а не абсолютные значения для всех случаев ..., [но] существенные отклонения от таких показателей должны быть полностью оправданы" [6].

Список литературы

1. **Официальный сайт** Европейской статистической системы (European Statistical System — ESS). URL: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu> (дата обращения 21.01.2013).
2. **Официальный сайт** Управления по вопросам охраны здоровья, техники безопасности и охраны труда Великобритании (Health and Safety Executive — HSE). URL: <http://www.hse.gov.uk/index.htm> (дата обращения 21.01.2013).
3. **Официальный сайт** Бюро статистики труда США (U. S. Bureau of Labor Statistics). URL: <http://www.bls.gov> (дата обращения 15.01.2013).
4. **Bekke**. Risk Criteria, Background information for maritime decision makers, E. C. A. ter Bekke. — Delft: Delft University of Technology, 2006.
5. **Елохин А. Н., Елохин А. А.** Проблема выбора критериев приемлемого риска // Проблемы анализа риска. — 2004. — Т. 1, № 2. — С. 138—145.
6. **Pitblado R., Bardy M., Nalpanis P., Crossthwaite P., Molazemi K., Bekaert M., Raghunathan V.** International comparison on the application of societal risk criteria. Proc. Safety Prog. 2012. 31: 363—368. doi: 10.1002/prs.11525

УДК 681.5.08:622.412.13

Е. Е. Карпова¹, канд. физ.-мат. наук, доц., **С. М. Миронов**², инж.-программист, **А. А. Сучков**², канд. техн. наук, гл. инж., **А. П. Карелин**³, асп., **Е. Ф. Карпов**², канд. техн. наук, директор по науке
E-mail: karpovef@yandex.ru

¹ Московский государственный технологический университет "Станкин"

² ООО "Научно-технический центр измерительных газочувствительных датчиков", Московская обл., г. Люберцы

³ Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского "МАТИ", Москва

Непрерывный контроль возможных утечек природного газа в жилых помещениях

Даны краткие сведения об авариях и взрывах, связанных с применением природного газа в быту. Приведены данные о бытовых газосигнализаторах, выпускаемых отечественной промышленностью, и отмечены их недостатки. Описан предложенный авторами газосигнализатор метана, отличающийся независимостью питания от электросети, применением энергосберегающего режима работы и наличием радиоканала для передачи команд от сенсора к исполнительным устройствам.

Ключевые слова: природный газ, контроль утечек, газосигнализатор, энергосберегающий режим, беспроводный канал связи

E. E. Karpova, S. M. Mironov, A. A. Suchkov, A. P. Karelin, E. F. Karpov

Control over Any Possible Leaking of Natural Gas in Dwellings

There is brief information about accidents and explosions connected with everyday life gas application. The article gives data concerning everyday life gas alarm systems, manufactured by Russian industry, and specifies its drawbacks. There is a description of methane alarm system developed by the authors. This gas alarm system is independent from electric power network, uses energy saving technology and a radio channel to transmit orders from the sensors to executive devices.

Keywords: natural gas, leaking control, gas alarm systems, energy saving technology, wireless communication channel

Введение

Широкомасштабная газификация городских многоквартирных зданий, индивидуальных домов в сельской местности и дачных поселках, наряду с благами использования природного газа вместо твердых видов топлива, сопряжена с рисками аварийных утечек газа и образования взрывоопасных концентраций горючих газов (метана, пропан-бутановых газовых смесей) в помещениях кухонь, местах размещения водонагревательных колонок и автономных отопительных установок.

Взрывы природного газа, периодически происходящие в жилых помещениях, свидетельствуют о реальных опасностях таких рисков.

По данным ОАО "Росгазификация" [1] ежегодно в жилом секторе (быту) происходит порядка 230 различных инцидентов (чрезвычайных происшествий), связанных с использованием природного газа, при этом в авариях при взрывах погибает приблизительно 130 человек в год.

Причинами утечек газа и образования взрывоопасной атмосферы в помещениях являются, главным образом, несоблюдение жителями правил пользования природным газом, особенно пожилыми и детьми, а также неисправности подводящих газопроводов и газового оборудования.

Наиболее эффективным способом обнаружения утечек газа и предупреждения образования взрывоопасных газозвудушных смесей является непрерывный контроль за содержанием горючего газа в воздухе с помощью газоанализаторов-сигнализаторов, заблаговременно предупреждающих о появлении утечек горючего газа и опасности образования взрывоопасной концентрации в контролируемом помещении.

Производство и применение бытовых газосигнализаторов

Понятие "бытовой" по отношению к газосигнализаторам является скорее жаргонным и относится к стационарным приборам длительного пользования, устанавливаемым для обнаружения утечки природного газа в жилых помещениях.

Согласно требованиям нормативных документов [2] газосигнализаторы горючих газов имеют порог аварийного срабатывания (формирования команд на подачу световой и звуковой сигнализации и включения электромагнитного клапана-отсекателя), составляющий 10 % или 20 % от нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР). Для метана НКПР — 4,4 % об. долей, для пропан-бутановых газовых смесей НКПР — 2 % об. долей.

Согласно требованиям тех же нормативных документов [2] газосигнализаторы подлежат периодической проверке их работоспособности и под-

тверждения неизменности регламентированной погрешности срабатывания сигнализации.

Последнее обстоятельство, связанное в масштабах государства с дополнительными затратами на организацию и поддержание структур по внедрению и эксплуатации таких приборов, явилось непреодолимым препятствием в период советской власти.

Еще в семидесятые годы прошлого столетия специалистами заводов "Электроточприбор" (г. Омск, Россия) и "Красный металлист" (г. Конотоп, Украина), на базе выпускавшихся крупносерийно шахтных переносных термокatalитических метанометров, были разработаны и изготовлены промышленные образцы бытовых сигнализаторов метана. Местным и центральным службам ЖКХ была предложена поставка таких приборов для оснащения ими газифицированных жилых помещений. К сожалению, службы ЖКХ не имели финансовых возможностей приобретать, устанавливать и обслуживать подобное оборудование, поэтому было рекомендовано пустить эту продукцию через торговую сеть с тем, чтобы владельцы квартир и домов сами определяли целесообразность установки сигнализаторов метана и их обслуживание. Такое решение не способствовало развитию производства бытовых газосигнализаторов и их выпуск был прекращен.

Некоторое возрождение в выпуске бытовых газосигнализаторов намечилось в девяностые годы XX века, когда спрос на такие приборы начал расти в связи со строительством индивидуальных коттеджей. Этот спрос поддерживается до настоящего времени и удовлетворяется выпуском нескольких типов отечественных газосигнализаторов горючих газов, выпускаемых фирмами НПП "Газотрон-С" (г. Саратов), СПО "Аналитприбор" (г. Смоленск), ФГУП "Дельта" (г. Москва), ООО "Информаналитика" (г. Санкт-Петербург), ООО "Политехформ-М" (г. Москва), ОАО "Авангард" (г. Санкт-Петербург) и др.

Количество ежегодно выпускаемых приборов этими предприятиями невелико, исчисляется несколькими тысячами штук. Такое небольшое для масштабов нашей страны количество объясняется отсутствием законодательной базы, обязывающей и регламентирующей применение бытовых газосигнализаторов.

В выпускаемых газосигнализаторах используются сенсоры, основанные либо на термокatalитическом, либо на полупроводниковом принципе действия. Функционально и конструктивно бытовые сигнализаторы различных фирм мало чем отличаются друг от друга. Обычно они состоят из блока сенсора с устройством световой и звуковой сигнализации, блока питания, электромагнитного клапана-отсекателя. Питание всех составляющих комплекта газосигнализатора осуществляется от электросети через



адаптер, соединение с которым и соединение между элементами комплекта выполняется соединительным кабелем общей длиной 7...8 м.

Основное преимущество бытовых газосигнализаторов по сравнению с промышленными газосигнализаторами в простоте конструкции и сравнительно низкой цене. Главный их недостаток заключается в нерешенности способа подключения газосигнализатора к сети переменного тока. В соответствии с требованиями нормативных документов Ростехнадзора электрические цепи сигнализатора должны быть искробезопасными, а его питание должно осуществляться от источника питания, расположенного в атмосфере, где образование взрывоопасных концентраций горючего газа маловероятно, или от источника питания во взрывозащищенном исполнении. В бытовых сигнализаторах горючих газов первое условие об искробезопасности электрических цепей и взрывозащите чувствительных элементов решено, а второе условие — безопасного подключения к электросети осталось нерешенным.

Другим недостатком является значительный расход кабельной продукции, особенно при групповом контроле, например, в жилом многоквартирном доме, где количество точек контроля достигает нескольких сотен. При проводке соединительных кабелей возникают проблемы с нарушением дизайна жилых помещений. Кроме того, требуются дополнительно телемеханические устройства для сбора информации и передачи ее на диспетчерский пулт.

Еще одним недостатком бытового газосигнализатора является его неэнергосберегающий режим работы. Будучи постоянно включенным, хотя и потребляя всего порядка 5 Вт, его потребление в течение 1 года непрерывной работы составит 43,8 кВт·ч, а соответственно для 300-квартирного дома 13 140 кВт·ч.

Разработка беспроводного газосигнализатора с автономным источником питания

Указанные недостатки устранены в предложенных авторами технических решениях [3], в которых обеспечение взрывозащиты устройств подключения газосигнализатора к электросети разрешаются радикально — путем отказа от электропитания от сети и перехода на питание от автономных взрывозащищенных источников питания с искробезопасными выходными параметрами. При этом автономные источники питания (гальванические элементы) устанавливаются в сенсорном блоке для питания сенсора и в блоке клапана-отсекателя — для питания самого клапана и устройств световой и звуковой сигнализации. Блоки сенсора и клапана-отсекателя снабжены беспроводными приемопередающими устройствами, обеспечивающими пе-

редачу и прием команд управления по радиоканалу, что исключает необходимость в соединительных отрезках кабеля.

Проблема с потребляемой мощностью решена путем применения микромощных термокаталитических чувствительных элементов (ЧЭ) [4], работающих в импульсном режиме. Для этих элементов выбрана четырехступенчатая форма импульса (рис. 1), где первая ступень — форсирующая длительностью 60 000 мкс обеспечивает ускорение нагрева до $T \sim 200$ °С, вторая ступень — измерительная № 1, выполняющая функции псевдосравнительного элемента длительностью 350 000 мкс. На второй ступени происходит десорбция влаги, успевшей адсорбироваться во время паузы, и в конце ступени производится измерение сигнала (U_1^0, U_1),

где U_1^0 — напряжение на ЧЭ на чистом воздухе; U_1 — напряжение на ЧЭ в метановоздушной среде. Следующая третья ступень — форсирующая длительностью 60 000 мкс обеспечивает ускорение температуры нагрева до $T \sim 450$ °С (температуры, при которой происходит реакция окисления метана). Наконец, четвертая ступень — измерительная № 2 длительностью 200 000 мкс, на которой ЧЭ работает в режиме рабочего элемента, при этом количество теплоты, выделившейся при окислении метана, и соответственно повышение температуры ЧЭ пропорциональны концентрации метана. В конце четвертой ступени производится измерение сигнала (U_2^0, U_2), где U_2^0 — напряжение на ЧЭ на чистом воздухе; U_2 — напряжение на ЧЭ в метановоздушной среде. После четвертой ступени питание ЧЭ прерывается и импульс прекращается.

Далее следует пауза. Ее длительность выбрана из условия соблюдения требований о допустимой инерционности показаний (не более 30 с) при максимальной экономичности потребления электроэнергии. Оптимальной для выполнения этих требований является пауза длительностью 15 с.

Схема сенсорной части бытового газосигнализатора, в которой размещены практически все электронные элементы прибора, представлена на рис. 2.

Сенсорная часть состоит из измерительного блока А1, включающего реакционную камеру с расположенным в ней чувствительным элементом RK1 и резистором R1; блока А2, формирующего напряжение питания чувствительного элемента через операционный усилитель DA1; аналогового блока А3, усиливающего сигнал с помощью операционного усилителя DA2 с резистором R4; автономного блока питания А4; микроконтроллерного блока управления А5; радиомодема А6.

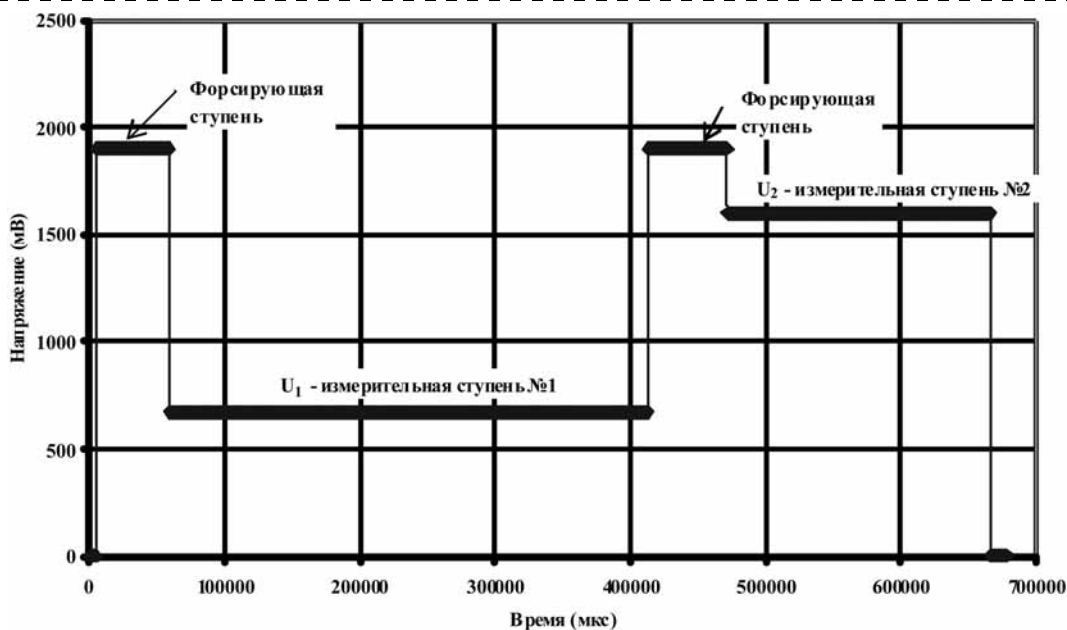


Рис. 1. Вид многоступенчатого импульса питающего напряжения

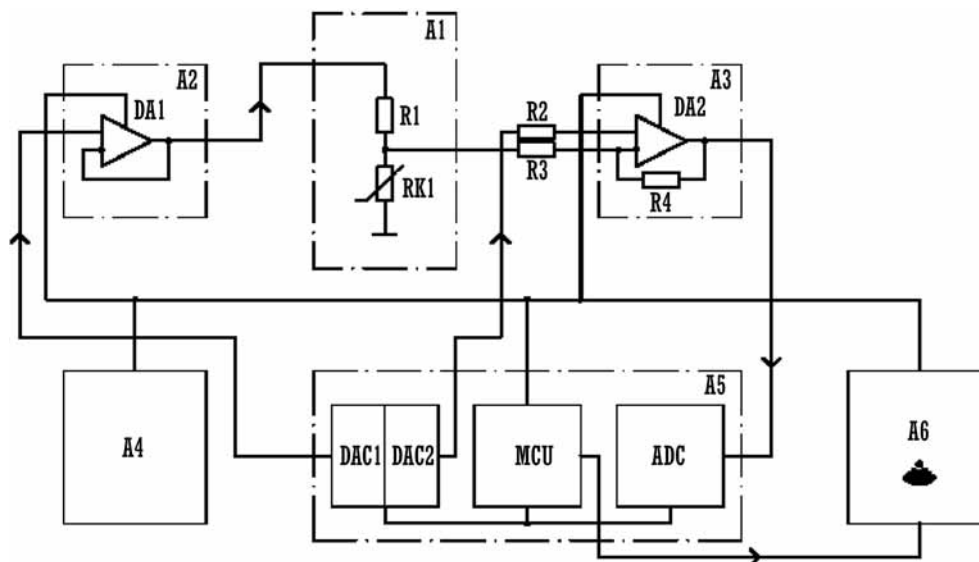


Рис. 2. Схема сенсорной части бытового газосигнализатора

Кроме сенсорной части, в состав газосигнализатора входит блок клапана-отсекателя, в котором размещены радиоприемное устройство, электромагнитный клапан, электромагнитное реле-повторитель, устройство световой и звуковой сигнализации и автономный блок питания. Место расположения клапана-отсекателя указано на рис. 3, где дана примерная схема газоснабжения квартиры (коттеджа) с сигнализатором метана.

Функционирование бытового сигнализатора метана осуществляется следующим образом. После подключения источников питания сенсорной

части и исполнительных устройств (клапана-отсекателя и светозвуковой сигнализации) вся система приходит в действие. При этом микроконтроллерный блок через ЦАП-1 (DAC1) выдает на блок формирования напряжения питания сенсора (DA1) многоступенчатые импульсы тока, ускоряющие процесс нагрева и формирующие измерительные ступени импульса, с которых снимается сигнал и подается на вход аналогового блока измерения и усиления сигнала (DA2). Параллельно с измерительным сигналом на усилитель поступают потенциалы смещения, выдаваемые ЦАП-2 (DAC2).

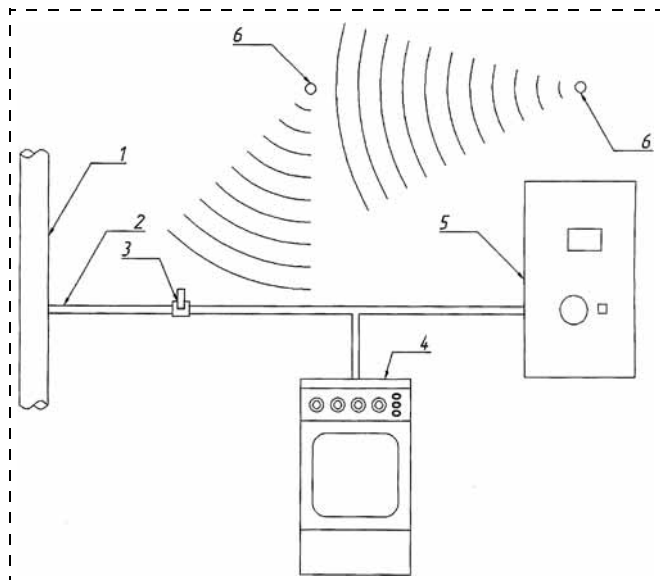


Рис. 3. Примерная схема газоснабжения квартиры (коттеджа) с сигнализатором метана:

1 — газовый стояк; 2 — подводящий газопровод; 3 — газозапорный клапан; 4 — газовая плита; 5 — бытовое газовое устройство (газовая колонка, котел, и т. п.); 6 — сигнализатор метана

Бытовой сигнализатор метана

Усиленный аналоговый сигнал поступает в АЦП (ADC), где преобразуется в цифру и далее поступает в микропроцессор (MCU), где сравнивается с заданными пороговыми значениями, установленными при градуировке. В зависимости от величины сигналов формируются и посылаются в приемно-передающий ZigBee-модем два вида сигналов: а) метан в месте контроля отсутствует или его концентрация не достигла заданного предела (например, 0,5 % об. дол. CH_4 или 1 % об. дол. CH_4); б) концентрация метана достигла и превысила заданный предел. ZigBee-модем, получив сигнал от микропроцессора, преобразует его в радиосигнал и посылает в исполнительные устройства. Сигнал первого вида принимается только устройством светосигнализации, преобразуя его в кратковременное свечение светодиода. Сигнал второго вида принимается как клапаном-отсекателем, так и устройством светозвуковой сигнализации приводя к срабатыванию светозвуковой сигнализации и перекрытию газопровода клапаном-отсекателем.

Дифференциальность измерений на одном рабочем ЧЭ без сравнительного элемента достигается тем, что выходной сигнал формируется как разница двух разнесенных по времени усиленных сигналов — сигнала на напряжении U_{y1} , которое недостаточно для поддержания температуры начала каталитической реакции (горения нет, аналогично как на сравнительном элементе) и на напряжении U_{y2} , достаточном для поддержания рабочей температуры каталитической реак-

Основные характеристики экспериментального сигнализатора метана

Характеристика	Вариант 1 измерительный, с погрешностью $\pm 0,1$ % об. дол. CH_4	Вариант 2 сигнализирующий, с погрешностью $\pm 0,25$ % об. дол. CH_4
Число ступеней в импульсе	4	4
Суммарная длительность всех импульсов, мс	700	250
Длительность паузы, с	15	15
Потребляемая мощность, мВт	5	2,0

ции (происходит горение аналогично, как на рабочем чувствительном элементе горючего газа).

На основе разработанных принципиальных и схемотехнических решений был изготовлен действующий макет сигнализатора метана и испытан в лабораторных условиях. Основные показатели, полученные на действующем макете сигнализатора метана, сведены в таблицу.

Выводы

1. Выделены особенности структурного построения и функционирования выпускаемых промышленностью в настоящее время бытовых сигнализаторов природного газа, которые, по мнению авторов, являются их недостатками: зависимость от электросети, что при перебоях в электроснабжении (особенно в сельской местности и дачных поселках) нарушают непрерывность контроля; нерешенность вопросов взрывозащиты при подключении газосигнализатора к электросети; сравнительно большое потребление электроэнергии газосигнализатором и электрическим клапаном-отсекателем, что приводит в масштабах государства к большому расходу меди на соединительные отрезки кабеля.

2. Предложено техническое решение бытового газосигнализатора, в котором применен энергосберегающий режим работы прибора с питанием не от электросети, а от автономных источников питания (гальванических элементов), что решило вопрос взрывозащиты, так как источники питания обладают искробезопасными выходными параметрами; исключено применение кабеля, потому что передача команд беспроводная и осуществляется по радиоканалу.

Список литературы

1. Газовые проблемы (<http://www.securpress.ru>)
2. ГОСТ Р ЕН 50194—2008. Газосигнализаторы электрические для детектирования горючих газов в жилых помещениях. Общие требования и методы контроля.
3. Карпова Е. Е., Миронов С. М., Сучков А. А. и др. Бытовой сигнализатор метана. Положительное решение о выдаче патента по заявке 2011131732/28 (046756).
4. Рязанов А. В. Чувствительные элементы на основе литого микропровода // Датчики и системы. — 2007. — № 11. — С. 42—45.

УДК 622.411.33

В. Ю. Гришин, зам. директора по промышленной безопасности,
Е. В. Мазаник, канд. техн. наук, директор по аэрологической безопасности,
ОАО СУЭК-Кузбасс, г. Кемерово,
Л. А. Шевченко, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, Кузбасский государственный
технический университет им. Т. Ф. Горбачева, г. Кемерово
E-mail: aotp2012@yandex.ru

Новые технологии дегазации шахт Кузбасса

Приведены результаты использования станка направленного бурения, позволяющего дегазировать труднодоступные зоны межпластовых толщ и выработанных пространств скважинами большой длины с длительными сроками функционирования под вакуумом на шахте им. С. М. Кирова ОАО СУЭК-Кузбасс.

Ключевые слова: скважина, метан, газоносность, газопроницаемость, угольный пласт, газопровод, вакуум-насос

V. Yu. Grishin, E. V. Mazanik, L. A. Shevchenko

New Technologies of Kuzbass Mines Degasification

The article deals with the results of usage of the controlled drilling machining workstation, which allows degasifying the areas of interformational thicknesses difficult to access and worked out space by boreholes of big length with long period of work under the vacuum at the mine SUEK-Kuzbass Ltd. named after S. M. Kirov.

Keywords: borehole, methane, gas-bearing capacity, gas permeation, coal seam, gas pipe, vacuum-air pump

Кузнецкий угольный бассейн в последние годы непрерывно наращивает добычу угля. В 2010 г. в Кузбассе добыто 185 млн т угля, в 2011 г. — 192 млн т, в 2012 г. — уже 201 млн т. Это свидетельствует о ведущей роли Кузбасса как основного угледобывающего региона РФ, что обеспечивается постоянным вводом в эксплуатацию новых шахт и разрезов, оснащенных высокопроизводительной выемочной техникой, средствами транспорта и современной инфраструктурой.

Вместе с тем повышение темпов угледобычи подземным способом сопряжено с потенциальным ростом вероятности аварийных ситуаций в шахтах, так как возрастает газообильность очистных забоев, уровень которой неразрывно связан с увеличением глубины горных работ и, что еще более ощутимо, с постоянно растущей производительностью выемочной техники. Переход большинства шахт на работу с одним-двумя забоями, оборудованными комплексами, способными давать в сутки до 15...20 тыс. т угля и более создал новые проблемы в управлении газовым режимом шахт и организации вентиляции выемочных участков, решение которых требует, соответственно, и новых подходов как с технической, так и с организационной точек зрения.

Детальный анализ причин всех серьезных аварий, произошедших в Кузбассе в последние годы,

показывает, что за целым рядом нарушений, сознательно допускаемых работниками шахт и попадающих в разряд организационных, стоит главная техническая причина — отсутствие должной подготовки угольного пласта к высокоскоростной выемке, а именно, его дегазации. Совершенно очевидно, что без дегазации угольных пластов подобные аварии будут происходить и в дальнейшем.

Современное состояние нормативной базы для угольных шахт не содержит исчерпывающей информации о порядке подготовки угольных пластов к разработке высокопроизводительными комплексами с гарантией безопасности горных работ, прежде всего в части взрывобезопасности шахтной атмосферы. Отсутствуют количественные критерии, гарантирующие безопасность угледобычи, в частности, коэффициент дегазации, снижение природной газоносности до определенных значений, которая не должна превышать 8...9 м³/т, а также прочие параметры, характеризующиеся конкретными цифровыми значениями. Так, например, в действующих в настоящее время Правилах безопасности в угольных шахтах (§ 278) говорится: "в газовых шахтах, где средствами вентиляции невозможно обеспечить содержание метана в воздухе в пределах установленных норм, должна осуществляться дегазация" без указания ее эффективности, гарантирующей безопасность работ. Между тем



практика показывает, что первоочередной задачей на данном этапе является дегазация угольных пластов как важнейший элемент комплексной системы обеспечения безопасности подземной добычи угля.

В мировой практике передовых угледобывающих стран вопросы безопасности являются приоритетными по отношению ко всем остальным. Так, в Австралии до начала разработки угольных пластов обязательно проводится их заблаговременная дегазация, обеспечивающая высокую степень извлечения метана из угля, что практически исключает саму возможность взрывов шахтной атмосферы. Для этой цели используются буровые станки нового технического уровня, позволяющие бурить скважины глубиной до 1 км по сложным траекториям. Начиная с

2011 г. подобная практика стала применяться и в Кузбассе на шахте им. С. М. Кирова ОАО СУЭК-Кузбасс при дегазации межпластовой толщи над пластом Болдыревским в границах по падению — от центрального магистрального путевого штрека 2403 до водоспускного штрека 2461, по простиранию — от подготовленной лавы 2455 до Восточно-Камышанского взброса. Глубина залегания пласта 370 м, угол падения 8...9°, средняя мощность 2,25 м с местными увеличениями до 3 м на небольших участках. Непосредственная кровля пласта — аргиллит мощностью 1,0...1,6 м средней крепости ($f = 3...4$), основная кривая — крепкий песчаник ($f = 6...7$) мощностью 13...19 м. Непосредственная почва пласта — аргиллиты средней крепости ($f = 3...4$).

Для этой цели был приобретен станок направленного бурения VLD-1000A (пока единственный в Кузбассе) и установлен в люковой печи 24104 между центральным магистральным вентиляционным штреком 2403 и центральным магистральным конвейерным штреком 2403.

Отвод метановоздушной смеси из скважин осуществляется по участковому газопроводу диаметром 273 мм, проложенному по центральному магистральному путевого штреку 2403. Газопровод подвешивается с помощью каната диаметром 2 мм, закрепленного за анкера основного крепления. Устье каждой скважины оборудуется кондуктором. Соединение скважин с участковым газопроводом производится с помощью гибкого гофрированного шланга. Газопровод подключен на поверхности к вакуум-насосу ВВН2-150М. Диаметр дегазационных скважин составляет 96...98 мм, длина — от 300

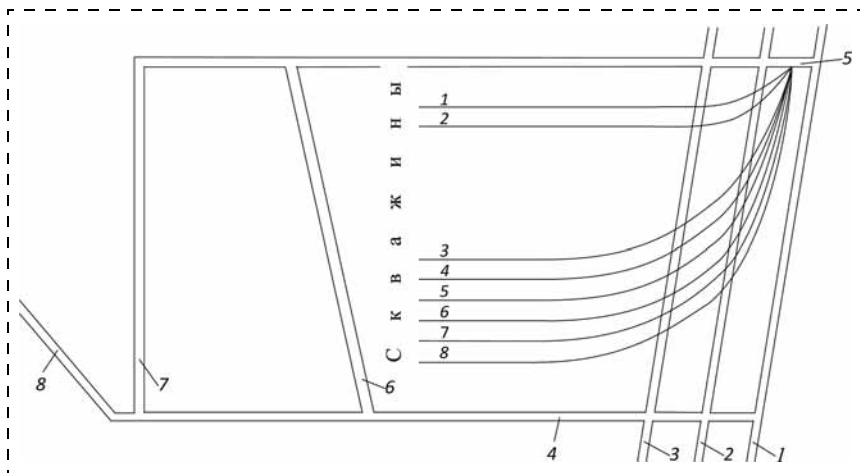


Рис. 1. Схема бурения длинных скважин в кровле пласта Болдыревского станком VLD-1000A:

1 — центральный магистральный вентиляционный штрек 2403; 2 — центральный магистральный конвейерный штрек 2403; 3 — центральный магистральный путевого штрек 2403; 4 — конвейерная печь 2461; 5 — сбойка 104; 6 — промежуточный штрек 2461; 7 — монтажная камера 2461; 8 — водоспускной штрек 2461

до 650 м. Бурение скважин производится направленно над пластом Болдыревским вдоль столба по породе. Угол бурения — от +1 до -3°. Скважины бурятся кустами из одной точки по восемь скважин в каждом кусте. Бурение производится с обязательной промывкой водой для удаления буровой мелочи (рис. 1).

При бурении скважин станком направленного бурения VLD-1000A производится контроль направления забоя скважины, отклонения в горизонтальной и вертикальной плоскостях, качества сигнала на разных глубинах, а также параметров режима истечения газозвушной смеси из скважины. Траектория движения бурового инструмента скважины фиксируется на мониторе станка и может корректироваться в случае отклонения от проектной траектории, включая извлечение бурового става из скважины.

Наблюдения показали, что концентрация метана в скважинах 2, 7 и 8 очень высокая и составляет в среднем по скважине 2 — 87, 2 %, по скважине 7 — 82,4 %, по скважине 8 — 71,2 %. Это свидетельствует о высокой насыщенности газом межпластовой толщи в кровле пласта Болдыревского. В то же время динамика газовыделения в эти скважины имеет тенденцию к постепенному снижению дебита метана во времени, так как несмотря на большой общий газоприток происходит постепенное истощение источников газовыделения, каковым является, прежде всего, пласт Болдыревский, а также находящиеся в непосредственной близости с ним пласты Брусницынский и Майеровский.

Немаловажное значение в высоких темпах газоотдачи скважин имеет и их большая длина, в ре-

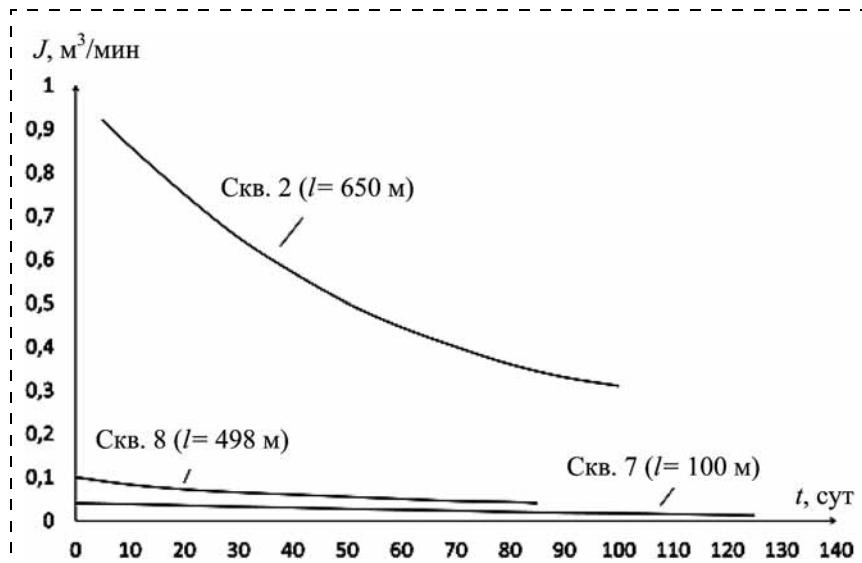


Рис. 2. Газовыделение из дегазационных скважин 2, 7, 8 в кровле пласта Болдыревского (лава 2461)

зультате чего те или иные участки скважины попадают в зоны, более разгруженные от горного давления, а в них, как известно, газоотдающая способность массива повышается. Кривые газовыделения J в скважины приведены на рис. 2.

Как видно из рис. 2, характер изменения дебита скважин является убывающим, что совершенно закономерно и наблюдается во всех случаях, где скважины работают в массиве с неизменяющимся напряженным состоянием. Различия в кривых наблюдаются только в значениях начального дебита газа в скважины, который в данном случае весьма существенен, а также темпах его снижения. Объяснением этому может служить то обстоятельство, что скважина 2 была пробурена в свободную от взаимовлияния других скважин зону, имея рядом лишь скважину 1, по которой данные не приведены ввиду их некорректности, так как это была первая скважина в серии и имела отклонения от траектории бурения и неоднократные ее корректировки путем частичного извлечения бурового инструмента.

Кроме того, высокое значение начального дебита газа в скважину 2 объясняется и ее большой длиной (650 м), что определяет соответственно и объем зоны ее влияния в массиве, непосредственно действующей на газоприток. Остальная группа скважин имела сближенное расположение друг относительно друга, в результате чего за счет наложения зон влияния дебит каждой из них оказался минимальным, при этом скважина 7 имела длину только 100 м. Общий дебит газа, извлеченного скважинами за все время их работы под вакуумом, соста-

вил по скважине 2 — 75 840 м³, по скважине 7 — 32 420 м³, по скважине 8 — 2420 м³. Для объективной оценки приведенных показателей необходимо учитывать также и время функционирования скважин, которое составило для скважин 2, 7 и 8 соответственно 77, 588 и 22 суток.

Анализ кривых на рис. 2 отражает еще одну особенность работы скважин большой длины в газоносном массиве. Кроме фактора взаимного влияния сближенных скважин друг на друга и времени их функционирования большое значение имеет газопроницаемость массива по длине скважины, зависящая, в свою очередь, от напряженного состояния, которое вдоль скважины большой длины может быть весьма неоднородным на разных отрезках. В результате этого дебит газа в скважину на разных этапах ее работы может иметь локальные участки повышения или понижения при сохранении общей тенденции медленного затухания во времени.

Подобная тенденция затухающего дебита газа в скважину характерна для любых скважин, пробуренных в однородный, с точки зрения напряженного состояния массив, и может быть выражена функцией

$$q = q_0 e^{-\beta t}, \quad (1)$$

где q — дебит метана в скважину в момент времени t , м³/мин; q_0 — дебит метана в скважину в начальный период ее работы, м³/мин; β — коэффициент, характеризующий темп снижения дебита газа во времени; t — время работы скважины под вакуумом, сут.

Проинтегрировав выражение (1) по t в пределах от 0 до t , можно получить объем газа, м³, выделившегося из скважины за время t .

$$Q_t = \frac{q_0}{\beta} (1 - e^{-\beta t}). \quad (2)$$

При неограниченных во времени сроках работы скважины формула (2) может принять вид ($t = \infty$)

$$Q_{\max} = \frac{q_0}{\beta}, \quad (3)$$

где Q_{\max} — максимальный объем газа, способный выделиться в скважину за время ее работы, равное бесконечности.



Значения начального дебита газа в скважины q_0 , коэффициента, характеризующего темп снижения дебита во времени β и общего количества метана, извлеченного скважинами, включая предельный объем

Номер скважины	q_0 , м ³ /мин	β , 1/сут.	Длина скважины, м	Время работы, сут.	Фактическое количество каптированного метана, м ³	Предельно возможное количество каптированного метана, м ³
2	1,0	0,012	650	77	75 840	120 000
7	0,05	0,001	100	588	32 420	72 000
8	0,11	0,036	498	22	2420	4000

Для практических расчетов величины q_0 и β , входящие в формулы (1), (2) и (3), могут быть определены экспериментально по наблюдениям на скважинах. Как показали первые результаты бурения скважин станком VLD-1000А, время, которое затрачивается на одну скважину, может составлять несколько суток, в результате чего время обнажения разных отрезков длины скважины будет разным. По мере внедрения бурового инструмента в массив дебит скважины растет за счет увеличения ее внутренней поверхности обнажения, особенно в ее призабойной части. После окончания бурения и герметизации скважины наблюдается некоторая стабилизация ее дебита, а затем начинается медленное снижение, темп которого зависит от газодинамических параметров массива.

К сожалению, в период бурения скважины измерять дебит газа не представляется возможным, так как это не позволяет буровой став, а в качестве начального дебита обычно принимается газовыделение, замеренное в первые сутки после герметизации и подключения скважины к магистральному газопроводу. Для коротких скважин это не приводит к большой погрешности в расчетах, однако при бурении длинных скважин (до 1000 м и более) объемы газа, выделившегося в процессе бурения, должны учитываться в суммарном дебите скважины.

Таким образом, используя выражение (1) и экспериментальные данные по скважинам, можно определить значения q_0 и β , которые впоследствии позволят рассчитать дебит газа в любой момент времени работы скважины, а также общий объем метана, извлеченного скважиной за этот период.

Вместе с тем, если бы скважины работали в течение неограниченного времени ($t = \infty$), то предельный объем извлеченного метана, рассчитанный по формуле (3), составил бы для скважин 2, 7 и 8 соответственно 120 000 м³, 72 000 м³ и 4000 м³. Это означает, что экспериментальные скважины извлекли из массива только 63,2 %, 45 % и 60 %

метана от возможного предельного объема, способного выделиться в дегазационную систему.

В таблице приведены значения этих величин для трех экспериментальных скважин, на которых проводились наблюдения.

Обобщая полученные результаты, можно сделать вывод, что бурение длинных скважин является более перспективным направлением в области дегазации шахт, так как позволяет извлечь из массива большее количество метана, чем короткими скважинами за меньший период времени. Зная потенциальный объем газа, способного выделиться в одну скважину, можно рассчитать общее количество скважин для дегазации угольного пласта или межпластовой толщи исходя из заданного промежутка времени, отведенного на данную процедуру.

Вместе с тем, необходимо учитывать возможность взаимовлияния соседних скважин при их сближенном расположении, что существенно снижает их дебит и приводит к неравномерной дегазации массива. Это необходимо учитывать при проектировании схемы бурения скважин и выбора расстояния между ними, при котором зоны их дегазирующего влияния будут не накладываться друг на друга, а равномерно распределяться по площади подготавливаемого блока угольного пласта.

Все вышеизложенное является первым опытом реализации в Кузбассе дегазации межпластовых толщ и выработанных пространств с применением систем, ориентированных в пространстве. Тем не менее, первые шаги в этом направлении показали перспективность данной технологии с точки зрения повышения безопасности работ при возрастающих нагрузках на очистной забой за счет снижения лимитирующего влияния газового фактора. На шахте им. С. М. Кирова ОАО СУЭК-Кузбасс готовятся к запуску еще два станка SANDVIK 880 E. С освоением этих станков отпадет необходимость бурения скважин с поверхности и оборудования вакуумнасосных станций на каждой из них.

УДК 66

В. В. Кирсанов, д-р техн. наук, проф. кафедры, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева (КНИТУ-КАИ)
E-mail: ecocentr.kai@mail.ru

Оптимальное соотношение возраста активного ила и нагрузок по загрязняющим веществам перед аэротенками, обуславливающее максимальную эффективность биоочистки на примере химического предприятия

Разработана методика определения коэффициента нагрузок на аэротенки в зависимости от коэффициента неравномерности концентраций и их разовых значений, позволяющая применять для практического определения степени усреднения концентраций в сооружениях механической очистки и оперативного регулирования процесса биоочистки. Исследована на модельных аэротенках с применением реальных химически загрязненных сточных вод и активного ила из промышленных аэротенков зависимость эффективности биоочистки от возраста активного ила в различных вариантах концентраций загрязняющих веществ по коэффициенту нагрузок.

Ключевые слова: биологические очистные сооружения, возраст активного ила, аэротенк, избыточный активный ил, физиологическая активность, коэффициент неравномерности по ХПК, коэффициент нагрузки, биохимическое окисление, химически загрязненный сток

V. V. Kirsanov

Optimum Ratio of Age of Active Silt and Loadings on Polluting Substances Before the Aerotenka, Causing Maximum Efficiency of Biocleaning on the Example of the Chemical Company

The technique of determination of coefficient of loads of aerotenka depending on coefficient of unevenness of concentration and single values of these concentration, allowing to apply to practical definition of extent of averaging of concentration in constructions of mechanical cleaning and expeditious regulation of process of biocleaning is developed. Dependence of efficiency of biocleaning on age of active silt in various options of concentration of loadings polluting on coefficient is also investigated on model aerotenka with application of the real chemical polluted sewage and active silt from industrial azrotenok.

Keywords: biological treatment facilities, age of active silt, aerotenk, iebytochny active silt, physiological activity, unevenness coefficient on HPK, loading coefficient, biochemical oxidation, a chemical drain

Введение

В производственных условиях эксплуатации биологических очистных сооружений (БОС) задачу определения оптимальных параметров ведения технологического процесса биоочистки, обеспечивающих максимальную физиологическую активность микроорганизмов, и поддержания этих параметров, приходится решать в зависимости от состава стоков, соотношения ингредиентов и

постоянства показателей во времени. Для обеспечения эффективной очистки производственных сточных вод (СВ), особенно СВ химического предприятия, отличающихся многообразием состава синтезированных и трудноокисляемых веществ, необходимо определять оптимальное значение возраста активного ила (АИ), от которого в решающей степени зависит физиологическая активность и биоокислительная способность АИ. К сожалению, в силу разнообразных объективных и



субъективных причин, понятие "возраст АИ" не только не применяется в практике водоочистки, но и отсутствует в соответствующей регламентирующей нормативно-технической документации.

Кроме того, эффективность биологического окисления (биодеструкции) загрязняющих веществ (ЗВ) в аэротенках обуславливается двумя входными параметрами, характеризующими степень влияния на адаптированность ферментативной системы микроорганизмов:

1) разностью концентраций ЗВ во времени (равномерность или усредненность нагрузок); в данной работе этот параметр оценивается по ХПК — комплексному показателю, характеризующему присутствие всех ЗВ, в том числе трудноокисляемых;

2) максимальной разовой концентрацией ЗВ в поступающих сточных водах; этот параметр обычно сравнивается с нормой, установленной технологическим регламентом.

В практике эксплуатации очистных сооружений считается достаточной степень усреднения сточных вод в сооружениях механической их очистки (песколовках, усреднителях, первичных отстойниках, смесителях) и неравномерность концентраций перед аэротенками не учитывается. В результате неполноценности входного и текущего мониторинга регулирование параметров технологического процесса биоочистки маловероятно и неэффективно.

В данной статье предложены зависимости, учитывающие указанные параметры.

Экспериментальная часть

Модельные исследования, проведенные автором совместно со специалистами лаборатории цеха биологических очистных сооружений ОАО "Казаньоргсинтез", осуществлялись на модельных аэротенках с активным илом из промышленных аэротенков и химически загрязненными сточными водами разной во времени концентрации загрязняющих веществ, поступающих в цех на очистку.

В эксперименте использовали модельные аэротенки вместимостью 1 дм³; нагрузка по стоку — 0,7 дм³; доза ила в аэрационной системе — 4 дм³, объем отводимого ила — 6 дм³; концентрация взвеси в очищенной воде — 0,014 мг/дм³. Концентрацию ЗВ в поступающей и очищенной воде определяли по ХПК (химическому потреблению кислорода) бихроматным методом.

В практике очистки сточных вод для определения возраста ила в сутках применяется следующая формула [1]:

$$B = (a_{cp}W) / [(Q - P)C_{вв} + PC_{изб}], \quad (1)$$

где a_{cp} — средняя концентрация ила в аэротенке, г/дм³; W — вместимость аэрируемых сооружений, м³; Q — расход сточных вод, м³/сут; P — прирост (расход)

отводимого избыточного ила, м³/сут; $C_{вв}$ — концентрация взвешенных веществ в очищенной воде, г/дм³; $C_{изб}$ — концентрация избыточного ила, г/дм³.

Анализ уравнения (1) показывает, что реально изменяемой величиной в правой части уравнения является биотический параметр P — прирост ила, а все другие составляющие (абиотические параметры) предопределены проектом, технологическим регламентом и их можно считать постоянными величинами.

Поэтому все расчеты проведены при варьировании расходов (количества) отводимого избыточного ила P . Максимальное и минимальное значения P задавались исходя из реальных количеств избыточного количества, которое должно отводиться в соответствии с технологическим режимом эксплуатации БОС, соответственно 1800 м³/сут и 10 м³/сут. Используя формулу (1), находили разные значения B , например:

$$B_1 = \frac{4(2520 \cdot 3 + 2520 \cdot 2 + 120 + 125)}{(9433 - 1800) \cdot 0,014 + 6 \cdot 1800} = 4,7 \text{ сут}, \quad (2)$$

где 4 — средняя концентрация ила, г/дм³; $(2520 \times 3 + 2520 \times 2 + 120 + 125)$ — вместимость аэрируемых сооружений (аэротенки, регенераторы, смесители), м³; 9433 — расход сточных вод на одной из очередей БОС, м³/сут; 1800 — расход избыточного ила (максимальный), м³/сут; 0,014 — содержание (регламентированное) взвешенных веществ в очищенной воде, г/дм³; 6 — концентрация отводимого избыточного ила, г/дм³.

Подставляя в формулу (1) различные расходы избыточного активного ила $P = 900, 500, 300, 100, 10$ м³/сут, получили следующие значения возрастов ила:

$$B_2 = 9,3 \text{ сут}; B_3 = 16,4 \text{ сут}; B_4 = 26,6 \text{ сут}; \\ B_5 = 70,3 \text{ сут}; B_6 = 267 \text{ сут}.$$

Для проведения дальнейших исследований на модельных установках использованы значения возрастов ила, соответствующих расчетным.

Для наращивания объемов ила определенного возраста рассчитали расход избыточного ила, исходя из уравнения (1):

$$P = [(a_{cp}W) - (BQC_{вв})] / [B(C_{изб} - C_{вв})]. \quad (3)$$

Расчетные данные по расходу избыточного АИ представлены в табл. 1.

Таблица 1
Расход избыточного АИ для получения разновозрастных илов

Расход АИ, дм ³	0,14	0,072	0,039	0,023	0,008	0,00087
Возраст АИ, сут	4,7	9,3	16,4	26,6	70,3	267

Варианты $N_{\text{ХПК}}$, $K_{\text{Н}}$, $K_{\text{пр}}$ в проведенных экспериментах

ХПК _ф , мгО ₂ /л		$K_{\text{Н}}$	$K_{\text{пр}}$	$N_{\text{ХПК}}$
Max	Min			
920	350	0,57	0,92	0,524
1400	610	0,79	1,40	1,106
920	480	0,44	0,92	0,404
1500	900	0,60	1,50	0,90
1430	894	0,536	1,43	0,766
1360	876	0,484	1,36	0,658
1450	1009	0,441	1,45	0,639
1500	1095	0,405	1,50	0,607
1400	1023	0,377	1,40	0,527
1316	967	0,349	1,316	0,459
1100	790	0,31	1,10	0,341
1315	1032	0,283	1,315	0,372
1481	1223	0,258	1,481	0,382
760	600	0,160	0,760	0,121

Для оценки эффективности работы илов разных возрастов использовали поступающие на БОС стоки с различной концентрацией ЗВ (с разными значениями ХПК), меняющимися неоднократно в течение суток (нестабильность сточных вод по концентрации и составу является типичной для предприятий химического и нефтехимического комплекса). В качестве диапазона времени, учитывающего изменение ХПК, выбрали время усреднения стоков в усреднителях цеха — 2 ч. Оценку нагрузок с учетом залповых аномальных сбросов и неравномерности поступлений по ХПК производили по эмпирической зависимости:

$$N_{\text{ХПК}} = K_{\text{Н}} K_{\text{пр}}, \quad (4)$$

где $N_{\text{ХПК}}$ — нагрузка на АИ, оценивается по комплексному показателю ХПК; $K_{\text{Н}}$ — коэффициент неравномерности нагрузок на АИ; $K_{\text{пр}}$ — коэффициент превышения максимального фактического значения ХПК_ф над регламентным ХПК_{регл}; определяется как отношение $K_{\text{пр}} = \text{ХПК}_{\text{ф}} : \text{ХПК}_{\text{регл}}$ (в случае поступления ХПК_ф больше регламентного $K_{\text{пр}} > 1$; при $\text{ХПК}_{\text{ф}} < \text{ХПК}_{\text{регл}}$ $K_{\text{пр}} < 1$).

Коэффициент неравномерности нагрузок на АИ

$$K_{\text{Н}} = (\text{ХПК}_{\text{max}} - \text{ХПК}_{\text{min}}) / \text{ХПК}_{\text{регл}}, \quad (5)$$

где ХПК_{max} и ХПК_{min} — максимальное и минимальное разовое значение ХПК химически загрязненных сточных вод на входе в аэротенки, мгО₂/л (временной интервал между двумя повторными анализами соответствует минимальному времени нахождения сточных вод в сооружениях механической очистки, в данном случае — 2 ч); $\text{ХПК}_{\text{регл}}$ — максимальное нормированное ХПК, установленное технологическим регламентом (или опытным путем); в описываемом исследовании $\text{ХПК}_{\text{регл}} = 1000$ мгО₂/л.

Максимальное значение $K_{\text{Н}}$ является мерой нестабильности поступающего стока по концентрации загрязняющих веществ и характеризует значительные различия по ХПК — залповые аномальные сбросы. В проведенных опытах усредненные нагрузки — величины одного порядка, в то время как коэффициент неравномерности $K_{\text{Н}}$ позволяет зафиксировать изменение нагрузки.

Результаты исследования и выводы

В табл. 2 представлены варианты нагрузок на ил $N_{\text{ХПК}}$, рассчитанные в зависимости от $K_{\text{Н}}$ и $K_{\text{пр}}$ по формулам (4), (5) на основании различных значений ХПК перед аэротенками фактических производственных сточных вод предприятия с учетом, что $\text{ХПК}_{\text{регл}} = 1000$ мгО₂/л.

Данные расчетов, представленные в табл. 2, показывают, что нагрузка на АИ в большей степени зависит от коэффициента неравномерности $K_{\text{Н}}$ поступающих стоков, чем от максимально разового значения ХПК $K_{\text{пр}}$. Это объяснимо с точки зрения физиологической активности микроорганизмов — ферментативная система бактерий не успевает перестраиваться (адаптироваться) к резким изменениям концентраций ЗВ [2].

В данном конкретном случае времени усреднения химически загрязненных сточных вод в существующих усреднителях не достаточно. Для уменьшения коэффициента $K_{\text{Н}}$ необходимо или увеличить время пребывания в усреднителе путем увеличения его вместимости или для выравнивания концентраций использовать другое сооружение.

В табл. 3 представлены данные исследований зависимости эффективности биоокисления ЗВ от возраста активного ила.

Эффективность очистки (знаменатель в табл. 3) определялась как отношение среднеарифметического значения между максимальным и минимальным ХПК на входе в аэротенки (см. табл. 2) к ХПК очищенного стока на выходе из аэротенка (числитель в табл. 3).

Из табл. 3 видно, что эффективность биоокисления ЗВ химически загрязненного стока функционально зависит от возраста ила и от нагрузок на активный ил по ХПК ($N_{\text{ХПК}}$).

Максимальная эффективность очистки наблюдается в опытах с илом, возраст которого в интервале 26,6...267 сут. При уменьшении $N_{\text{ХПК}}$ диапазон оптимального возраста ила, обеспечивающего максимальную очистку, сдвигается в сторону уменьшения и составляет 4,7...26,6 сут. При минимальном $N_{\text{ХПК}}$, т. е. при минимальных и стабиль-



Таблица 3

Соотношение эффективности биоокисления и возраста АИ

Нагрузка на АИ, $N_{\text{ХПК}}$ (из табл. 2)	Возраст АИ, сутки (из табл. 1)					
	4,7	9,3	16,4	26,6	70,3	267
	ХПК, мгО ₂ очищенного стока Эффективность очистки, % (по данным лабораторных анализов)					
0,524	$\frac{150}{76}$	$\frac{120}{81}$	$\frac{116}{82}$	$\frac{98}{85}$	$\frac{98}{85}$	$\frac{86}{86}$
1,106	$\frac{185}{81}$	$\frac{162}{83}$	$\frac{110}{89}$	$\frac{92}{97}$	$\frac{92}{97}$	$\frac{92}{97}$
0,404	$\frac{120}{83}$	$\frac{106}{85}$	$\frac{98}{86}$	$\frac{98}{86}$	$\frac{132}{81}$	$\frac{146}{79}$
0,90	$\frac{165}{86}$	$\frac{141}{88}$	$\frac{132}{89}$	$\frac{112}{97}$	$\frac{112}{97}$	$\frac{126}{89}$
0,766	$\frac{141}{87}$	$\frac{132}{88}$	$\frac{132}{88}$	$\frac{112}{90}$	$\frac{112}{90}$	$\frac{126}{89}$
0,658	$\frac{121}{89}$	$\frac{121}{89}$	$\frac{116}{88}$	$\frac{92}{91}$	$\frac{92}{91}$	$\frac{111}{90}$
0,639	$\frac{125}{89}$	$\frac{125}{89}$	$\frac{125}{89}$	$\frac{110}{91}$	$\frac{110}{91}$	$\frac{122}{90}$
0,607	$\frac{112}{91}$	$\frac{112}{91}$	$\frac{98}{92}$	$\frac{98}{92}$	$\frac{112}{91}$	$\frac{112}{91}$
0,527	$\frac{134}{89}$	$\frac{120}{90}$	$\frac{110}{91}$	$\frac{92}{93}$	$\frac{110}{91}$	$\frac{110}{91}$
0,459	$\frac{92}{92}$	$\frac{92}{92}$	$\frac{92}{92}$	$\frac{116}{90}$	$\frac{128}{86}$	$\frac{128}{86}$
0,341	$\frac{105}{89}$	$\frac{105}{89}$	$\frac{116}{87}$	$\frac{116}{87}$	$\frac{128}{86}$	$\frac{128}{86}$
0,372	$\frac{92}{92}$	$\frac{92}{92}$	$\frac{110}{91}$	$\frac{125}{89}$	$\frac{125}{89}$	$\frac{125}{89}$
0,382	$\frac{86}{94}$	$\frac{86}{94}$	$\frac{92}{93}$	$\frac{132}{90}$	$\frac{132}{90}$	$\frac{132}{90}$
0,121	$\frac{92}{86}$	$\frac{92}{86}$	$\frac{98}{85}$	$\frac{110}{83}$	$\frac{110}{83}$	$\frac{136}{80}$

ных нагрузках, эффективно применение ила возрастом 4,7...9,3 сут.

Полученные результаты объяснимы с точки зрения физиологии микроорганизмов. В старом иле присутствуют микроорганизмы разных физиологических групп, обуславливающих окисление легкодоступных и трудноокисляемых субстратов, что обеспечивает более полную биодеструкцию ЗВ. Поэтому при залповых аномальных сбросах целесообразно применение ила возрастом 26,6 суток и более. В молодом иле формируется сообщество быстрорастущих микроорганизмов с определенным типом метаболизма, адаптированное к стабильным нагрузкам [2].

Как следует из полученных результатов, интервал возраста ила 9,3...26,6 суток является наиболее приемлемым в технологии, так как оптимумы эффективности очистки находятся в указанном диапазоне. При поступлении аномальных сбросов химических стоков технологический режим отвода ила может оперативно регулироваться в сторону увеличения его возраста.

Регулирование возраста ила в условиях эксплуатации очистных сооружений возможно методом изменения объема (количества) отводимого ила из аэротенков [3]. Технологически более удобно и менее затратно отводить меньшие объемы ила, поэтому из полученных оптимумов диапазона возрастов ила для последующего регулирования технологии предпочтительно выбирать варианты биоочистки с илом максимального возраста.

Список литературы

1. **Жмур Н. С.** Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. — М.: АКВАРОС, 2003. — 512 с.
2. **Кирсанов В. В.** Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках: Монография / Под ред. А. Н. Глебова. — Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2010. — 264 с.
3. **Кирсанов В. В.** Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды. Т. 1. Процессы и аппараты защиты гидросферы. — Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2013. — 496 с.

Внимание!

Доводим до сведения подписчиков и авторов

Со второго полугодия 2014 года журнал "Безопасность жизнедеятельности" будет выходить без Приложения.

При этом объем журнала увеличится с 56 до 72 стр.

Основные причины такого изменения политики редакции:

- необходимость ускорения публикации поступающих в редакцию статей;
- отсутствие "ВАКовского" статуса у материалов, публикуемых в Приложениях.

Редакция предполагает сохранить в виде самостоятельных рубрик некоторые направления, по которым выпускались Приложения, например, "Представляем организацию" (вуз, кафедру и т. д.).

УДК 614.8.01

А. В. Алымов, науч. сотр., **А. В. Лукьянович**, нач. отдела, **А. В. Верескун**, канд. техн. наук, доц., вед. науч. сотр., ВНИИ ГОЧС (ФЦ)
E-mail: center_kbg@mail.ru

Особенности создания системы защиты от ЧС, информирования и оповещения населения на транспорте в Российской Федерации в 2011—2012 годах

В статье представлены особенности и проблемы реализации мероприятий по созданию системы защиты от чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте, проводимых в 2011—2012 годах.

Ключевые слова: система, информирование, оповещение, население, транспорт, безопасность

A. V. Alymov, A. V. Lykyanovich, A. V. Vereskun

Features of Creation System of Protection for Emergency Situations Informing and Alerting of Population in Transport in the Russian Federation in 2011—2012

The paper presents the characteristics and problems of implementing measures to establish a system of protection for emergency situations of natural and man-made, informing and alerting of population in transport, carried out in 2011—2012.

Keywords: system, informing, warning, population, transport, safety

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 31 марта 2010 г. № 403 [1] создается Комплексная система обеспечения безопасности населения на транспорте (далее — комплексная система).

Создание комплексной системы осуществляется путем реализации взаимосвязанных мероприятий в сфере транспортного комплекса, адекватных угрозам совершения актов незаконного вмешательства, в том числе террористической деятельности, а также путем решения задач по предупреждению и ликвидации ЧС на транспорте в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее — РСЧС).

Принципы создания комплексной системы, ее ресурсное обеспечение, ответственные исполнители, результативность и эффективность использования ресурсов, выделяемых на ее реализацию, определяются в Комплексной программе обеспечения безопасности населения на транспорте (далее — Программа).

В рамках Программы при участии МЧС России активно разрабатывается и внедряется система за-

щиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте (далее — СЗИОНТ).

Целью создания СЗИОНТ является защита жизни и здоровья населения на транспорте, в том числе от ЧС природного и техногенного характера, а также подготовка населения в области гражданской обороны, защиты от ЧС, обеспечения пожарной безопасности и охраны общественного порядка, своевременное оповещение и оперативное информирование граждан о ЧС и угрозе террористических актов, мониторинг обстановки и состояния правопорядка в местах массового пребывания людей на территории объектов транспортной инфраструктуры на автомобильном, городском наземном электрическом транспорте и в дорожном хозяйстве, на железнодорожном транспорте, воздушном транспорте, а также на морском и внутреннем водном транспорте с использованием современных технических средств и технологий.

СЗИОНТ на территории объектов транспортной инфраструктуры предусматривает возможность взаимодействия с диспетчерскими службами



и ситуационными центрами (далее — СЦ), а также сопряжена с центрами управления в кризисных ситуациях МЧС России (далее — ЦУКС МЧС России) и дежурно-диспетчерскими службами для обеспечения информационной поддержки при угрозе и возникновении ЧС, принятии решений и управлении в кризисных ситуациях.

Для достижения поставленной перед СЗИОНТ цели решаются следующие задачи:

- разрабатываются и совершенствуются концептуальные, нормативные правовые, нормативно-технические и организационно-методические основы создания, развертывания и эксплуатации СЗИОНТ;

- совершенствуются существующие и внедряются инновационные технологии информирования и оповещения населения;

- разрабатывается и совершенствуется информационное обеспечение СЗИОНТ;

- осуществляется поэтапное развертывание и эксплуатация СЗИОНТ на транспортных комплексах по всей территории Российской Федерации.

В состав СЗИОНТ на региональном уровне входят следующие структурные элементы и подсистемы:

1. Структурные элементы:

- система управления СЗИОНТ на базе ЦУКС территориального органа МЧС России;

- терминальные комплексы (далее — ТК), устанавливаемые снаружи и внутри объектов транспортной инфраструктуры;

- серверы СЗИОНТ, размещаемые в органах повседневного управления РСЧС объектового уровня (дежурно-диспетчерская служба, ситуационный центр и др.);

- вспомогательное серверное оборудование, устанавливаемое вблизи мест установки ТК;

- оборудование сети связи и передачи данных, обеспечивающее информационный обмен между компонентами СЗИОНТ;

- серверное оборудование, размещаемое в служебных помещениях объектов транспортной инфраструктуры;

- автоматизированное рабочее место (далее — АРМ) дежурного по транспортному узлу/станции метрополитена;

- автоматизированное рабочее место линейного отдела УВД;

- автоматизированное рабочее место ситуационного центра объекта транспортной инфраструктуры.

2. Распределенные автоматизированные подсистемы:

- подсистема массового информирования (ПМИ);

- подсистема наблюдения и сбора информации (ПСИ);

- подсистема связи и передачи данных (ПСПД);

- подсистема информационной безопасности (ПИБ);

- подсистема радиационного и химического контроля (ПРХК);

- подсистема часофикации (ПЧ);

- геоинформационная подсистема (ГИП);

- подсистема контроля и управления (ПКУ);

- подсистема охранно-пожарной сигнализации (ПС);

- подсистема звукового сопровождения и информирования (ПЗСИ);

- подсистема экстренной связи (ПЭС);

- подсистема обеспечения метео данными (ПОМ);

- подсистема телеметрии и контроля (ПТК);

- подсистема интеграции с системами жизнеобеспечения контролируемых объектов транспорта (ПИ);

- подсистема мобильной связи (ПМС).

В зависимости от типа объекта транспортной инфраструктуры и задач сегмента СЗИОНТ, размещенного на нем, состав подсистем может меняться.

Основным средством информирования и оповещения населения, а также обеспечения экстренной обратной связи и видеонаблюдения на территории объекта транспортной инфраструктуры являются ТК на основе полноцветных жидкокристаллических экранов (рис. 1).

В рамках работ, выполненных федеральным государственным бюджетным учреждением "Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России" (Федеральный центр науки и высоких технологий) (ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)) в 2011—2012 гг., проведена экспертиза технической документации на проектируемые сег-



Рис. 1. Терминальные комплексы

менты СЗИОНТ и оценка качества создания элементов СЗИОНТ [2, 3].

В 2010 г. были созданы пилотные зоны. На всех метрополитенах Российской Федерации (гг. Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Нижний Новгород, Екатеринбург, Самара, Волгоград, Казань) создано по одной пилотной зоне сегмента СЗИОНТ в целях полного охвата и учета всего разнообразия типов станций, глубины их заложения, количества и типов платформ и других характеристик станций, а также пилотные зоны сегментов СЗИОНТ в аэропорту, на железнодорожном, речном и автовокзале.

Перечень станций метрополитенов, оборудованных пилотными зонами сегментов СЗИОНТ, представлен в табл. 1.

Ниже перечислены объекты транспортной инфраструктуры г. Нижний Новгород, оборудованных пилотными зонами сегментов СЗИОНТ:

- Московский вокзал г. Нижнего Новгорода. Адрес: Площадь революции, 7, а;
- Речной вокзал — расположен на правом берегу при слиянии Оки и Волги. Адрес: Площадь Маркина, 15, а;
- Автовокзал "Нижегородский". Адрес: ул. Студенческая, 15;
- Аэропорт "Стригино" — Международный аэропорт г. Нижнего Новгорода. Адрес: г. Нижний Новгород.

Обследования объектов СЗИОНТ проводились путем письменного опроса, с использованием спе-

циально подготовленных анкет обследования пилотных зон СЗИОНТ (далее — Анкета), в которых эксперты (руководители и специалисты территориальных органов МЧС России и объектов транспортной инфраструктуры, задействованных в разработке и эксплуатации пилотных зон СЗИОНТ) отражали объективное состояние СЗИОНТ в отношении аппаратно-программного оснащения и реализуемых функций, а также представили свое мнение по существу поставленных вопросов.

При проведении работ по оценке качества создания и функционирования СЗИОНТ были выполнены следующие основные мероприятия:

- анкетирование и интервьюирование экспертов, проводившееся двумя способами: групповое заполнение анкет в присутствии сборщика; "почтовое" анкетирование;
- систематизация полученных данных;
- анализ полученных данных;
- документирование результатов обследования.

В работе принимали участие специалисты и руководители региональных и территориальных информационных центров Общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей (ОКСИОН), представители территориальных органов МЧС России, сотрудники объектов транспортной инфраструктуры (метрополитена, аэропортов, железнодорожных, авто- и речных вокзалов), на которых располагается оборудование СЗИОНТ и представители ВНИИ ГОЧС (ФЦ).

На этапе анкетирования и интервьюирования были собраны данные об изучаемых объектах СЗИОНТ. При заполнении анкет эксперты предоставляли информацию по перечисленным ниже направлениям.

1. Наличие проектной, рабочей конструкторской и иной технической документации на пилотную зону СЗИОНТ.
2. Фактическое количество комплектов оборудования и программного обеспечения и его месторасположение.
3. Наличие электропитания и связи по постоянной схеме.
4. Соответствие мест размещения оборудования паспорту (рабочему проекту) объекта (при его наличии).
5. Функции, выполняемые СЗИОНТ на объекте транспортной инфраструктуры.
6. Результаты опытной эксплуатации (наличие программы опытной эксплуатации, протоколов и актов о результатах опытной эксплуатации и т. д.).
7. Отчетная научно-техническая документация по вопросам создания СЗИОНТ.

Таблица 1

Перечень станций метрополитенов, оборудованных пилотными зонами сегментов СЗИОНТ

Станция	Глубина заложения	Количество платформ	Тип платформы
«Лаложская» г. Санкт-Петербург	61 м	1	Островная
«Московская» г. Нижний Новгород	12 м	1	Островная
«Проспект Победы» г. Казань	10 м	1	Островная
«Комсомольская» г. Волгоград	10 м	1	Островная
«Охотный ряд» г. Москва	17 м	1	Островная
«Речной вокзал» г. Новосибирск	17 м	2	Станции с боковыми платформами
«Московская» г. Самара	15 м	1	Островная
«Уральская» г. Екатеринбург	42 м	1	Островная



8. Параметры использования и полезности СЗИОНТ.

9. Достоинства, недостатки, пожелания, особенности СЗИОНТ со слов непосредственных пользователей (операторов).

10. Фотоматериалы с мест установки оборудования СЗИОНТ на объектах транспортной инфраструктуры.

После сбора информации обо всех элементах пилотных зон СЗИОНТ данные были сгруппированы и систематизированы. Анализ полученных данных позволил провести оценку СЗИОНТ, выявить достоинства и недостатки элементов СЗИОНТ и системы в целом, которые можно разбить на следующие группы:

- недостатки, выявленные при оценке проектной и рабочей (конструкторской) документации;
- организационно-технические недостатки пилотных зон сегментов СЗИОНТ и их систем управления;
- недостатки общего и специального программного обеспечения, реализующего базовый функционал СЗИОНТ.

По результатам обследования пилотных зон сегментов СЗИОНТ заполнены анкеты обследования объектов СЗИОНТ. В некоторых городах, по инициативе представителей МЧС России, дополнительно составлены акты осмотра объектов СЗИОНТ.

Все пилотные зоны сегментов СЗИОНТ были классифицированы по степени функционирования на три перечисленные ниже группы.

1. Нефункционирующие. Элементы СЗИОНТ (терминальные комплексы и системы управления) не функционируют и не обеспечивают необходимые функции.

2. Частично функционирующие. Элементы СЗИОНТ (терминальные комплексы и системы управления) частично функционируют, работы по настройке и пуску-наладке программного обеспечения не завершены.

3. Функционирующие. Элементы СЗИОНТ (терминальные комплексы и системы управления), функционирующие и выполняющие необходимые базовые функции.

К первой группе относились следующие пилотные зоны сегментов СЗИОНТ:

- станция метрополитена в г. Санкт-Петербурге;
- станция метрополитена в г. Нижнем Новгороде;
- станция метрополитена в г. Самаре;
- станция метрополитена в г. Волгограде;
- станция метрополитена в г. Екатеринбурге;
- автовокзал, железнодорожный вокзал, речной вокзал и аэропорт в г. Нижнем Новгороде.

Ко второй группе относилась одна пилотная зона сегментов СЗИОНТ:

- станция метрополитена в г. Казани.

К третьей группе относились две пилотные зоны сегментов СЗИОНТ:

- станция метрополитена в г. Новосибирске;
- станция метрополитена в г. Москве.

В долевом отношении пилотные зоны распределены в следующем соотношении: первая группа — 0,63; вторая группа — 0,12; третья группа — 0,25 %.

В рамках работы по оценке качества элементов СЗИОНТ, созданных в 2012 г., проведен анализ данных, полученных в результате проведения обследования элементов СЗИОНТ в следующих субъектах Российской Федерации: Волгоградская, Вологодская, Курская, Московская, Нижегородская, Самарская и Тульская области, республика Татарстан, Красноярский край и г. Санкт-Петербург. Работы по оценке качества создания элементов СЗИОНТ проводились в соответствии с техническими заданиями.

Экспертная оценка включала:

- проверку наличия документации на СЗИОНТ, а именно исходной технической документации на создание объектов, проектной документации на создание объектов, программы и журналов проведения опытной эксплуатации, программы и методики проведения приемочных испытаний, протоколов и актов проведения испытаний;
- оценку завершенности этапов создания объекта СЗИОНТ;
- выявление дополнительного оборудования и программного обеспечения сверх требований технического задания;
- оценку соответствия функционала, выполняемого системой, требованиям технического задания;
- определение достоинств, недостатков и особенностей системы.

Оценка результатов эксплуатации включала:

- описание сегментов СЗИОНТ, находящихся в эксплуатации;
- описание сегментов управления СЗИОНТ, находящихся в эксплуатации;
- проверку наличия паспортов объектов СЗИОНТ;
- проверку наличия журналов и документов, составляющихся в процессе эксплуатации СЗИОНТ;
- определение и фиксация затрат на эксплуатацию СЗИОНТ;
- фиксацию замечаний по работоспособности программного обеспечения СЗИОНТ, каналов связи, фиксацию сбоев в работе СЗИОНТ и вре-

мени восстановления работоспособности на момент проведения анкетирования.

В результате проведенного обследования выявлен ряд недостатков, которые были разбиты на следующие группы:

- недостатки, связанные с отсутствием регламентированной документации;
- недостатки сегментов СЗИОНТ и систем управления ими, связанные с незавершенностью этапов создания элементов системы;
- недостатки программного обеспечения и оборудования, реализующего базовый функционал СЗИОНТ.

К недостаткам, связанным с отсутствием регламентированной документации на момент проверки, относились:

- отсутствие исходной технической и проектной документации (техническое задание на создание СЗИОНТ) в Тульской области;
- отсутствие проектной документации в г. Нижнем Новгороде;
- отсутствие документации по проведению опытной эксплуатации в гг. Казани и Нижнем Новгороде, Красноярском крае и Тульской области;
- отсутствие документации по приемочным испытаниям в гг. Казани и Нижнем Новгороде, Красноярском крае и Тульской области.

К недостаткам сегментов СЗИОНТ и систем управления ими, связанными с незавершенностью этапов создания элементов системы, относились:

- незавершенность строительно-монтажных работ в гг. Казани и Санкт-Петербурге, Вологодской, Курской, Тульской областях и Красноярском крае;
- незавершенность организации каналов связи отмечена в Вологодской и Тульской областях, Красноярском крае и г. Санкт-Петербурге;
- незавершенность пусконаладочных работ отмечена во всех регионах.

К недостаткам программного обеспечения и оборудования, реализующего базовый функционал СЗИОНТ, относились:

- отсутствие функционала экстренной связи в Красноярском крае, гг. Санкт-Петербурге, Казани и Нижнем Новгороде;
- отсутствие функционала информирования и оповещения в Красноярском крае, гг. Казани и Санкт-Петербурге;
- отсутствие функционала радиационного и химического контроля в Красноярском крае и Курской области;
- отсутствие функционала видеоаналитики в Тульской области;

— отсутствие функционала подсчета пассажиропотока в Вологодской, Курской и Тульской областях;

— отсутствие интеграции с другими системами в Вологодской области, гг. Казани и Нижнем Новгороде;

— отсутствие функционала поддержки принятия решений в г. Казани;

— отсутствие функционала ГИС в Вологодской области и г. Казани;

— отсутствие функционала информирования и сбора информации посредством приложений для мобильных телефонов в г. Нижнем Новгороде.

По степени функционирования все элементы СЗИОНТ были классифицированы на три группы по ранее приведенной классификации (см. с. 30).

По результатам обследования сегменты СЗИОНТ, относящиеся к первой группе (нефункционирующие СЗИОНТ), не выявлены.

Ко второй группе (частично функционирующие СЗИОНТ) были отнесены системы в следующих субъектах РФ (городах России): Красноярском крае, Вологодской и Тульской областях, гг. Казани, Нижнем Новгороде и Санкт-Петербурге, Курской области (перечень субъектов РФ (городов) приведен в последовательности, соответствующей возрастанию степени завершенности создания СЗИОНТ).

К третьей группе (функционирующие СЗИОНТ) была отнесена система, созданная в Московской области.

В долевом отношении сегменты СЗИОНТ по группам распределились в следующем соотношении:

- 1 группа — 0;
- 2 группа — 0,9;
- 3 группа — 0,1 %.

Динамика распределения сегментов и пилотных зон СЗИОНТ по годам представлена на рис. 2.

Наряду с оценкой качества создания элементов СЗИОНТ в рамках работ "Проведение оценки вы-

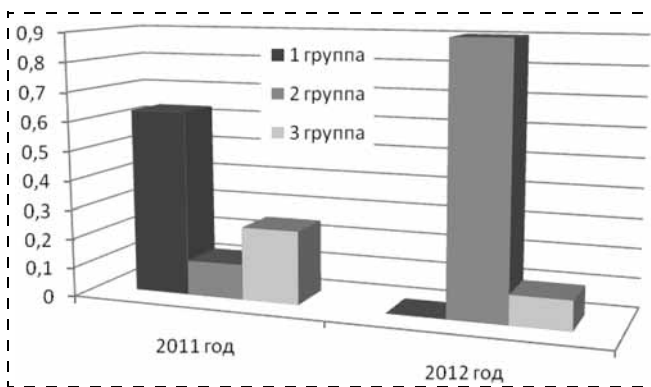


Рис. 2. Распределение сегментов и пилотных зон СЗИОНТ по годам



полнения мероприятий программы по созданию системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте" и "Проведение мониторинга и экспертизы выполнения мероприятий программы по созданию системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте" были даны экспертные заключения на проектную и рабочую техническую документацию (далее — экспертные заключения).

Экспертные заключения проводились на соответствие техническому заданию и действующим нормативно-техническим документам (ЕСКД, ЕСПД, СНИП и РД).

Экспертные заключения содержали следующую информацию:

- замечания по составу проектной и рабочей технической документации;
- замечания по оформлению проектной и рабочей технической документации;
- замечания по содержанию проектной и рабочей технической документации;
- общие выводы по проектной и рабочей технической документации, в которых предлагалось доработать (если требовалось) и повторно представить документацию на экспертизу, в противном случае экспертные заключения получали положительную оценку;
- анализ документации, представленной для проведения испытаний и опытной эксплуатации.

На экспертизу представлялась проектная и рабочая техническая документация на создаваемые сегменты СЗИОНТ. После проведения экспертизы документы дорабатывались и повторно представлялись на экспертизу.

Таблица 2

Субъекты РФ (города России), где проводилась экспертиза создаваемых сегментов СЗИОНТ

2011 год	Количество повторных экспертных заключений	2012 год	Количество повторных экспертных заключений
Москва	3	Вологда	4
Сочи	2	Курская область	3
Брянск	2	Красноярский край	2
Смоленск	2	Тульская область	3
Казань	2	Санкт-Петербург	3
Ставрополь	3	Казань	3
Краснодарский край	3	Московская область	2
Санкт-Петербург	3		



Рис. 3. Динамика количества повторных экспертиз по годам

Перечень субъектов Российской Федерации (городов России), где проводилась экспертиза, и количество повторных экспертных заключений приведены в табл. 2. В долевом отношении сегменты СЗИОНТ по количествам повторных экспертиз распределились в следующем соотношении (рис. 3):

	2011 год	2012 год
1 экспертиза	— 0	1 экспертиза — 0
2 экспертизы	— 0,5	2 экспертизы — 0,29
3 экспертизы	— 0,5	3 экспертизы — 0,57
4 экспертизы	— 0	4 экспертизы — 0,14

В 2011 г. среднее количество экспертиз на один сегмент СЗИОНТ составило 2,5 экспертизы, а в 2012 — 2,9 экспертизы. Увеличение среднего количества экспертиз на один сегмент СЗИОНТ составило 0,4 экспертизы, что обусловлено отсутствием надлежащего контроля со стороны сотрудников главных управлений МЧС России субъектов Российской Федерации, ответственных за создание сегментов СЗИОНТ, над исполнением обязательств выполнения государственных контрактов со стороны компаний подрядчиков (исполнителей) в части, касающейся представления отчетной документации и документации, представляемой на экспертизу, а также халатное отношение к своим обязанностям со стороны исполнителей.

Выводы

По результатам проведенных в 2011 г. обследований пилотных зон СЗИОНТ было установлено, что СЗИОНТ на тот период не была готова к вводу в эксплуатацию. В большинстве случаев СЗИОНТ не выполняла ни одной из предусмотренных функций.

Из функций, которые присутствовали в СЗИОНТ, можно отметить только отображение информации с видеокamer, отображение информации с датчиков ПРХК и интерактивное общение. Но и их

нельзя было назвать функционирующими в нормальном режиме и полном объеме.

В тот момент созданные пилотные зоны СЗИОНТ не являлись единой комплексной автоматизированной системой, представляли собой смонтированное оборудование (недопоставленное и не полностью смонтированное), не выполняющее требуемых функций.

В результате проведенных в 2012 г. обследований элементов СЗИОНТ можно отметить, что выявленные недостатки различны по своей значимости. Встречаются как не критичные и легко устранимые замечания, связанные, например, с нестабильной работой той или иной подсистемы или частичным отсутствием функционала подсистемы, так и серьезные замечания, связанные с отсутствием заявленного в технических заданиях функционала ряда подсистем целиком.

Стоит также отметить, что в настоящее время отсутствует единая концепция и единое техническое задание создания СЗИОНТ на территории Российской Федерации. Этот факт препятствует выработке

рациональных технических решений для дальнейшего тиражирования СЗИОНТ на объектах транспортной инфраструктуры. Технические задания, по которым в 2012 г. создавалась СЗИОНТ, различны по своему составу и требованиям, что противоречит единому пониманию принципов создания СЗИОНТ и развитию данной системы в целом.

Список литературы

1. **Российская Федерация.** Комплексная программа обеспечения безопасности населения на транспорте: [утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2010 года № 1285-р];
2. **Лукьянович А. В., Алымов А. В., Пашков А. А.** Оценка готовности системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте к функционированию в условиях угрозы возникновения и возникновения ЧС или террористических актов // *Технология гражданской безопасности.* — 2012. — № 4. — С. 52—57.
3. **Лукьянович А. В., Афлятунов Т. И., Кудрявцев В. А.** Актуальные вопросы совершенствования системы информирования и оповещения на транспорте // *Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций.* — 2013. — № 1. — С. 91—96.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ USE AND RECYCLING OF WASTE

УДК 573.6

Б. С. Ксенофонтов, д-р техн. наук, проф., **И. А. Бугорова**, канд. биол. наук, вед. науч. сотр., **Е. В. Петрова**, инж., **Р. А. Таранов**, ст. препод., **А. С. Козодаев**, канд. техн. наук, доц., **М. С. Виноградов**, инж., **А. А. Балина**, инж., МГТУ им. Н. Э. Баумана
E-mail: borisflot@mail.ru

Бактериальное выщелачивание редкоземельных металлов из золошлаков ТЭЦ

Проведена оценка угольной золы и шлаков энергопредприятий как сырья для получения редкоземельных металлов (РЗМ). Показана возможность извлечения РЗМ из угольной золы и шлаков сообществом аборигенных ацидофильных хемолитотрофных микроорганизмов (АХМ). Полученные в ходе исследований результаты могут послужить основой для отработки режимов и разработки технологии извлечения РЗМ из угольной золы и шлаков путем бактериального выщелачивания с использованием сообщества АХМ.

Ключевые слова: бактериальное выщелачивание, угольная зола, шлаки, предприятия энергетики, редкоземельные металлы



B. S. Ksenofontov, I. A. Butorova, E. V. Petrova, R. A. Taranov, A. S. Kozodaev,
M. S. Vinogradov, A. A. Balina

Bacterial Leaching of Rare-Earth Metals from Combined Heat and Power Plant Ashes

The assessment of coal ashes and slags of the power enterprises as raw materials for receiving rare-earth metals (RREM) is carried out. Possibility of extraction of RREM from coal ashes and slags is shown by community of the native acidophile hemolitotrofny microorganisms (AHM). The results received during researches can form a basis for working off of modes and development of technology of extraction of RREM from coal ashes and slags by a bacterial leaching with use of community of AHM.

Keywords: bacterial leaching, coal ashes, slags, power enterprises, rare-earth metals

Анализ современной научной и патентной литературы, посвященной проблеме бактериального выщелачивания редкоземельных металлов из различного вида минералогического сырья, показал, что сообщества аборигенных ацидофильных хемолитотрофных микроорганизмов оказываются более эффективными по сравнению с монокультурами АХМ, что обусловлено сложностью и неоднородностью состава минералогического сырья [1–4]. В процессе бактериального выщелачивания при выходе в раствор отдельных металлов происходит постепенное изменение физико-химических свойств выщелачивающей среды и пульпы. Монокультуры АХМ, даже самые высокоактивные, не всегда могут оказаться в оптимальных условиях и проявлять свою окислительную активность. В более выгодном положении оказываются смешанные культуры АХМ, состав которых подобран с учетом всех изменений, происходящих в процессе бактериального выщелачивания металлов.

Однако сформировать в лабораторных условиях высокоэффективную смешанную культуру, которая бы учитывала все возможные изменения, происходящие в процессе выщелачивания конкретного вида сырья, является очень сложной задачей. Как показано в многочисленных исследованиях российских и зарубежных исследователей, спонтанно сформированное сообщество аборигенных АХМ оказывается значительно эффективнее и обладает более высокой выщелачивающей активностью в отношении многих ценных металлов, поскольку лучше адаптировано и приспособлено к особенностям конкретного вида минералогического сырья и учитывает все его особенности [1–8].

Целью исследования является выделение аборигенного сообщества ацидофильных хемолитотрофных микроорганизмов, спонтанно сформированного в местах длительного хранения золошлаков Алексинской ТЭЦ, и изучение его эффективности при выщелачивании отдельных редкоземельных металлов.

Материалы и методы

Объектом исследования служили золошлаки Алексинской ТЭЦ, отобранные из мест их длительного хранения в естественных условиях. Выделение аборигенной АХМ осуществляли методом накопительных культур в оптимальных для каждой физиологической группы условиях.

Минеральной основой служила модифицированная минеральная среда Сильвермана и Лундгрена 9К следующего состава: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ — 2,0 г/л; K_2HPO_4 — 1,0 г/л; MgSO_4 — 0,5 г/л; KCl — 0,2 г/л. Начальное значение $\text{pH} = 2,0$ устанавливали с помощью 10 — нормального раствора H_2SO_4 . В качестве источника энергии использовали: Fe^{2+} и S^0 .

Морфологию клеток изучали методом световой фазово-контрастной микроскопии на микроскопе МБИ-6.

Величину pH определяли на pH -метре Seven Easy METTLER TOLEDO.

Культивирование АХМ проводили в колбах Эрленмейера объемом 750 мл со 100 мл среды на термостатируемой качалке при частоте 180 мин^{-1} при мезофильных (29°C), умеренно термофильных (36°C) и термофильных (50°C) условиях. Для создания миксотрофных условий в среду культивирования вносили дрожжевой экстракт (Д/Э) в количестве 0,02 %.

Минералогический состав золошлаков и выщелачивающих растворов определяли масс-спектральным методом (МС) с индуктивно связанной плазмой и атомно-эмиссионным методом с индуктивно-связанной плазмой (АЭ) в Аналитическом сертификационном испытательном Центре ВИМСа по методикам НСАМ № 480-ХС и ГОСТ Р 51309–99 на приборах Elan-6100 и Optima-4300DV ("Perkin — Elmer", США).

Результаты и обсуждение

С целью выделения из золошлаков Алексинской ТЭЦ максимально возможного количества аборигенных бактерий разных физиологических групп были исследованы следующие варианты:

— мезофильные условия ($t = 29^\circ\text{C}$, Fe^{2+} в количестве 5 г/л);

- мезофильные условия ($t = 29\text{ }^{\circ}\text{C}$, S^0 в количестве 10 г/л);
- умеренно-термофильные условия ($t = 36\text{ }^{\circ}\text{C}$, Fe^{2+} в количестве 5 г/л, автотрофные условия);
- умеренно-термофильные условия ($t = 36\text{ }^{\circ}\text{C}$, Fe^{2+} в количестве 5 г/л, миксотрофные условия с 0,02 % дрожжевого экстракта);
- умеренно-термофильные условия ($t = 36\text{ }^{\circ}\text{C}$, S^0 в количестве 10 г/л, автотрофные условия);
- умеренно-термофильные условия ($t = 36\text{ }^{\circ}\text{C}$, S^0 в количестве 10 г/л, миксотрофные условия с 0,02 % дрожжевого экстракта);
- термофильные условия ($t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$, Fe^{2+} в количестве 5 г/л, автотрофные условия);
- термофильные условия ($t = 36\text{ }^{\circ}\text{C}$, Fe^{2+} в количестве 5 г/л, миксотрофные условия с 0,02 % дрожжевого экстракта);
- термофильные условия ($t = 36\text{ }^{\circ}\text{C}$, S^0 в количестве 10 г/л, автотрофные условия);
- термофильные условия ($t = 36\text{ }^{\circ}\text{C}$, S^0 в количестве 10 г/л, миксотрофные условия с 0,02 % дрожжевого экстракта).

Исследования проводили в колбах Эрленмейера на качалке (MULTITRON STANDART INFORST NT) при частоте 180 мин^{-1} . Минеральной основой служила модифицированная минеральная среда Сильвермана и Лундгрена 9К. Объем среды — 100 мл. Количество золошлаков в среде во всех вариантах составляло 10 %.

В процессе культивирования контролировали pH среды и просматривали варианты в световом микроскопе МБИ-6.

Как показали исследования, в вариантах, в которых в качестве источника энергии использовали элементную серу, отмечался более активный рост бактерий, о чем свидетельствовало активное закисление среды (до значений $\text{pH} = 1,6 \dots 0,6$), на 7-е сутки культивирования при микроскопировании выявлено большее разнообразие морфотипов бактерий. При этом более активный рост бактерий при использовании серы в качестве источника энергии был отмечен при температуре $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 1).

На среде с Fe^{2+} в качестве источника энергии первые признаки развития АХМ были отмечены на 14-е сутки культивирования (рис. 2).

В результате проведенной серии опытов были отобраны следующие физиологические морфотипы АХМ, которые и стали основой сообщества.

1. Умеренно-термофильные короткие прямые подвижные палочки размером $0,4 \dots 0,5 \times 0,8 \dots 1,2\text{ мкм}$, окисляющие закисное железо (Fe^{2+}) и восстановленные соединения серы (S^0 и SO_3^{2-}) при температуре $36\text{ }^{\circ}\text{C}$, по совокупности морфологических и культуральных признаков относящиеся к морфотипу *Acidithiobacillus ferrooxidans*.

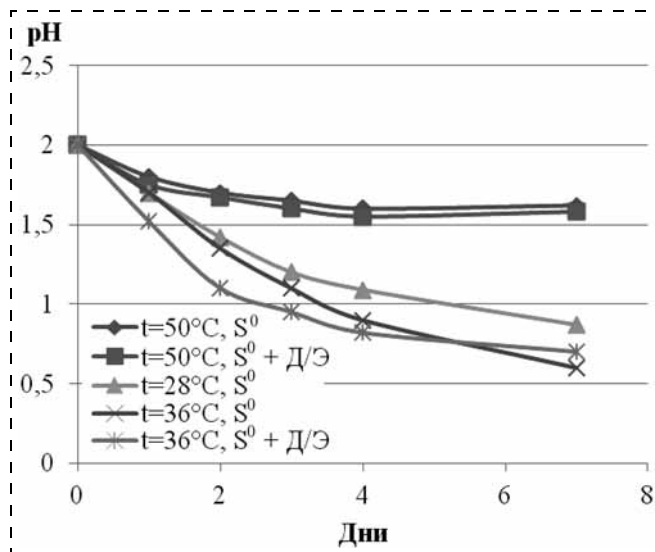


Рис. 1. Изменение pH среды (источник энергии S^0)

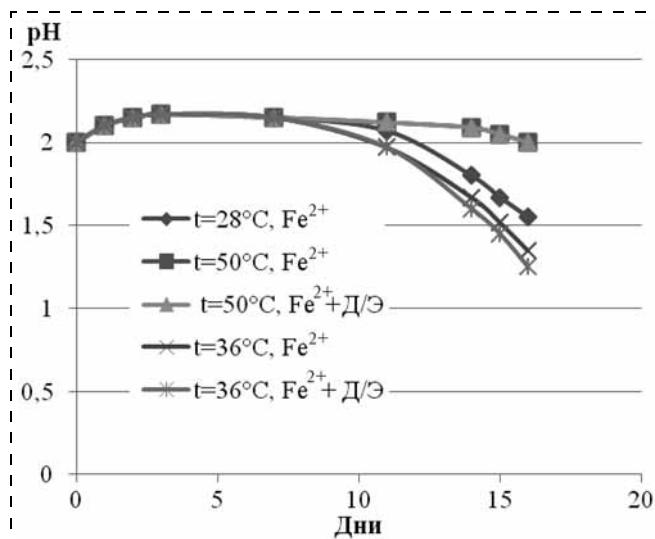


Рис. 2. Изменение pH среды (источник энергии Fe^{2+})

2. Умеренно-термофильные прямые подвижные палочки средним размером $0,4 \dots 0,5 \times 0,8 \dots 1,2\text{ мкм}$, не окисляющие закисное железо (Fe^{2+}) и окисляющие восстановленные соединения серы (S^0 и SO_3^{2-}) при температуре $36\text{ }^{\circ}\text{C}$, по совокупности морфологических и культуральных признаков относящиеся к морфотипу *Acidithiobacillus thiooxidans*.

3. Умеренно-термофильные крупные прямые палочки с закругленными концами размером $0,7 \dots 0,8 \times 2,0 \dots 3,5\text{ мкм}$, спорообразующие, окисляющие закисное железо (Fe^{2+}) и восстановленные соединения серы (S^0 и SO_3^{2-}) в миксотрофных условиях в присутствии 0,02 % дрожжевого экстракта при температуре $36\text{ }^{\circ}\text{C}$, по совокупности морфологических и культуральных признаков относящиеся к морфотипу рода *Sulfobacillus*.



Следует отметить, что в составе популяции в небольших количествах встречаются бактерии, по своим морфологическим признакам похожие на бактерии рода *Leptospirillum*, — чуть изогнутые подвижные палочки размером $0,3...0,4 \times 2,5...3,5$ мкм. Однако получить их в более значительных количествах в обозначенных условиях эксперимента не удалось.

В дальнейших исследованиях была изучена эффективность полученного сообщества АХМ для выщелачивания РЗМ из золошлаков Алексинской ТЭЦ.

Для повышения содержания РЗМ в золошлаках были проведены работы по их специальной обработке с использованием концентрационного стола.

Химический и элементный состав образца, взятого для исследований, представлен в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Химический состав пробы исследуемого образца золошлаков

Компонент	Содержание, %
Na ₂ O	0,14
MgO	0,20
Al ₂ O ₃	4,1
K ₂ O	0,21
CaO	0,84
TiO ₂	0,20
MnO	0,051
Fe ₂ O ₃	67,1

Таблица 2

Элементный состав пробы золошлаков

Элемент	Содержание, г/т	Элемент	Содержание, г/т
Li	19,7	Ce	21,8
Be	0,75	Pr	2,4
Sc	3,3	Nd	8,7
V	54,3	Sm	1,7
Cr	159	Eu	0,30
Co	31,4	Gd	1,5
Ni	99,1	Tb	0,27
Cu	122	Dy	1,3
Zn	137	Ho	0,26
Ga	5,5	Er	0,77
As	81,0	Tm	0,11
Se	4,6	Yb	0,68
Rb	6,6	Lu	0,10
Sr	77,5	Hf	1,6
Y	7,9	Ta	0,46
Zr	52,6	W	43,1
Nb	5,7	Re	—
Mo	9,7	Ir	—
Rh	—	Pt	—
Pd	—	Au	—
Ag	1,0	Hg	0,21
Cd	0,31	Tl	0,29
Sb	19,2	Pb	1922
Te	0,076	Bi	1,2
Cs	0,49	Th	3,7
Ba	112	U	1,2
La	10,0		

Как видно из полученных данных, в золошлаках Алексинской ТЭЦ не выявлено в достаточном количестве компонента, который бы мог служить энергетическим источником для развития АХМ. В связи с этим в среду культивирования необходимо вносить дополнительный источник энергии.

Были проведены исследования по изучению влияния вида вносимого энергетического источника на выщелачивание некоторых РЗМ. Исследования проводили в колбах Эрленмейера на качалке при частоте 180 мин⁻¹ и температуре 36 °С. Минеральной основой служила модифицированная минеральная среда Сильвермана и Лундгрена 9К. Начальное значение pH = 2,0. Объем среды — 100 мл. Количество золошлаков в среде составляло 10 %. Время культивирования 36 ч. Состав среды S⁰ — 10 г/л, Fe²⁺ — 5 г/л, дрожжевой экстракт — 0,02 %. Результаты исследований представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты исследований

Источник энергии	Содержание элемента в выщелачивающем растворе, мкг/дм ³					
	Ge	Ga	Y	La	Ce	Nd
S ⁰	4,7	72	250	210	480	240
S ⁰ + Д/Э	5,4	92	250	210	470	240
Fe ²⁺	3,3	49	250	180	410	220
Fe ²⁺ + S ⁰ + Д/Э	6,8	170	330	260	590	300

Как видно из табл. 3, более высокое содержание металлов в выщелачивающем растворе в условиях эксперимента было получено при одновременном использовании двух энергетических источников Fe²⁺ и S⁰ и создании миксотрофных условий при внесении дрожжевого экстракта. Таким образом, дальнейшие исследования проводили с сообществом АХМ, развивающимся при одновременном присутствии в среде двух энергетических источников (Fe²⁺ и S⁰ в миксотрофных условиях с дрожжевым экстрактом).

На сегодняшний день в литературе встречается описание двух технологических схем выщелачивания РЗМ из минералогического сырья с помощью АХМ: 1) бактериально-химическое выщелачивание; 2) бактериальное выщелачивание.

Бактериально-химическая технологическая схема выщелачивания РЗМ — это двустадийный процесс, когда на первой стадии выращивают в оптимальных условиях суспензию АХМ. Затем, на второй стадии, смешивают полученную суспензию АХМ с минералогическим сырьем и проводят процесс выщелачивания при повышенной температуре более 75 °С [5, 6].

Бактериальное выщелачивание — это традиционная схема культивирования АХМ в присутствии специально подготовленного минералогического сырья [7, 8].

Были проведены пробные эксперименты по этим технологическим схемам.

Бактериально-химический процесс выщелачивания РЗМ из золошлаков Алексинской ТЭЦ проводили в два этапа.

На первом этапе была выращена культура АХМ на модифицированной минеральной среде Сильвермана и Лундгрена 9К с добавлением дрожжевого экстракта, при 36 °С с использованием смешанного энергетического субстрата (Fe^{2+} и S^0). Начальное значение рН составляло 2,0. Выращивание проводили в колбах Эрленмейера на качалке при частоте 180 мин⁻¹ в течение 72 ч. Объем среды — 100 мл. Выращивание проводили без поддержания рН среды. Конечное значение рН составило 1,31.

На втором этапе в полученную культуральную жидкость добавили концентрат золошлаков Алексинской ТЭЦ. Соотношение твердой фазы к жидкости составило 4:10. Полученную смесь поместили на качалку при температуре 50 °С и перемешивали при частоте 180 мин⁻¹ в течение 48 ч.

Бактериальный процесс выщелачивания металлов из золошлаков Алексинской ТЭЦ проводили по классической схеме: готовили 10 %-ный раствор концентрата золошлаков. В качестве выщелачивающего раствора использовали модифицированную минеральную среду Сильвермана и Лундгрена 9К с добавлением дрожжевого экстракта и с использованием смешанного энергетического субстрата (Fe^{2+} и S^0), рН раствора 2,0. В приготовленный раствор вносили предварительно выращенную культуру АХМ в количестве 10 % об. Засеянные колбы помещали на качалку и инкубировали при 36 °С в течение 36 ч. Процесс вели без поддержания рН. Конечное значение рН составило 1,35.

После завершения процесса в растворе отделяли твердый осадок и в полученной надосадочной жидкости определяли содержание отдельных элементов.

Результаты исследований показали, что в условиях эксперимента степень извлечения отдельных элементов из золошлаков Алексинской ТЭЦ зави-

сит от выбранной схемы выщелачивания. Так, например, степень извлечения иттрия, лантана, тербия, диспрозия, гольмия, эрбия, тулия, иттербия и лютеция при бактериально-химическом способе практически в 2 раза больше по сравнению с бактериологическим. При извлечении таких элементов как галлий, теллур, цезий, рубидий, таллий более эффективным способом оказался бактериологический. Степень извлечения таких элементов, как церий, празеодим, неодим, самарий практически не зависела от выбранного метода.

Таким образом, в процессе исследований показана возможность извлечения ценных элементов из золошлаков ТЭЦ сообществом аборигенных АХМ. Полученные в ходе исследований результаты могут послужить основой для отработки режимов и разработки технологии извлечения ценных элементов из золошлаков ТЭЦ биотехнологическим способом с использованием сообщества АХМ.

Список литературы

1. Ревенко А. А., Буламуд В. С., Красильников Г. С., Пивоварова Т. А., Белый А. И., Кондратьева Т. Ф. // Прикладная биохимия и микробиология. — 2009. — Т. 45, № 4. — С. 452—459.
2. Цаплина И. А., Журавлева А. Е., Григорьева Н. В., Белый А. В., Пивоварова Т. А., Булаев А. Г., Меламуд В. С., Кондратьева Т. Ф. // Микробиология. — 2012. — Т. 81, № 3. — С. 314—324.
3. Башлыкова Т. В., Пахомова Г. А., Лагов Б. С. и др. / Под ред. Ю. С. Карабасова. Технологические аспекты рационального недропользования: Роль технологической оценки в развитии и управлении минерально-сырьевой базой страны. — М.: МИСИС, 2005. — 576 с.
4. Заулочный П. А. Интенсификация технологии бактериального выщелачивания упорных золотосульфидных концентратов с использованием ассоциации микроорганизмов, включая умеренно-термофильные бактерии: Автореферат дисс. к. т. н. М., 2011.
5. Суханова М. А., Пивоварова Т. А., Меламуд А. В. Способ переработки сульфидных руд и пирротинового концентрата: патент Российской Федерации № 2367691, 2008.
6. Фомченко Н. В. Двухстадийное бактериально-химическое окисление сульфидных концентратов: Автореф. диссертации д. т. н. М., 2012.
7. Промышленная микробиология / Аркадьева З. А., Безбородов А. М., Блохина И. Н. и др.; Под общ. ред. Н. С. Егорова. — М.: Высшая школа, 1989. — 688 с.
8. Каравайко Г. М., Росси Дж., Агате А., Грудев С., Авакян З. А. Практическое руководство. — М.: Центр международных проектов ГКНТ, 1989. — 375 с.

УДК 574

Ю. А. Наумов, д-р географ. наук, доц., зав., Экологический центр филиала Владивостокского государственного университета экономики и сервиса, г. Находка Приморского края
E-mail: naumov_ua@mail.ru

Атмосферное загрязнение городов Приморского края и проблемы их экологической безопасности

Приведены данные анализа состояния атмосферы городов Приморского края на протяжении последних 25 лет. Показана тенденция увеличения заболеваемости населения, в начале XXI века в связи с кризисом 1990-х гг. и спадом производства, который привел к снижению доли выбросов стационарных источников (до 52,9 %) и одновременно к повышению доли автотранспорта (до 47,1 %) как наиболее опасного по химическому воздействию. Акцентируется внимание, что такая неблагоприятная экологическая ситуация обусловлена отсутствием системного подхода в реализации администрации Приморского края природоохранных мер, неисполнением ряда программ и проектов.

Ключевые слова: состояние атмосферы, источники загрязнения, заболеваемость населения

J. A. Naumov

The Pollution of Atmosphere of Towns in Primorsky Region and the Problems of its Ecological Safety

The author analyzes a condition of atmosphere in cities of Primorye Territory throughout the last 25 years. The crisis of the 1990th and the recession in production has lowered a part of emission of stationary sources to 52,9 %, but has increased a part of motor transport to 47,1 %, as the most dangerous on its chemical influence, and in this connection the disease of the population at the beginning of the 21st century has increased. In the conclusions the attention is focused that such an unfavourable ecological situation is caused by the absence of systematic approach to realization of nature protection measures, and non-execution of some programs and projects by the Administration of Primorye Territory.

Keywords: condition of atmosphere, sources of pollution, the disease of the population

Атмосферные загрязнения Земли являются одной из глобальных экологических проблем человечества, так как представляют опасность здоровью людей, флоре и фауне, почвам и климату в общепланетарном масштабе. Установлено, что токсиканты, поступающие в организм человека ингаляционным путем, действуют на него в 80—100 раз сильнее, чем при поступлении через желудочно-кишечный тракт [1]. Специалистами отмечается [2], что наиболее высокие показатели рисков заболеваемости характерны для городов и особенно промышленных центров, в связи с чем исследование проблем их экологической безопасности является весьма актуальным.

Это относится и к ряду городов Приморья, входящих в список наиболее автомобилизированных в России (доля загрязнения автотранспортом дос-

тигла в этом веке во Владивостоке и Уссурийске 53 %, в Находке — 75 %). Учтем, что доминирующая часть автомашин имеет значительный срок эксплуатации и обычно работает на низкокачественном топливе, что повышает концентрацию токсичных веществ в выхлопных газах. Эти проблемы усугубляет еще и топливно-энергетический комплекс (ТЭК) края как главный источник загрязнения из всех стационарных объектов промышленности (65...70 % производственных выбросов), а также второстепенные источники: стройиндустрия, горнодобывающая отрасль, цветная металлургия, военно-промышленный комплекс и морские порты. В настоящее время ТЭК края включает кроме крупных ТЭЦ 1025 котельных. Подавляющая часть этих источников загряз-

нений морально и физически изношена, что только усугубляет экологическую ситуацию.

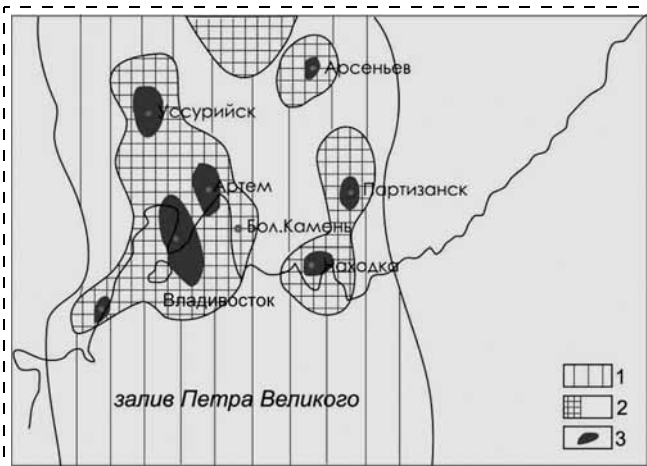
Актуальность решения вышеназванных общих проблем в настоящее время возрастает еще и потому, что на современном этапе развития техногенной цивилизации "резко возросло количество неверно принятых решений" в военной, политической и хозяйственной сферах, причем на самых различных уровнях управления [3].

Целью данной статьи является установление динамики, особенностей и тенденций процессов загрязнения воздуха городов Приморья, определение основного круга наиболее острых проблем последних лет и путей их решения. Изучением процессов загрязнения воздуха был охвачен период с середины 80-х годов XX века до настоящего времени, т. е. время перехода края к рыночным отношениям, когда экономика подверглась реформированию, регион испытывал спад промышленного производства и "автомобильный бум", а также несколько предкризисных лет (1985—1989 гг.) для сравнения. Для удобства изложения материала этот период условно разделен автором на два этапа развития экологической ситуации: первый (конец XX века — 1985—2000 гг.) и второй (с начала XXI века до 2013 г.). Проведенный анализ и обобщение данных основывается на материалах Приморгидромета, санитарно-эпидемиологической службы, автора данной статьи и других специалистов.

Следует отметить различную степень представительности вышеназванных материалов, так как собственно мониторинг по шести постам ведется Приморгидрометом только во Владивостоке, лишь по одному посту постоянно в Артеме и Уссурийске, периодически в Большом Камне, Дальнегорске, Находке, Партизанске и Спасске-Дальнем, остальные наблюдения не охватывались. Специалистами других организаций наблюдения проводились только в оговоренные договором сроки.

Первый этап. Если проанализировать общую картину загрязнения атмосферы Приморья второй половины 80-х — начала 90-х гг. XX века (см. рисунок), то будет очевидным приуроченность ареалов загрязнения среднего уровня к югу края, где наблюдается самая высокая плотность населения и промышленности. "Ядра" с высокой концентрацией загрязнителей приурочены к таким городам, как Владивосток (максимум), Уссурийск, Артем, Партизанск, Находка, Арсеньев. По данным Приморгидромета, в крае в зоне вредного воздействия загрязнителей на атмосферу проживает около 1,3 млн человек (64 % населения).

В атмосфере Владивостока, который на протяжении всего периода существования удерживает первенство по уровню, комплексности и масштабу



Распределение концентраций загрязняющих веществ в атмосферном бассейне Южного Приморья [4]:
1 — низкая; 2 — средняя; 3 — высокая

загрязнения среди всех городов края, на начальном отрезке рассматриваемого этапа сложилась следующая осредненная ситуация (табл. 1, 2). Полужирным шрифтом выделены значения концентраций, превышающих ПДК.

На протяжении всех 10 лет загрязнение пылью находилось на уровне 1,5...2 ПДК, по двуокиси азота — 2...3 ПДК, по оксиду углерода только в 1991 г. было установлено 1,7 ПДК, а вот по двуокиси серы превышения ПДК не было [4].

Таблица 1
Среднегодовые концентрации основных загрязнителей, мг/м³, в ряде населенных пунктов Приморского края в 1987—1989 гг. [4]

Населенный пункт	Загрязнители (в скобках значение ПДК)			
	Пыль (0,15)	SO ₂ (0,05)	NO ₂ (0,04)	CO (3,0)
Владивосток	0,17	0	0,09	2,17
Уссурийск	0,3	0,02	0,07	2,19
Артем	0,16	0	0,05	0,5
Находка	0,11	0,01	0,07	0,91
Дальнегорск	0,25	0,02	0,04	0,99
Рудная Пристань	0,32	0,01	0,03	0,83

Таблица 2
Среднегодовые концентрации основных загрязнителей, мг/м³, в атмосфере Владивостока в 1985—1994 гг. (В. Г. Свиныхов, Г. В. Свиныхов [5])

Загрязнитель	1985	1987	1989	1991	1993	1994	ПДК суточная
Пыль	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,15
SO ₂	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05
CO	1,0	2,0	2,0	5,0	3,0	2,0	3,0
NO ₂	0,07	0,12	0,09	0,07	0,08	0,09	0,04



Однако за этими, казалось бы, не вызывающими большой тревоги осредненными цифрами, не видно подлинной опасности для здоровья, которая кроется в определенных особенностях климата и рельефа не только Владивостока, но и других городов края: 1) повышенной влажности, маловетрии и температурных инверсиях; 2) наличии депрессионных зон (днищ речных долин, озерных и морских впадин). Именно в таких зонах, благоприятствующих скоплению загрязненного воздуха с образованием смога в центре Владивостока, на рубеже 1980—1990-х гг. отмечались максимальные превышения ПДК по пыли до 22,7 раза, по двуокиси азота до 34,5 раз, по двуокиси серы до 7,2 раз, по оксиду углерода до 8 раз, а также ксилолу до 10 раз, едкому натрию до 5 раз. Уже с 1985 по 1991 г. наблюдался рост выбросов оксида углерода, что явилось отражением значительного увеличения в городе количества автомобилей [5].

Упор на изучении максимальных концентраций поллютантов следует сделать приоритетным по той причине, что именно в периоды высокого загрязнения воздуха токсикантами наиболее разрушающее воздействие оказывается на здоровье людей, как это и произошло в Лондоне в 1950-х гг. под влиянием смога, всего лишь за несколько дней погибло более 2000 человек.

Представляется ценным примененный И. Ф. Скириной [5] в 1985 и 1989 г. в г. Владивостоке метод лишеноиндикации, который позволил получить интегральную оценку состояния приземного слоя атмосферы и выделить на территории города четыре зоны поражения: I — зона лишайниковой пустыни; II — зона максимального загрязнения; III — зона среднего загрязнения; IV — зона незначительного загрязнения.

I зона включает локальные участки центра города с максимальной концентрацией движения автотранспорта, предприятий и учреждений, где лишайники полностью отсутствуют.

II зона охватывает большую часть территории города, на которой располагаются различные предприятия, а также участки пригорода, прилегающие к основным автомагистралям. В этой зоне на древесной растительности отмечено от 1 до 7 видов лишайников с общим покрытием 6...10 %.

III зона включает территорию с естественной растительностью северо-восточной части города и локальных участков парков центра города. На распространение лишайников в ней оказывают влияние источники загрязнения I и II зон. Здесь отмечены 7...15 видов лишайников с общим покрытием 30...40 %.

IV зона охватывает площади с естественной растительностью северной лесопарковой части го-

рода. Здесь лишайники представлены наибольшим числом видов с покрытием стволов более 50 %.

Сравнение картографических схем загрязнения 1985 и 1989 гг. позволило установить негативные тенденции — рост экологической напряженности на территории Владивостока, которая проявилась в расширении I и II зон загрязнения за счет выбросов автотранспорта, а также ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2.

Среднегодовые и максимальные концентрации рассматриваемого периода во втором по населению городе Приморского края Находке показывали благоприятное экологическое состояние атмосферы, когда лишь "эпизодические концентрации твердых веществ превышали ПДК" [4]. Однако специализированные исследования, впервые проведенные по 11 пунктам, а не по одному пункту как ранее, под руководством автора в 1990—1992 гг. в рамках работы по градозоологической концепции "Свободная экономическая зона Находки" показал сложную картину загрязнения воздушной среды.

По пыли в сухие периоды года превышение ПДК составляет до 9,4 раза в большинстве пунктов. При сильных ветрах в городе возникают даже пыльные бури, которые насыщают взвешенными частицами нижний слой атмосферы мощностью не менее 100 м. Во влажные периоды (особенно в июле-августе) превышение ПДК было установлено только по одному пункту. По двуокиси азота превышение достигло 5,9 ПДК, по двуокиси серы 4 ПДК, бензапирену 3 ПДК. Во влажный летний период с его маловетрием двуокись серы преобразуется в раствор серной кислоты, которая в виде капелек тумана держится в воздухе, а осаждаясь на листьях, разрушает в них хлорофилл. Особенно наглядно это проявляется в центре города с его интенсивным транспортным движением и высокой концентрацией котельных: соответствующее повреждение от "кислотных" туманов и дождей было отмечено на листьях тополей, кленов, дубов, а также на хвое кедров. По оксиду углерода только в одном пункте ПДК было превышено в 1,2 раза. Отбор геохимических проб на территории города позволил выделить ряд линейных аномалий свинца, цинка и меди в почвах уличных газонов в центре города. Этот факт позволяет обоснованно предполагать наличие повышенных содержаний данных металлов в воздухе.

В остальных городах Приморья, согласно данным Приморгидромета, экологическая ситуация диктовалась объемами выбросов поллютантов (табл. 3): в 90 % случаев в них не обнаруживалось превышения ПДК по двуокиси серы, в Уссурийске и Артеме концентрация оксида углерода превышала ПДК только зимой, двуокиси азота — зимой и весной, зато пыли — осенью, весной и летом. Концентрации пыли в

Выбросы поллютантов в атмосферу городов Приморского края в 1988 г. (тыс. т/год): от стационарных источников (СИ), автотранспорта (А) и суммарные (Z) (по данным Приморгидромета)

Название города	Количество выбросов (в скобках % от суммы)			Место по выбросам
	СИ	А	Z	
Арсеньев	14,5 (75,5)	4,7 (24,5)	19,2	10
Артём	61,4 (81,3)	14,1 (18,7)	75,5	2
Бол. Камень	6,0 (71,4)	2,4 (28,6)	8,4	12
Владивосток	79,9 (64,3)	44,4 (35,7)	124,3	1
Дальнегорск	22,6 (73,9)	8,0 (26,1)	30,6	8
Дальнереченск	5,7 (53,8)	4,9 (46,2)	10,6	11
Лесозаводск	10,4 (46,8)	11,8 (53,2)	22,2	9
Лучегорск	73,7 (98,3)	1,3 (1,7)	75,0	3
Находка	18,7 (56,8)	14,2 (43,2)	32,9	6
Партизанск	27,3 (83,7)	5,3 (16,3)	32,6	7
Спасск	56,2 (91,4)	5,3 (8,6)	61,5	5
Уссурийск	31,5 (50,8)	30,5 (49,2)	62,0	4
Итого:	407,9 (73,5)	146,9 (26,5)	554,8	

Примечание. Полужирным шрифтом показаны наибольшие значения показателей.

г. Дальнегорск и пос. Рудная Пристань почти во все месяцы года превышали ПДК, двуокиси азота — зимой и летом (в пос. Рудная Пристань еще и осенью).

Анализ среднегодовых концентраций металлов в воздухе показал, что превышение ПДК отмечалось только по свинцу в пос. Рудная Пристань, городах Дальнегорске и Владивостоке [4]. Причем в первом самые высокие значения по краю — более 2 ПДК. Это связано с выбросами завода, выплавляющего свинец с 1930 г. по устаревшей технологии. Во Владивостоке значительные концентрации свинца связаны со все возрастающим количеством автомашин, работающих на этилированном бензине.

Исходя из данных первого этапа развития экологической ситуации следует, что во всех городах края, включая поселки Рудная Пристань и Лучегорск, концентрации целого ряда из всех проанализированных поллютантов превышали ПДК, что указывает на опасный уровень загрязнения. В целом по данным Приморгидромета, можно сделать вывод, что наиболее загрязненными являлись населенные пункты Владивосток, Дальнегорск, Уссурийск, Спасск и Лучегорск [4].

По мнению авторов в этот список следует включить еще два города: 1) Находку, исходя их приведенных выше наблюдений; 2) Артем, учитывая, что он занимал в крае второе место по выбросам поллютантов и образовывал с Владивостоком, по сути, единую "Владивостокско-Артемовскую городскую агломерацию", где взаимовлияние промышленных и транспортных составляющих вполне очевидно.

Последствия наблюдаемого в 1990-х гг. опасно-го загрязнения, как показывают исследования А. В. Гудкова с коллегами [5], проявились в следующем: суммарный показатель концентрации

металлов в волосах детей на территории Владивостока превышал фоновый уровень в 1,6—4,37 раза, в наиболее загрязненных участках города этот показатель превышал допустимый уровень по свинцу до 2 раз, по цинку — до 1,5 раза. Этими же специалистами [5] установлены высокие коэффициенты корреляции (от 0,77 до 0,97) между содержаниями свинца, кадмия, никеля, марганца, меди в волосах детей, с одной стороны, и болезнями органов дыхания, инфекционными и паразитарными, а также показателями общей заболеваемости — с другой. Более того, ими установлено, что общая заболеваемость детей в 1981—1995 гг. прогрессивно росла и преобладала (в среднем 50 %) патология органов дыхания. Среди взрослого населения, как указывают А. Б. Косолапов и С. А. Лазовская [5], также преобладали болезни органов дыхания (48 %), причем год от года отмечалось нарастание их тяжести.

За кризисные 1990-е гг. к 2000 г. объем выбросов от стационарных источников края снизился с 408 тыс. т до 256 тыс. т (в 1,6 раза). Это было связано с резким спадом промышленного производства, когда, например, выпуск продукции горно-рудной промышленности сократился в 20 раз, производство цемента — в 10 раз, строительство жилья — в 6 раз. Спад производства привел к снижению выбросов в атмосферу предприятиями горнодобывающей промышленности примерно на 60 %, поэтому с 1996 г. в районах добычи руд ситуация в местных экосистемах заметно изменилась в лучшую сторону. Это наблюдалось в активном зарастании "выжженных" кислотными выбросами участков в Дальнегорске и Рудной Пристань [6]. Однако заметим, что подобного оздоровления во Владивостоке не наблюдалось.



Следует обратить внимание, что в этот снизившийся объем выбросов не вошли неучтенные данные по горящим свалкам отходов. Количество последних резко возросло в связи с ростом объема упаковки продаваемых товаров ("упаковочным бумом"). Однако сравнение снижения объемов выбросов и производства продукции выглядят несопоставимыми, что имеет свои объяснения. Так, реструктуризация угольной отрасли неоднозначно сказалась на экологической обстановке: полная ликвидация шахт в г. Партизанске на рубеже веков сопровождалась затоплением горных выработок, после чего из них на поверхность "выдавливались" опасные концентрации радона, метана и соединений хрома [7].

К концу XX века угольная энергетика обострила экологический кризис и в другом отношении. Так, основным отходом производства Владивостокской ТЭЦ-2 является зола в объеме 600 тыс. т/год [8]. Эта опасность, исходящая от пылящих золоотвалов и выбросов, связана также с радиоактивностью ураноториевой природы [9]. Только суммарный объем радиоактивных выбросов ТЭЦ-2 составляет 650 кг эквивалентного урана в год. Специалистами сделан вывод, что золоотвалы являются "экологически неблагоприятным участком города и их дальнейшая эксплуатация нецелесообразна".

Свою специфику загрязнения воздуха имеет г. Большой Камень: здесь во время проведения радиационно опасных работ на оборонном заводе "Звезда" отмечалось превышение радиоактивности над природным фоном с 1,5 до 10 раз [10].

Но несмотря на кризис, один из основных потребителей электроэнергии — жилищно-коммунальная сфера продолжала функционировать, кроме того, к началу XXI века произошла структурная перестройка экономики в сторону сервиса, торговли и транспортных услуг, требовавших своей доли энергии. Наряду с этим заметно вырос грузооборот морских портов, включая ввоз автомобилей из Японии, различной продукции из стран АТР. Все это, конечно же, требовало переориентации топливно-энергетических ресурсов с одних отраслей (деградирующих) на другие (развивающиеся).

Анализ целого ряда неблагоприятных социально-экологических факторов за 1990-е гг. (загрязнение атмосферы, питьевой воды, снижение качества питания и др.) позволил ряду специалистов [11] сделать вывод, что во Владивостоке эти факторы имеют опасный уровень. Следствием этого стало увеличение общего уровня заболеваемости и смертности (на 11,9 %) населения с 1998 по 2002 г. Особенно резко повысилась заболеваемость детей. Исследованиями "Экоцентра" [12] выявлена пространственная корреляционная зависимость между заболеваемостью детей Владивостока и концен-

трациями в их волосах и снежном покрове Pb, Cd, Ni, Mn, Cu, Zn (коэффициенты корреляции 0,8...0,97). Общая заболеваемость детей в наиболее загрязненных южных и центральных частях города в 2 раза выше, чем в санаторно-курортной зоне. Специалистами "Экоцентра" установлено, что у 65...66 % обследованных детей содержание Pb и Zn в волосах превышает физиологическую норму, у 47...49 % — содержание Ni и Mn.

Медиками сделаны выводы, что высокая степень загрязнения атмосферы Владивостока привела к неблагоприятным сдвигам в иммунном статусе его жителей, проявившимся в преобладании среди аллергических болезней респираторных форм аллергии [13].

Эта негативная тенденция в развитии экологической обстановки прогнозировалась разработчиками "Долговременной программы охраны природы и рационального использования природных ресурсов Приморского края до 2005 года" [4] еще в период составления данного документа, т. е. в начале 1990-х гг. В связи с этим в рекомендациях данного документа, принятого к реализации законодательным органом Приморского края, исполнительной власти края предписывалось выполнить мероприятия, направленные на стабилизацию или значительное замедление процессов ухудшения качества окружающей среды и, прежде всего, в зонах экологического неблагополучия.

Как указывает в своих многочисленных выступлениях в СМИ профессор архитектуры В. В. Аникеев, еще в 1990-е гг. различными организациями наряду с этой программой были разработаны проекты по оптимизации дорожной инфраструктуры Владивостока, которые могли способствовать снижению атмосферного загрязнения Владивостока. Они включали строительство автомагистрали вдоль Амурского залива, эстакад, путепроводов, транспортных развязок, съездов, мостов, тоннелей, а также расширение ряда улиц. Но как вышеуказанная программа, так и все эти проекты были проигнорированы администрацией края, что только усугубило социально-экологическую обстановку первого этапа ее развития.

Второй этап. Между тем, по данным Приморгидромета, 2003 г. охарактеризовался более высокими содержаниями поллютантов, по сравнению с предыдущими двумя годами, особенно по бензапирену и диоксиду азота. По первому поллютанту — бензапирену — превышение ПДК достигало в Уссурийске 12 раз, во Владивостоке — 9 раз (в 1996 г. было до 6,1 раза), в Партизанске — 9,4 раза, в Находке — 5,2 раза, в Артеме — 5,9 раза; по второму поллютанту — диоксиду азота — превышение ПДК достигало в Большом Камне — 9,2 раза, в Уссурийске — 8 раз, Артеме — 5,9 раза, Владивостоке — 4 раза,

Находке — 2 раза, Спасске — 4 раза. Это объясняется, в основном, увеличением доли выбросов транспорта. Если взять другие поллютанты, то и по ним тоже отмечаются повышенные содержания.

А между тем "автомобильный бум" уже в XXI веке набирал такие обороты, что опрокидывал прогнозы известных специалистов. Они предполагали, что в 2005 г. количество автомобилей во Владивостоке достигнет 122 тыс. [5], но уже в 2004 г. их насчитывалось 252 тыс.

Справедливости ради надо сказать, что первое 10-летие XXI века охарактеризовалось некоторыми положительными шагами в градостроительном отношении: в городах Находке, Уссурийске и Владивостоке были построены объездные автомагистрали, а в последнем — еще три моста и ряд развязок. И все же эти мероприятия были недостаточными, не имели системного характера, а значит не могли переломить неблагоприятную тенденцию в сторону кардинального улучшения.

Экологическую ситуацию усугубляли и другие факторы: угольные терминалы, количество которых возросло особенно в 2010—2012 гг., пылегенные территории (строительные площадки, карьеры, грунтовые дороги).

Данные первого 10-летия XXI века показывают, что опасная тенденция роста экологически зависимой патологии продолжалась: в 2002 г. по сравнению с 1994 г. рост составил по болезням органов дыхания 1,1 раза, в том числе бронхиальной астмы — в 1,2 раза, причем у подростков — в 6 раз. Общая заболеваемость детей во всех нозологических классах болезней возросла в 1,5 раза [11].

Сходные факты негативного влияния цветной металлургии (выплавки свинца) установлены [14] в пос. Рудная Пристань (б. Рудная). Здесь повсеместно было зафиксировано загрязнение почв металлами (Pb от 160 до 5080 мкг/кг).

Работами Дальневосточного фонда экологического здоровья в 2008 г. в долине реки Рудная [15] было установлено, что в ее почвах содержание свинца и кадмия превышает ПДК в десятки, сотни, а у свинцового завода в тысячи раз, в связи с чем они соответствуют "чрезвычайно опасной" степени загрязнения. Сам этот район был отнесен к "зоне экологического неблагополучия".

В 2007 г. здесь было протестировано 376 детей. У 118 из них концентрация свинца в крови была выше принятой международной нормы — 10 мкг/дл (дл — децилитр = 0,1 л), а в пос. Рудная Пристань у 25 % детей была выше 20 мкг/дл.

Проведенные фондом мероприятия по снижению риска отравления свинцом позволили снизить этот риск и уже в 2008 г. у 34 из 40 детей, входящих

в обследуемую группу, было отмечено снижение концентрации этого металла в среднем на 36 %.

Экологический риск влияния загрязнения воздуха автотранспортом и промышленными предприятиями на заболеваемость органов дыхания в городах Приморского края был рассчитан П. Ф. Кикун и Б. И. Гельцер [16]. Эти специалисты на основе собственной методики установили, что этот риск превышает нормированный показатель (3 единицы) в городах юга Приморского края: Артем (7...13 единиц), Находка (3...13), Уссурийск (4...7), Партизанск (4 единицы). Особенно выделяется Владивосток (22...89 единиц), для которого рассчитан самый высокий риск. В работе [16] отмечается, что риск заболеваний от выбросов автотранспорта в 4—5 раз выше, чем от промышленных предприятий. Исходя из этого можно сделать вывод, что при анализе ситуации необходимо обращать внимание не только на суммарные объемы выбросов, но и на соотношение в них долей стационарных и транспортных источников этих выбросов. Учтем, что Владивосток, Находка, Уссурийск и Артем насыщены автотранспортом в наибольшей степени.

Свои особенности экологической обстановки имеют все города края. Исследованиями Н. А. Шишловой [17] в 2005—2009 гг. установлено, что в Уссурийске из источников загрязнения лидирует автотранспорт, который плотным потоком по федеральной трассе Владивосток — Хабаровск движется через центр Уссурийска. В ходе застройки города промышленные и жилые зоны сомкнулись между собой, определяя высокую техногенную нагрузку на жилые районы.

Из стационарных источников загрязнения особенно выделяется ТЭК (35 котельных и около 400 котельных), характеризующийся тем, что долгое время его объекты не имели фильтров очистки. Стационарные объекты используют бурый уголь, характеризующийся высокой зольностью (21,8...38,5 %). Только в 2006—2007 гг. на ограниченном ряде предприятий и лишь в одной котельной были введены в эксплуатацию системы очистки отходящих газов, что позволило заметно снизить объем выбросов от стационарных источников с 24,2 тыс. т (2005 г.) до 14,3 тыс. т (2007 г.). Установлено, что за пятилетний период (2005—2009 гг.) в Уссурийске по пяти постам наблюдения среднегодовые концентрации пыли составляли 1,04...1,8 ПДК (среднемесячные 1,1...3,2 ПДК), максимальные содержания свинца достигли 2,3 ПДК. И хотя по другим металлам (медь, никель, цинк, железо, марганец, кадмий, хром) содержания не превышали ПДК, они были все же выше фона в 2—10 раз.



Центром стройиндустрии Приморского края является г. Спасск. Два его цементных завода и комбинат асбестоцементных изделий имеют особенности в выбросах поллютантов: среди аэрозолей преобладают частицы цемента, а не золы и сажи как в выбросах ТЭЦ. Следует учесть увеличение выпуска цементной продукции этими предприятиями для строек саммита АТЭС во Владивостоке, что не могло сказаться благоприятным образом на здоровье населения этого города. На первом месте среди первичной заболеваемости взрослого и детского населения городов Уссурийска и Спасска стоят болезни органов дыхания. В среднем по Приморью среди заболеваемости взрослого населения на первом месте стоят болезни системы кровообращения, уровень которых на протяжении многих лет остается высоким: их доля даже в структуре общей смертности составила в 2010 г. 57 % [18].

В городах Уссурийске и Спасске установлены высокие коэффициенты корреляции (КК) между заболеваемостью болезнями системы кровообращения, дыхания и выбросами поллютантов. Заболеваемость жителей г. Уссурийска тесно связана с выбросами твердых специфических веществ таких, как сажа, оксиды меди, свинец, никель и их соединения, хром, неорганическая пыль, пятиокись ванадия, марганец и его соединения, зола ТЭЦ (КК = 0,84...0,99), а в г. Спасске — с выбросами пятиоксида ванадия, сажи, золы ТЭЦ, марганца и его соединений (КК = 0,77...0,90). Наиболее высокие значения КК (до 0,99) между заболеваемостью и выбросами специфических загрязняющих веществ в г. Уссурийске установлены для аммиака, сероводорода, соединений фтора, хлористого водорода и хлора.

Если рассматривать болезни органов дыхания, то среди взрослых в городах Уссурийске и Спасске преобладают бронхиты и эмфиземы — болезни, спровоцированные длительным раздражением слизистой оболочки вдыханием пыли. В Уссурийске отмечаются еще и риниты, назофарингиты, фарингиты и синуситы — болезни верхних дыхательных путей, вызванные вдыханием дыма и раздражающих веществ. Среди детей наиболее распространены хронические болезни миндалин и аденоидов, которые характерны также для детей городов Артема и Партизанска. Более сильное негативное влияние в Уссурийске и Спасске оказывают сажа, хром и неорганическая пыль (КК = 0,82...0,92). Сильные связи с болезнями органов дыхания имеют абсолютно все летучие органические соединения — ЛОС (КК = 0,68...0,99). Это следствие того, что все ЛОС являются токсикантами широкого спектра действия.

Свою специфику загрязнения имеет г. Артем. Исследования специалистов показали, что в атмосферу этого города ежегодно выбрасывается 7,5 т ртути. Это результат сжигания бурых углей. Если учесть, что на этих углях работает ряд ТЭЦ и котельных других городов края, то можно предполагать наличие и в их атмосфере этого высокотоксичного металла, не входящего в перечень анализируемых Приморгидрометом.

Насколько значительным является техногенный прессинг, сконцентрированный на ограниченном участке города, показывает пример г. Находки. Так, в бухте Находка можно выделить три транспортные ветки города, которые в форме подков параллельно друг другу ориентированы вдоль береговой линии: 1-я ветка — это цепочка из дымящих морских судов у причалов; 2-я ветка — железная дорога, где на 4...5 путях могут скапливаться составы с топливом, от которых распространяется резкий запах углеводородов; 3-я ветка — автомагистраль "Находкинский проспект" с интенсивным движением транспорта и постоянным шлейфом выхлопных газов. От первой "подковы" до ближайших домов 80...150 м, а от автомагистрали и того меньше — 10...15 м.

Ситуация усугубляется еще и тем, что внутри этих техногенных "подков" располагается ряд котельных и угольных терминалов. В зоне погрузки угля содержание угольной пыли, согласно наблюдениям Росприроднадзора, в 2012 г. превышало 2 ПДК. Как следствие, над бухтой часто отмечается смог, чему также благоприятствует амфитеатральное низкое окружение ее акватории. Заметим, что количество автотранспорта в г. Находке в 2009 г. превысило 53 тыс. единиц. Как следствие, установленный специалистами Санэпиднадзора, устойчивый рост концентрации свинца в почвогрунтах у автотрасс за 2010—2012 гг.

К этому следует добавить, что только с 2009 г. по 2011 г. количество автотранспорта в Приморском крае возросло с 670 до 750 тыс. единиц. Между тем значительная его часть (около 70 %) имеет длительный срок эксплуатации (>10 лет) и работает на низкокачественном топливе. Кроме того, в России с крайним отставанием от развитых стран осуществляется переход на экологический стандарт "Евро-3". Сроки этого перехода вследствие вялой модернизации на нефтеперерабатывающих заводах страны переносились уже 4 раза.

О неблагоприятных тенденциях загрязнения атмосферы городов Приморского края в последние годы говорится в ряде докладов Приморгидромета: за 2006—2010 гг. возросли концентрации пыли в городах Уссурийске, Большом Камне, Партизанске; двуокисью серы — во Владивостоке,

Выбросы поллютантов, тыс. т/год, в атмосферу городов Приморья в 2009 г. от стационарных источников (СИ), автотранспорта (А) и суммарных (Z)

Название города	Количество выбросов (в скобках % от суммы)			ИЗА	Место по выбросам	Место по загрязнению
	СИ	А	Z			
Арсеньев	4,3 (36,7)	7,5 (63,3)	11,8	—	7	—
Артём	25,6 (57,2)	19,1 (42,8)	44,7	2,5	3	6
Бол. Камень	5,2 (68,9)	2,4 (31,1)	7,6	2,79	11	5
Владивосток	57,2 (46,9)	64,8 (53,1)	122,0	10,6	1	3
Дальнегорск	4,2 (37,1)	7,1 (62,9)	11,3	2,4	8	7
Дальнереченск	2,3 (22,6)	8,0 (77,4)	10,3	—	10	—
Лесозаводск	2,2 (33,0)	4,5 (67,0)	6,7	—	12	—
Лучегорск	50,9 (94,7)	2,8 (5,3)	53,7	—	2	—
Находка	8,4 (24,7)	25,6 (75,3)	34,0	2,9	5	4
Партизанск	8,9 (58,8)	6,3 (41,2)	15,2	11,2	6	2
Спасск	6,5 (62,1)	3,9 (37,9)	10,4	1,15	9	8
Уссурийск	19,1 (46,6)	21,8 (53,4)	40,9	19,7	4	1
Итого:	194,8 (52,9)	173,8 (47,1)	368,6			

Уссурийске, Находке, Дальнегорске, Спасске; оксидом углерода — в Большом Камне; бензапиреном в Уссурийске. Исходя из этого можно обоснованно прогнозировать дальнейшее ухудшение здоровья населения, особенно в отношении легочных заболеваний.

Из 200 крупных предприятий края более 60 % общей суммы выбросов — порядка 200 тыс. т/год (табл. 4) — приходится на четыре предприятия ТЭКа [19]. Из них на первом месте Лучегорская ТЭЦ, на втором — Владивостокская ТЭЦ-2, на третьем — Артемовская ТЭЦ и на четвертом — Партизанская ГРЭС. Если в городах Владивостоке, Артеме и Партизанске в выбросах преобладают твердые вещества, то в Лучегорске — газообразные. Из газообразных первое место в выбросах занимает диоксид серы, доля которого особенно заметна в городах Владивостоке и Лучегорске, в меньшей степени — в Артеме и Партизанске. Из сравнения данных табл. 3 и 4 видно, что лидеры по выбросам за последние два десятилетия не изменились, но зато изменилось соотношение среди источников: доля выбросов автотранспорта увеличилась с 26,5 до 47,1 %. По индексу загрязнения атмосферы (ИЗА) лидируют города Уссурийск, Партизанск и Владивосток.

Еще более неутешительны данные за 2010 г.: по стационарным источникам выбросы выросли до 232,8 тыс. т, а по автотранспорту — до 176,8 тыс. т.

Анализ докладов Приморгидромета за последние годы показал, что хуже всего с очисткой выбросов положение в г. Лесозаводске, где на предприятиях ТЭК улавливается всего лишь 3,9 % загрязняющих веществ (ЗВ), со всех остальных предприятий этого города ЗВ поступали в атмосферу без очистки. Лучше всего обстоит дело в

г. Спасске, где на предприятиях по производству цемента степень очистки достигает 95,07 %, а также в г. Артеме — 95,04 % (на ТЭЦ). Удручает то, что из года в год в докладах констатируется: во всех городах большинство производств осуществляет свои выбросы без очистки. Другим фактором, препятствующим снижению уровня загрязнения, является то, что при высокой доле улавливания твердых веществ (96,82 %), газообразных, т. е. наиболее опасных, улавливается только 1,65 %.

Из позитивных факторов следует отметить следующие: 1) ввод к 2012 г. объездных автодорог в городах Находке, Уссурийске и Владивостоке; 2) перевод Владивостокской ТЭЦ-2 с угля на газ в течение 2011—2013 гг. Уже первые шаги по экологизации ТЭЦ-2 позволили снизить объем ее выбросов в 2012 г. на 55 %. Но и здесь необходимо отметить непоследовательность позитивных процессов. Так, планировалось, что крупная Уссурийская ТЭЦ, которая заменит многочисленные котельные, будет работать на газе. Однако из заявления губернатора В. В. Миклушевского 26.03.2013 г. явствует, что в результате лоббирования представителей угольной отрасли ТЭЦ будет работать на буром угле (4,5 млн. т/год). Под вопросом стоит перевод на газ Партизанской ГРЭС и котельных Находки, строительство ветропарка на островах Русский и Попова.

Для стимулирования внедрения современных методов очистки и модернизации оборудования различными специалистами давно обсуждается широкий круг мероприятий [4, 5, 7, 12, 18, 19], среди которых предлагается использовать не столько административные меры, сколько экономические (снижение платежей за загрязнение), введение льгот при установке альтернативных ис-



точников получения энергии, газификация ТЭКа, экологизация транспорта и грузопереработки, переработка отходов на основе сортировки.

Выводы

Обобщение и анализ имеющихся материалов за последние 25 лет позволили установить перечисленные ниже особенности атмосферного загрязнения городов Приморского края и связанные с ними проблемы.

- Сохранение повышенного уровня загрязнения, когда превышение ПДК по тому или иному поллютанту постоянно фиксируется в охваченных наблюдениями населенных пунктах.
- Тенденция явного увеличения в общем объеме выбросов доли автотранспорта (с 26,5 % до 47,1 %), в связи с чем наблюдается соответствующий рост в этом объеме и доли наиболее опасных поллютантов (ЛОС, бензапирена, свинца и др.).
- Существенный рост среди населения экологически обусловленных заболеваний, особенно болезней органов дыхания.
- Неполнота данных, которая объясняется крайне несовершенной системой мониторинга (недостаточное количество постов наблюдения вплоть до их отсутствия в некоторых городах, узкий спектр анализируемых ЗВ).
- Невключенность в источники загрязнения угольных терминалов, горящих свалок ТБО, пылегенных территорий, определенных видов транспорта (морского, железнодорожного, авиационного), что явно занижает общий объем выбросов ЗВ.
- Неисполнение программ и проектов, разработанных известными специалистами или их реализация в урезанном виде (часто с отставанием по срокам) органами исполнительной власти.
- Несоответствие реализованных мер по повышению степени экологической безопасности системному подходу, в связи с чем в развитии экологической ситуации наблюдается в целом негативный тренд.

Список литературы

1. **Протасов В. Ф.** Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: учебное и справочное пособие. — М.: Финансы и статистика, 1999. — 672 с.
2. **Гичев Ю. П.** Здоровье человека и окружающая среда: SOS! — М.: ООО "Реклайн". 2007. — 184 с.
3. **Музалевский А. А.** Риск: анализ, восприятие и управление // Мат-лы VIII Междунар. науч. чтений "Белые ночи — 2004". — С-Пб: Изд-во МАНЭБ, 2004. — С. 14—17.

4. **Долговременная программа** охраны природы и рационального использования природных ресурсов Приморского края до 2005 г. Экологическая программа. Часть 2. — Владивосток: Дальнаука, 1993. — 301 с.
5. **Окружающая среда** и здоровье населения Владивостока / Кол. авторов. — Владивосток: Дальнаука, 1998. — 212 с.
6. **Абрамов В. А., Чернышева В. В., Абрамова В. А., Чернышев В. Г.** Критическая масса выбросов и нарушение устойчивости экосистем промышленных районов Приморского края // Междунар. науч. чтения "Приморские зори — 1999". — Владивосток: ТАНЭБ, 1999. — С. 213—215.
7. **Наумов Ю. А.** Экология Приморского края: учеб. пособие. — Находка: Изд-во ИТИБ, 2010. — 206 с.
8. **Слесаренко В. В., Таскин А. В.** Перспективы комплексной переработки золотых отходов Владивостокской ТЭЦ-2 // Междунар. науч. чтения "Приморские зори — 2001". — Владивосток: ТАНЭБ, 2001. — С. 58—59.
9. **Панюкова К. Е., Колесников В. А.** Влияние радиоактивного загрязнения на человека и окружающую среду в г. Владивостоке (ТЭЦ-2) // Междунар. науч. чтения "Приморские зори — 2001". Экология, БЖД, охрана труда и устойчивое развитие Дальневосточных территорий. — Владивосток: ТАНЭБ, 2001. Вып. 2. — С. 115—118.
10. **Сойфер В. Н.** Радиоэкология северного шельфа Японского моря. — Владивосток: Дальнаука, 2002. — 254 с.
11. **Вершкова Т. И., Ковтунова О. Ю., Трунова И. Е.** и др. Оценка медико-экологической ситуации города Владивостока // Междунар. науч. чтения "Приморские зори — 2003". — Владивосток: ТАНЭБ, 2003. Вып. 1. — С. 75—79.
12. **Бурого А. И., Кiku П. Ф., Шлык С. А.** Медико-экологические проблемы в Приморье // Междунар. науч. чтения "Приморские зори — 1999". — Владивосток: ТАНЭБ, 1999. — С. 170—176.
13. **Калинина Е. П., Козьявина Н. В., Цыпкина Г. И.** Иммунное здоровье жителей Владивостока в условиях критической экологической нагрузки // Междунар. науч. чтения "Приморские зори — 2001". — Владивосток: ТАНЭБ, 2001. — С. 137—139.
14. **Шаров П. О.** Оценка уровня свинца в крови детей пос. Рудная пристань // Междунар. науч. чтения "Приморские зори — 2003". — Владивосток: ТАНЭБ, 2003. Вып. 2. — С. 142—146.
15. **Сарана Н. Л., Шаров П. О., Кузьминова О. В.** Роль экологического образования в снижении риска отравления тяжелыми металлами жителей загрязненных территорий на примере Дальнегорского района, Приморский край, Россия // Междунар. науч. чтения "Приморские зори — 2009". — Владивосток: ТАНЭБ, 2009. — С. 105—108.
16. **Кiku П. Ф., Гельцер Б. И.** Экологические проблемы здоровья. — Владивосток: Дальнаука, 2004. — 228 с.
17. **Шипилова Н. А.** Химико-экологическая оценка приземного воздуха г. Уссурийска: пыленность и тяжелые металлы: Автореферат дис... канд. биол. наук. — Владивосток, 2009. — 19 с.
18. **Коломейцева О. Л., Христофорова Н. К.** Заболеваемость населения городов Уссурийска и Спасска-Дальнего и ее связь с загрязнением атмосферы // Междунар. науч. чтения "Приморские зори — 2012". — Владивосток: ТАНЭБ, 2012. — С. 137—142.
19. **Якименко Л. В., Гриванов И. Ю.** Загрязнение атмосферы предприятиями энергетической отрасли Приморского края // Территория новых возможностей // Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2012. № 3 (16). — С. 214—224.

УДК 378

А. А. Строкин, канд. техн. наук, доц., МГТУ им. Н. Э. Баумана

E-mail: strokin.anatolij@yandex.ru

Роль студенческих научно-технических конференций в подготовке специалистов высшей квалификации в области экологической и промышленной безопасности

Рассмотрены различные организационные и методические аспекты подготовки специалистов в области экологической и промышленной безопасности, основанные на практике проведения студенческих научно-технических конференций на кафедре "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана. Приведены некоторые результаты работы по организации студенческих научно-технических конференций на кафедре, свидетельствующие об ее эффективности в развитии творческих способностей студентов и подготовке молодых научных и педагогических кадров высшей квалификации.

Ключевые слова: студенческая научно-техническая конференция, высшее профессиональное образование, экологическая безопасность, промышленная безопасность, кадровый и научный резерв

A. A. Strokin

Role of Students' Scientific-Technical Conference in Training of High-Qualified Specialists in the Field of Ecological and Industrial Safety

Various organizational and methodical aspects of specialists' training in the field of ecological and industrial safety based on the practice of conducting scientific-technical students' conferences in the department "Ecology and Industrial Safety" of Bauman Moscow State Technical University have been considered in the given article. Some results of this work confirm its efficiency in development of students' creative abilities, training of young academic and teaching staff of high-qualified specialists.

Keywords: students' scientific-technical conference, higher professional education, industrial safety, personnel and scientific reserve

Студенческие научно-технические конференции на кафедре "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана проводятся под эгидой общеуниверситетского Студенческого научно-технического общества (СНТО) ежегодно. Следует отметить, что СНТО берет свое начало с созданного в 1908 г. великим русским ученым Н. Е. Жуковским студенческого воздухоплавательного кружка, послужившего основой для развития разнообразных форм коллективной и индивидуальной работы студентов в области науки и техники. В годы Великой Отечественной войны, в 1943 г. на базе студенческих научных коллективов, активно помогающих предприятиям оборонной промышленности увеличивать выпуск продукции, создается первое в стране студенческое научно-

техническое общество, которое с 1950 г. носит имя Н. Е. Жуковского.

В начале 2000-х годов студенческая научная работа на кафедре приобрела регулярный характер при активной поддержке недавно ушедшего из жизни доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Сергея Викторовича Белова, который в то время возглавлял кафедру. Студенческая научная работа органически связана с учебным процессом и в ней принимают участие практически все преподаватели в течение всего учебного года. Результаты этой работы находят отражение в курсовых проектах, курсовых научно-исследовательских работах, в дипломах, в совершенствовании лабораторной базы кафедры, практических занятиях и т. д., но наиболее полное об-



суждение результатов научных работ студентов происходит на ежегодной кафедральной Студенческой научно-технической конференции. К выступлению на конференции (при условии законченной работы) допускаются студенты от первого курса до дипломников, а также магистранты и аспиранты кафедры. Такое сочетание начинающих и "маститых", как показывает опыт, оказывается весьма полезным и дает неплохой обучающий и психологический эффект.

Следует отметить, что направления работы кафедры "Экология и промышленная безопасность" связаны с разнообразными областями деятельности человека — от "чистой экологии" до практических технических задач, решение которых призвано обеспечить производственную и экологическую безопасность. Поэтому на кафедральной научно-технической конференции выступают с докладами по разнообразной тематике, студенты высказываются по любому интересующему их вопросу.

Существенным в представляемых научных работах является влияние научных школ, развивающихся на кафедре. Всего на конференцию представляется порядка двадцати докладов. Значительную долю тем докладов составляют исследовательские и конструкторские работы по очистке воды и воздушной среды, очистке индустриальных масел, виброакустическая тематика, экспертные работы, работы по мониторингу и оценке рисков для промышленных объектов, переработке и утилизации промышленных отходов и др.

Конференция является открытой для участников и гостей других кафедр МГТУ им. Н. Э. Баумана и других вузов. В частности, за последние годы в работе конференции принимали участие студенты кафедр химии, холодильной и криогенной техники, а также студенты Российского государственного социального университета, Московского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева и др. На конференции 2012 г. был представлен ряд докладов на английском языке, поскольку в них принимали участие студенты зарубежных стран. Обсуждение этих докладов также проводилось на английском языке.

Работа по организации очередной конференции активизируется в начале учебного года. Детали подготовки обсуждаются на заседании кафедры и научных семинарах порядка четырех—пяти раз: сентябрь—октябрь — постановка задач, доведение информации через курсовых кураторов и лекторов до студентов; декабрь — предварительные итоги, обсуждение сроков сдачи материалов докладов; фев-

раль—начало марта — сдача докладов в электронном и бумажном вариантах, обсуждение технических вопросов готовности конференции; вторая половина апреля — проведение конференции; май — подведение итогов, награждение победителей.

Обычно присуждаются: одно первое место, два вторых и несколько третьих мест. Присуждение осуществляет утвержденная комиссия, в которую входят ведущие преподаватели кафедры. Возглавляет комиссию зав. кафедрой.

До 2013 г. тезисы лучших докладов (1...1,5 стр.) публиковались в специальном университетском сборнике, выпускавшемся ежегодно по итогам проведения кафедральных конференций. В списке литературы приведены в качестве примера ссылки на несколько статей авторов-студентов [1, 2] из этих сборников, изданных под эгидой Министерства образования и науки РФ и МГТУ им. Н. Э. Баумана Издательством "Актуальные проблемы фундаментальных наук". Начиная с весны 2013 г., по инициативе и активной поддержке ректора МГТУ им. Н. Э. Баумана А. А. Александрова по итогам студенческих научно-технических конференций разных кафедр начал издаваться специальный журнал "Молодежный научно-технический вестник" со статьями-докладами объемом 7...10 стр., и это существенно расширило возможности будущих молодых специалистов и ученых.

Следует отметить, что публикации особенно важны для студентов, собирающихся поступать в магистратуру и аспирантуру или заняться преподавательской деятельностью. Публикации также учитываются при назначении именных стипендий и выдвижении работ на получение поощрительных грантов. Но важны не только публикации: само участие студентов в научной работе и выступление на конференции имеют гораздо большее значение для подготовки специалистов высокой квалификации. Они учатся говорить перед публикой, защищать свою точку зрения (при этом дискуссия носит свободный, не скованный характер, так как в обсуждении активно участвуют сами студенты, т. е. имеет место дискуссия "равных"), учатся делать презентации с использованием современных технических средств, в процессе подготовки к конференции овладевают навыками экспериментатора, навыками обработки эксперимента и т. д. Результаты такой работы хорошо видны на примере студентов, неоднократно выступавших на конференциях, — насколько лучше они в дальнейшем защищают свои курсовые проекты и дипломы.

По решению комиссии лучшие работы направляются для участия в конкурсах более высокого порядка. К таким конкурсам относятся, например, общеуниверситетский конкурс студенческих работ МГТУ им. Н. Э. Баумана, открытый межвузовский конкурс. С целью поддержки исследований некоторые работы комиссия рекомендует для участия во всероссийских конкурсах для получения грантов и премий.

Подводя итоги по организации и проведению студенческих научных работ и конференций на кафедре за последние годы, нельзя не отметить, что эта работа способствовала не только повышению уровня подготовки выпускников кафедры, но и позволила в трудное переходное время создать хороший преподавательский и научный кадровый резерв — и это очень важное достижение. Некоторые цифровые данные по студентам, активно участвовавшим в этой работе, за период 2005—2009 гг. приведены в статье [3]. С тех пор состоялось пять кафедральных конференций, на которых сделано более 100 студенческих докладов. Пятеро бывших студентов, имея научный задел, закончили аспирантуру, успешно защитили кандидатские диссертации, трое из них остались работать на кафедре "Экология и промышленная безопасность" и в ее научных подразделениях, двое работают на других кафедрах МГТУ им. Н. Э. Баумана. Всего за 2000-е гг. на кафедру пришло 13 молодых преподавателей, средний возраст которых менее 30 лет. Все они участвовали и участвуют (теперь уже в качестве научных руководителей) в научных работах кафедры. Эту студенческую школу прошли все аспиранты кафедры, работающие над диссертациями в настоящее время, а также магистранты кафедры. Некоторые выпускники продолжили свою научную работу в других научных и учебных заведениях страны.

В конце сентября—начале октября 2013 г. в МГТУ им. Н. Э. Баумана проходило V Всероссийское совещание заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды. На этом совещании по вопросу совершенствования студенческой научной работы был сделан доклад: "Организация творческой работы абитуриентов и студентов в области техносферной безопасности на кафедре "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана" (докладчик С. Г. Смирнов, содокладчик А. А. Строкин), где прозвучало предложение о необходимости создания межвузовского молодежного научно-техни-

ческого журнала, например, под такими названиями: "Вестник техносферы" или "Вестник безопасности жизнедеятельности", или "Ноксология. Научно-технический вестник". Название журнала обсуждаемо. Важно, чтобы это было периодическое издание для молодых авторов, работающих в области промышленной и экологической безопасности, для студентов (и даже абитуриентов), аспирантов и молодых преподавателей. Это может быть электронное издание и не обязательно при столичном вузе. Наверное, было бы целесообразным издавать такой молодежный журнал под патронажем "взрослого" журнала, специализирующегося на публикации материалов в области безопасности жизнедеятельности.

В заключение, возвращаясь к опыту кафедры "Экология и промышленная безопасность", хотелось бы отметить, что за последние годы выступить на кафедральной студенческой научно-технической конференции стало престижным. Студент, ведущий научную работу, "заметен" и на кафедре, и в студенческой среде. Возникла и развивается научная кооперация с зарубежными вузами. В планах работы кафедры развитие научных школ, совершенствование лабораторной базы, повышение качества учебного процесса и, естественно, что студенческая научная работа органически вписывается в предстоящую работу. Очередная кафедральная студенческая научно-техническая конференция "Студенческая научная весна 2014" состоится в апреле 2014 г.

Список литературы

1. **Асатурьян В. В.** Разработка физико-химического способа и устройства очистки почвы от нефтепродуктов // Студенческий научный вестник. Сборник научно-исследовательских работ студентов конкурса научных работ студентов университета 3 апреля—28 апреля 2006 г. Т. III. — М.: Актуальные проблемы фундаментальных наук, 2006. — 243 с.
2. **Воротников А. А., Мягков И. А.** Мобильная установка по регенерации масел // Студенческий научный вестник. Сборник тезисов докладов общеуниверситетской научно-технической конференции "Студенческая научная весна — 2007" 2—30 апреля 2007 г. Т. IV. Ч. 1. — М.: Актуальные проблемы фундаментальных наук, 2007. — 268 с.
3. **Строкин А. А.** Методические и организационные аспекты ежегодной студенческой научно-практической конференции, проводимой на кафедре "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана // Материалы IV Всероссийского совещания заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды и Юбилейной учебно-методической конференции, посвященной 20-летию дисциплины "Безопасность жизнедеятельности". Ч. 2. 21—26 сентября 2009 г. — М.: МГТУ им. Баумана, 2009. — 193 с.



УДК 378.046.4:614.8.084

Г. П. Карлов, канд. техн. наук, проректор, **В. М. Корнев**, канд. экон. наук, директор, Институт дополнительного профессионального образования, повышения квалификации и переподготовки специалистов, г. Красноярск, **В. Ф. Харин**, канд. техн. наук, проф., заведующий кафедрой, **А. А. Жуков**, доц., **В. Н. Онисько**, доц., **И. Д. Капустин**, доц., Сибирский государственный технологический университет, г. Красноярск
E-mail: karlov@sibgtu.ru

Совершенствование подготовки и повышения квалификации кадров в области пожарной безопасности на базе пилотного полигона

Рассмотрен проект пилотного полигона для апробирования систем противопожарной защиты на объектах сферы науки и образования, обучения руководящего состава и специалистов образовательных (научных) учреждений Сибирского и Дальневосточного федеральных округов способам защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара.

Ключевые слова: пожарная безопасность, полигон, повышение квалификации, учебный передвижной пожарно-спасательный комплекс, программный комплекс, дидактический комплекс

G. P. Karlov, V. M. Korney, V. F. Kharin, A. A. Zhukov, V. N. Onisko, I. D. Kapustin

Raising the Level of Personnel Skill in the Field of Fire Safety on the Basis of the Pilot Polygon

There has been developed a pilot project for testing fire protection systems on the objects of sphere of science and education, training managerial staff and specialists of educational (scientific) institutions of the Siberian and Far Eastern Federal districts, ways of protecting people and property from dangerous fire factors impact.

Keywords: fire safety, polygon, raising the level of personnel skill, educational mobile fire-rescue complex, software system, didactic complex

В жизни современного человечества все большее место занимают проблемы, связанные с преодолением чрезвычайных ситуаций и кризисных явлений. Обеспечение безопасности жизнедеятельности становится одной из доминант нового времени.

Согласно статистике в последние десятилетия участились случаи гибели, физического и психологического травматизма российских граждан, попавших в чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера, а также в результате террористических актов и транспортных катастроф, что вызывает серьезную озабоченность государства и общества. Среди жертв и пострадавших все чаще оказываются дети, учащаяся молодежь, в том

числе во время их пребывания в стенах учреждений образования.

Приоритетность обеспечения безопасности образовательных (научных) учреждений как объектов с массовым пребыванием людей стала в последние годы одной из важнейших составляющих государственной политики в области образования и науки [1, 2].

Одним из важнейших условий, позволяющих умело и грамотно противостоять проявлениям любых опасностей в чрезвычайных ситуациях, является постоянное совершенствование уровня подготовки руководителей и специалистов различных профилей, способных обеспечить комплексное решение задач по обеспечению безопасности жизнедеятельности человека.

В связи с этим резко возрастает значение дополнительного профессионального образования, в основу которого положен принцип непрерывности образования, реализуемый в учебно-методических центрах. Одним из таких центров является Учебно-методический центр по оценке степени защищенности сферы деятельности Минобрнауки России от чрезвычайных (кризисных) ситуаций и повышению квалификации руководителей, специалистов мобилизационных органов, гражданской обороны, профессорско-преподавательского состава направления подготовки (специальности) "Безопасность жизнедеятельности" при Сибирском государственном технологическом университете (СибГТУ) [3].

Согласно инструктивному письму заместителя министра образования и науки Российской Федерации от 9 июля 2007 г. № ВФ-1634/09 "О задачах учебно-методических центров Минобрнауки России" учебно-методический центр (УМЦ) СибГТУ является головным по научному, методическому и программно-информационному обеспечению гражданской обороны и защиты от чрезвычайных (кризисных) ситуаций, в том числе пожарного и террористического характера, а также по повышению квалификации профессорско-преподавательского состава направления подготовки (специальности) "Безопасность жизнедеятельности" в учреждениях образования и науки Уральского, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов.

Учебно-методический центр СибГТУ совместно с Институтом вычислительного моделирования Сибирского отделения РАН, ООО "Арника" и в тесном взаимодействии с Сибирским региональным центром МЧС России, Главным управлением МЧС России по Красноярскому краю успешно разработали и реализуют научно-исследовательскую работу по теме "Разработка пилотного проекта полигона для апробирования систем противопожарной защиты на объектах сферы образования и науки, обучения руководящего состава и специалистов образовательных (научных) учреждений Сибирского и Дальневосточного федеральных округов способам защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара" [4].

Полигон включает в себя учебный передвижной пожарно-спасательный комплекс, программный комплекс, дидактический комплекс и позволяет обеспечить высокую эффективность решения

проблемы, создать необходимые условия для повышения уровня знаний и навыков руководителей и специалистов учреждений образования и науки в вопросах пожарной безопасности.

Разработана и согласована с МЧС России и Министерством образования и науки РФ структурная схема полигона. Она включает:

- подсистему предотвращения пожара, обеспечивающую решение задач по установлению предпожарных режимов функционирования технических средств и объектов;
- подсистему противопожарной защиты, обеспечивающую решение задач по своевременному управлению системами и средствами обнаружения пожара, тушению пожара, противодымной защите, оповещения и эвакуации людей при пожаре;
- подсистему общего назначения, обеспечивающую решение задач по обучению мерам пожарной безопасности руководящего состава и специалистов образовательных (научных) учреждений;
- подсистему информационного обеспечения, содержащую необходимый банк данных (базы данных, автоматизированные системы управления, расчетно-аналитические модули и др.) по нормативным, справочным, методическим и информационным материалам;
- подсистему математического обеспечения, включающую совокупность математических методов, моделей и алгоритмов, необходимых для решения задач по обеспечению пожарной безопасности объектов сферы науки и образования, в том числе конкретные расчеты для выработки управленческих решений, оптимальных путей эвакуации, расчетов по оценке пожарного риска.

Введение полигона в структуру учреждения позволяет решить следующие задачи:

- проведение апробации современных средств пожарной безопасности;
- обучение и повышение квалификации руководящего состава и специалистов учреждений по пожарной и комплексной безопасности [5, 6];
- организация обязательных и дополнительных занятий в учреждениях по пожарной безопасности;
- организация первоначальной подготовки спасателей студенческих спасательных отрядов;



— оценка пожарного риска на основе моделирования последствий воздействия опасных факторов пожара и принятие управленческих решений с учетом требуемого уровня пожарной безопасности на объектах;

— освоение автоматизированных систем оповещения и информирования при возникновении угроз пожарной безопасности, последствий воздействия опасных факторов пожара и др.;

— информационное обеспечение и пропаганда в области пожарной безопасности в учреждениях.

Полигон СибГТУ в рамках подсистем, входящих в его структуру, включает в себя:

— учебный передвижной пожарно-спасательный комплекс — "ОГНЕБОРЕЦ "DEFENDER PREMIUM";

— программный комплекс по пространственному моделированию эвакуации при чрезвычайных ситуациях — "DEFENDER SCIENCE Sigma";

— дидактический комплекс для обучения руководителей, специалистов и спасателей способам защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара — "DEFENDER EDUCATION".

Разработана технология использования полигона, определены технологические участки, проведено их техническое оснащение.

В результате проведенных мероприятий совместно с ООО "Арника" разработан учебный пожарно-спасательный комплекс (УПСК) "ОГНЕБОРЕЦ "DEFENDER PREMIUM", предназначенный для оснащения учебных заведений в целях его использования при организации процесса обучения руководителей, специалистов и спасателей, в том числе студенческих спасательных отрядов, добровольных пожарных формирований способам защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и других чрезвычайных ситуаций на различных объектах сферы образования и науки.

Комплекс представляет собой двухосный автомобильный прицеп. В кузове и на бортах прицепа размещается пожарно-техническое и аварийно-спасательное оборудование, инструмент, принадлежности, средства спасения и защиты, которые надежно крепятся в транспортном положении на штатных местах, обеспечивающих легкий, быстрый и удобный доступ к нему и его снятие.

Комплекс адаптирован для проведения лабораторных, практических занятий и отработки навы-

ков использования пожарно-технического и аварийно-спасательного оборудования. Он может быть использован для тушения пожаров до прибытия подразделений МЧС.

С учетом противопожарной защиты учебно-опытного лесхоза (площадью более 70 тыс. га), находящегося в ведении Сибирского государственного технологического университета, а также учебно-производственных участков, находящихся в различных населенных пунктах и достаточно удаленных от специализированных пожарных подразделений МЧС, разработан передвижной пожарно-спасательный лесной пост "ОГНЕБОРЕЦ Д 1500-ЛП" "FOREST DEFENDER".

Оборудование передвижного лесного поста подобрано с целью выполнения задач по тушению лесных пожаров (низовых и подземных), загораний сухой травы как из собственной перевозимой емкости, так и с помощью установки поста и подачи воды от искусственных и естественных водоемов (река, озеро, пруд, колодец и т. д.), тушения пожаров в производственных цехах и участках, жилом комплексе (частные дома, надворные постройки и др.), выполнения мероприятий по предотвращению распространения пожаров на населенные пункты, промышленные объекты и т. д. (минерализованные полосы, просеки, земляные рвы и т. д.), а также в учебных целях для подготовки добровольных пожарных формирований, студенческих спасательных отрядов приемам и методам тушения лесных пожаров.

В рамках оснащения полигона для реализации учебных целей была разработана во взаимодействии с Институтом вычислительного моделирования Сибирского отделения РАН учебная компьютерная программа "DEFENDER SCIENCE Sigma" [7].

Концепция программы: применение вычислительного эксперимента в качестве наглядного инструмента в учебном процессе. Программа является виртуальным наглядным дидактическим материалом для обучения пожарной безопасности.

Для удобства использования в учебном процессе были предварительно разработаны и рассчитаны с помощью программных комплексов, реализующих полевую модель пожара и модель движения людей, актуальные сценарии для двух зданий (типовое общежитие ВУЗа коридорного типа, типовая общеобразовательная школа). Для расчетов использовались отечественные программные ком-

плексы "SigmaFire"© и "SigmaEva"©. Результаты расчетов помещены в базу данных программы.

Сценарное наполнение программы соответствует содержанию курса "Пожарная безопасность". Путем пространственной визуализации, сопровождаемой количественным анализом, программа позволяет наглядно изучать динамику развития различных сценариев пожара, эвакуации при пожаре, оценивать влияние различных условий (в том числе рискообразующих факторов) на исход эвакуации.

В качестве дальнейшего развития планируется оснащение полигона вычислительным комплексом, который будет позволять выполнять расчеты развития пожара и эвакуации для произвольных зданий.

Процесс обучения по проблемам пожарной безопасности следует рассматривать в призме комплексного подхода к проблемам безопасной среды образовательного пространства и их взаимосвязанного влияния друг на друга. Создание безопасного образовательного пространства предполагает учет всех факторов, оказывающих негативное влияние на образовательный процесс, включая угрозы возникновения пожара, актов терроризма и аварий техногенного характера. Для эффективного решения обозначенных проблем целесообразно процесс обучения руководящего состава и специалистов учреждений, спасателей студенческих спасательных отрядов проводить на основе комплексных программ по пожарной безопасности, минимизации (ликвидации) последствий террористических актов, формированию психологической готовности к работе в экстремальных ситуациях.

В результате анализа организации теоретического обучения и практической подготовки руководителей и специалистов образовательных (научных) учреждений разработаны и согласованы с ГУ МЧС России по Красноярскому краю дополнительные профессиональные образовательные программы обучения и повышения квалификации руководителей и специалистов образовательных (научных) учреждений, спасателей студенческих спасательных отрядов по обеспечению реализации способов защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара, минимизации (ликвидации) последствий террористических актов, позволяющие в полной мере и в соответствии с современной законодательной и нормативной базой

повысить эффективность процесса обучения. Образовательные программы имеют модульное построение. В целях повышения эффективности процесса обучения разработаны учебно-методические комплексы программ, включающих учебно-методическое обеспечение каждого модуля и образовательной программы в целом, тестовый контроль знаний по каждому модулю и программам в целом и др.

Важным элементом, обеспечивающим эффективное решение задач по обучению, является его техническое обеспечение. Оснащены современными техническими средствами обучения классы подготовки и инструктажа руководящего состава и специалистов учреждений образования и науки, спасателей студенческих спасательных отрядов лаборатория средств пожаротушения и защиты. Совместно с компанией "Альт" разработаны и установлены автоматизированные стенды "Система автоматической пожарной сигнализации и речевого оповещения", "Автоматические системы пожаротушения".

Пилотный проект полигона СибГТУ "DEFENDER PREMIUM" был представлен совместно с Сибирским региональным центром МЧС России, Главным управлением МЧС России по Красноярскому краю и ООО "Арника":

— на Международной выставке "СибБезопасность. СПАССИБ" (г. Новосибирск, 25—27 сентября 2012 г.), по результатам которой удостоен Диплома и большой Золотой медали;

— на Международной выставке-ярмарке "Спастех-Экспо" и "Пожтех-Экспо" (г. Кемерово, 27—30 ноября 2012 г.), по результатам которой удостоен Диплома и Золотой медали;

— на 14-й Межрегиональной специализированной выставке-ярмарке "Средства и системы безопасности. Антитеррор — 2012" (г. Томск, 12—14 декабря 2012 г.), по результатам которой награжден медалью конкурса "Сибирские Афины".

Использование полигона в образовательном процессе позволит в значительной степени повысить уровень знаний и практических навыков руководителей и специалистов учреждений образования и науки в вопросах обеспечения пожарной безопасности, обеспечения безопасности учреждений в целом, создаст базу для подготовки командиров добровольных пожарных дружин и спасательных студенческих отрядов.



Список литературы

1. **Федеральная целевая программа** "Пожарная безопасность в Российской Федерации на период до 2012 года" [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 29 декабря 2007 г. № 972 // Информационно-правовой портал "Гарант".
2. **Правила** противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 г., № 390 // Информационно-правовой портал "Гарант".
3. **Карлов Г. П., Харин В. Ф.** О повышении квалификации в области комплексной безопасности учреждений профессионального образования. // Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. — 2009. — Т. 14. — № 6. — С. 280—285.
4. **Отчет** о НИР по теме "Разработка пилотного проекта полигона для апробирования систем противопожарной за-

- щиты на объектах сферы образования и науки, обучения руководящего состава и специалистов образовательных (научных) учреждений Сибирского и Дальневосточного федеральных округов способам защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара". Часть 1. — Красноярск: СибГТУ, 2012. — 453 с.
5. **Обеспечение** пожарной безопасности в образовательных учреждениях: учеб. пособие / Под ред. В. Н. Москаленко. — Красноярск: СибГТУ, 2011. — 68 с.
6. **Средства** спасения людей с высоты: учеб. пособие / В. Н. Онисько и др. — Красноярск: СибГТУ, 2012. — 235 с.
7. **О формализации** реакции человека на пожар и интеграция моделей эвакуации и развития ОФП / Е. С. Кирик и др. // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. — 2011. — № 3. — С. 59—68.

ИНФОРМАЦИЯ INFORMATION

19-я Конференция ООН об изменении климата и совещание парламентариев организации ГЛОБЕ (Варшава, 18—22 ноября 2013 г.)

XIX Parties Conference of the UN Framework Convention on Climate Change and the Parliamentarians of the World Organization "GLOBE" (Warszawa, 18—22 November, 2013)

В столице Польши состоялась 19-я Конференция Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН), в которой принимала участие делегация Государственной Думы Российской Федерации. В составе делегации были советник президента РФ и его специальный представитель по вопросам климата А. И. Бедрицкий и председатель Комитета по природным ресурсам, природопользованию и экологии Госдумы РФ В. И. Кашин. В рамках этой Конференции прошли также мероприятия Всемирной организации

парламентариев за сбалансированную окружающую среду (ГЛОБЕ).

Целью переговоров на Конференции была разработка содержания нового соглашения по климату, которое должно заменить Киотский протокол в 2020 г. Однако оказалось, что к этому вопросу даже не приступали 12 тыс. делегатов из 194 стран. Многие страны сознательно тормозят этот процесс, чтобы не связываться обязательствами по сокращению выбросов парниковых газов.

Основными результатами Конференции стали разработки механизмов по ущербам и потерям,

долгосрочному финансированию и плана работы над новым соглашением. Один из механизмов по ущербу и потерям, связанным с негативными последствиями изменения климата, получил название "Варшавский" и заключается в том, что богатые страны будут помогать бедным государствам в преодолении таких последствий изменения климата, как повышение уровня моря, усиление штормов и засухи. Этот механизм будет создан под "зонтиком" институтов по адаптации к изменению климата без конкретной финансовой составляющей. Предлог "под" вызвал негативную реакцию делегатов и даже приостановил на некоторое время работу самой конференции, поскольку развивающиеся страны настаивали на том, чтобы механизм стал самостоятельным. Однако для ряда развитых стран, прежде всего для США, это было неприемлемым. В итоге спорный "предлог" никуда не делся, и стороны договорились еще раз обсудить этот вопрос в 2016 г. Но в преамбулу добавили оговорку, что иногда ущерб и потери невозможно предотвратить с помощью мер по адаптации.

По "климатическим финансам" на Конференции были приняты некоторые решения, но в них, в частности, не оказалось требования обеспечить финансирование для развивающихся стран в объеме 70 млрд долл. США до 2016 г., на котором настаивали развивающиеся страны. По-прежнему остались неясны источники наполнения "Зеленого климатического фонда", средства которого должны были помочь развивающимся странам снизить выбросы парниковых газов и адаптироваться к изменениям климата. Поэтому до сих пор не ясно, будет ли этот фонд политической организацией или финансовой по примеру Всемирного банка.

На Конференции произошел беспрецедентный демарш, когда в знак протеста против практически полного отсутствия прогресса в работе конференции 21 ноября ее покинули более 800 участников. В числе этих нескольких сотен человек, ушедших с переговоров, были и российские участники конференции.

По оценкам наблюдателей негативное влияние на переговоры оказали прежде всего сама Польша, организовавшая параллельно с конференцией по климату Угольный саммит и уволившая министра экологии М. Корольца во время работы конференции, а также Япония, изменившая свои обязательства по выбросам к 2020 г. от минус 25 % до плюс 3,1 % к уровню 1990 г., и еще Австралия, премьер-

министр которой заявил о планах отменить углеродный налог в стране. Кроме того, ряд делегаций быстрорастущих стран таких, как Индия, Бразилия и ЮАР, на несколько часов заблокировали переговоры, призывая к тому, чтобы в новом соглашении у развитых стран были численные обязательства, а у развивающихся — только "намерения к действию". В окончательном варианте постановления Конференции ООН появилась формулировка "вклад". Поэтому в документации ООН пока не прописано, какие обязанности перед лицом закона для каждой страны предусмотрены "вкладами" в общее дело борьбы с глобальным потеплением.

Вместе с тем, на Конференции был наконец запущен механизм по борьбе с вырубкой и сведением тропических лесов, известный как REDD+. Пакет важных технических решений, которые были остро необходимы развивающимся странам для запуска проектов в рамках этого механизма, оказался удачно подкреплен 280 млн долл., которые США, Норвегия и Великобритания выделили на такие проекты по сохранению тропических лесов, прежде всего в Бразилии, Перу, Венесуэле, Мексике и Индонезии. Как заявил руководитель российской делегации на Конференции А. Н. Бедрицкий, "успешное завершение работы над REDD+ позволит странам перейти к более предметному рассмотрению вопросов, связанных с бореальными лесами", на важности которых на всех переговорах традиционно настаивает Российская Федерация.

Что касается нового соглашения, то для его создания необходимо значительно повысить статус переговоров. Именно для этого Генеральный секретарь ООН Пан Ги Мун планирует собрать в сентябре 2014 г. Климатический саммит лидеров государств.

Во время работы Конференции прошел целый ряд мероприятий Всемирной организации ГЛОБЕ. Состоялись 2-й Международный форум ГЛОБЕ по лесам и специализированное заседание по обзору принятых обязательств в фокусе национальных законодательств, на которых присутствовали Исполнительный секретарь РКИК ООН К. Фигерес и комиссар Евросоюза по климату К. Хедегард. На заседании парламентариев с условным названием "Способствует ли национальное законодательство подготовке нового соглашения по климату?" было представлено 4-е издание ГЛОБЕ по обзору национальных законодательств в области климата



уже 66 государств. Прошла презентация нового сборника ГЛОБЕ по обзору национальных законодательств пока только четырех стран по тропическим лесам. Российская делегация выступила с сообщением о северных лесах, которые являются "легкими планеты", и предложила провести дополнительное исследование и включить в сборник ГЛОБЕ национальные акты Российской Федерации и Финляндии. Секретариат ГЛОБЕ в очередной раз обратился к российской делегации с просьбой рассмотреть возможность организации специальных заседаний ГЛОБЕ по лесам в сибирском регионе Российской Федерации.

На Конференции состоялась встреча председателя Комитета по природным ресурсам, природопользованию и экологии Государственной Думы РФ В. И. Кашина с председателем Комитета Европарламента по охране окружающей среды, общественному здоровью и продовольственной безопасности М. Грутом. В. И. Кашин ознакомил собеседника с пакетом законов и законопроектов, с которыми Госдума РФ подошла к Конференции РКИК и к году охраны окружающей среды, подробно остановившись на законопроектах, касающихся лесов и лесопользования, арктического региона, шельфа, недропользований, вечной мерзлоты и водных ресурсов. Также В. И. Кашин проинформировал М. Грута о том, что политика и меры в области защиты климатической системы в Российской Федерации интегрированы в национальные государственные 10 программ развития.

Кроме того, В. И. Кашин принял участие в двусторонних переговорах с руководством Всемирной метеорологической организации, вице-президентом Ирана М. Эбтекаром, руководителями делегаций Канады и Украины — министром окружающей среды Канады Л. Аклукага и министром экологии и природных ресурсов Украины О. А. Проскуряковым, а также в пресс-конференции, организованной для делегатов и журналистов и посвященной российским подходам к переговорному процессу. В. И. Кашин проинформировал участников, что российская цель сокращения выбросов парниковых газов на 25 % к 2020 г. от уровня 1990 г. закреплена Указом Президента Российской Федерации, подписанным в сентябре 2013 г. Оставаясь стороной Киотского протокола, Российская Федерация будет продолжать выполнение всех его обязательств, кроме количественных. Первый период обязательств по Киотскому протоколу Россия успешно выполнила. За период 1990—2011 гг. выбросы парниковых газов сократились на 31 %. В настоящее время Россия начала реализацию государственных программ в ключевых секторах экономики, разработанных на основе стратегии низкоуглеродного развития.

И. С. Пронин,

д-р физ.-мат. наук, проф.,

член Экологического совета Комитета по природным ресурсам, природопользованию и экологии Госдумы РФ

E-mail: igor.s.pronin@mail.ru

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

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

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

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

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

Дизайнер *Т. Н. Погорелова.*

Технический редактор *Е. М. Патрушева.* Корректор *М. Г. Джавадян*

Сдано в набор 26.12.13. Подписано в печать 13.02.14. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ314.

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.