



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

АГОШКОВ А. И., д.т.н., проф.
 ГРАЧЕВ В. А., чл.-корр. РАН,
 д.т.н., проф.
 ДУРНЕВ Р. А., д.т.н., доц.
 ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН,
 д.г.н., к.б.н., проф. (председатель)
 КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н.,
 проф.
 ПЛЮЩИКОВ В. Г., д.с.-х.н., проф.
 ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.
 РОДИН В. Е., д.т.н., проф.
 ТЕТЕРИН И. М., д.т.н.
 УШАКОВ И. Б., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 ФЕДОРОВ М. П., акад. РАН,
 д.т.н., проф.
 ЧЕРЕШНЕВ В. А., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 АНТОНОВ Б. И.
 (директор издательства)

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Редакционная коллегия:

АЛБОРОВ И. Д., д.т.н., проф.
 БЕЛИНСКИЙ С. О., к.т.н., доц.
 ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.
 ВОРОБЬЕВ Д. В., д.м.н., проф.
 ЗАБОРОВСКИЙ Т., д.т.н., проф.
 (Польша)
 ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.
 КАЧУРИН Н. М., д.т.н., проф.
 КИРСАНОВ В. В., д.т.н., проф.
 КОСОРУКОВ О. А., д.т.н., проф.
 КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н., д.т.н.,
 проф.
 КСЕНОФОНТОВ Б. С., д.т.н.,
 проф.
 КУКУШКИН Ю. А., д.т.н., проф.
 МАЛАЯН К. Р., к.т.н., проф.
 МАРТЫНЮК В. Ф., д.т.н., проф.
 МАТЮШИН А. В., д.т.н.
 МИНЬКО В. М., д.т.н., проф.
 МИРМОВИЧ Э. Г., к.ф.-м.н., доц.
 ПЕТРОВ С. В., к.ю.н., с.н.с.
 РОДИН Г. А., д.т.н.
 СИДОРОВ А. И., д.т.н., проф.
 ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.
 ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.
 ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

9(225)
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Порошин А. А., Харин В. В., Кондашов А. А., Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю. Исследование зависимости риска гибели людей на пожарах от времени прибытия первого пожарного подразделения	3
Фархадзаде Э. М., Мурадалиев А. З., Исмаилова С. М., Юсифли Р. Ф. Формирование выборки для контроля исполнения Правил пожарной безопасности объектов ЭЭС	10
Фомин А. И., Бесперстов Д. А., Павлов А. Ф., Рудюк О. В. Проблемы и пути их решения при дублировании сигнала о пожаре на пульт пожарной охраны	18

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Красногорская Н. Н., Ахмеров В. В., Гусева А. П. Сравнительный анализ материалов георешеток	25
Любарская М. А., Меркушева В. С., Зиновьева О. С. Инструменты снижения выбросов парниковых газов нефтегазовыми компаниями для достижения целей устойчивого развития	32
Семенчук О. В., Шевченко Е. В., Пономарева М. А. Хранение и уничтожение химического оружия в России	38

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Дерягина С. Е., Астафьева О. В. Муниципальное образование Ямальский район Ямало-Ненецкого автономного округа: социально-экономическое развитие и экологическая безопасность территории	42
Багинова О. Д., Алтаев А. А. Лесные пожары в Бурятии	50
Капитонова Т. А., Тимофеева В. В., Стручкова Г. П. Прогноз изменения динамики временных рядов климатических норм возле города Якутска	54

ОБРАЗОВАНИЕ

Тимофеев В. Д., Кириллина А. А. Совершенствование формирования компетентностей бакалавров по профилю "Безопасность технологических процессов и производств"	59
--	----

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



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since
January 2001

Editorial board

AGOSHKOV A. I., Dr. Sci. (Tech.)
GRACHEV V. A., Cor.-Mem. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
DURNEV R. A., Dr. Sci. (Tech.)
ZALIKHANOV M. Ch., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Geog.), Cand. Sci. (Biol.)
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)
PLYUSHCHIKOV V. G.,
Dr. Sci. (Agri.-Cult.)
PRONIN I. S., Dr. Sci. (Phys.-Math.)
RODIN V. E., Dr. Sci. (Tech.)
TETERIN I. M., Dr. Sci. (Tech.)
USHAKOV I. B., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
FEDOROV M. P., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
CHERESHNEV V. A., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
ANTONOV B. I.

Editor-in-chief

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

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Editorial staff

ALBOROV I. D., Dr. Sci. (Tech.)
BELINSKIY S. O.,
Cand. Sci. (Tech.)
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
VOROBYEV D. V., Dr. Sci. (Med.)
ZABOROVSKIY T. (Poland),
Dr. Sci. (Tech.)
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)
KIRSANOV V. V., Dr. Sci. (Tech.)
KOSORUKOV O. A., Dr. Sci. (Tech.)
KRASNOGORSKAYA N. N.,
Dr. Sci. (Tech.)
KSENOFONTOV B. S.,
Dr. Sci. (Tech.)
KUKUSHKIN Yu. A.,
Dr. Sci. (Tech.)
MALAYAN K. R., Cand. Sci. (Tech.)
MARTYNYUK V. Ph.,
Dr. Sci. (Tech.)
MATYUSHIN A. V., Dr. Sci. (Tech.)
MINKO V. M., Dr. Sci. (Tech.)
MIRMOVICH E. G.,
Cand. Sci. (Phis.-Math.)
PETROV S. V., Cand. Sci. (Yurid.)
RODIN G. A., Dr. Sci. (Tech.)
SIDOROV A. I., Dr. Sci. (Tech.)
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)
SHVARTSBURG L. E.,
Dr. Sci. (Tech.)

9(225)
2019

CONTENTS

FIRE SAFETY

- Poroshin A. A., Kharin V. V., Kondashov A. A., Bobrinev E. V., Udavtsova E. Yu.** Investigation of the Risk of Death in Fires from the Time of Arrival of the First Fire Department 3
- Farhadzadeh E. M., Muradaliyev A. Z., Ismailova S. M., Yusifli R. F.** Formation of Sample for Control of Execution of Fire Prevention Rules of Objects of EPS 10
- Fomin A. I., Besperstov D. A., Pavlov A. F., Rudyuk O. V.** Problems and the Ways to Solve them on Fire Alarm Redundancy on the Fire Alarm Desk 18

ECOLOGICAL SAFETY

- Krasnogorskaya N. N., Akhmerov V. V., Guseva A. P.** Comparative Analysis of Geogrid Materials 25
- Liubarskaia M. A., Merkusheva V. S., Zinovyeva O. S.** Tools for Reducing Greenhouse Gas Emissions by Oil and Gas Companies to Achieve Sustainable Development Goals 32
- Semenchuk O. V., Shevchenko E. V., Ponomaryova M. A.** Storage and Destruction of Chemical Weapons in Russia 38

REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Deryagina S. E., Astafieva O. V.** Municipal Formation Yamal Area of the Yamalo-Nenets Autonomous District: Socio-Economic Development and Environmental Safety of the Territory 42
- Baginova O. D., Altaev A. A.** Forest Fires in Buryatia 50
- Kapitonova T. A., Timofeeva V. V., Struchkova G. P.** Forecast of Changes in Time Series Dynamics Climatic Norms near the City of Yakutsk 54

EDUCATION

- Timofeev V. D., Kirillina A. A.** Improving the Formation of Competencies of Bachelors in the Profile "Safety of Technological Processes and Production" 59

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

УДК 614.84

А. А. Порошин, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., начальник НИЦ,
В. В. Харин, начальник отдела, **А. А. Кондашов**, канд. физ.-мат. наук,
вед. науч. сотр., e-mail: otdel_1_3@mail.ru, **Е. В. Бобринев**, канд. биол. наук,
вед. науч. сотр., **Е. Ю. Удавцова**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны
МЧС России, Балашиха, Московская область

Исследование зависимости риска гибели людей на пожарах от времени прибытия первого пожарного подразделения

Рассмотрены возможности использования показателя "время прибытия пожарных подразделений к месту вызова" при разработке математических моделей оперативной деятельности пожарной охраны, эффективности деятельности и оценки готовности подразделений пожарной охраны к тушению пожаров. Проанализирована зависимость гибели и травматизма людей при пожарах от среднего времени прибытия первого подразделения пожарной охраны к месту пожара. Полученная зависимость описана линейной регрессионной функцией. Проведено сравнение количества погибших при пожарах в 2016—2018 гг. с аналогичными данными за 2013—2015 гг. Проанализирована зависимость количества травмированных на 100 пожаров от времени прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара в 2013—2015 гг. и в 2016—2018 гг. Обсуждены пути снижения риска гибели при пожарах.

Ключевые слова: оперативное реагирование, тушение пожаров, временные характеристики, пожарные подразделения

Показатели реагирования пожарных подразделений используются для анализа эффективности деятельности и оценки готовности подразделений пожарной охраны к тушению пожаров.

Время прибытия первых пожарных подразделений к местам вызовов является одним из основных показателей оперативного реагирования пожарных подразделений на поступающие для обслуживания вызовы. Под временем прибытия пожарных подразделений к месту вызова понимается промежуток времени от момента поступления вызова в пожарную часть до момента прибытия первых пожарных подразделений на место вызова.

Особенность оперативной деятельности противопожарной службы заключается в том, что она осуществляется в условиях воздействия большого количества разнообразных внутренних и внешних факторов, имеющих случайный характер и играющих существенную роль в процессе функционирования пожарных подразделений. Все временные характеристики реагирования пожарно-спасательных подразделений являются случайными величинами и изучать их нужно статистическими методами [1—5].

Показатель "среднее время прибытия первого пожарного подразделения на пожар" использовался при разработке математических моделей оперативной деятельности пожарной охраны [6], обосновании численности пожарной охраны на объектах народного хозяйства [7], определении необходимого числа оперативных подразделений для защиты населенных пунктов от пожаров и численности противопожарной службы субъектов Российской Федерации [8], имитационном моделировании деятельности пожарной охраны [9].

Снижение среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар непосредственно влияет на тяжесть последствий пожара (снижение числа погибших и травмированных людей, а также уменьшение материального ущерба).

Так, по данным работы [10], полученным в жилом секторе Москвы за период 2000—2010 гг., риск погибнуть при пожаре изменялся от 2,1 погибших на 100 пожаров на 1-й минуте прибытия первых пожарных подразделений до значения 6,7 погибших на 12-й минуте прибытия первых пожарных подразделений. По информации других авторов [11—13] (изучался период с 2006 по 2013 г.) риск погибнуть при пожаре изменялся от



5 погибших на 100 пожаров на 1-й минуте прибытия первых пожарных подразделений до 7 погибших к 5-й минуте прибытия и до 9 погибших к 15-й минуте прибытия.

Во всех проанализированных работах авторы использовали только методы описательной статистики. В настоящем исследовании предпринята попытка изучить зависимость риска гибели и травматизма при пожарах от времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар методами регрессионного анализа [14].

В табл. 1 представлены данные о показателях пожарной опасности в РФ для городской местности за период 2016—2018 гг. [15].

Из данных, приведенных в таблице, видно, что происходит резкое сокращение числа пожаров, а также числа погибших, травмированных и ущерба при временах прибытия первого подразделения свыше 10 мин. Это связано с требованиями Федерального закона Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" о том, что дислокация подразделений пожарной охраны на территориях городских поселений и городских округов определяется исходя из условия, что время прибытия первого подразделения к месту вызова не должно превышать 10 мин. Из-за этого при времени прибытия, превышающем 10 мин,

в карточке учета пожара может указываться меньшее время. Это приводит к искажениям данных и затрудняет проведение анализа.

В табл. 2 представлены данные о показателях пожарной опасности в РФ для сельской местности за период 2016—2018 гг.

Из данных, приведенных в таблице, видно, что после 20-й минуты происходит резкое сокращение числа пожаров, а также числа погибших, травмированных и ущерба при временах прибытия первого пожарного подразделения свыше 20 мин. Это может быть объяснено, как и в случае с городской местностью, требованиями Федерального закона Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" о том, что дислокация подразделений пожарной охраны на территориях сельских поселений определяется исходя из условия, что время прибытия первого подразделения к месту вызова не должно превышать 20 мин. При времени прибытия, превышающем 20 мин, в карточке учета пожара может быть указано меньшее время. Также наблюдается скачок числа пожаров и других показателей для времени прибытия 10 мин. Это, по-видимому, связано с округлением значения времени прибытия при занесении в карточке учета пожаров. Все это искажает данные и усложняет анализ.

Таблица 1

Сведения о числе пожаров, числе погибших и травмированных на пожарах и прямом материальном ущербе от пожаров в РФ в зависимости от времени прибытия первого подразделения пожарной охраны к месту пожара для городской местности за период 2016—2018 гг.

Время прибытия первого подразделения пожарной охраны к месту пожара, мин	Число пожаров, ед.	Число зарегистрированных погибших людей	Число травмированных людей	Прямой ущерб, руб.
1	2700	116	214	202,8
2	12 562	541	860	1202,0
3	24 705	1146	1775	2518,8
4	30 342	1485	2303	2599,0
5	36 609	1896	2818	2837,2
6	30 651	1562	2347	3549,0
7	20 729	1040	1653	1610,3
8	15 857	874	1175	1297,6
9	14 103	778	961	1498,7
10	17 255	1006	1023	2092,3
11	3312	173	202	829,5
12	1093	41	90	53,2
13	813	38	42	32,8
14	697	37	47	123,7
15	674	32	53	69,6
16...20	2680	142	158	185,8
21...30	979	69	51	80,4
Более 30	435	27	34	99,6

Сведения о числе пожаров, числе погибших и травмированных на пожарах и прямом материальном ущербе от пожаров в РФ в зависимости от времени прибытия первого подразделения пожарной охраны к месту пожара для сельской местности за период 2016—2018 гг.

Время прибытия первого подразделения пожарной охраны к месту пожара, мин	Число пожаров, ед.	Число зарегистрированных погибших людей	Число травмированных людей	Прямой ущерб, руб.
1	1499	89	77	161,8
2	6228	393	294	607,0
3	9516	665	391	562,8
4	8638	566	408	758,1
5	8191	555	350	494,1
6	7759	534	314	606,6
7	5964	415	247	509,2
8	5515	372	216	535,8
9	5599	392	236	698,1
10	9504	636	471	931,3
11	6378	478	266	533,1
12	3623	238	132	300,9
13	3946	254	166	323,2
14	3112	210	133	315,3
15	4087	279	176	379,0
16	4016	288	170	890,7
17	2925	204	129	827,0
18	3482	269	162	467,2
19	4948	388	222	526,8
20	8772	627	336	1094,9
21...25	4103	305	162	559,9
26...30	1943	147	81	139,7
31...40	2102	168	76	170,2
Более 40	1690	166	81	241,6

На рис. 1 приведена гистограмма распределения числа погибших на 100 пожаров от времени прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара в 2016—2018 гг. в сравнении с аналогичными данными за 2013—2015 гг., из которой видно, что число погибших в 2016—2018 гг. при одном и том же времени прибытия систематически меньше числа погибших в 2013—2015 гг. При этом наблюдается увеличение числа погибших на 100 пожаров с 4 человек для времени прибытия 1 мин до 8—10 человек для времени прибытия более 30 мин. Считая, что число погибших зависит от времени с момента возникновения пожара до момента начала его тушения, уменьшение числа погибших при одинаковом времени прибытия может указывать на сокращение времени обнаружения пожара, что может быть связано с увеличением числа объектов защиты, оборудованных средствами пожарной автоматики.

На рис. 2 приведены результаты линейной регрессии, построенные для зависимости числа

погибших на 100 пожаров от времени прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара.

Данные 2013—2015 гг. описываются линейной функцией

$$N_{\text{гиб}} = 0,142t_{\text{приб}} + 5,1113, \quad (1)$$

где $N_{\text{гиб}}$ — число погибших в расчете на 100 пожаров, чел., $t_{\text{приб}}$ — время прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара, мин.

Коэффициент корреляции $R = 0,851$ характеризует степень линейной зависимости числа погибших от времени прибытия первого пожарного подразделения.

Данные 2016—2018 гг. описываются линейной функцией

$$N_{\text{гиб}} = 0,1181t_{\text{приб}} + 4,8206. \quad (2)$$

Коэффициент корреляции $R = 0,930$.

Как следует из полученных зависимостей, для данных 2013—2015 гг. при увеличении времени

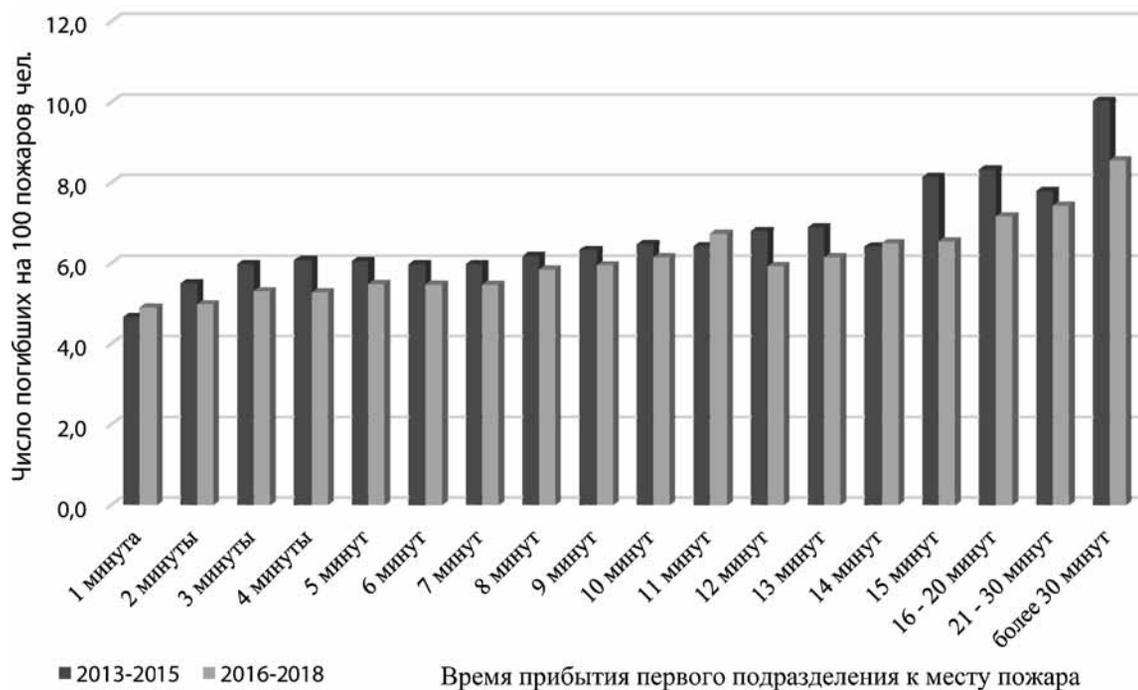


Рис. 1. Зависимость числа погибших на 100 пожаров от времени прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара в 2013—2015 гг. и в 2016—2018 гг.

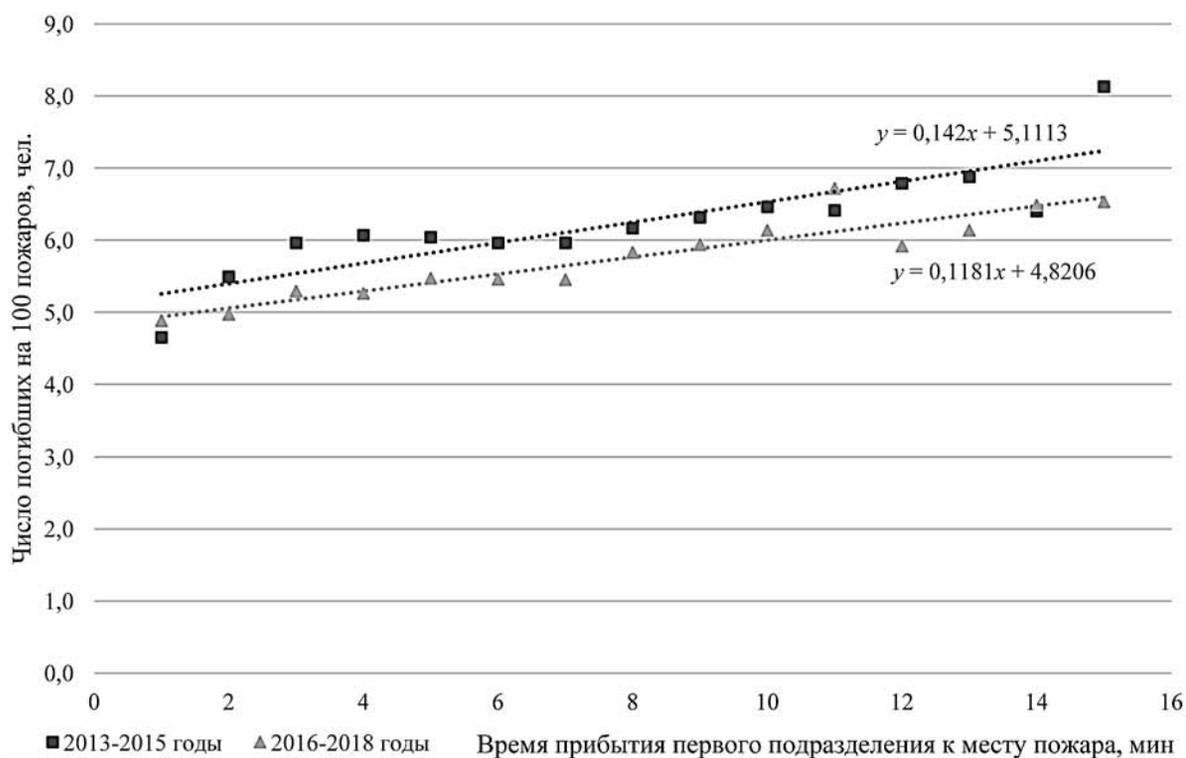


Рис. 2. Зависимость числа погибших на 100 пожаров от времени прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара в 2013—2015 гг. и в 2016—2018 гг. (прямые линии — результат регрессии)

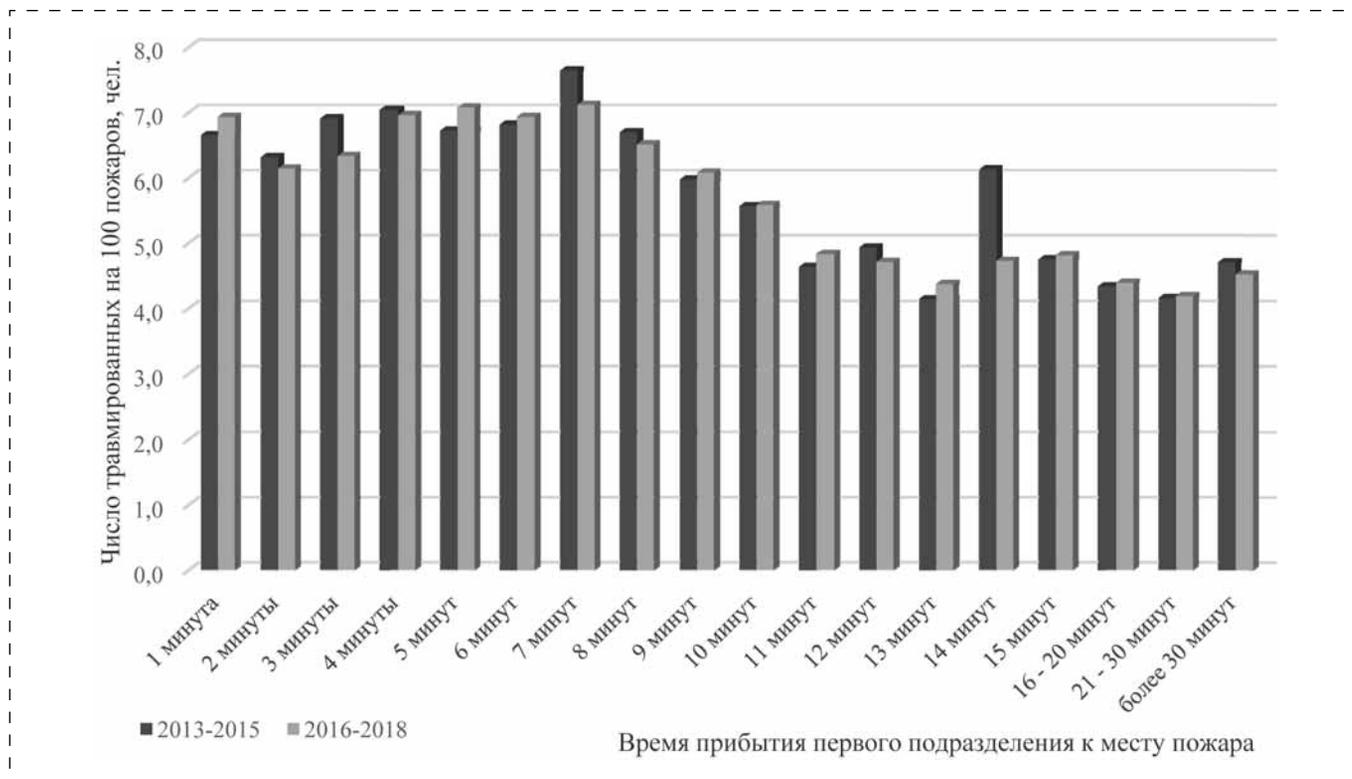


Рис. 3. Зависимость числа травмированных на 100 пожаров от времени прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара в 2013—2015 гг. и в 2016—2018 гг.

прибытия с 1 мин до 15 мин число погибших на 100 пожаров увеличивается с 5,2 до 7,3 человека. Для данных 2016—2018 гг. число погибших на 100 пожаров увеличивается с 4,9 до 6,6 человека.

Исходя из полученных зависимостей можно оценить, насколько за рассматриваемый период сократилось время обнаружения пожара. Из формулы (1) следует, что при $t_{\text{приб}} = 0$ мин число погибших в 2013—2015 гг. составляло 5,1 человек на 100 пожаров, а в 2016—2018 гг. (формула (2)) риск гибели сократился до 4,8 человек на 100 пожаров, т. е. на 0,3 человека на 100 пожаров. Как показывают расчеты, при уменьшении времени прибытия на 1 мин риск гибели сокращается в среднем на 0,3 человека на 100 пожаров. Исходя из полученных данных, можно предположить, что в 2016—2018 гг. время от момента возникновения пожара до момента прибытия первого пожарного подразделения на место пожара сократилось примерно на 1 мин.

Время от момента возникновения пожара до момента сообщения о пожаре складывается из времени обнаружения пожара и времени сообщения о пожаре. По данным статистики [15] время сообщения о пожаре за рассматриваемый период сократилось примерно на 0,5 мин. С учетом этого, можно сделать оценку, что время обнаружения

пожара сократилось на те же 0,5 мин. Такое сокращение времени обнаружения пожара может быть связано с увеличением доли объектов, оборудованных системами пожарной автоматики.

В то же время данная оценка носит предварительный характер, поскольку она делалась в целом для Российской Федерации, без учета особенностей конкретных субъектов и без разделения объектов защиты на классы по их функциональному назначению. Более точные оценки могут быть сделаны при анализе данных по конкретному субъекту.

На рис. 3 показана зависимость числа травмированных на 100 пожаров от времени прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара в 2013—2015 гг. и в 2016—2018 гг. Как видно из рисунка, для времени прибытия от 1 до 7 минут число травмированных на 100 пожаров практически постоянно и находится на уровне 7 человек. Затем до времени прибытия 13 минут происходит снижение числа травмированных до 4 человек на 100 пожаров. При дальнейшем увеличении времени прибытия число травмированных остается примерно на одном уровне. Данную зависимость можно объяснить следующим образом. При увеличении времени прибытия первого подразделения пожарной охраны к месту пожара часть



людей, которые могли бы быть спасены, получив в результате пожара травмы, погибают, и таким образом увеличивается число погибших и сокращается число травмированных.

Строительство новых пожарных депо или специальных боксов, либо реконструкция и переоборудование под них других зданий, расположенных в населенных пунктах, оснащение их современными пожарными автомобилями или техникой, переоборудованной для тушения пожаров, и пожарно-техническим вооружением позволит существенно сократить время прибытия первого подразделения пожарной охраны на место пожара. Как показывают проведенные расчеты, сокращение времени прибытия на 1 мин приведет к уменьшению риска гибели примерно на 0,3 человека на 100 пожаров. В масштабах Российской Федерации это позволит сохранить жизнь примерно 400 человек в год.

Список литературы

1. **Брушлинский Н. Н., Соколов С. В.** О нормировании времени прибытия пожарных подразделений к месту пожара // Пожаровзрывобезопасность. — 2011. — Т. 20. — № 9. — С. 42—48.
2. **Соколов С. В., Судаков Е. А.** Анализ и оценка времени прибытия пожарных подразделений к местам вызовов в Санкт-Петербурге в 2006—2015 гг. // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". — 2016. — Выпуск № 2 (66).
3. **Абасв А. В., Шнейгельбергер С. А.** Об оценке временных характеристик функционирования пожарных подразделений // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". — 2013. — Выпуск № 2 (48).
4. **Гнездилова А. В., Кирильчук И. О.** Анализ динамики основных среднестатистических показателей оперативного реагирования и тушения пожаров в Российской Федерации за 2003—2016 годы // Прогрессивные технологии и процессы. Сборник научных статей 4-й Международной молодежной научно-практической конференции / Ответственный редактор А. А. Горохов. — 2017. — С. 55—58.
5. **Кайбичев И. А.** Прогноз среднего времени прибытия первого пожарного подразделения на пожар в Российской Федерации на 2018 год // Актуальные вопросы естествознания. Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / Составитель Н. Е. Егорова. — 2018. — С. 277—281.
6. **Брушлинский Н. Н.** Моделирование оперативной деятельности пожарной службы. — М.: Стройиздат, 1981. — 96 с.
7. **Гаврилей В. М., Тарасов В. Н., Колганов В. А.** Обоснование численности пожарной охраны на объектах народного хозяйства // Организационно-управленческие проблемы пожарной охраны: Сб. науч. тр. — М.: ВНИИПО, 1982. — С. 4—12.
8. **Методология обоснования необходимого числа оперативных подразделений пожарной охраны для защиты населенных пунктов от пожаров и численности противопожарной службы субъектов Российской Федерации / А. В. Матюшин, А. А. Порошин, Е. В. Бобринев, С. А. Олейник, Ю. А. Матюшин // Юбилейный сборник трудов ФГУ ВНИИПО МЧС России. Под ред. Н. П. Копылова. — М.: ВНИИПО, 2007. — С. 373—396.**
9. **Безопасность городов: имитационное моделирование городских процессов и систем / Н. Н. Брушлинский, С. В. Соколов, П. Вагнер и др. — М.: Издательство "ФА-ЗИС", 2004. — 172 с.**
10. **Фактор времени / Н. Н. Брушлинский, С. В. Соколов, С. А. Лупанов, Д. В. Костюченко // Пожарное дело. — 2012. — № 4. — С. 26—29.**
11. **Ищенко А. Д.** О готовности пожарных подразделений к выездам в случаях гибели и травмирования людей при пожарах // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". — 2013. — Выпуск № 1 (47).
12. **Максимов А. В.** Анализ оперативной деятельности подразделений ГПС МЧС России // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). — 2015. — № 1 (13). — С. 67—73.
13. **Алексеев С. П.** О снижении времени прибытия первого пожарного подразделения к месту пожара // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". — 2015. — Выпуск № 2 (60).
14. **Дрейпер Н., Смит Г.** Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия. 3-е изд. — М.: "Диалектика", 2007. — 912 с.
15. **Статистика пожаров за 2018 год.** URL: <https://sites.google.com/site/statistikapozaro/home/rezultaty-raschetov/operativnyye-dannye-po-pozarom> (дата обращения 29.01.2019).

A. A. Poroshin, Senior Researcher, Chief of Scientific Research Centre, **V. V. Kharin**, Head of Department, **A. A. Kondashov**, Leading Researcher, **E. V. Bobrinev**, Leading Researcher, **E. Yu. Udavtsova**, Senior Researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Balashikha, Moscow region

Investigation of the Risk of Death in Fires from the Time of Arrival of the First Fire Department

The possibilities of using the indicator "time of arrival of fire departments to the place of call" in the development of mathematical models of operational activities of fire protection, efficiency and evaluation of readiness of fire protection units to extinguish fires. The dependence of the death and injury of people in fires on the average

time of arrival of the first unit of fire protection to the place of fire is analyzed. The obtained dependence is described by a linear regression function. A comparison of the number of deaths in fires in 2016–2018 was made with similar data for 2013–2015, the dependence of the number of injured per 100 fires from the time of arrival of the first units to the fire place in 2013–2015 and 2016–2018 Discussed ways to reduce the risk of death in fires.

Keywords: rapid response, fire fighting, time characteristics, fire units

References

1. **Brushlinsky N. N., Sokolov S. V.** On the normalization of the arrival time of fire departments to the fire. *Fire and explosion safety*. 2011. Vol. 20. No. 9. P. 42–48.
2. **Sokolov S. V., Sudakov E. A.** Analysis and assessment of the arrival time of fire departments to the call sites in St. Petersburg in 2006–2015. *Internet journal "Technosphere safety technologies"*. 2016. Issue № 2 (66).
3. **Abaev A. V., Shnejgelberger S. A.** On the evaluation of the temporal characteristics of the functioning of the fire departments // *Online magazine "Technology of technosphere safety"*. 2013. Issue № 2 (48).
4. **Gnezdilova A. V., Kirilcuk I. O.** The Analysis of dynamics of basic indicators of the average rapid response and suppression of fires in Russian Federation for year 2003–2016. *Progressive technologies and processes. Collection of scientific articles of the 4th International youth scientific-practical conference*. Responsible editor A. A. Gorokhov. 2017. P. 55–58.
5. **Kaibichev I. A.** Forecast of the average time of arrival of the first fire Department to the fire in the Russian Federation for 2018. *Topical question of natural science. Collection of materials of the III all-Russian scientific-practical conference with international participation*. Compiler: N. E. Egorova. 2018. P. 277–281.
6. **Brushlinsky H. H.** Simulation of operational activities of the fire service. Moscow: Stroizdat, 1981. 96 p.
7. **Gavrily V. M., Tarasov V. N., Kolganov V. A.** Justification of the number of firefighters at facilities of the national economy. *Organizational and managerial problems of fire protection: collection of scientific works*. Moscow: VNIPO, 1982. P. 4–12.
8. **Methodology** of justification of the required number of operational fire departments to protect settlements from fires and number of fire service of the Russian Federation. V. A. Matyushin, A. A. Poroshin, E. V. Bobrineva, S. A. Oleynik, Yu. A. Matyushin. *Jubilee collection of works of FGU VNIPO of EMERCOM of Russia*. Editor N. P. Kopylova: Moscow: VNIPO, 2007. P. 373–396.
9. **Urban Safety: simulation of urban processes and systems**. N. N. Brushlinsky, S. V. Sokolov, P. Wagner and others. Moscow: "FA-ZIS", 2004. 172 p.
10. **Time Factor**. N. N. Brushlinsky, S. V. Sokolov, S. A. Lupanov, D. V. Kostyuchenko. *Fire business*. 2012. No. 4. P. 26–29.
11. **Ishchenko A. D.** On the readiness of fire departments to travel in cases of death and injury of people in fires. *Internet journal "Technologies of technospheric safety"*. 2013. Issue No. 1 (47).
12. **Maksimov A. V.** The analysis of the operational activities of units of state fire service of EMERCOM of Russia. *Natural and man-made risks (physical, mathematical and applied aspects)*. 2015. No. 1 (13). P. 67–73.
13. **Alekseev S. P.** On reducing the time of arrival of the first fire Department to the place of fire. *Internet journal "Technologies of technospheric safety"*. 2015. Issue No. 2 (60).
14. **Draper N., Smith G.** Applied regression analysis. Multiple regression. 3rd ed. Moscow: "Dialectics", 2007. 912 p.
15. **Fire statistics for the year 2018**. URL: <https://sites.google.com/site/statistikapozaro/home/rezultaty-raschetov/operativnye-dannye-po-pozaram> (date of access 29.01.2019).

Информация

**Продолжается подписка на журнал
"Безопасность жизнедеятельности" на второе полугодие 2019 г.**

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

**Подписной индекс по Объединенному каталогу
"Пресса России" — 79963**

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

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



Э. М. Фархадзаде, д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр.,
e-mail: elmeht@rambler.ru, **А. З. Мурадалиев**, д-р техн. наук, руководитель отдела,
С. М. Исмаилова, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., **Р. Ф. Юсифли**, инж., асп.,
Азербайджанский научно-исследовательский и проектно-изыскательский
институт энергетики, Баку

Формирование выборки для контроля исполнения Правил пожарной безопасности объектов ЭЭС

Безопасность объектов электроэнергетических систем (ЭЭС) относится к одной из важнейших характеристик эффективности работы. Отмечено, что значимость безопасности проявляется в том, что несоответствие ЭЭС предъявляемым требованиям приводит не только к большому материальному ущербу, но и к нарушению экологии, травматизму и гибели обслуживающего объект персонала. Рассмотрен вопрос о повышении эффективности контроля и анализа исполнения Правил безопасности, что может быть достигнуто на основе компьютерных технологий, путем перехода от качественной характеристики безопасности к количественной. Показано, что начальным этапом алгоритма перехода к количественной оценке безопасности объектов ЭЭС является переход к моделированию выборок для контроля исполнения Правил безопасности, обоснованию объема выборок и к документальному подтверждению исполнения Правил безопасности. Формирование контрольных выборок проводится на примере Правил пожарной безопасности.

Ключевые слова: безопасность, объект, Правила, выборка, моделирование, контроль

Введение

Наряду с надежностью (безотказностью, ремонтпригодностью, долговечностью и сохраняемостью) [1] и экономичностью важнейшей характеристикой эффективности работы электроэнергетических систем (далее ЭЭС) является безопасность работы. Последствия отсутствия безопасности проявляются не только в большом ущербе, но и, к сожалению, в нарушении экологии, травматизме и гибели персонала. По данным статистики [2] с 2005 по 2015 г. на объектах электроэнергетического комплекса России произошло 11 485 пожаров, на которых погибли 242 человека, получили травмы 472 человека, а прямой материальный ущерб составил около 3 млрд руб. Из них на трансформаторных подстанциях произошло 36,5 % пожаров.

Контроль состояния безопасности объектов ЭЭС осуществляется рядом организаций [2], в том числе ежегодно инспекторами соответствующих отделов Управления ЭЭС. В результате проверки составляются акты, в которых приводятся выявленные нарушения. На основе актов составляется план мероприятий по устранению этих нарушений. Эта система доказала свою работоспособность. Однако, со временем, сохранение эффективности контроля становится все более

проблематичным. Воздействие на эту систему оказывают:

— неоправданно интенсивная эксплуатация оборудования и устройств (далее ОУ) объектов ЭЭС, срок службы которых превышает расчетный. Иначе говоря, недостаточно полно учитывается факт старения ОУ. В ряде ЭЭС относительное число таких объектов превышает 50 %. Надежность их снижается вследствие роста скорости износа;

— в системе технического обслуживания и планового ремонта совершенно недостаточно учитывается наличие у ОУ остаточного износа; тем самым вносятся ошибки в оценку их нагрузочной способности и остаточного ресурса;

— отсутствие рекомендаций по эксплуатации ОУ, срок службы которых превышает расчетный, соответствующих руководящих и методических указаний;

— недостаточная эффективность системы повышения квалификации персонала; система дистанционного обучения при отсутствии соответствующих методических указаний и безошибочного контроля знаний теряла свою эффективность, а традиционные методы повышения квалификации требовали не только больших затрат, но и не учитывали отсутствие персонала для командировки на курсы;

Фрагмент кодов ППБ трансформаторных подстанций

№ п/п	Код						
1	A010100	48	A021300	95	B040400	142	B053204
2	A010200	49	A021400	96	B040500	143	B053205
3	A010301	50	A021500	97	B040600	144	B053206

— увеличение различия в знаниях молодых специалистов бакалавров и необходимых на объектах ЭЭС инженеров;

— несоответствие существующей материальной базы для диагностики технического состояния стареющих ОУ предъявляемым требованиям;

— отсутствие компьютерных технологий анализа возможного несоответствия состояния безопасности объектов предъявляемым требованиям. Это существенно ограничивало возможности совместного анализа безопасности однотипных объектов и предприятий Управлений ЭЭС, выявления характерных нарушений, формирования общесистемного плана мероприятий по повышению безопасности;

— субъективный характер контроля безопасности объектов предъявляемым требованиям.

В этих условиях обеспечение исполнения Правил безопасности объектов ЭЭС становится в ряд важнейших проблем эксплуатации ЭЭС.

Автоматизированная система выборочного контроля исполнения Правил безопасности

Различия объектов ЭЭС, видов Правил безопасности, систем контроля их исполнения и анализа результатов обуславливают многомерность проблемы. Ниже приведена характеристика автоматизированной системы, формирующей выборки Правил для проверки безопасности объектов ЭЭС на примере Правил пожарной безопасности (далее ППБ).

Условия применения автоматизированной системы.

1. Наличие перечня предприятий энергосистемы с указанием: наименования и типа предприятий; наименования и типа объектов предприятий.

2. Наличие утвержденного перечня потребителей анализа результатов контроля исполнения ППБ. К ним относятся:

— отдел Главного инженера ЭЭС утверждает решения по проведению контроля исполнения ППБ предприятий и мероприятия по уменьшению опасности возникновения пожаров на объектах предприятий ЭЭС;

— руководитель отдела контроля при Управлении ЭЭС, обеспечивающий соответствие пожарной безопасности предприятий ЭЭС предъявляемым требованиям;

— руководители предприятий ЭЭС;

— начальники объектов предприятий ЭЭС;

3. Перечень ППБ, отражающий особенности объектов предприятий ЭЭС. В качестве примера в табл. 1 приведены фрагменты кодов ППБ.

4. Наличие утвержденного плана контроля ответственности пожарной безопасности предприятий ЭЭС предъявляемым требованиям.

5. Наличие утвержденного перечня документов, подтверждающих исполнение ППБ.

6. Возможность ежегодного повышения квалификации ответственных исполнителей требований обеспечения пожарной безопасности.

7. Наличие на предприятиях комплекта документов, подтверждающих исполнения ППБ.

Код ППБ [3] включает следующую информацию: первая позиция соответствует наименованию раздела ППБ; вторая и третья — номеру главы ППБ; четвертая и пятая — номеру пункта главы ППБ; шестая и седьмая — номеру подпункта пункта главы ППБ. Например, первое Правило, расположенное в разделе А, в первой главе и в первом пункте ППБ имеет вид А010100 (см. табл. 1). А Правило, расположенное в разделе Б, в пятой главе, в 32-м пункте и четвертом подпункте обозначается как Б053204.

Перечень используемых при анализе результатов контроля исполнения ППБ наименований разделов и глав сборника Правил пожарной безопасности [3] для трансформаторных подстанций приведены в табл. 2.

Способ устранения субъективного характера выборки контролируемых ППБ. Поскольку общее число ППБ конкретных объектов совместно с подпунктами и приложениями исчисляется в сотнях [3], контроль исполнения всех Правил требует много времени, трудоемок, а учитывая ежегодную периодичность контроля — и нецелесообразен. Трудоемкость визуального контроля обуславливается широким спектром средств обеспечения пожарной безопасности, когда инспектор по многим из них некомпетентен. Если к тому же учесть, что в ряде случаев контроль осуществляет специалист по тушению пожаров, который не знаком с пожароопасными ОУ ЭЭС, трудоемкость объективного контроля существенно возрастает. Поэтому на практике контроль исполнения ППБ осуществляется по предварительно составленному перечню вопросов. Число их в зависимости от типа объекта варьируется в пределах (15—25). В качестве примера в табл. 2 приведено также распределение традиционной контрольной выборки ППБ объемом $n_b = 18$ по главам сборника Правил [3]. Обращает внимание несимметричность распределения. Безусловно, этот перечень



Таблица 2

Сведения о разделах и главах ППБ трансформаторных подстанций

Классификаторы ППБ	Наименование разделов и глав	Код	Распределение выборки
Раздел А	Общие положения	А	7
Глава 1	Организационные требования пожарной безопасности	01	1
Глава 2	Основные требования к организации подготовки персонала	02	2
Глава 3	Основная документация по пожарной безопасности	03	4
Раздел Б	Основные требования пожарной безопасности на предприятиях отрасли	Б	5
Глава 4	Содержание территории	04	4
Глава 5	Содержание зданий и сооружений	05	1
Раздел Е	Распределительные устройства	Е	5
Глава 14	Распределительные устройства электростанций и подстанций	14	1
Глава 15	Кабельное хозяйство	15	1
Глава 16	Силовые трансформаторы	16	1
Глава 17	Аккумуляторные установки	17	2
Раздел 3	Ремонт и реконструкция оборудования	3	0
Глава 21	Пожарная безопасность при ремонте и реконструкции технологического оборудования	21	0
Глава 22	Пожарная безопасность при проведении сварочных и других огнеопасных работ	22	0
Раздел И	Противопожарное водоснабжение и средства пожаротушения	И	8
Глава 23	Противопожарное водоснабжение	23	6
Глава 24	Установки обнаружения и тушения пожара	24	0
Глава 25	Средства пожаротушения пожаров	25	2
Раздел К	Порядок организации тушения пожаров на оборудовании энергетических объектов под напряжением до 0,4 кВ	К	0
Глава 26	Общие положения	26	0
Глава 27	Требования безопасности при выполнении работ по тушению пожара	27	0
Глава 28	Действия персонала при возникновении пожара	28	0
Раздел П	Приложения	П	0
Номера	1–13	29	0

носит субъективный характер, как и сам процесс контроля. А использование одинаковых вопросов для всех однотипных объектов предприятия, а часто — и всех однотипных предприятий существенно искажает характеристику выявленных нарушений, делает ее неrepresentative.

Повышение эффективности контроля выполнения ППБ, как и контроля многих других Правил, может быть достигнуто с помощью компьютерных технологий. В частности, субъективный характер контроля и его однотипность можно избежать известным способом — путем моделирования случайной выборки Правил из совокупности ППБ. Для этого, исходя из общего числа ППБ для заданного объекта, равного K_i^{06} , где $i = 1, m_{06}$; m_{06} — число однотипных объектов предприятий ЭЭС, "разыгрывается" $K_{b,i}^{06} \ll K_i^{06}$ порядковых номеров Правил, где $K_{b,i}^{06}$ — объем выборки (b) Правил i -го типа объекта по формуле:

$$N_j^{06} = \text{Abs} \left[\xi_j K_i^{06} \right] + 1, \quad (1)$$

где $j = 1, K_{b,i}^{06}$; N_j^{06} — случайная и j -я реализация порядкового номера ППБ; ξ_j — j -я реализация случайной величины ξ , соответствующая равномерному распределению в интервале $[0,1]$.

Случайные величины ξ моделируются подпрограммой RANDU (ξ). При формировании контрольной выборки Правил вручную, например, при отсутствии автоматизированной системы формирования контрольной выборки и синтеза результатов контроля, можно воспользоваться функцией СЛЧИС в системе Excel или же (для примера) таблицей случайных чисел [4]. Например, если $\xi_j = 0,7213$, а $K_i^{06} = 566$, то номер очередного (j -го) Правила будет $408,3 = (0,7213 \cdot 566)$. Следовательно, $N_j^{06} = 409$. Следует отметить, что при моделировании контрольной выборки ППБ не исключается возможность равенства порядковых номеров реализаций отдельных Правил. Такое возможно, если величина $|\xi_i - \xi_j| M_i < 1$, где ξ_i и ξ_j — i -я и j -я реализации ξ . Поскольку наличие одинаковых порядковых номеров контрольной выборки лишено физического смысла (это означает что исполнение некоторого Правила должно контролироваться дважды), в алгоритме расчета предусматривается проверка каждой реализации на индивидуальность. Если порядковый номер Правила в выборке повторяется, то эта реализация исключается из рассмотрения. Поскольку ППБ в полученной выборке объемом $K_{b,i}^{06}$

размещены в произвольном порядке, для удобства распознавания Правил целесообразно ранжировать их порядковые номера $N_j^{об}$ в порядке возрастания совместно с кодом каждого Правила.

Значимость определения объема выборки. Одним из основных вопросов при моделировании порядковых номеров ППБ является объем выборки. К сожалению, здесь не могут быть использованы известные методы расчета минимального объема выборки из генеральной совокупности, поскольку ППБ не есть генеральная совокупность случайных величин. Однако для ППБ характерны многие особенности традиционного расчета объема выборки. Здесь также нужно учитывать [5]:

- увеличение объема выборки требует увеличения времени контроля, а уменьшение — приводит к увеличению риска ошибочного решения;
- неоднородность даже большой выборки не гарантирует успеха;
- экстраполяция результатов контроля для совокупности ППБ на его разделы ошибочна;
- в целом, определение объема выборки — это последовательность большого числа компромиссов.

В качестве примера в табл. 3 приведен перечень ППБ для контрольной выборки $K_{b,i}^{об} = 20$.

Результаты моделирования позволяют сделать важный вывод: случайный характер малых выборок обуславливает неравномерность их распределения по главам ППБ. Основываясь на данных табл. 4, где приведено число Правил по разделам и главам сборника ППБ, можно заключить:

- случайные выборки Правил недостаточно полно отражают содержание глав ППБ;
- имеют место главы сборника ППБ, Правила которого совершенно не представлены в выборке. Это А01, Б05, Е14, Е16, Е17, Ж18, Ж19, Ж20, И25;
- число контролируемых Правил в каждой главе недостаточно полно характеризует объем этих глав. Наблюдается несоответствие числа Правил отдельных глав и числа контролируемых Правил по этим главам. Например, исполнение 46 Правил пятой главы раздела Б представляется выборкой из четырех Правил, а 37 Правил

22-й главы раздела 3 вообще не представлены в контрольной выборке. К недостаткам этого способа нахождения контрольной выборки относится и назначаемый объем выборки.

Определение объема выборок из совокупностей, не относящихся к классу генеральных, представляет сложную и нерешенную задачу [5]. В настоящее время объем выборки определяется исходя из косвенных ограничений. В рассматриваемом случае — это возможность оценить пожарную безопасность объектов в интервале длительности командировки инспектора. Но и назначаемый объем выборки должен, как минимум, охватывать все главы ППБ. Например, для выборок из генеральной совокупности в социологии распространено мнение, что объем выборки должен быть равен 10 % от генеральной совокупности, которая исчисляется в миллионах [6].

Блочный метод формирования объема выборки. Предлагается ликвидацию несоответствий результата моделирования контрольной выборки Правил проводить не по формуле (1) для $K_{b,i}^{об}$, а по главам ППБ, т. е. применить "блочный" способ моделирования. При этом минимальное число контролируемых Правил в каждой главе принимается равным единице. Расчет объема выборки в каждой главе проводится следующим образом:

- определяем главу (г) с минимальным числом Правил, устанавливаем для этой главы число контролируемых Правил, равное единице;
- число контролируемых Правил остальных глав (см. табл. 4), а их для рассматриваемых объектов — 18, определяется отношением числа Правил в каждой главе к минимальному числу Правил одной из глав $K_{i,min}^r$ с общепринятым порядком их округления. Например, для 22-й главы $K_i^r = 37$. Поскольку $K_{i,min}^r = 10$ (см. табл. 4), число реализаций контролируемой выборки из 22-й главы будет равно 4.

При этом очевидно, что объем выборки контроля выполнения ППБ будет примерно равен отношению числа Правил совокупности для рассматриваемого (i) объекта K_i^r и минимального числа Правил каждой из глав $K_{i,min}^r$.

Таблица 3

Некоторые результаты моделирования и ранжирования ППБ

№ п/п	Результаты моделирования			Результаты ранжирования	
	Случайные величины	Порядковые номера ППБ	Координаты ППБ	Порядковые номера ППБ	Координаты ППБ
1	0,1009	45	А021000	37	А020502
2	0,3754	165	Е150300	44	А020900
3	0,0842	37	А020502	45	А021000
4	0,9901	433	П291107	52	А030101
5	0,128	56	А030105	56	А030105



Таблица 4

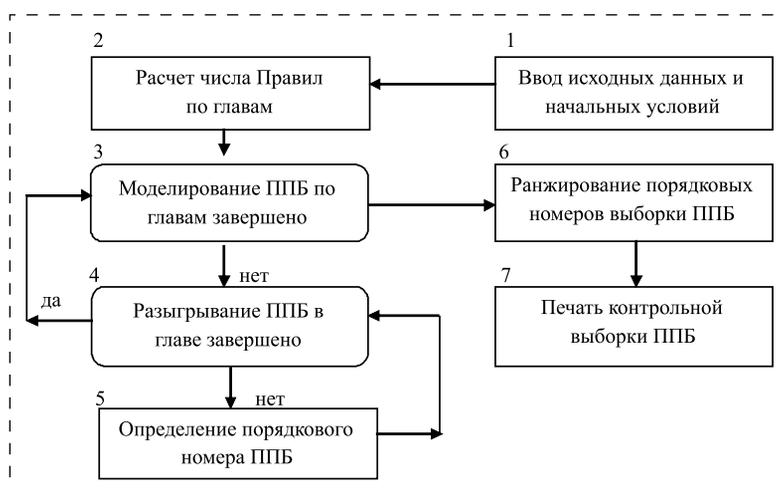
Иллюстрация преимуществ блочного моделирования выборки ППБ

Порядковые номера		Код разделов и глав	Число ППБ по разделам и главам	Моделирование выборки	
разделов	глав			по совокупности ППБ	По главам ППБ
	1	01	29	0	3
	2	02	22	3	2
	3	03	40	2	4
1		<i>A</i>	<i>91</i>	<i>5</i>	<i>9</i>
	4	04	10	1	1
	5	05	46	0	5
2		<i>B</i>	<i>56</i>	<i>1</i>	<i>6</i>
	6	14	15	0	1
	7	15	29	1	3
	8	16	20	0	2
	9	17	10	0	1
3		<i>E</i>	<i>74</i>	<i>1</i>	<i>7</i>
	10	18	22	0	2
	11	19	17	0	1
	12	20	14	0	1
4		<i>Ж</i>	<i>51</i>	<i>0</i>	<i>4</i>
	13	21	29	3	3
	14	22	37	3	4
5		<i>З</i>	<i>66</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
	15	23	31	2	3
	16	24	20	2	2
	17	25	16	0	2
6		<i>И</i>	<i>67</i>	<i>4</i>	<i>7</i>
	18	29	33	3	3
7		<i>П</i>	<i>33</i>	<i>3</i>	<i>3</i>
Всего			438	20	43

В соответствии с результатами расчетов, приведенными в табл. 4, величина $K_i^{об} = 438$, $K_{i,min}^{об} = 10$, а объем выборки по главам ППБ $n_i = 43$. При этом все отмеченные выше недостатки формирования выборок устранены. Увеличение объема контрольной выборки ППБ с 20 по совокупности до 43 по главам ППБ может быть устранено двояко: переходом от одного контроля в течение года к двум, т. е. переходом к полугодичному интервалу контроля, и изменением структуры контроля.

Блок-схема алгоритма блочного моделирования контрольных выборок ППБ приведена на рисунке.

В табл. 5 показаны некоторые результаты блочного моделирования контрольных



Укрупненная блок-схема алгоритма моделирования выборки ППБ



Некоторые результаты блочного моделирования

№ п/п	Подстанции									
	ПС № 1		ПС № 2		ПС № 3		ПС № 4		ПС № 5	
1	37	A020502	5	A010303	4	A010302	23	A010800	90	A031502
2	44	A020900	8	A010306	16	A010502	44	A020900	100	B040900
3	45	A021000	33	A020302	23	A010800	69	A030503	154	E140700
4	52	A030101	44	A020900	62	A030402	92	B040100	192	E160101
5	56	A030105	52	A030101	78	A030604	99	B040800	196	E160200

выборки ППБ для пяти объектов ЭЭС-подстанций.

Результаты анализа возможности повтора контрольных ППБ при моделировании контрольных выборок однотипных объектов позволяют заключить, что повторные ППБ (в табл. 5 выделены шрифтом) составляют около 10 %. Эта информация весьма полезна, так как повторные ППБ в контрольных выборках позволяют судить о степени идентичности подхода к обеспечению выполнения ППБ на всех однотипных объектах предприятия ЭЭС.

Если учесть, что обеспечение выполнения ППБ на однотипных объектах предприятия осуществляется централизованно, существующие недостатки исполнения ППБ для всех однотипных объектов предприятия во многом схожи, то можно утверждать, что совокупность контрольных выборок однотипных объектов будет полностью характеризовать пожарную безопасность как предприятия в целом, так и каждого из объектов.

Учет различия ответственного исполнения. Выше были рассмотрены вопросы обеспечения представительности контрольных выборок ППБ. Предложен блочный метод моделирования выборок. Однако не учтен еще один фактор, позволяющий устранить недостатки самой системы

контроля. Это учет категории ответственного исполнителя ППБ. Будем различать три категории исполнителей ППБ:

- руководители объектов предприятий ЭЭС;
- руководители предприятий ЭЭС;
- руководители ЭЭС.

Например, ни от руководителей объектов, ни от руководителей предприятий не зависит возможность организации Учебного центра по повышению квалификации инженеров электриков, тепловиков, гидравликов, механиков и других специальностей.

Возможность автоматической классификации ППБ по их ответственному исполнителю обеспечивается добавлением к интегральным кодам ППБ индексов "э", "п" и "о", соответствующих виду ответственных исполнителей, а именно Руководителю ЭЭС, предприятия и объекта.

В табл. 6, 7 и 8 приведены фрагменты результатов экспертной классификации перечня ППБ трансформаторных подстанций по ответственному исполнителю ППБ.

Расчеты показывают, что исполнение 32,5 % ППБ зависит от руководителей объектов, 61,9 % — от руководителей предприятий и 5,6 % — от руководителя ЭЭС. Но если учесть, что ППБ,

Таблица 6

ППБ, за нарушение которых несет ответственность руководство ЭЭС

A010301Э	A011300Э	B050300Э	E151900Э	E152200Э	E152600Э	E161100Э	E170500Э	I230100Э
A010303Э	B050200Э	B051800Э	E152100Э	E152500Э	E152700Э	E170400Э	E170700Э	I250100Э

Таблица 7

ППБ, за нарушение которых несет ответственность руководство предприятия

A010100П	A020303П	B051300П	E151501П	3210300П	3222000П	I240300П	K260200П	P290400П
A010200П	A020400П	B051400П	E151502П	3210504П	3222100П	I240400П	K260300П	P290501П

Таблица 8

ППБ, за нарушение которых несет ответственность руководство объекта

A010501О	B050505О	E150400О	E170200О	3211507О	3221000О	I231200О	I240800О	K270200О
A010502О	B050506О	E150700О	E170300О	3220100О	3221100О	I231300О	I240900О	K270300О



выполняемые Руководством ЭЭС, устраняют опасность развития пожара на всех объектах ЭЭС, число которых исчисляется тысячами, значимость их исполнения становится очевидной. Например, повышение квалификации инженерных кадров ЭЭС обеспечивает безопасность на всех объектах ЭЭС.

Рассмотренная классификация ППБ позволяет повысить эффективность контроля нарушений ППБ. Сегодня инспектора ЭЭС контролируют практически лишь исполнение ППБ, ответственными исполнителями которых являются руководители объекта, т. е. всего около 30 % ППБ. Это связано с большим объемом многоплановой работы и синдромом

критики своего Руководства. Более объективным оказывается дифференцирование исполнителей контроля.

ППБ, имеющие индекс "э", должны контролировать соответствующие отделы министерства энергетики или министерства по чрезвычайным ситуациям, если принять во внимание, что безопасность страны зависит и от безопасности электротехнической отрасли. ППБ с индексом "п" должны контролировать инспекторы отдела безопасности управления ЭЭС, а ППБ с индексом "о" — инспекторы предприятий ЭЭС. Ежегодную систему контроля и подотчетность инспекторов целесообразно оставить без изменения.

Таблица 9

Результаты классификации контрольных выборок

Порядковые номера		Код разделов и глав	Общее число ППБ			Контрольное число ППБ	
разделов	глав		Ответственный исполнитель			Руководитель	
			объекта	предприятия	ЭЭС	объекта	предприятия
	1	01	1—7	18	3	2	4
	2	02	—	22	—	—	6
	3	03	—	—	—	—	—
1		А	7	40	3	2	10
	4	04	—	—	—	—	—
	5	05	10	8	3	3	2
2		Б	10	8	3	3	2
	6	14	5	9	—	1	2
	7	15	6	16	6	2	4
	8	16	7	11	1	2	3
	9	17	5	2	3	1	1
3		В	23	38	10	6	10
	10	18	—	—	—	—	—
	11	19	—	—	—	—	—
	12	20	—	—	—	—	—
4		Ж	—	0	0	0	0
	13	21	9	12	—	2	3
	14	22	22	14	—	6	4
5		З	31	26	0	8	7
	15	23	12	18	1	3	5
	16	24	6	13	—	2	3
	17	25	5	10	1	1	2
6		И	23	41	2	6	10
	18	26	1	6	—	1	1
	19	27	7	1	—	2	1
	20	28	2	5	—	1	1
7		К	10	12	0	4	3
	21	29		33	—	—	8
8		П		33	0	0	8
Всего			104	198	18	29	50

В табл. 9 приведен пример формирования контрольных выборок ППБ. Здесь сохранен блочный принцип моделирования и оценки числа реализаций в каждом разделе и главе ППБ. Данные таблицы подтверждают целесообразность классификации множества ППБ конкретных объектов.

Действительно, для Руководства конкретного объекта необходимо непосредственное исполнение 104 ППБ, а для Руководства ЭЭС — всего 18 ППБ, т. е. почти в 6 раз меньше. Но выполнение ППБ Руководством ЭЭС приводит к устранению опасности развития последствий пожара на тысячах объектов ЭЭС. Поэтому значимость контроля исполнения ППБ с индексом "э" намного выше, чем с индексом "о". К сожалению, в настоящее время контроль исполнения ППБ проводится с "точностью" наоборот.

Выводы

1. Совершенствование системы контроля исполнения Правил пожарной безопасности, прежде всего, может быть достигнуто переходом к формированию контрольной выборки Правил на ЭВМ.

2. Моделирование контрольной выборки Правил по их совокупности для одноименных объектов имеет ряд существенных недостатков, основными из которых являются:

— субъективный характер назначения объема контроля выборки;

— случайный характер выборки ППБ не отражает различие числа Правил по разделам и главам.

3. Рекомендуется блочный способ моделирования контрольной выборки по главам.

4. Вероятность повторения контрольных ППБ в перечне Правил ряда объектов не превышает единиц процентов.

5. Рекомендуется изменение системы контроля исполнения ППБ с учетом их значимости.

Список литературы

1. **ГОСТ Р.27.002—2009.** Надежность в технике. Термины и определения.
2. **Пожары** и пожарная безопасность в 2005—2015 году. Статистический сборник, Статистика пожаров и их последствий / Под общ. ред. А. В. Матюшина. — М.: ВНИИПО МЧС России, 2016. — 124 с.
3. **PD 153-34.0-03.301-00** (ВППБ 01.02.95*). Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий.
4. **Шор Я. Б., Кузьмин Т. И.** Таблицы для анализа и контроля надежности. — М.: "Советское радио", 1968. — 254 с.
5. **Болоев Е. В., Дубицкий М. А.** Обеспечение безопасности электроэнергетических систем // Вестник СГТУ. — 2011. — № 4 (62). — Выпуск 4.
6. **Орлов А. Ц.** Прикладная статистика. — М.: "Экзамен", 2004. — 483 с.

E. M. Farhadzadeh, Professor, Chief Researcher, e-mail: elmeht@rambler.ru,
A. Z. Muradaliyev, Chief of Department, **S. M. Ismailova**, Senior Researcher,
R. F. Yusifli, Engineer, Postgraduate Student, Azerbaijan Scientific-Research and Design-Prospecting Institute of Energetic, Baku

Formation of Sample for Control of Execution of Fire Prevention Rules of Objects of EPS

Safety of objects of electro power systems (EPS) concerns to one of the major properties of reliability of work. The importance of safety is shown, first of all, that discrepancy of EPS to shown requirements results not only in the big material damage, but also to infringement of ecology, a traumatism and destruction of the personnel serving object. Increase of efficiency of the control and the analysis of execution of Safety rules can be reached on the basis of computer technologies, by transition from the qualitative characteristic of safety to quantitative. The Initial stage of increase of safety of objects of electro power systems is transition to modelling control выборки Fire prevention rules, to a substantiation of volume выборки and to documentary acknowledgement of execution of safety rules.

Keywords: safety, object, rules, sample, modelling, the control

References

1. **ГОСТ Р.27.002—2009.** Nadezhnost' v tekhnike. Termin i opredeleniya.
2. **Pozhary** i pozharnaya bezopasnost' v 2005—2015 godu. Statisticheskiy sbornik. Statistika pozharov i ikh posledstviya / Pod obshchej redakciej A. V. Matyushina. Moscow: VNIIPPO MCHS Rossii, 2016. 124 p.
3. **PD 153-34.0-03.301-00** (VPPB 01.02.95). Pravila pozharnoy bezopasnosti dlja energeticheskikh predpriyatij.
4. **Shor Ya. B., Kuz'min T. I.** Tablitsy dlya analiza i kontrolya nadezhnosti. Moscow: "Sovetskoye radio", 1968. 254 p.
5. **Boloyev Ye. V., Dubitskiy M. A.** Obespecheniye bezopasnosti elektroenergeticheskikh sistem. *Vestnik SGTU*. 2011. No. 4 (62). Vyp. 4.
6. **Orlov A. Ts.** Prikladnaya statistika. Moscow: "Ekzamen", 2004. 483 p.



УДК 614.849

А. И. Фомин, д-р техн. наук, вед. науч. сотр.¹, проф. кафедры², e-mail: ncvestnii@yandex.ru,
Д. А. Бесперстов³, канд. техн. наук, доц. кафедры, **А. Ф. Павлов**¹, д-р техн. наук,
проф., зав. лабораторией, **О. В. Рудюк**⁴, студент

¹ АО "НЦ ВостНИИ", Кемерово

² Кузбасский государственный технический университет, Кемерово

³ Кемеровский государственный университет

⁴ Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Красноярский край

Проблемы и пути их решения при дублировании сигнала о пожаре на пульт пожарной охраны

Приведены статистические данные о пожарах в России и гибели людей в зданиях и сооружениях, подлежащих автоматическому выводу сигнала систем пожарной сигнализации в подразделения пожарной охраны. Обоснована необходимость дублирования сигнала и на других объектах защиты с учетом обеспечения равных условий жизнедеятельности людей. Дано описание различных систем, обеспечивающих дублирование сигнала на пульт пожарной охраны с пожарной сигнализации. Описаны непредвиденные сбои работоспособности системы вывода сигнала о пожаре, а также преднамеренные, регулируемые обстоятельства, влияющие на качество работоспособности систем, которые реализуются недобросовестными предпринимателями. Решение выявленных в ходе проведенного исследования проблем позволяет повысить уровень пожарной безопасности на эксплуатируемых объектах, снизить риски травмирования и гибели людей при пожарах.

Ключевые слова: пожарная безопасность, вывод сигнала, дублирование сигнала, передача извещений, система противопожарной защиты, обеспечение безопасности людей

Актуальность

Согласно статистическим данным в Российской Федерации в зданиях классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.2, Ф4.1, Ф4, к которым относятся здания общежитий, гостиниц, дошкольных образовательных организаций, школ, высших учебных заведений, организаций дополнительного образования, домов престарелых и инвалидов, больниц, профессиональных образовательных организаций, произошло 608 пожаров, на которых погиб 21 человек (рис. 1) [1].

Исходя из данных, представленных на рисунке, отметим, что, несмотря на оборудование всех объектов системами вывода сигнала о пожаре на пульт пожарной охраны, их пожаробезопасность находится не на должном уровне, вследствие значительного количества загораний и гибели людей на объектах рассматриваемых категорий.

В настоящее время осуществляется дублирование сообщений о пожаре на всех социальных объектах, большинство из которых являются местами массового скопления людей. Дублирование происходит в автоматическом режиме на пульт пожарной охраны [2].

Нормативно-правовая проблема

Несмотря на преимущества дублирующей системы, не все здания и сооружения оборудованы

ими, так как это не предусмотрено нормами пожарной безопасности, согласно которым регламентируется только класс функциональной пожарной опасности. Нормы не учитывают уровень пожарной безопасности объекта, тем самым ставя граждан, находящихся в зданиях различного функционального назначения, в неравные условия в случае возникновения возгорания, так как фактически люди, находящиеся на объектах, подлежащих выводу сигнала в пожарную охрану, находятся в более безопасных условиях [2]. С учетом этого необходимо переработать существующую нормативную базу с точки зрения выполнения минимально необходимых, но равных условий по обеспечению пожарной безопасности людей [3, 4].

Существующие системы и их реализация

Неравные условия обеспечения безопасности людей осложняются тем, что при реализации рассматриваемого требования существует значительное число систем передачи сигнала о пожаре. В ряду подобных систем можно выделить следующие, наиболее часто встречающиеся при исполнении нормы по выводу сигнала.

Централизованная автоматизированная система передачи информации и извещений о пожаре и других чрезвычайных ситуациях в пожарные части

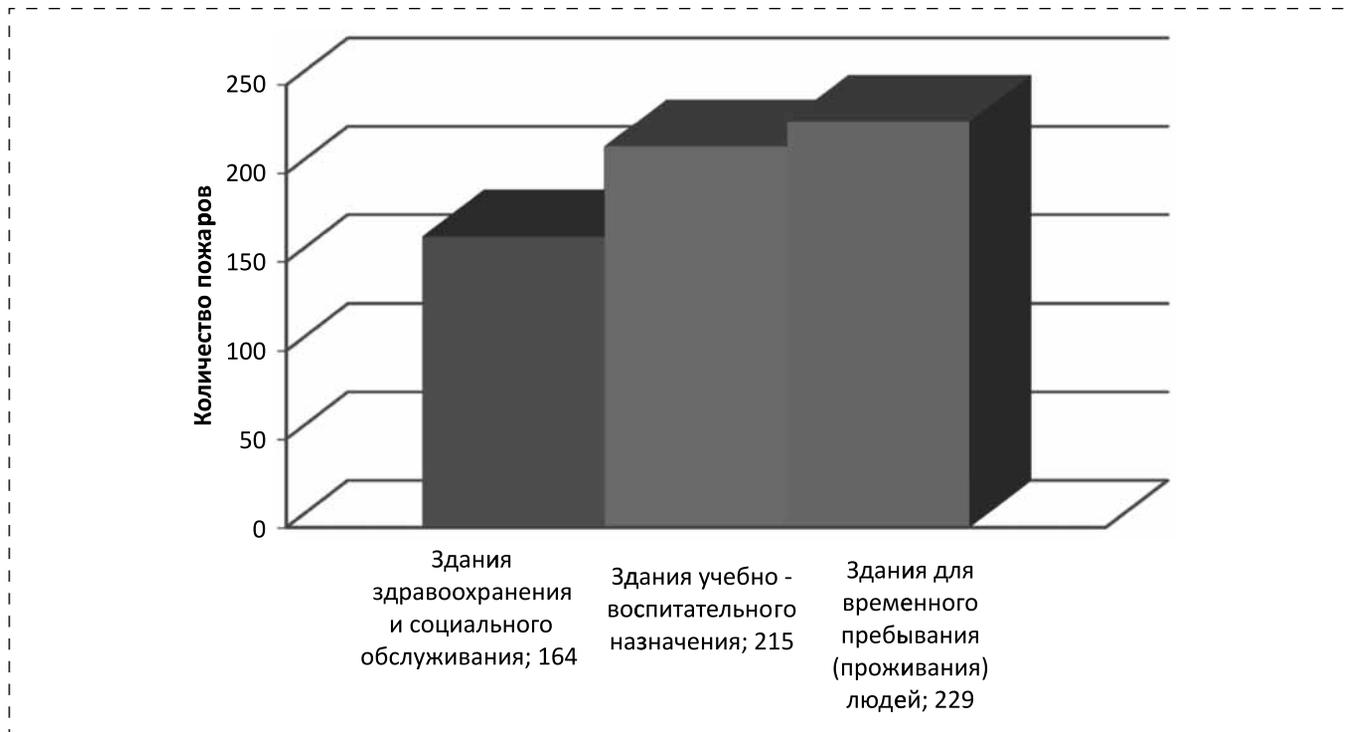


Рис. 1. Статистические данные по пожарам на объектах с выводом сигнала на пульт пожарной охраны

и центры управления кризисными ситуациями (далее — ЦАСПИ). Эта система контроля и наблюдения за состоянием наблюдаемых объектов предназначена для передачи данных всем подсистемам к ЦАСПИ участникам.

ЦАСПИ представляет собой несложную вычислительную технику, интегрированную (включенную) в сложные комплексы специализированного программного обеспечения в соответствии с требованиями заказчика, применяемую с целью передачи уведомлений и данных каналов взаимосвязи и объектного оснащения оборудованием, на котором могут быть использованы устройства абонента ЦАСПИ. Систему ЦАСПИ, по желанию заказчика, можно построить как с максимально возможными требованиями, так и с минимальными.

В систему контроля и наблюдения ЦАСПИ по территориальному признаку могут входить: подразделения пожарной охраны, центры управления кризисными ситуациями, различные дежурно-диспетчерские службы, организации, обслуживающие охваченные объекты, службы технической помощи, единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований и городских округов, основные терминалы ЦАСПИ, серверные для организации работы сетевых соединений между обслуживаемым объектом

и поставщиком услуг, хранилища информации, полученной от обслуживаемых объектов, услуги "личного кабинета", предоставляемые обслуживаемым объектам передвижные объекты, объединенные каналами связи (рис. 2).

На представленном рисунке можно увидеть, что сигнал о пожаре, поступивший от извещателей автоматической пожарной сигнализации, передается на выделенное абонентское устройство, которое, в свою очередь, по выделенному сетевому соединению автоматически передает сигнал на приемные пульта пожарной охраны центра управления кризисными ситуациями и службы технической поддержки ЦАСПИ. Приведенная на рис. 2 схема может быть дополнена рядом заинтересованных служб.

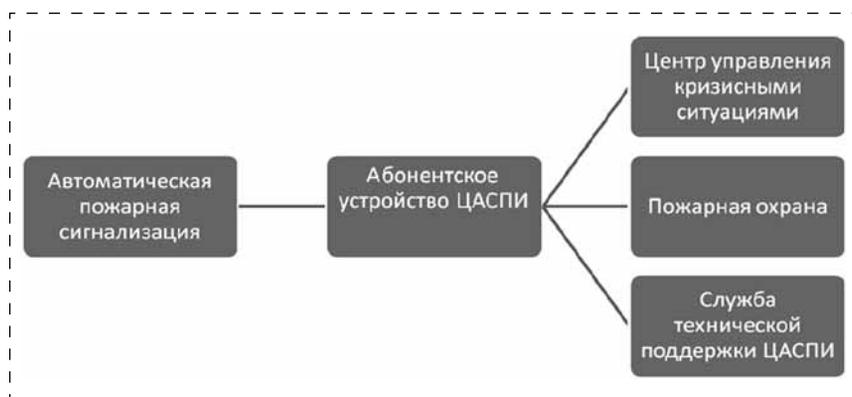


Рис. 2. Порядок реализации ЦАСПИ



Система передачи извещений по радиоканалу ОКО-3 (ОКО)

Система ОКО представляет собой систему сбора информации от пожарной и охранной сигнализаций. Данная система мониторинга многообразна и может быть создана на уровне объектов, районов, городов. Работа системы возможна по различным каналам связи, таким как интернет, сеть GSM, телефонная сеть, радиоканал.

В систему ОКО входят пульта центрального наблюдения, состоящие из вычислительной техники, на мониторах которой отображаются сигналы, поступающие от подсоединенных к системе объектов; приемников радиосигнала; многоканальных ретрансляторов; объектовых станций — ретрансляторов; объектовых контрольно-приемных приборов и панелей (рис. 3).

На приведенном рисунке представлено построение передачи сигналов по радиоканалу. Так, при срабатывании извещателей пожарной сигнализации, сигнал от них передается на объектовый контрольно-приемный прибор системы ОКО. Обработав вид поступившего сигнала, контрольно-приемный прибор передает его на объектовую

ретранслирующую станцию, которая, в свою очередь, перенаправляет его на многоканальный ретранслятор, на который поступают сигналы от всех подключенных к нему объектов. Многоканальный ретранслятор распределяет полученный сигнал на приемники радиосигнала: пульта центрального наблюдения пожарной охраны, на мониторе которых появляется информация о принятом сигнале с того или иного объекта.

Система передачи извещений Андромеда

Система Андромеда представляет собой универсальную компьютеризированную систему приема, обработки и передачи информации о состоянии охранно-пожарного оборудования, установленного на объектах защиты, по коммутируемой телефонной линии и (или) по радиоканалу. Эта система универсальна и имеет в своем наборе различные функциональные возможности, например, настраиваться на различное оборудование, установленное на объекте.

На рис. 4 показано, как сигнал о срабатывании извещателей пожарной сигнализации поступает на пульт службы контроля объекта.

При поступлении сигнала о неисправности либо о срабатывании извещателей происходит его обработка и дальнейшая отправка по коммутируемой телефонной линии на приемники, установленные в подразделениях пожарной охраны. При этом на мониторе указывается информация с видом извещения (пожарная тревога, неисправность), фиксированием тревожных шлейфов, номера объекта защиты, датой и временем поступившего сигнала.

Специализированная охранно-пожарная система Мираж

Система Мираж представляет собой систему контроля, сбора и передачи информации о состоянии объекта защиты. Это — универсальная система с обширными возможностями и различными конфигурациями. Комплекты системы могут строиться в зависимости от потребностей заказчика и предназначаться для организации как централизованного сбора информации от нескольких объектов защиты, так и для одиночных объектов.

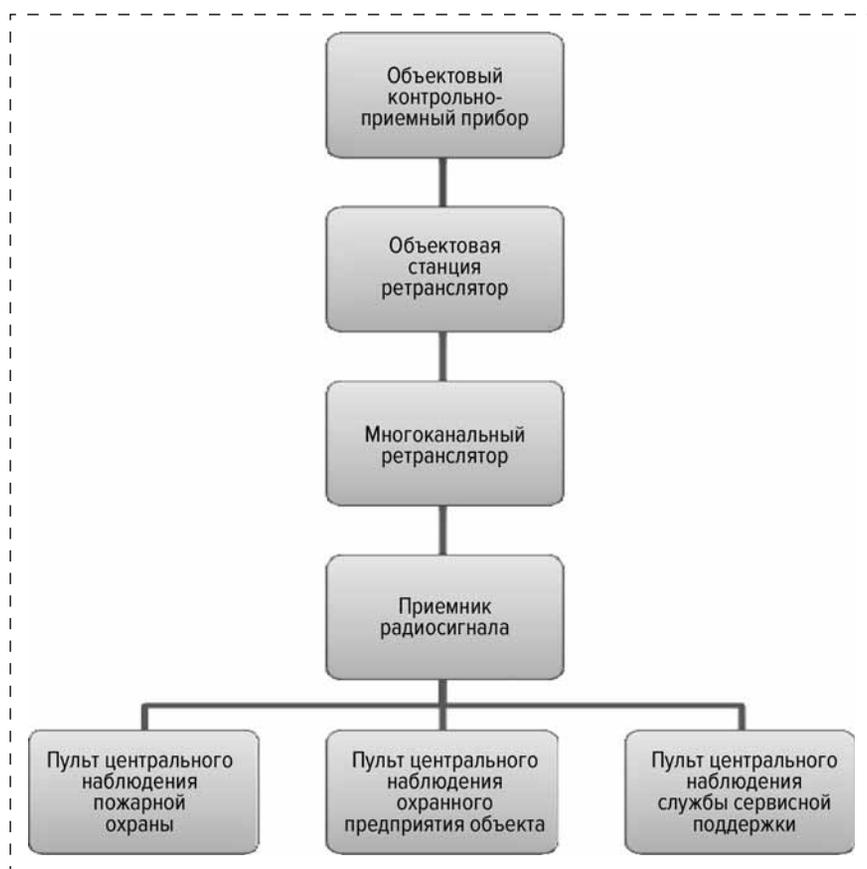


Рис. 3. Структурная схема системы передачи извещений по радиоканалу ОКО

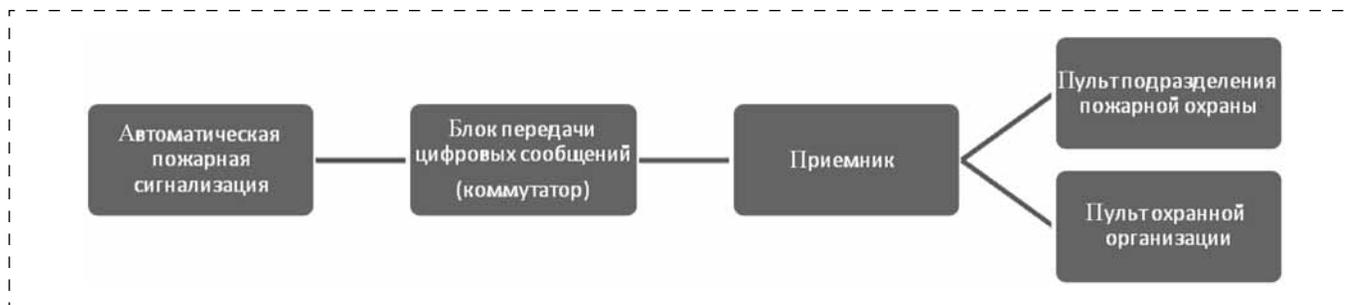


Рис. 4. Построение передачи извещений по коммутируемой телефонной линии системы Андромеда

Данная система позволяет построить передачу информации посредством GSM связи радиоканалам, проводным коммутируемым и прямым линиям связи с взаимным резервированием, т. е. может работать параллельно.

На рис. 5 показан один из вариантов передачи сигналов о срабатывании извещателей по GSM каналу. В данном случае сигнал, поступивший от извещателя, передается на объектовый контроллер с GSM модулем. После обработки сигнал через ближайшие вышки передается на GSM приемник и затем распределяется между заинтересованными службами в зависимости от назначения. Сигнал системы Мираж может быть продублирован несколькими каналами связи в зависимости от требований заказчика и установленного оборудования.

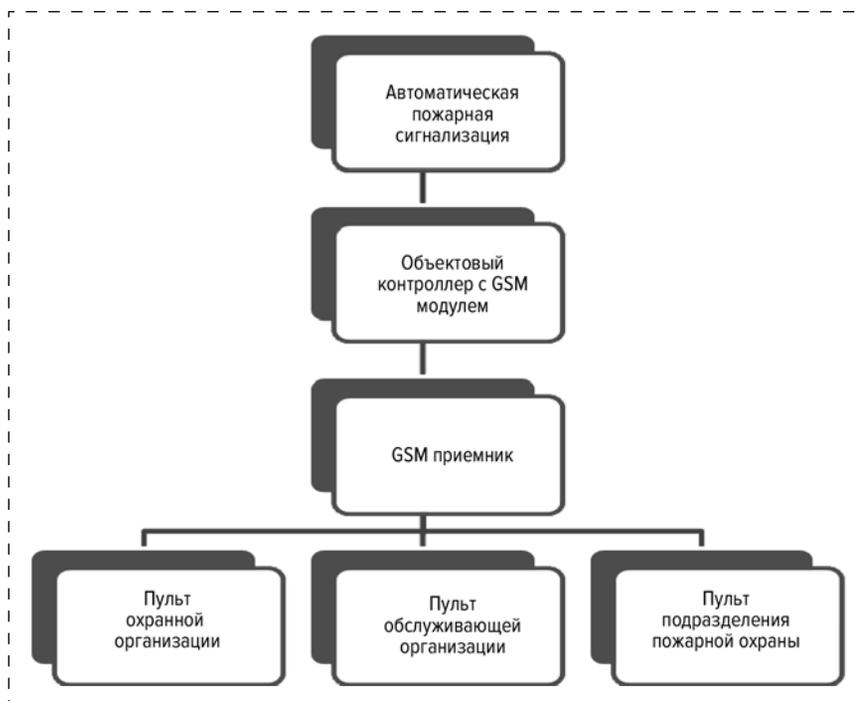


Рис. 5. Схема построения передачи сигнала системы Мираж по GSM каналу

Программно-аппаратный комплекс "Стрелец-Мониторинг" (Стрелец)

Комплекс Стрелец представляет собой систему постоянного контроля, обработки и передачи сведений о возгораниях, динамике формирования пожаров в зданиях и сооружениях с многочисленным присутствием людей, в том числе и в многоэтажных зданиях; позволяет осуществлять постоянный контроль за общественно важными и потенциально опасными объектами без участия людей, находящихся на объектах, а также передавать информацию населению о чрезвычайных ситуациях по каналам связи, не зависимым от функционирования техники связи общего пользования (рис. 6). Система Стрелец оснащается двухсторонним радиоканалом связи между центром мониторинга и охраняемым объектом.

Так, при получении подтвержденного сигнала о чрезвычайной ситуации, оператор может включить объектовую систему оповещения, минуя персонал объектов. Сообщения о произошедших чрезвычайных ситуациях могут распространяться посредством SMS-оповещения, объектовых систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, громкоговорителей, расположенных на улицах, а также выводом текстовых сообщений в виде бегущей строки, воспроизведением на экранах заранее записанных видеороликов, а также с помощью персональных браслетов, предназначенных для лиц с ограниченными возможностями.

Схема, приведенная на рис. 6, показывает, что сигнал, поступивший от извещателей автоматической пожарной сигнализации,

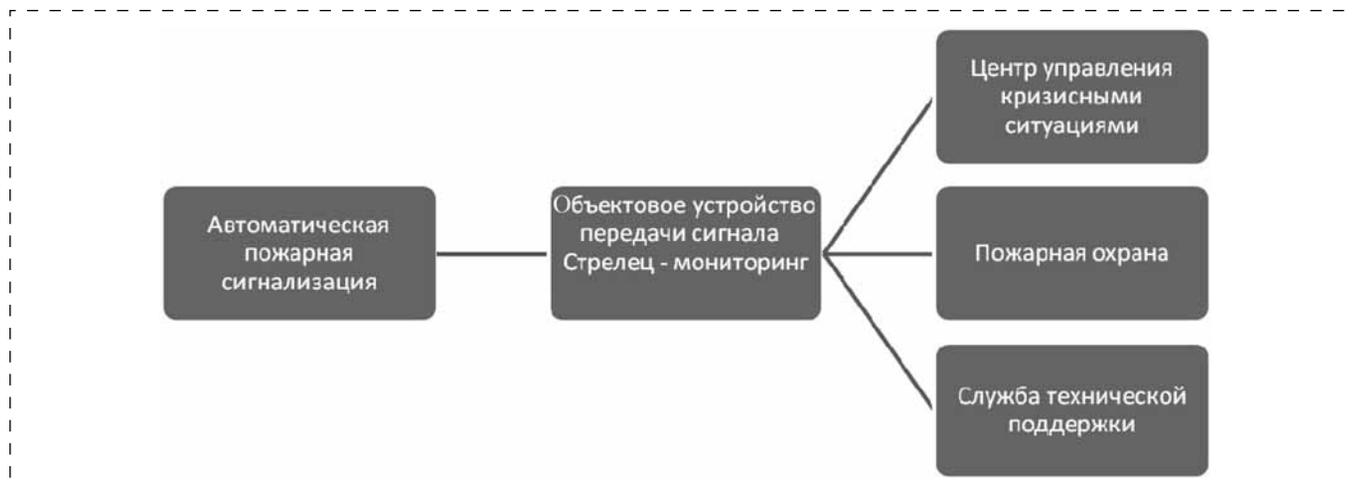


Рис. 6. Порядок реализации передачи сигнала программно-аппаратного комплекса "Стрелец-Мониторинг" о пожаре и других чрезвычайных ситуациях в пожарные части и центры управления кризисными ситуациями

установленной на объекте, передается на объектовое устройство передачи сигнала комплекса Стрелец. Данная система дает возможность передавать сигнал непосредственно в подразделения пожарной охраны, центры управления кризисными ситуациями и службы технической поддержки по выделенным двусторонним радиоканалам.

В связи со значительным числом видов противопожарных систем МЧС России дало разъяснение относительно порядка использования того или иного оборудования. Так, Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий указало на возможность применения любых типов систем передачи сигнала о пожаре, а также дало указания соответствующим органам на возможность использования различных способов их действия [5].

Непредвиденные сбои работоспособности системы вывода сигнала о пожаре

Несмотря на преимущества рассматриваемых систем противопожарной защиты, возникают их ложные срабатывания, независимые от качества монтажа или изготовления. Так, причинами отказа надлежащей работы системы, приводящими к ложному срабатыванию, могут служить перечисленные ниже обстоятельства.

1. Несвоевременное и ненадлежащее обслуживание пожарной сигнализации, непроведение очистки пожарных извещателей в течение длительного времени. Для решения данной проблемы необходимо произвести очистку пожарных

извещателей в соответствии с регламентом по обслуживанию пожарной сигнализации [6].

2. Несоответствие установленных извещателей условиям помещения. Так, в помещениях с большой концентрацией пыли установлены дымовые датчики. В связи с нецелесообразностью применения их в запыленной среде требуется увеличение периодичности очистки извещателей либо замена дымовых извещателей на извещатели пламени.

3. Курение в помещениях, где установлены дымовые пожарные извещатели. Запретить курение в данных помещениях, либо смонтировать вентиляцию так, чтобы максимально ограничить попадание сигаретного дыма в извещатели. Но даже при таких условиях необходимо своевременно производить очистку пожарных извещателей в соответствии с регламентными работами.

4. Курение в помещениях с умеренной концентрацией пыли. Курение в таких помещениях должно быть запрещено, в противном случае происходит срабатывание пожарного извещателя. Необходимо проверить правильность установки дымовых пожарных извещателей по отношению к системам вентиляции данного помещения (требования по размещению пожарных извещателей регламентирует СП 5.13130.2009) [7]. Возможно, пожарный извещатель установлен в зоне максимального воздушного потока, и находящаяся в нем пыль проходит через чувствительные элементы пожарного извещателя. Необходимо переместить пожарный извещатель от воздушного потока вентиляции, либо переместить приемник системы вентиляции от пожарного извещателя.

Преднамеренные, регулируемые обстоятельства, влияющие на качество работоспособности системы

Несмотря на некоторые технические и режимные недостатки противопожарных систем, имеется ряд нерешенных проблем, связанных с конкуренцией между различными организациями, осуществляющими монтаж и последующее обслуживание оборудования. Так, если централизованно оборудовать объекты защиты одним видом систем контроля и мониторинга в городах и выводить сигналы на подразделения пожарной охраны и центры управления кризисными ситуациями, то произойдет нарушение требования Федеральной Антимонопольной службы согласно Федеральному закону РФ "О защите конкуренции" № 135-ФЗ от 26.07.2006 [8].

Также мощность сигнала может умышленно занижаться владельцами ретрансляторов, с которых сигнал непосредственно поступает на центральные пункты приема связи для полного отключения контакта с удаленными объектами, что приводит к задержке передачи сигнала на 2...3 мин.

Вместе с тем в подразделениях пожарной охраны устанавливается значительное число мониторов различных систем контроля и наблюдения, что усложняет работу диспетчеров и снижает эффективность их контроля за состоянием объектов защиты.

В некоторых случаях не выполняются требования п. 7 ст. 83 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности", в котором сказано, что на определенных объектах сигналы на пульт подразделения пожарной охраны должны поступать без участия работников объекта и (или) транслирующей этот сигнал организации [2]. Это не всегда может быть выполнено по причине того, что владельцы ретрансляторов могут умышленно отключать удаленные объекты.

Кроме того, ситуация осложнена тем, что Федеральным законом от 27.12.2002 № 184-ФЗ "О техническом регулировании" не предусматриваются минимально необходимые требования при использовании более эффективных систем контроля и мониторинга объектов защиты [3].

Выводы и предложения

Рассмотрение порядка работы систем дублирования сигнала о пожаре на пульт пожарной охраны и их видов позволило выявить ряд проблем, решение которых позволит повысить качество реализации требований. Основными проблемами вывода из строя той или иной системы дублирования являются их разнообразие, непредвиденные сбои и преднамеренные негативные обстоятельства. Решение рассмотренных проблем позволит добросовестным собственникам повысить пожаробезопасность эксплуатируемых объектов без дополнительных малоэффективных финансовых затрат, снизить риски гибели людей при пожарах, обеспечить сохранение материальных ценностей.

Список литературы

1. **Статистические данные** о пожарах (загораниях) и последствиях от них в Российской Федерации за 2018 год. URL: <http://zvezdny.permarea.ru/Novosti/Novosti/2019/02/01/194648/> (дата обращения 15.04.2019).
2. **Российская Федерация.** Законы. Федеральный закон РФ от 22.07.2008 (ред. от 13.07.2016) № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности". — М.: Собрание законодательства РФ. — 2008. — № 30 — Ч. 1. — Ст. 3579.
3. **Федеральный закон РФ** от 27.12.2002 (ред. от 05.04.2016). № 184-ФЗ "О техническом регулировании". URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=196382&fld=134&from=189650-0&rnd=214990.6867658927338793&> (дата обращения 15.04.2019).
4. **Конституция** Российской Федерации. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/ (дата обращения 15.04.2019).
5. **Официальный сайт** МЧС России. URL: <http://www.mchs.gov.ru/> (дата обращения 15.04.2019).
6. **Постановление** Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 № 390 (ред. от 30.12.2017). О противопожарном режиме. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129263/ (дата обращения 15.04.2019).
7. **СП 5.13130.2009.** Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. — М.: МЧС России, 2009. — С. 149—250.
8. **Федеральный закон** Российской Федерации от 26.07.2006 (ред. от 27.12.2018) № 135-ФЗ "О защите конкуренции". URL: <https://base.garant.ru/12148517/> (дата обращения 15.04.2019).



A. I. Fomin¹, Leading Researcher¹, Professor of Department², e-mail: main@nc-vostnii.ru,
D. A. Besperstov³, Associate Professor, **A. F. Pavlov**¹, Professor, Head of the Laboratory,
O. V. Rudyuk⁴, Student

¹ JSC "NC VostNII", Kemerovo

² Kuzbass State Technical University, Kemerovo

³ Kemerovo State University

⁴ Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Emergencies Ministry of Russia, Zheleznogorsk, Krasnoyarsk region

Problems and the Ways to Solve them on Fire Alarm Redundancy on the Fire Alarm Desk

The article presents statistical data on fires in Russia and the death of people in buildings and construction that are subject to automatic output of the signal of fire alarm systems to fire-fighting unit. Proved the need for duplication of the signal at other objects of protection, taking into account the provision of equal conditions of human activity. A description is given of various systems that provide duplication of the signal to the fire alarm desk with a fire alarm. Unforeseen failures of system functionality of the fire alarm signaling system are described, as well as intentional, regulated circumstances affecting the quality of the systems' performance, which are implemented by unscrupulous entrepreneurs. The resolve of the problems identified in the course of the research allows to increase the level of fire safety at the facilities in operation, to reduce the risks of injury and death in fires.

Keywords: fire safety, signal output, signal duplication, notification transfer, fire protection system, ensuring safety of people

References

1. **Statistical data** on fires (ignitions) and their consequences in the Russian Federation for 2018. URL: <http://zvezdny.permarea.ru/Novosti/Novosti/2019/02/01/194648/> (date of access 15.04.2019).
2. **Russian Federation. Laws.** Federal Law of the Russian Federation of July 22, 2008 (as amended on July 13, 2016) No. 123-ФЗ "Technical Regulations on Fire Safety Requirements". Moscow: Meeting of the legislation of the Russian Federation. 2008. No. 30. Part 1. Art. 3579.
3. **On technical regulation:** Federal Law of December 12, 2002 No. 184-ФЗ (as amended on April 05, 2016). URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=196382&fld=134&from=189650-0&rnd=214990.6867658927338793&> (date of access 04.15.2019).
4. **Constitution** of the Russian Federation [Electronic resource]: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/ (date of access 15.04.2019).
5. **Official site** EMERCOM of Russia. URL: <http://www.mchs.gov.ru/> (date of the access 15.04.2019).
6. **On the fire regime.** Resolution of the Government of the Russian Federation of April 25, 2012 No. 390 (as amended on December 30, 2017). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129263/ (date of access 15.04.2019).
7. **SP 5.13130.2009.** Fire protection systems. Installation of fire alarm and fire extinguishing automatic. Moscow: EMERCOM of Russia, 2009. P. 149–250.
8. **On the Protection** of Competition [Electronic resource]: Federal Law of the Russian Federation dated July 26, 2006 No. 135-FZ (as amended on December 27, 2017). URL: <https://base.garant.ru/12148517/> (date of access 15.04.2019).



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

12—14 ноября 2019. Санкт-Петербург. ВК "Ленэкспо"

Разделы выставки:

- Системы пожаротушения и огнезащиты
- Оборудование и компоненты для охранно-пожарной сигнализации
- Системы видеонаблюдения
- Системы контроля и управления доступом

Подробности: <https://sfitex.ru>

УДК 624.01:625.8

Н. Н. Красногорская, д-р техн. наук, проф., e-mail: nk.ufa@mail.ru,
В. В. Ахмеров, канд. техн. наук, доц., **А. П. Гусева**, магистрант,
Уфимский государственный авиационный технический университет

Сравнительный анализ материалов георешеток

Рассмотрены материалы для изготовления георешеток. Представлены результаты исследований механических, эксплуатационных, экологических свойств материалов георешеток.

Ключевые слова: экологические парковки, зеленая парковка, георешетка, механические свойства, экологические показатели, эксплуатационные свойства, бетон, полимер-песчаный композит, пластик, вторичные отходы

Введение

В любом крупном городе мира, в том числе и в городах России, количество транспортных средств ежегодно увеличивается. За последние 12 лет парк легковых автомобилей России увеличился на 55 %, с 27 млн единиц в начале 2006 г. до 42 млн. единиц к четвертому кварталу 2018 г. (рис. 1) [1].

С ростом числа транспортных средств в современных мегаполисах и крупных городах возникает проблема парковки автомобилей [2]. В Москве обеспечение потребности в парковках составляет 9 % [3]. В городах России обеспеченность местами для парковки автомобилей по месту проживания населения составляет в среднем 35...45 %. Диспропорция между темпами развития

автомобилизации и дефицитом парковочного пространства в городах выдвигает необходимость разработки соответствующих мер для увеличения парковочных мест.

Подземные автостоянки — одно из решений проблемы, но для владельцев в новых домах. Автоматизированные парковки — радикальное и дорогое решение проблемы, суть которого заключается в установке автомобилей на специально оборудованные платформы и дальнейшем их подъеме на "лифте" на свободные места. Механизированные паркинги имеются в Будапеште, Гамбурге, Берлине, Стамбуле, Мюнхене. Например, в Гамбурге работает 24 % таких парковок от общего числа парковочных мест [3].

В настоящее время проблема решается путем парковки автомобилей вдоль дорог, на пешеходных

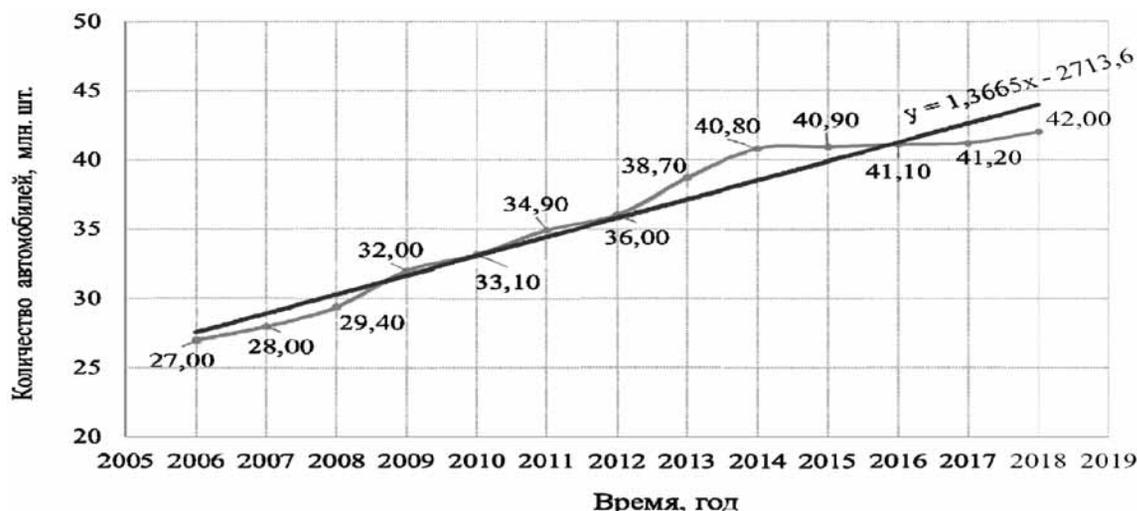


Рис. 1. Диаграмма роста числа автомобилей в России за 2006—2018 гг.



Рис. 2. Экопарковка в г. Штрацбург (Германия)

тротуарах и газонах, в нарушение правил стоянки, установленных правилами дорожного движения, что значительно снижает пропускную способность городских улиц.

Одним из путей увеличения парковочных мест является создание экопарковок. Такие парковки уже достаточно активно внедряются во многих развитых странах. В Европе первая экопарковка появилась уже в конце XX века. Одним из лидеров в создании и внедрении экопарковок является Германия. На рис. 2 показана экологическая парковка г. Штрацбург (Германия).

Внедрение экопарковок позволяет использовать значительные территории в городе для парковок транспортных средств, не нарушая эстетики и сохраняя площадь озелененных территорий. В России первые экопарковки появились в 2006 г. Такая парковка, например, была организована в Москве [2].

В условиях увеличения числа людей, а также транспортных средств на урбанизированных территориях преимущества внедрения экопарковок очевидны. Экопарковки позволяют сохранить растительность — зеленый газон. Главная задача "зеленой парковки" — увеличение площади, пригодной для стоянки автомобилей, и озелененной территории.

Задача решается путем применения на газоне покрытия, укрепленного специальными армирующими решетками. Такая конструкция покрытия должна выдерживать механические нагрузки от транспортных средств и сохранить зеленый газон, а сама экопарковка должна гармонично вписываться в дизайн города. Немаловажными факторами, влияющими на устройство экопарковок, являются также погодные условия, при которых эти

парковки эксплуатируются. Поэтому основными характеристиками георешеток являются: способность защитить грунт и корневую систему зеленого газона, эстетичность, прочность, долговечность, легкость монтажа, стоимость.

Следует отметить, что первые георешетки имели ряд недостатков: недостаточно высокая прочность конструкции, низкая морозоустойчивость. В настоящее время они совершенствуются и улучшаются.

К георешеткам предъявляется целый ряд требований. Одним из главных факторов, определяющих использование их для экопарковок, являются прочностные свойства. Показатели несущей способности георешеток должны находиться в пределах от 220 до 270 т/м², что позволит парковать как легковые автомобили с нагрузкой до 60 кН (6 т), так и грузовые с нагрузкой 110 кН (11 т) [4].

Прочность георешеток во многом зависит от толщины стенок ячейки — чем толще стенки и чем меньше диаметр ячейки, тем большей прочностью они обладают [5] (рис. 3).

Применение георешеток позволяет значительно уменьшить нагрузку на нижние слои грунта. На рис. 3 показано распределение нагрузки на грунт, возникающей от колеса транспортного средства с использованием и отсутствием георешеток. Значительное влияние на устойчивость экопарковки от механических повреждений оказывает толщина укрепляющих слоев под георешеткой. Для организации стоянки легкового автомобиля необходимо обеспечить слой гравия в 25...30 см, для грузового — 45...50 см [4].

Важным фактором, определяющим механические и эксплуатационные характеристики георешеток, является материал, из которого они изготовлены. Применяемый для георешеток материал должен обеспечить выполнение основных требований, предъявляемых к экопарковкам, а выбор материала должен определяться также

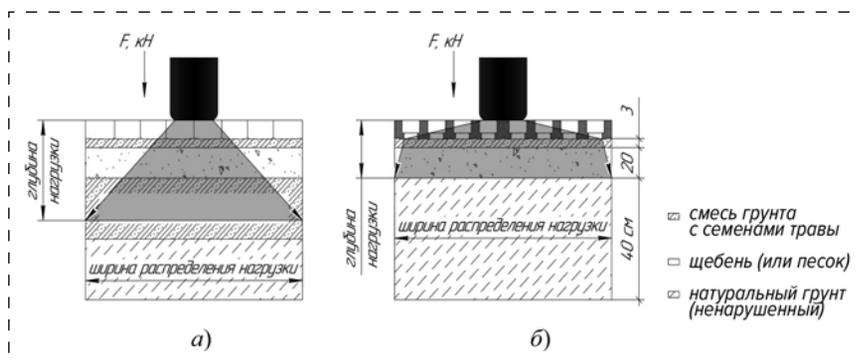


Рис. 3. Распределение нагрузки от транспортного средства: а — обычное покрытие; б — с использованием газонной решетки

экологическими факторами — возможностью утилизации отработанных георешеток, изготовления георешеток из вторичных отходов.

Далее рассмотрено исследование прочностных и эксплуатационных свойств, а также сравнительный анализ материалов для изготовления георешеток.

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования рассматривалась типовая экопарковка, выполненная в виде композиции георешеток, представляющих собой систему модулей с ячейками, соединенных между собой замками, которые должны предохранять корневую систему зеленых насаждений газонов от механических воздействий [6].

Георешетки отличаются друг от друга геометрией конструкции, толщиной стенок и материалом (рис. 4).

Георешетку применяют на обычных газонах вдоль пешеходных тротуаров, детских и спортивных площадок. С помощью георешетки можно укрепить также кюветы, дренаж, поверхностный водоотвод, откосы. Укрепление этих участков георешетками позволяет предотвратить вынос грунта, защитить корневую систему зеленых насаждений газона и уменьшить эрозионное воздействие на откос [7]. На рис. 5 показана схема укрепления газона георешеткой.

Внешний вид газона после укрепления его георешетками показан на рис. 6 (см. 2-ю стр. обложки).

Перспективным направлением развития экопарковок является создание конструкции георешеток из полимерных композиционных материалов (ПКМ), состоящих, например, из пластика и наполнителя: песка, мелкой стружки металла, иного наполнителя. ПКМ в отличие от обычного пластика обладает более высокими прочностными свойствами, что позволяет изготавливать георешетки с меньшей толщиной стенок, а это разрешает увеличить площадь зеленых насаждений и обеспечить улучшенный внешний вид экопарковки. Выбор материала для георешеток во многом зависит от эстетичности экопарковки.

Обычно выделяют два типа бетонных решеток: квадратная с максимальной нагрузкой 400 т/м^2 и сотовая с максимальной нагрузкой 20 т/м^2 . Первый вид обычно укладывают в транспортных терминалах или местах с интенсивным движением. Сотовую решетку применяют для укладки тротуаров, велосипедных дорожек, парковок, детских площадок (рис. 7 — см. 2-ю стр. обложки) [8].

Из рис. 7 видно, что площадь (толщина стенок), занимаемая бетонной решеткой, соизмерима с площадью зеленых насаждений.

У пластиковых решеток толщина стенок значительно меньше, чем у решеток из бетона, что

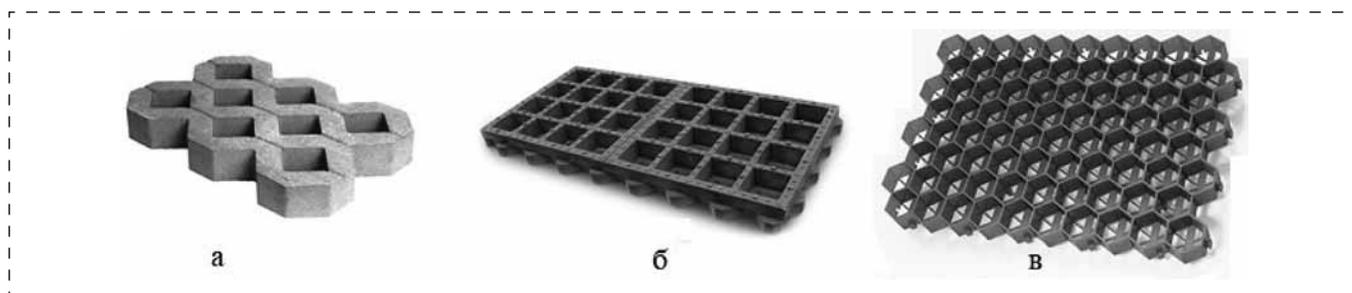


Рис. 4. Виды георешеток:
а — из бетона; б — из полимер-композита; в — из пластика

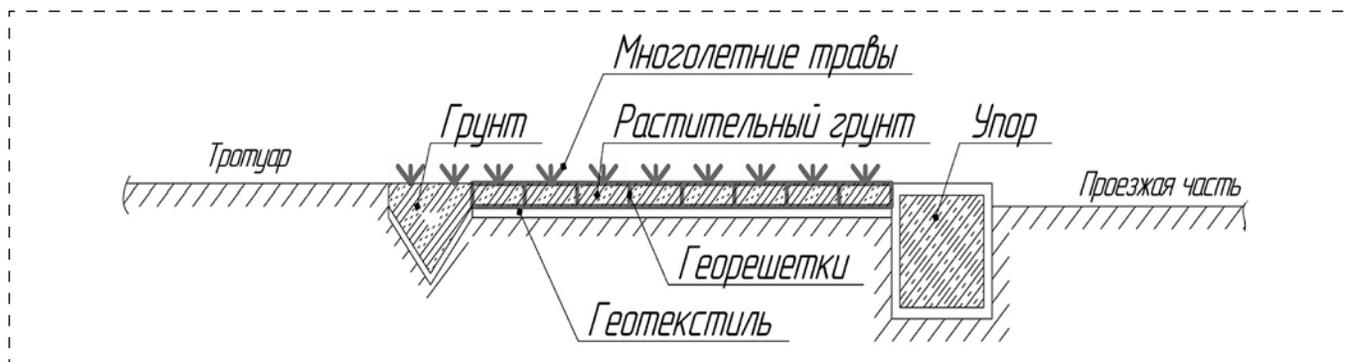


Рис. 5. Укрепление газонов георешетками

увеличивает площадь зеленых насаждений и улучшает эстетичность территорий.

Пластиковые решетки для экопарковок изготавливаются из высокопрочных полимерных материалов. Модули таких решеток имеют различную форму ячеек: круглые, квадратные, с ячейками в форме сот и т. д. (рис. 8). Наиболее прочными из показанных на рис. 8 георешеток являются решетки с ячейками в форме сот [8].

В зависимости от предполагаемой нагрузки пластиковые решетки разделяются на два типа [9]:

- легкие, которые устанавливаются на парковках или в местах, где движение транспорта очень редкое; также их устанавливают на спортивных площадках, лужайках для игры в гольф, используют для укрепления склонов и насыпи (пластиковое полотно состоит из множества разных кусочков и поэтому легко повторяет изгибы и неровности насыпей);

- тяжелые, которые могут выдержать серьезные нагрузки и поэтому их целесообразно устанавливать на стоянках для грузового транспорта, на складах.

Георешетка из пластика по сравнению с георешетками из бетона и полимер-песчаного композита является наиболее дорогой, цена модуля колеблется от 800 руб. и выше. Пластик нежелательно использовать на общественных стоянках из-за тонкости ребер, что приводит к быстрому разрушению модуля (рис. 9 — см. 2-ю стр. обложки). Из рисунка видно, что экопарковка, выполненная из пластика, не выдерживает нагрузок и подвергается механическим повреждениям.

Полимер-композитные решетки сочетают в себе физико-химические свойства и бетона, и

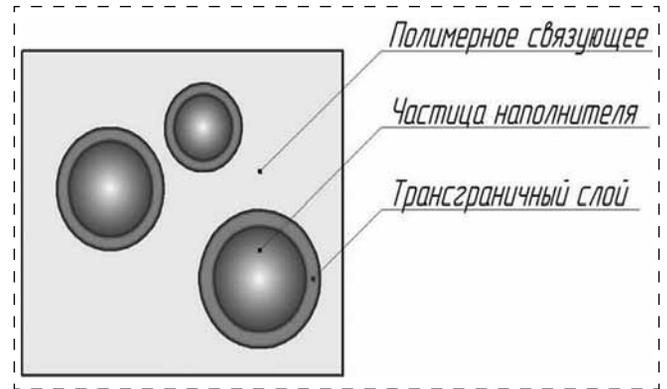


Рис. 10. Структура полимер-композитного материала

полимеров, так как ПКМ — это гетерофазный, многокомпонентный материал, имеющий непрерывную фазу (связующее или матрица), воспринимающую внешние нагрузки и передающую их на усиливающую фазу-наполнитель (рис. 10).

Полимер-композитный материал в отличие от бетона имеет более высокую прочность и долговечность [5]. При воздействии солнца полимер-песчаный композит сохраняет все свои свойства. Стоимость георешетки из ПКМ и бетона примерно одинаковая и варьируется в пределах 200...700 руб. за один модуль с размерами 400 × 800 × 40 мм. Бетон в отличие от ПКМ имеет такие недостатки, как большой вес и недостаточную эстетичность.

Результаты исследования

Результаты сравнительного анализа характеристик георешеток из бетона, пластика, полимер-композита приведены в табл. 1.

Результаты исследования георешеток по эксплуатационным показателям материалов приведены в табл. 2.

Как видно из таблицы, наиболее легким по массе является пластик, недорогим — бетон. Георешетка из полимер-композита может быть выполнена размером модуля (800 × 400 × 60), что превышает размеры модулей из пластика и бетона.

Результаты исследования георешеток по экологическим показателям материалов приведены в табл. 3. Как видно из таблицы, наиболее экологически чистым является полимер-композит, так как получен из вторичных отходов.

Результаты сопоставления механических характеристик материалов георешеток приведены в табл. 4. Как видно из таблицы, среди сравниваемых материалов ПКМ имеет ряд преимуществ,

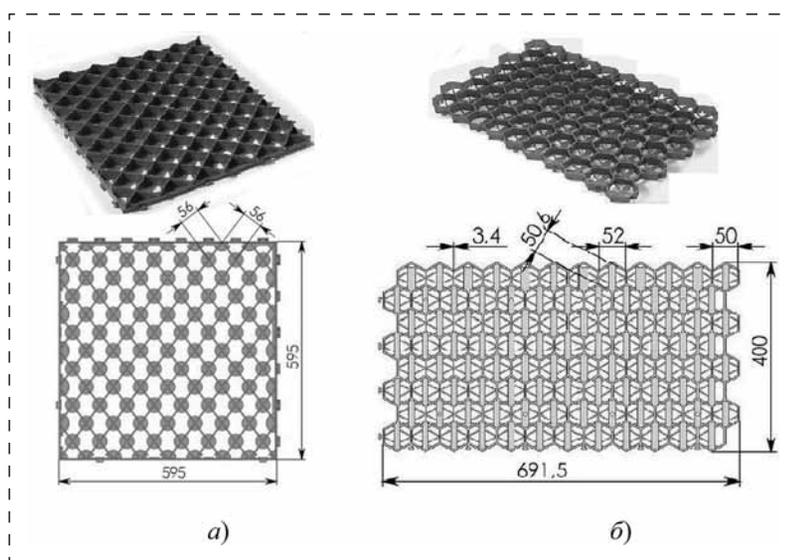


Рис. 8. Виды пластиковых георешеток: а — квадратная; б — сотовая

Таблица 1

Основные характеристики газонных решеток

Характеристики материала	Наименование (вид) материала			Полимер-композит
	Бетон	Пластик		
Режим эксплуатации	Выдерживают любые весовые нагрузки; может прослужить 20—25 лет [9]	Легкий тип Тяжелый тип		Частая ежедневная смена автомобилей, интенсивное движение тяжелого транспорта, разрешенная полная масса автомобилей: до 40 т [5]
Область применения	Используются на городских экопарковках, на частных дачных участках. Подходит для детских площадок, полей для гольфа, пешеходных дорожек в парках и на загородных участках. Используются для защиты дорожных склонов от осыпания грунта [9]	Устанавливают на парковках или в местах, где движение транспорта очень редкое. Устанавливают на спортплощадках, лужайках для игры в гольф. Укрепляют склоны и насыпи (пластиковое полотно состоит из множества разных кусочков и поэтому легко повторяет изгибы и неровности насыпей) Может выдержать серьезные нагрузки и поэтому его целесообразно устанавливать на стоянках грузового транспорта (в том числе самолетов и вертолетов), для складов [5]		Складские помещения и подъездные пути на территории предприятий. Стоянки для грузовых автомобилей и автобусов. Общественные парковки. Укрепление поверхности дворовых территорий [5]
Несущий слой по условиям промерзания	Несущий слой щебня 25...50 см, промерзающий слой [5]	Пластик морозостойкий от –30 °С до +40 °С [10]		Несущий слой щебня 0...32 мм [5]; непромерзающие грунты 25 см; промерзающие грунты 30 см
Балластный слой (слой почвы)	Слой из песка и гравия малой фракции 5...10 мм [5]	Слой из песка и гравия малой фракции 5...10 мм [5]		Мелкий слой щебня 2...5 мм Мелкий слой щебня 3...5 см [5]
Заполнение ячеек	Смесь песка и торфа (или перегнившего компоста) [10]	Смесь песка и торфа (или перегнившего компоста) [10]		50 % просеянной почвы; 20 % промытого песка. 20 % лавы 2...4 мм. 10 % созревшего компоста; или брусчатка [5]
Экологическая значимость	Деформация травяного слоя Проседание почвы	Не выделяет токсичных отходов в грунт. Пластиковая сетка поддается повторной переработке, естественная инфильтрация воды [10]		Вмешательство в природные процессы минимально, уплотнение почвы незначительно, фильтрация почвы остается. Экологический баланс сохраняется [5]



Таблица 2

Эксплуатационные показатели материалов георешеток

Характеристика	ПКМ [10]	Пластик [2]	Бетон [9]
Размер модуля, мм	800×400×60	600×400×64	600×400×100
Масса, кг	8,5	2,0	25,0
Стоимость, руб.	180,0	200,0	150,0

Таблица 3

Экологические показатели материалов георешеток [14]

Характеристика	ПКМ	Пластик	Бетон
Расходы энергии на производство основных базовых материалов, млн т	17,20	752,00	4680,00
Выбросы CO ₂ , млн тнэ ¹	50,00	989,00	2798,09
Удельные воплощенные выбросы парниковых газов, кг CO ₂ /кг	0,10	2,73	0,40
1 тнэ — тонна нефтяного эквивалента равна 41,868 ГДж.			

Таблица 4

Механические показатели материалов георешеток [15...20]

Характеристика	ПКМ	Пластик	Бетон
Плотность, кг/см ³	1,6...1,9	1,3...1,4	0,8...1,7
Модуль упругости, ГПа	17,0...22,0	2,0...2,7	3,6...4,8
Предел прочности при растяжении, МПа	170,0...227,0	4,0...7,0	12,2...38,8
Коэффициент линейного термического расширения, 10 ⁻⁶ /К	0,5...8,0	50,0	0,8
Теплопроводность, Вт/К·м	0,6	0,1...1,6	0,1...1,7
Статическая нагрузка, т	20,0	18,0	15,0

а именно: наибольший предел прочности, т. е. способен выдерживать наиболее высокую статическую нагрузку, незначительное изменение размеров модуля при термическом воздействии.

Заключение

На основе проведенного анализа механических, экологических и эксплуатационных свойств материалов георешеток для экопарковок можно сделать вывод, что при проектировании экопарковок с повышенной проходимостью, наиболее приемлемым является полимер-песчаный композит, так как этот материал имеет высокие физико-механические свойства, малый удельный вес, стойкость к химическим воздействиям, малые удельные выбросы (0,1 кг CO₂/кг), наименьшие расходы энергии на

производство основных базовых материалов (17,2 млн т).

Список литературы

1. **Инфографика** за октябрь 2018 года. URL: <https://www.autostat.ru/infographics/page-1/2018/10/> (дата обращения 04.12.2018).
2. **Кондрашин Б. В.** Экологические парковки как инновационная форма природопользования // Научное сообщество студентов XXI столетия: естественные науки: сб. ст. по мат. XXIX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 3 (38). URL: [https://sibac.info/archive/nature/3\(38\).pdf](https://sibac.info/archive/nature/3(38).pdf) (дата обращения 10.12.2018).
3. **Проблемы парковки.** URL: http://spokoino.ru/articles/driving/problemi_parkovki/ (дата обращения 18.05.2019).
4. **FAQ ПО ЭКОПАРКОВКАМ.** URL: http://www.geonovation.ru/articles/faq_po_ekoparkovkam/ (дата обращения 04.11.2018).
5. **Система ТТЕ.** Газонная решетка TTE MultiDrain Plus. URL: http://ecoparkovka.ru/page/sistema_tte/preimuschestva_sistemi_tte/ (дата обращения 18.11.2018).
6. **Газонная решетка:** характеристика, достоинства и выбор. URL: <http://strport.ru/uchastok/gazonnaya-reshetka-karakteristika-dostoinstva-i-vybor> (дата обращения 04.12.2018).
7. **Сравнительный анализ** применения типовых проектов при строительстве, ремонте и реконструкции автомобильных дорог и проектов с использованием геосинтетических материалов. URL: <https://en.ppt-online.org/366716> (дата обращения 21.12.2018).
8. **Экопарковки.** URL: <http://ecoparkovka.ru/pdf/catalog-tte-ru.pdf> (дата обращения 04.10.2018).
9. **Бетонная экопарковка.** URL: <https://www.andraus.ru/betonnaya-ekoparkovka/> (дата обращения 04.12.2018).
10. **Георешетка для парковки:** инновационный материал нового поколения. URL: <http://remoo.ru/obustrojstvo/georeshetka-dlya-parkovki#i-3> (дата обращения 13.06.2018).
11. **Исследования** влияния базовых материалов на снижение глобальной антропогенной эмиссии ПГ. URL: www.gusnano.com (дата обращения 20.02.2018).
12. **Композиты** и базальтовые нанотехнологии в строительстве. URL: <http://green-city.su/kompozity-i-bazaltovyepanotexnologii-v-stroitelstve/> (дата обращения 04.12.2018).
13. **Экопарковка.** URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Экопарковка> (дата обращения 14.03.2018).
14. **Структура** бетона. URL: <https://studfiles.net/preview/2855041/page:4/> (дата обращения 11.04.2018).
15. **Виды экопарковок.** URL: <http://эко-паркинг.рф/vidy-ekoparkovok> (дата обращения 04.12.2018).
16. **Бетонная решетка** для парковки: доступный и экологичный способ получить прочное покрытие. URL: <https://beton-house.com/izdeliya/landscape/betonnaya-reshetka-dlya-parkovki-1107> (дата обращения 04.12.2018).
17. **Красногорская Н. Н., Ахмеров В. В., Гусева А. П.** Анализ конструкционных свойств газонной решетки для экологических парковок // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология—2018): материалы XIV Международной научно-технической конференции: в 2 томах / УГАТУ. — Уфа: РИК УГАТУ, 2018. С. 230—236. URL: https://ugatu.su/media/uploads/MainSite/Ob%20universitete/Izdateli/El_izd/ecologia-2018-1.pdf (дата обращения 10.12.2018).

N. N. Krasnogorskaya, Professor, e-mail: nk.ufa@mail.ru,
V. V. Akhmerov, Associate Professor, **A. P. Guseva**, Master Degree Student,
Ufa State Aviation Technical University

Comparative Analysis of Geogrid Materials

The results of analysis of mechanical, operational, environmental properties of geogrid materials are presented. Considered materials for the manufacture of geogrids.

Keywords: ecological parking, green parking, mechanical properties, environmental indicators, operational properties, concrete, polymer-sand composite, plastic, secondary waste.

References

1. **Infographic** for October 2018. URL: <https://www.autostat.ru/infographics/page-1/2018/10/> (date of access 04.12.2018).
2. **Kondrashin B. V.** Ecological parking as an innovative form of nature management. *Scientific community of students of the XXI century. Natural science: collection of articles on the Mat. XXIX international. stud. science.-prakt. Conf. № 3 (38)*. URL: [https://sibac.info/archive/nature/3\(38\).pdf](https://sibac.info/archive/nature/3(38).pdf) (date of access 10.12.2018).
3. **Parking problems**. URL: http://spokoino.ru/articles/driving/problemi_parkovki/ (date of access 18.05.19).
4. **FAQ ON ECO-PARKS**. URL: http://www.geonovation.ru/articles/faq_po_ekoparkovkam/ (date of access 04.11.2018).
5. **System TTE**. Lawn grating TTE MultiDrain Plus. URL: http://ecoparkovka.ru/page/sistema_tte/preimuschestva_sistemi_tte/ (date of access 18.11.2018).
6. **Grass paver**: characteristics, advantages and choice URL: <http://strport.ru/uchastok/gazonnaya-reshetka-karakteristika-dostoinstva-i-vybor> (date of access 04.12.2018).
7. **Comparative analysis** of the use of standard projects in the construction, repair and reconstruction of roads and projects using geosynthetics URL: <https://en.ppt-online.org/366716> (date of access 21.12.2018).
8. **Ecoparks**. URL: <http://ecoparkovka.ru/pdf/catalog-tte-ru.pdf> (date of access 04.10.2018).
9. **Concrete ecoparking**. URL: <https://www.andraus.ru/betonnaya-ekoparkovka/> (date of access 04.12.2018).
10. **Geogrid** for parking: an innovative material for a new generation URL: <http://remoo.ru/obustrojstvo/georeshetka-dlya-parkovki#i-3> (date of access 13.06.2018).
11. **Studies** of the impact of basic materials on the reduction of global anthropogenic GHG emissions. URL: www.rusnano.com (date of access 20.02.2018).
12. **Composites** and basalt nanotechnology in construction [Electronic resource] <http://green-city.su/kompozitii-bazaltovye-nanotexnologii-v-stroitelstve/> (date of access 04.12.2018).
13. **Ecoparking**. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Экопарковка> (date of access 14.03.2018).
14. **The structure** of concrete. URL: <https://studfiles.net/preview/2855041/page:4/> (accessed 11.04.2018).
15. **Types** of ecoparks. URL: <http://эко-паркинг.рф/виды-экопарковок/> (date of access 04.12.2018).
16. **Concrete parking** lattice: an affordable and environmentally friendly way to get a solid coverage. URL: <https://beton-house.com/izdeliya/landscape/betonnaya-reshetka-dlya-parkovki-1107> (date of access 04.12.2018).
17. **Krasnogorskaya N. N., Akhmerov V. V., Guseva A. P.** Analysis of the structural properties of the grass paver for parking lots environmental. *Science, education, production in solving environmental problems (Ecology—2018). Proceedings of the XIV International scientific and technical conference: in 2 volumes / UGATU. Ufa: RIK UGATU, 2018. P. 230—236*. URL: https://ugatu.su/media/uploads/MainSite/Ob%20universitete/Izdateli/El_izd/ecologia-2018-1.pdf (date of access 10.12.2018).



Россия, Екатеринбург

Безопасность. Охрана труда 2019

21-я Специализированная выставка

19.11.2019—21.11.2019 г.г.

Место проведения: ЦМТЕ (Центр Международной Торговли Екатеринбург)

Тематические разделы выставки:

- Пожарная безопасность;
- Средства спасения;
- Экологическая и промышленная безопасность;
- Безопасность дорожного движения;
- Безопасность и охрана труда;
- Специальная одежда.

Организаторы: Уральские выставки, ЗАО
<https://www.uv66.ru/>



УДК 504.7

М. А. Любарская¹, д-р экон. наук, проф., проф. кафедры, e-mail: lioubarskaya@mail.ru,
В. С. Меркушева², канд, экон. наук, доц., доц. кафедры,
О. С. Зиновьева¹, магистрант

¹ Санкт-Петербургский государственный экономический университет

² Петербургский государственный университет путей сообщения

Инструменты снижения выбросов парниковых газов нефтегазовыми компаниями для достижения целей устойчивого развития

Приведены данные анализа влияния антропогенных источников на изменение климата. Показано, что существенный вклад в увеличение выбросов парниковых газов вносит производственная деятельность нефтегазовых компаний. Раскрыто понятие "потенциал глобального потепления" и роль управления данным потенциалом в достижении целей устойчивого развития. На основе данных по наиболее крупным международным компаниям определены направления снижения их негативного воздействия на окружающую среду, в том числе приведена классификация инструментов сокращения выбросов парниковых газов. Проведено исследование международной практики, результаты которого позволили выявить наиболее перспективные в современных условиях инструменты сокращения выбросов парниковых газов российскими нефтегазовыми компаниями.

Ключевые слова: антропогенная деятельность, выбросы, парниковые газы, глобальное потепление, устойчивое развитие, нефтегазовые компании

В современном мире важно признание Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата основой международной межправительственной деятельности по согласованию мер глобального реагирования на изменение климата. Факт изменения климата и его влияние на безопасность жизнедеятельности настоящего и будущего поколений до сих пор имеет основу для дискуссий в научных кругах. Важно, что угрозы, которые несет изменение климата, имеют глобальный характер и сказываются на всех уровнях национальных систем.

Организация Объединенных Наций давно была обеспокоена изменениями климата на планете, поэтому в целях предоставления объективных научных данных в 1988 г. Всемирной метеорологической организацией и Программой ООН по окружающей среде была создана Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК). В 2013 г. МГЭИК выпустила Пятый оценочный доклад, в котором с научной точки зрения рассматривается проблема изменения климата. Основным выводом доклада заключается в утверждении, что изменение климата реально, и человеческая деятельность является основной его причиной, так как способствует увеличению объемов выбросов парниковых газов в атмосферу. Парниковый газ (ПГ) — газ, имеющий парниковый эффект, т. е. поглощающий в атмосфере излучаемое Землей тепловое излучение.

Основные шаги ООН на пути к глобальному решению проблемы изменения климата представлены на рис. 1 (см. 3-ю стр. обложки). В сентябре 2015 г. государства — члены ООН приняли Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. В Повестке были обозначены основные цели устойчивого развития (ЦУР) и показатели их достижения. Цель № 13 относится к проведению мероприятий, направленных на предотвращение изменения климата. Ни один показатель для анализа ЦУР № 13 пока не рассчитывается в России.

Парижское соглашение, подписанное 12 декабря 2015 г., призвано регулировать меры по снижению содержания углекислого газа в атмосфере с 2020 г. и удержанию прироста глобальной средней температуры ниже 1,5 °С в 2100 г. по сравнению с 1900 г. Россия установила для себя цель по снижению выбросов парниковых газов к 2030 г. до уровня 70...75 % выбросов 1990 г. при условии максимально возможного учета поглощающей способности лесов. Сокращение выбросов парниковых газов в указанных масштабах будет также способствовать выходу страны на траекторию низкоуглеродного развития [1].

Рамочная конвенция об изменении климата (РКИК) ООН рассматривает те парниковые газы, чьи выбросы имеют четко выраженное антропогенное происхождение — двуокись углерода (CO₂), метан (CH₄), оксид азота (N₂O),

гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ), гексафторид серы (SF₆) и др. Антропогенные источники появления ПГ связаны с различными видами экономической деятельности человека. Основной вклад в выбросы парниковых газов вносит сектор энергетики (рис. 2 — см. 3-ю стр. обложки), создавая 68 % выбросов ПГ в мире, если не брать в учет ГФУ, ПФУ и SF₆. Данные парниковые газы имеют высокий потенциал глобального потепления (ПГП), но их доля в совокупности не превышает 2 % [2]. Этот потенциал является коэффициентом пересчета парникового эффекта от того или иного газа в единицы CO₂ — эквивалента. ПГП показывает, скольким тоннам CO₂ эквивалентна 1 т газа по парниковому эффекту.

В табл. 1 представлена структура выбросов ПГ в России в 2016 г., антропогенные источники появления по видам газов и ПГП. Таким образом, большую долю, а именно 63 %, составляют выбросы CO₂, которые связаны с деятельностью энергетического сектора, транспортного сектора и промышленности [4]. Метан выбрасывается в атмосферу в процессе функционирования предприятий энергетического сектора,

промышленности, сельского хозяйства и составляет 32 % от общих выбросов парниковых газов. Оксид азота составляет 3 % от выбросов всех парниковых газов и также связан с деятельностью энергетического сектора и сельского хозяйства. Следовательно, энергетика является одним из основных антропогенных источников выбросов парниковых газов.

Наибольшие объемы CO₂ выбрасываются в атмосферу в Китае (9,297 Мт/год). Затем по показателям идет США с выбросами CO₂ в пределах 5,073 Мт/год. Индия выбрасывает в атмосферу CO₂ 2,234 Мт/год. Россия занимает 4-е место по объему выбросов парниковых газов со значением в 1,697 Мт/год. За период с 2016 по 2017 г. объем выбросов CO₂ по России вырос на 4,6 %. Последней страной из пяти по максимальному объему выбросов ПГ является Япония, объем выбросов CO₂ которой составляет 1,118 Мт/год. С 1990-х гг. наблюдается тенденция роста объемов выбросов CO₂ в Азиатских странах и странах Ближнего Востока. В странах Европейского региона и в Северной Америке происходит незначительное сокращение выбросов CO₂. Данные тенденции отражены на рис. 3 (см. 3-ю стр. обложки).

Таблица 1

Виды парниковых газов, их источников, ПГП и структура ПГ в России [4]

Вид ПГ	Антропогенный источник появления ПГ	ПГП	Доля выбросов ПГ в атмосферу в России в 2016 г., %
CO ₂	1. Энергетика сжигание угля, нефти, газа и другого топлива 2. Промышленность производство цемента и другие процессы 3. Транспорт сжигание ископаемого топлива 4. Уничтожение лесов и изменение способов землепользования	1	63
CH ₄	1. Энергетика добыча угля и нефти утечка газа при добыче и использовании 2. Промышленность отходы производства 3. Сельское хозяйство скотоводство рисовые плантации горение биомассы	21	32
N ₂ O	1. Энергетика сжигание угля, нефти и газа 2. Сельское хозяйство применение удобрений горение биомассы 3. Уничтожение лесов и изменение способов землепользования	300...310	3
ГФУ	Промышленность, холодильное оборудование, аэрозольные упаковки (газы созданы для замены озоноразрушающих веществ)	140...11 700	1
ПФУ	Производство алюминия, электроники и растворителей	6500...9200	
SF ₆	Функционирование ряда электронных систем и термоизолирующего оборудования	23 900	



Если рассматривать мировую структуру источников выбросов CO₂, то сжигание угля как топлива обеспечивает 45 % выбросов CO₂ в атмосферу в мире, от нефтепродуктов — 33 %, а от природного газа — 22 % [5].

Если анализировать структуру выбросов CO₂ в России, то 26 % выбросов обеспечено сжиганием угля в качестве энергетического ресурса; 22 % выбросов составляет деятельность, связанная с нефтепродуктами. Оставшаяся и наибольшая доля выбросов приходится на газ, несмотря на большую экологичность данного энергетического ресурса. В 2016 г. 82,3 % выбросов парниковых газов в России обеспечивалось деятельностью энергетического сектора (табл. 2). Также наблюдается прирост объема выбросов CO₂ почти на 20 % в секторе энергетики по сравнению с 2000 г. Выбросы парниковых газов, связанные с энергетикой, в России распределяются следующим образом: 65 % — выбросы от сжигания ископаемых топлив; 35 % — от потерь и технологических выбросов в атмосферу, где 8 % выбросов от добычи твердых топлив и 92 % от деятельности, связанной с нефтью и газом [3].

Таким образом, для решения проблемы изменения климата должно быть обращено внимание на деятельность энергетических компаний и стимулирование сокращения выбросов парниковых газов. В данный момент стейкхолдеры и инвесторы начинают обращать внимание на действия компании в области устойчивого развития, в том числе действия по борьбе с изменением климата (цель устойчивого развития № 13) для анализа инвестиционной привлекательности компании.

На уровне стран регулирование выбросов ПГ осуществляется тремя путями: административное регулирование (государственные стандарты, запреты, лицензии), система экономических механизмов (налог на выбросы ПГ) и формирование рыночных отношений (торговля квотами на загрязнение). В Киотском протоколе был обозначен новый путь в виде гибких рыночных механизмов, позволяющих сокращать выбросы ПГ на

национальном уровне для стран, участвующих в Киотском протоколе. В рамках этих механизмов Стороны могут передавать друг другу часть национальной квоты или приобретать их через совместные проекты. Ниже перечислены данные рыночные механизмы.

1. Торговля квотами (International Emissions Trading, IET), при которой государства или отдельные хозяйствующие субъекты на его территории могут продавать или покупать квоты на выбросы парниковых газов на национальном, региональном или международном рынках. Механизм предусматривает продажу части лимита на выбросы одной страной другой стране. В данном контексте имеются в виду страны, указанные в Приложении I РКИК, включая государства — члены ОЭСР и страны с переходной экономикой, принявшие на себя особые обязательства по ограничению выбросов (Австралия, Канада, Словения, Австрия, Латвия, Великобритания, Беларусь, Литва, Соединенные Штаты Америки, Бельгия, Лихтенштейн, Турция, Болгария, Люксембург, Украина, Венгрия, Монако, Финляндия, Германия, Нидерланды, Франция, Греция, Новая Зеландия, Хорватия, Дания, Норвегия, Чешская Республика, Европейское сообщество, Польша, Швейцария, Ирландия, Португалия, Швеция, Исландия, Российская Федерация, Эстония, Испания, Румыния, Япония, Италия, Словакия). Одним из крупнейших рынков углеводорода в мире является EU ETS (European Union Emissions Trading Scheme), начавшая свою деятельность в 2005 г. Аналогичные схемы реализуются в странах, не ратифицировавших Киотский протокол. Например, в США в 10 северо-восточных и среднеатлантических штатах действует Региональная инициатива по парниковым газам (RGGI), а в 2003 г. была открыта Чикагская климатическая биржа.

2. Проекты совместного осуществления (Joint Implementation, JI) являются проектами по сокращению выбросов парниковых газов, выполняемые на территории одной из стран Приложения I РКИК полностью или частично за счет инвестиций другой страны Приложения I РКИК.

Таблица 2

Доля выбросов CO₂-эквивалента по отраслям экономики

Отрасль	Объем выбросов, млрд т					Доля		Прирост, %		
	1990	2000	2005	2008	2016	1990	2016	2000 к 1990	2016 к 2000	2016 к 1990
Энергетика	3,05	1,81	2,04	2,15	2,18	81,5	82,3	-40,4	19,9	-28,6
Промышленность	0,28	0,2	0,21	0,21	0,22	7,6	8,3	-30,8	11,3	-22,9
Сельское хозяйство	0,32	0,16	0,14	0,14	0,13	8,7	5,1	-52	-13,8	-58,6
Отходы	0,08	0,08	0,09	0,09	0,12	2,2	4,4	2,6	39	42,6
Всего без учета землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства	3,73	2,25	2,47	2,59	2,64	100	100	-39,8	17,6	-29,2

Например, в 2010 г. "Газпромнефть" согласно проекту совместного осуществления передала крупнейшему сырьевому трейдеру Японии Mitsubishi Corp. 290 тыс. единиц сокращений выбросов (ЕВС), общая стоимость которых оценивается в 3,3 млн евро.

3. Механизмы чистого развития (The Clean Development Mechanism, CDM) представляют собой проекты по сокращению выбросов парниковых газов, выполняемые на территории одной из стран РКИК (обычно развивающейся) полностью или частично за счет инвестиций развитых стран.

По данным Всемирного банка, по состоянию на середину 2017 г. в мире работают более 40 национальных и 25 субнациональных (региональных) систем регулирования выбросов парниковых газов (в виде налога или системы квотирования и торговли выбросами). Нефтегазовые компании являются участниками систем торговли квотами, проектов совместного осуществления и механизмов чистого развития.

Исследование крупнейших загрязнителей климата выбросами CO₂ и CH₄ в мире, подготовленное Ричардом Хеде из американского исследовательского центра Climate Mitigation Service показало, что с 1751 по 2010 г. эмиссия промышленных ПГ главным образом исходила от крупнейших нефтегазовых компаний мира: Chevron (3,52 % от совокупных выбросов), ExxonMobil (3,22 %), ConocoPhillips (1,16 %), британская BP (2,47 %),

китайская PetroChina (0,73 %), голландская Royal Dutch/Shell (2,12 %), а также компании из Саудовской Аравии Saudi Aramco (3,17 %). Российский "Газпром" ответственен за 2,22 % совокупных выбросов, ЛУКОЙЛ — за 0,27 %, "Роснефть" — за 0,19 %. Следовательно, представляется целесообразным проанализировать инструменты, которые используют в настоящее время компании для минимизации выбросов ПГ от производственной деятельности (табл. 3).

Компания ExxonMobil придерживается консервативных взглядов по отношению к возобновляемой энергетике и сосредоточивает внимание на биотопливе, ведет исследования в области биоэнергетики и поддерживает новые технологии для сокращения выбросов двуокиси углерода. У компании ConocoPhillips нет в портфеле проектов по развитию возобновляемой энергетике. Компания инвестирует в создание инновационных технологий по улавливанию и утилизации углерода, минимизации углеродного следа от своей деятельности, активно занимается климатической политикой, продвигает свое видение по вопросу изменения климата и рассматривает климатическую стратегию как часть корпоративной. Chevron, BP и PetroChina используют почти все инструменты для снижения выбросов парниковых газов, включая финансирование проектов разных видов возобновляемой энергетике.

Таблица 3

Инструменты сокращения выбросов ПГ крупнейшими нефтегазовыми компаниями мира

Используемые инструменты	Название компании								
	Chevron [6]	ExxonMobil [7]	ConocoPhillips[8]	BP [9]	PetroChina [10]	Shell [11]	Газпром [12]	Лукойл [13]	Роснефть [14]
Рациональное использование попутного нефтяного газа	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Повышение энергетической эффективности и энергосбережения	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Развитие технологий по улавливанию и хранению CO ₂	+	+	-	+	+	+	-	-	-
Развитие возобновляемых источников энергии	Ветроэнергетика	+	-	-	+	-	+	+	-
	Солнечная энергетика	+	-	-	+	+	+	+	-
	Приливная, геотермальная и гидроэнергетика	+	-	-	-	+	-	+	-
	Энергия биомассы и биотопливо	+	+	+	+	+	+	-	-
Энергия водорода						+			
Управление выбросами метана (methane management)	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Учет рисков изменения глобального потепления	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Инвестиции в инновационные технологии/проекты и совместные низкоуглеродные проекты	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Участие в вопросах климатической политики и/или наличие внутренней стратегии по борьбе с изменением климата	+	+	+	+	+	+	+	-	+



Зарубежные компании принимают участие в Oil and Gas Climate Initiative (OGCI), Газпром, ЛУКОЙЛ раскрывают информацию по выбросам ПГ и их минимизации в рамках проекта CDP (Carbon Disclosure Project). Shell единственная из представленных компаний занимается разработкой энергии из водорода. Газпром отличается от зарубежных компаний тем, что включает переход на газомоторное топливо как инструмент снижения выбросов ПГ в стране, а также использует возобновляемые источники энергии (ВИЭ) в основном для нужд собственного производства (избыток продается сторонним потребителям). Роснефть не диверсифицирует свой бизнес по средствам производства энергии из возобновляемых источников энергии.

При сравнении инструментов и практик, используемых зарубежными и российскими нефтегазовыми компаниями, было выявлено, что российские нефтегазовые компании не занимаются развитием технологий улавливания и хранения углерода и получением энергии из водорода. Управление выбросами метана как особый вид менеджмента существует только у компании "Газпром", тогда как у зарубежных компаний methane management является неотъемлемой частью управления в рамках устойчивого развития.

Зарубежные нефтегазовые компании активно инвестируют в проекты ВИЭ в рамках перехода на низкоуглеродный путь развития энергетики, тогда как российские нефтегазовые компании стараются сократить выбросы ПГ за счет рационального использования попутного нефтяного газа и программ по энергетической эффективности и энергосбережению. Все компании разделяют мнение по эффективности вложения финансовых средств в инновационные технологии и низкоуглеродные проекты, которые способствуют сокращению выбросов ПГ при их использовании. Большинство компаний выводят отдельную стратегию по борьбе с изменением климата, включающую сокращение выбросов ПГ и продвижение определенных положений климатической политики.

Российские нефтегазовые компании ведут учет выбросов парниковых газов по единому алгоритму по стране на основе Методических указаний и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями. При реализации проектов по сокращению выбросов ПГ российские нефтегазовые компании руководствуются положениями:

- Энергетической стратегии России на период до 2030 г.;
- Государственной программы Российской Федерации "Охрана окружающей среды" на 2012—2020 гг.;
- Климатической доктрины Российской Федерации;

— Указа Президента Российской Федерации от 30 сентября 2013 г. № 752 "О сокращении выбросов парниковых газов";

— Плана мероприятий по обеспечению к 2020 г. сокращения выбросов парниковых газов до уровня не более 75 % объема выбросов в 1990 г., утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 апреля 2014 г. № 504-р;

— Методических рекомендаций по разработке показателей сокращения объема выбросов парниковых газов по секторам экономики, утвержденных приказом Минэкономразвития России от 28 ноября 2014 г. № 767;

— Концепции формирования системы мониторинга, отчетности и проверки объема выбросов парниковых газов в Российской Федерации, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 апреля 2015 г. № 716-р.

Для выполнения обязательств в рамках Парижского соглашения России необходимо разработать эффективную модель государственного регулирования сокращения выбросов парниковых газов с целью балансировки экономических и экологических приоритетов.

Энергетика является одним из основных источников ПГ в мире. Таким образом, крупнейшие нефтегазовые компании становятся основными экономическими субъектами, на которые направлены как государственные меры и инструменты снижения выбросов ПГ, так и взгляды стейкхолдеров и общественности. Основные рыночные механизмы национального и регионального уровня по борьбе с выбросами ПГ были представлены в Киотском протоколе и до сих пор активно используются. Нефтегазовые компании также сами разрабатывают внутренние стратегии по борьбе с изменением климата, используют совокупность инструментов для сокращения выбросов ПГ, идентифицируют риски, связанные с изменением климата. Ниже приведен список инструментов, которые используют нефтегазовые компании для сокращения выбросов ПГ и в борьбе с изменением климата:

- рациональное использование попутного нефтяного газа;
- повышение энергетической эффективности и энергосбережения;
- развитие технологий по улавливанию и хранению CO₂;
- развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ);
- управление выбросами метана;
- учет рисков изменения глобального потепления;
- инвестиции в инновационные технологии/проекты и совместные низкоуглеродные проекты;
- участие в вопросах климатической политики и/или наличие внутренней стратегии по борьбе с изменением климата.

Список литературы

1. **Бабков-Эстеркин А. С.** Международный опыт сокращения выбросов парниковых газов и его применение в России // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2011. — № 10. — С. 131–135.
2. **Буквич Р. М., Петрович Д. Р.** Парниковый эффект и рыночные механизмы Киотского протокола // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического института. — 2017. — № 1 (68). — С. 139–158.
3. **Щуплова И. С., Рыбин Д. В.** Глобальное изменение климата как вызов энергетической политике и обеспечению энергетической безопасности // European Science. — 2018. — № 6 (38). — С. 14–18.
4. **Сайт федеральной службы государственной статистики.** URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/# (дата обращения 20.02.2019).
5. **Портал "Enerdata"** Мировая энергетическая статистика. URL: <https://yearbook.enerdata.ru/> (дата обращения 15.02.2019).
6. **Отчет компании Chevron.** URL: <https://www.chevron.com/annual-report> (дата обращения 26.02.2019).
7. **Отчет компании ExxonMobil.** URL: <https://www.exxonm.com/annual-report> (дата обращения 01.03.2019).
8. **Отчет компании ConocoPhillips.** URL: <http://www.conocophillips.com/environment/climate-change/public-policy-engagement/> (дата обращения 05.03.2019).
9. **Отчет компании BP.** URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/sustainability/group-reports/bp-sustainability-report-2017.pdf> (дата обращения 12.03.2019).
10. **Отчет компании PetroChina.** URL: <http://www.petrochina.com.cn/petrochina/xhtml/images/shyhj/2017kcxzfbgen.pdf> (дата обращения 18.03.2019).
11. **Отчет компании Shell.** URL: <https://reports.shell.com/sustainability-report/2017/introduction.html> (дата обращения 23.03.2019).
12. **Отчет компании Газпром.** URL: <http://www.gazprom.ru/f/posts/57/287721/sustainability-report-rus-2017.pdf> (дата обращения 28.03.2019).
13. **Отчет компании Лукойл.** URL: <http://www.lukoil.ru/FileSystem/9/228275.pdf> (дата обращения 02.04.2019).
14. **Отчет компании Роснефть.** URL: https://www.rosneft.ru/upload/site1/document_file/RN_SR2018_rus_web_1.pdf (дата обращения 06.04.2019).

М. А. Liubarskaia¹, Professor of Chair, e-mail: liubarskaya@mail.ru,
V. S. Merkusheva², Associate Professor, **O. S. Zinovyeva¹**, Master Student,
¹ Saint-Petersburg State University of Economics
² Petersburg State Railroad University

Tools for Reducing Greenhouse Gas Emissions by Oil and Gas Companies to Achieve Sustainable Development Goals

The article analyzes the impact of anthropogenic sources on climate change. It is shown that the industrial activity of oil and gas companies makes a significant contribution to the increase in greenhouse gas emissions. The concept of "global warming potential" and the role of managing this potential in achieving sustainable development goals are revealed. On the basis of data on the largest international companies, the directions for reducing their negative impact on the environment were determined, including the classification of instruments for reducing greenhouse gas emissions. The study of international practice has revealed the most promising tools for reducing greenhouse gas emissions by Russian oil and gas companies in modern conditions.

Keywords: anthropogenic activity, emissions, greenhouse gases, global warming, sustainable development, oil and gas companies

References

1. **Babkov-Esterkin A. S.** Mezhdunarodnyy opyt sokrashcheniya vybrosov parnikovyykh gazov i yego primeneniye v Rossii. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'* (nauchno-tehnicheskiy zhurnal). 2011. No. 10. P. 131–135.
2. **Bukvich R. M., Petrovich D. R.** Parnikovyy effekt i rynochnyye mekhanizmy Kiotskogo protokola. *Vestnik Nizhegorodskogo gosudarstvennogo inzhenerno-ekonomicheskogo instituta*. 2017. No. 1 (68). S. 139–158.
3. **Shchuplova I. S., Rybin D. V.** Global'noye izmeneniye klimata kak vyzov energeticheskoy politike i obespecheniyu energeticheskoy bezopasnosti. *European Science*. 2018. No. 6 (38). P. 14–18.
4. **Sayt federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki.** URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/# (date of access 20.02.2019).
5. **Portal "Enerdata"** Mirovaya energeticheskaya statistika. URL: <https://yearbook.enerdata.ru/> (date of access 15.02.2019).
6. **Отчет компании Chevron.** URL: <https://www.chevron.com/annual-report> (date of access 26.02.2019).
7. **Отчет компании ExxonMobil.** URL: <https://www.exxonm.com/annual-report> (date of access 01.03.2019).
8. **Отчет компании ConocoPhillips.** URL: <http://www.conocophillips.com/environment/climate-change/public-policy-engagement/> (date of access 05.03.2019).
9. **Отчет компании BP.** URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/sustainability/group-reports/bp-sustainability-report-2017.pdf> (date of access 12.03.2019).
10. **Отчет компании PetroChina.** URL: <http://www.petrochina.com.cn/petrochina/xhtml/images/shyhj/2017kcxzfbgen.pdf> (date of access 18.03.2019).
11. **Отчет компании Shell.** URL: <https://reports.shell.com/sustainability-report/2017/introduction.html> (date of access 23.03.2019).
12. **Отчет компании Gazprom.** URL: <http://www.gazprom.ru/f/posts/57/287721/sustainability-report-rus-2017.pdf> (date of access 28.03.2019).
13. **Отчет компании Lukoil.** URL: <http://www.lukoil.ru/FileSystem/9/228275.pdf> (date of access 02.04.2019).
14. **Отчет компании Rosneft.** URL: https://www.rosneft.ru/upload/site1/document_file/RN_SR2018_rus_web_1.pdf (date of access 06.04.2019).



УДК 504.03; 623.459.4; 94

О. В. Семенчук, канд. хим. наук, доц. кафедры, e-mail: olga_ximik@mail.ru

Е. В. Шевченко, канд. техн. наук, доц. кафедры,

М. А. Пономарева, курсант, Дальневосточная пожарно-спасательная академия, филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, Владивосток

Хранение и уничтожение химического оружия в России

В статье представлена информация об уничтожении запасов химического оружия в России в рамках выполнения обязательств, налагаемых Конвенцией о химическом оружии. Практические работы по ликвидации боевых отравляющих веществ в нашей стране велись на семи специализированных объектах с декабря 2002 г. по сентябрь 2017 г., когда был уничтожен последний снаряд. Таким образом, поставлена точка в уничтожении всех запасов химического оружия в Российской Федерации, что является огромным шагом на пути к глобальной безопасности.

Ключевые слова: Конвенция о химическом оружии, боевые отравляющие вещества, уничтожение химического оружия, глобальная безопасность

Введение

Конвенцию о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении (Конвенция о химическом оружии) представили в Париже 13 января 1993 г. Конвенция разрабатывалась более 10 лет с активным участием России. Документ появился благодаря осознанию, что химическое оружие не гарантирует безопасность и защиту от стран-агрессоров. А его длительное хранение угрожает экологии страны.

Конвенция вступила в силу 29 апреля 1997 г., к 2014 г. в ней приняли участие 190 из 193 стран — участниц ООН. Документ подписали, но не ратифицировали Израиль и Мьянма; а Египет, Ангола, Южный Судан и Корейская Народная Демократическая Республика не подписали. В соответствии со ст. I каждый член Конвенции обязуется не разрабатывать, не производить, не накапливать, не хранить, не передавать и не применять химическое оружие. Страны должны уничтожить химическое оружие и объекты по его производству, которые находятся под их юрисдикцией. Государства также могут уничтожать химическое оружие на территории другой страны-участницы.

В общей сложности государства заявили около 71 000 т химического оружия (химические токсичные вещества и их предшественники). Крупнейшие запасы были у России (40 000 т) и США (30 000 т), оставшаяся доля — у Албании, Индии, Ирака, Южной Кореи, Ливии, а с недавнего времени и у Сирии. Изначально предполагалось уничтожить химическое оружие за десять лет после вступления Конвенции в силу, т. е. к концу апреля 2007 г. Но Организация по запрещению химического оружия в Гааге продлила

срок еще на пять лет. К 2012 г. были уничтожены более 51 000 т химического оружия, около 72 % заявленного количества. Таким образом, в некоторых странах уничтожение химического оружия продолжается до сих пор. А Индия, Албания и Южная Корея полностью избавились от всего химического оружия [1].

В настоящее время нет данных о химическом оружии в странах, которые не стали участниками Конвенции. Также открыт вопрос об уничтожении оружия, затонувшего в океане и хранящегося под землей.

Краткая история создания и применения химического оружия

С древности известна способность некоторых веществ убивать людей и животных. Но только в XIX веке ядовитые вещества начали применять в боевых действиях. Английская армия во время осады Севастополя в Крымской войне вынуждала русских покидать свои инженерные сооружения, используя сернистый газ (токсичный бесцветный диоксид серы SO_2). Во время англо-бурской войны 1899—1902 гг. Англия применяла артиллерийские снаряды с пикриновой кислотой (тринитрофенол $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{OH}$), вызывающие рвоту. К концу XIX века наметившаяся угроза применения ядовитых и удушающих газов, к сожалению, стала реальной. Это отразилось и в Гаагской конвенции 1899 г., в ст. 23 которой запрещалось применение боеприпасов, отравляющих живую силу противника. Но использование химического оружия для вооруженной борьбы в современном понимании следует относить ко времени Первой мировой войны [2].

Первая мировая война приобрела позиционный характер с самого начала, это заставило искать

новое вооружение. Немецкие войска проводили атаки с помощью ядовитых и удушающих газов. 22 апреля 1915 г. у бельгийского городка Ипр немцы провели первую массированную газовую атаку хлором. Эффект был удручающе грандиозным. В обороне французского войска образовалась брешь в 8 км по фронту и на 10 км в глубину. Было отравлено порядка 15 тыс человек, из них 5 тыс погибли на поле боя. Тогда и началась гонка "химического" вооружения, — достаточно долгий период, когда вряд ли задумывались о последствиях использования этого оружия, об угрозе здоровью и жизни людей и об окружающей среде [3].

В ночь с 12 на 13 июля 1917 г. Германия применила иприт (жидкое отравляющее вещество кожно-нарывного действия) против англо-французских войск. При первом применении иприта поражения различной степени тяжести получили 2490 человек, 87 из которых погибли. Иприт с ювелирной точностью действует локально — поражает глаза и органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и кожные покровы. При всасывании в кровь оказывает общее ядовитое действие. В те годы не существовало реальной защиты от иприта. Вещество в капельном или в парообразном состоянии поражало кожные покровы, свободно проходя через армейское обмундирование. Применение этого оружия было эффективным вплоть до окончания Первой мировой войны [4].

Конечно же, столь впечатляющие результаты применения боевых отравляющих веществ способствовали продолжению исследований в лабораториях ведущих мировых держав. В 1918 г. впервые был получен чистый люизит (смесь трех мышьяксодержащих соединений) — сильнейшее отравляющее вещество кожно-нарывного действия. Люизит получил свое название в честь американского химика Уинфорда Ли Льюиса.

В 1936 г. началась история нервно-паралитических отравляющих веществ, когда немецкий химик Герхард Шрадер из лаборатории "И. Г. Фарбениндустри" впервые получил этиловый эфир диметилфосфорамидоцианидной кислоты. Это вещество использовалось под различными названиями (Трилон 83, Gelan и др.), самое распространенное из которых — табун.

В 1938 г. в той же лаборатории открыли второе мощное фосфорорганическое отравляющее вещество — зарин. А уже в конце 1944 г. немецкие ученые получили зоман (1,2,2-триметилпропиловый эфир метилфосфофторицидной кислоты), который является структурным аналогом зарина с химической точки зрения, но примерно в 3 раза токсичнее его с биологической точки зрения.

Во время Второй мировой войны великие державы уже готовы были использовать химическое оружие в массовом масштабе. На территориях ведущих стран хранилось более 400 000 т боевых

отравляющих веществ, 2/3 из которых составлял люизит. Но Германия до 1944 г. не имела значительных запасов химического оружия второго поколения (зарин, зоман, табун, люизит), имея 12 000 т табуна и чуть меньшее количество зарина. Существует несколько возможных объяснений столь немасштабного использования химического оружия со стороны Германии. Одной из причин историки считают личные переживания Адольфа Гитлера, который во время Первой мировой войны серьезно пострадал от иприта. Помимо этого, на первом успешном этапе военных действий Германии просто не требовалось химическое оружие. Позже, когда страна потеряла стратегическую инициативу, использование химического оружия оказалось рискованным, слишком высока опасность ответного удара со стороны союзников, а их запасы оружия значительно превышали немецкие [1].

Особой и крайне трагической главой в истории Второй мировой войны стало использование монооксида углерода и цианистого водорода (Циклон-Б). Вещество использовали для уничтожения еврейского и других народов в концентрационных лагерях и, предположительно, в химикотоксикологических экспериментах [1].

Конечно же, успехи немецких ученых, открывших фосфорорганические отравляющие вещества, стимулировали исследования новых отравляющих соединений в других странах. В 1952 г. сотрудник крупнейшей британской компании "Imperial Chemical Industries" доктор Ранаджи Гошем синтезировал еще более токсичное фосфорсодержащее вещество — фосфорилтиохолин. Так случилось, что примерно одновременно его же получили Г. Шрадер в Германии и Ларс-Эрик Таммелин в Швеции.

В лабораториях США и Великобритании за короткое время были синтезированы и изучены сотни структурных аналогов фосфорилтиохолина. Один из них, О-этиловый S-2-(N,N-диизопропиламино) этиловый эфир метилфосфоновой кислоты, показавшийся США наиболее перспективным, получил шифр VX. Вещество VX токсичнее зарина примерно в 10 раз при внутривенном введении и при ингаляции. Особо токсичен при попадании на кожу.

В 1961 г. в США был открыт завод по производству вещества VX и боеприпасов, им начиненных. В первый год работы завод изготовил 5000 т отравляющего вещества. В 60-х годах прошлого века производство VX и сопутствующих боеприпасов наладили и в Советском Союзе, сначала в г. Волгограде, а затем и в г. Чебоксары [5].

В последующие годы не было создано отравляющих веществ, значительно превышающих по токсичности фосфорорганические соединения. К подобным веществам можно отнести микробные токсины (например, ботулинический), но все-таки их принято причислять не к химическому, а к биологическому оружию [6].



Развитие химии отравляющих веществ, к счастью, в дальнейшем пошло в направлении уменьшения токсичности. Появились такие классы химических отравляющих веществ, как инкапсулянты (временно выводящие из строя) и ирританты (раздражающего действия). В настоящее время существует группа так называемых "полицейских отравляющих веществ", вызывающих слезотечение и используемых при разгоне демонстраций и проведении полицейских операций [7].

Уничтожение химического оружия в России

На момент принятия Конвенции о химическом оружии это оружие в России хранилось в семи арсеналах: в городах Камбарка (Удмуртия), Щучье (Курганская область) и Почеп (Брянская область); поселках Горный (Саратовская область), Леонидовка (Пензенская область), Мирный (Кировская область) и Кизнер (Удмуртия). Уничтожение запасов проходило в четыре этапа и должно было завершиться не позднее 2018 г. [8].

Первый этап практических работ по ликвидации химического оружия в России начался в декабре 2002 г. в пос. Горном. Там был введен в эксплуатацию первый завод по уничтожению боеприпасов, содержащих люизит. Данный этап завершился в апреле 2003 г. Уничтожено 400 т запасов.

Второй этап закончился в апреле 2007 г. В течение этого этапа были запущены еще два комплекса: в Камбарке (по переработке люизита) и в Мирном (по переработке зарина и зомана). Объем уничтоженных боеприпасов составил 8 тыс. т.

Третий этап был завершен 25 ноября 2009 г. Расчетный объем уничтоженных запасов составил 18 тыс. т, т. е. 45 % всей национальной программы утилизации химического оружия. В ходе данного этапа были построены два завода по переработке боеприпасов с VX, зарином и зоманом: в Леонидовке (2008) и Щучьем (2009). А предприятия в пос. Горном и в г. Камбарке завершили свою работу (в 2008 г. и в 2009 г., соответственно) [8].

Четвертый этап начался в 2010 г. В г. Почепе построили предприятие по переработке отравляющих веществ. Следует отметить, что именно в этом городе находился крупнейший в стране арсенал химического оружия (18,8 % общих запасов). Процесс уничтожения боеприпасов, снаряженных VX, зарином и зоманом, был завершен в октябре 2015 г. [8].

В декабре 2013 г. в пос. Кизнере заработал последний завод по уничтожению химического оружия. В рамках исполнения обязательств по Конвенции о химическом оружии к 1 января 2014 г. в России были уничтожены все объекты по производству химического оружия, а также завершена конверсия еще шестнадцати заводов. К октябрю

2015 г. ликвидировали 92 % всех российских запасов отравляющих веществ. Работы завершились на четырех предприятиях: "Леонидовка", "Почеп", "Щучье", а также "Марадыковский" (пос. Мирный). В дальнейшем планируется их перепрофилирование [8].

В Почепе предполагается производить медицинские препараты, в Леонидовке — выпускать строительные и отделочные материалы. Мощности объекта в Мирном планирует использовать "Росатом" [8].

В 2017 г. в РФ оставался лишь один действующий объект по уничтожению химического оружия — предприятие в Кизнере. Но и его запасы постепенно свели к нулю: в марте 2017 г. ликвидировали последние на территории России запасы зомана, в июне 2017 г. началось уничтожение артиллерийских боеприпасов с VX, а с 10 июля 2017 г. на объекте ввели в эксплуатацию корпус по ликвидации снарядов с люизитом [8].

27 сентября 2017 г. на объекте в Кизнере ликвидировали последний заряд с VX массой около 1 кг. Таким образом, Россия выполнила обязательства, взятые на себя в рамках международной Конвенции о химическом оружии. Организация по запрещению химического оружия официально зафиксировала полное и безопасное уничтожение химического оружия в России и выдала соответствующие сертификаты [9].

Завод в Кизнере функционировал дольше всех: до декабря 2018 г. на нем перерабатывали корпуса боеприпасов и другие сопутствующие материалы. К 2024 г. объект планируют перевести в безопасный режим и организовать на нем новое производство [8].

В настоящее время на правительственном уровне согласуется программа ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и утилизации химоружия. В случае утверждения программу реализуют за 5—6 лет. Все объекты по уничтожению разберут, строительные материалы подвергнут термической обработке, а землю на территории рекультивируют [8].

Финансирование российской программы по уничтожению химического оружия

В начале XXI века США, Великобритания, Германия, Нидерланды, Италия и Канада выделили на российскую программу утилизации химического оружия более 1 млрд долл. Значительная часть средств поступала от США по "Программе совместного уменьшения угрозы" с целью оказать помощь странам бывшего СССР в ликвидации запасов ядерного, химического и биологического оружия. С 2009 г. средства на уничтожение химического оружия из-за рубежа не поступали.

К весне 2017 г. на реализацию мероприятий программы по уничтожению химического оружия потратили более 330 млрд руб., из них более 279 млрд руб. поступало из федерального бюджета.

Более 12 млрд ушло на социальную инфраструктуру (школы, больницы, детские сады и др.) в регионах, где располагались соответствующие заводы. 24 июля 2017 г. правительство выделило на программу дополнительные 2,93 млрд руб. [8].

Заключение

Россия начала уничтожение своих запасов отравляющих веществ и начиненных ими боеприпасов (всего порядка 40 тыс. т) в начале 1998 г. К осени 2016 г. от накопленного запаса боевой химии осталось около 5 %. В 2018 г. оставался единственный действующий объект — в Кизнере, на котором еще продолжалось уничтожение запасов боевых отравляющих веществ. Остальные российские объекты справились со своими задачами. После завершения ликвидации химического оружия в Кизнере, в уничтожении всех запасов химического оружия в Российской Федерации была поставлена точка.

Полная ликвидация запасов химического оружия в России — огромный шаг на пути к глобальной безопасности. Это исторический момент не только для Российской Федерации и Организации по запрещению химического оружия, но и для всего мирового сообщества.

Усилия России по ликвидации химического оружия послужили примером и другим странам. Как

известно, самым крупным держателем химического оружия теперь являются Соединенные Штаты, которые, к сожалению, не выполняют своих обязательств по срокам уничтожения химического оружия [10]. Уже трижды переносят сроки его ликвидации. На фоне этого Россия завершила работу раньше намеченного срока — во второй половине 2017 г.

Список литературы

1. **Pitschmann V.** Overall view on chemical and biochemical weapons // *Toxins*. — 2014. — № 6. — С. 1761–1784.
2. **MacLeod R.** *Frontline and Factory: Comparative Perspectives on the Chemical Industry at Wars, 1914–1924*. Editor J. A. Johnson. Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2006.
3. **Haber L. F.** *The Poisonous Cloud: Chemical Warfare in the First World War*. Oxford University Press: Oxford, UK, 1986.
4. **Горбовский А. Д.** Химическое оружие — на свалку истории // *Химическая и биологическая безопасность*. — 2007. — Т. 3. — № 19. — С. 32–33.
5. **Coleman K.** *A History of Chemical Warfare*. New York, NY, USA: Palgrave MacMillan, 2005.
6. **Bokan S.** The toxicology of bioregulators as potential agents of bioterrorism // *Archives of industrial hygiene and toxicology*. — 2005. — № 56. — С. 205–211.
7. **Антонов Н. С.** *Химическое оружие на рубеже двух столетий*. М.: Прогресс, 1994.
8. **Уничтожение химического оружия в России**. Досье. URL: <https://tass.ru/info/4333286> (дата обращения 12.12.2018).
9. <https://rg.ru/2017/09/27/v-rossii-zavershilsia-process-unichtozheniia-himicheskogo-oruzhiia.html> (дата обращения 04.09.2018).
10. <https://rg.ru/2013/12/19/kizner-site.html> (дата обращения 05.11.2018).

O. V. Semenchyuk, Associate Professor, e-mail: olga_ximik@mail.ru,

E. V. Shevchenko, Associate Professor, **M. A. Ponomaryova**, Cadet, Far-Eastern Fire Academy, Branch of the St. Petersburg University of Emercom of Russia, Vladivostok

Storage and Destruction of Chemical Weapons in Russia

The article provides information on the destruction of stocks of chemical weapons in Russia in the framework of fulfilling the obligations imposed by the Chemical Weapons Convention. Chemical weapons in Russia were stored in seven arsenals. Practical work on the elimination of chemical warfare agents was conducted at seven specialized plants in the different regions of our country. The process took place in four stages from December, 2002, till September, 2017.

The last shell was eliminated on September, 27, at the Kizner plant. At present, a program is being coordinated to eliminate the consequences of the activities of plants for the storage and disposal of chemical weapons. If approved, it is implemented in 5–6 years.

Thus, the destruction of all stocks of chemical weapons in the Russian Federation was finished. This outstanding event is a huge step towards global security.

Keywords: *Chemical Weapons Convention, chemical warfare agents, destruction of chemical weapons, global security*

References

1. **Pitschmann V.** Overall view on chemical and biochemical weapons. *Toxins*. 2014. No. 6. P. 1761–1784.
2. **MacLeod R.** *Frontline and Factory: Comparative Perspectives on the Chemical Industry at Wars, 1914–1924*. Editor J. A. Johnson. Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2006.
3. **Haber L. F.** *The Poisonous Cloud: Chemical Warfare in the First World War*. Oxford University Press: Oxford, UK, 1986.
4. **Gorbovsky A. D.** Chemical weapons — in the dustbin of history. *Chemical and biological safety*. 2007. Vol. 3. No. 19. P. 32–33.

5. **Coleman K.** *A History of Chemical Warfare*. New York, NY, USA: Palgrave MacMillan, 2005.
6. **Bokan S.** The toxicology of bioregulators as potential agents of bioterrorism. *Archives of industrial hygiene and toxicology*. 2005. No. 56. C. 205–211.
7. **Antonov N. S.** *Chemical weapons at the turn of the two centuries*. Moscow: Progress, 1994.
8. **Уничтожение химического оружия в России**. Досье. URL: <https://tass.ru/info/4333286> (date of access 12.12.2018).
9. <https://rg.ru/2017/09/27/v-rossii-zavershilsia-process-unichtozheniia-himicheskogo-oruzhiia.html> (date of access 04.09.2018).
10. <https://rg.ru/2013/12/19/kizner-site.html> (date of access 05.11.2018).

УДК 502.35

С. Е. Дерягина, ст. науч. сотр., e-mail: suzanna@esko.uran.ru,

О. В. Астафьева, канд. хим. наук, ст. науч. сотр.,

Институт промышленной экологии Уральского отделения РАН, Екатеринбург

Муниципальное образование Ямальский район Ямало-Ненецкого автономного округа: социально- экономическое развитие и экологическая безопасность территории

Представлены результаты исследования, проведенного на территории муниципального образования Ямальский район Ямало-Ненецкого автономного округа, который является одной из основных территорий традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера.

Обобщена и проанализирована информация о состоянии и перспективах социально-экономического развития одного из субъектов Арктической зоны Российской Федерации, а именно муниципального образования Ямальский район с целью выделения основных источников возможного экологического неблагополучия на территории района. Описаны производственные особенности и основные экологические проблемы муниципального образования Ямальский район.

Показано, что добыча и экспорт российского газа в ближайшем будущем будут оставаться на высоком уровне, в том числе за счет увеличения добычи на полуострове Ямал, а связанное с этим увеличение антропогенной нагрузки на окружающую среду ставит под угрозу уникальные экологические системы Арктики и наносит ущерб традиционным отраслям деятельности коренных малочисленных народов Севера.

В статье сформулированы основные направления и особенности формирования экологической политики на территории Ямало-Ненецкого автономного округа.

Ключевые слова: Арктика, Ямало-Ненецкий автономный округ, производственные особенности, экологическая безопасность, загрязнение атмосферы, поверхностные водные объекты, обращение с отходами

Актуальность проблемы

Территория Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) отнесена к Арктической зоне Российской Федерации в соответствии с Основами государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу [1].

Этот же документ определяет главные цели и стратегические приоритеты государственной политики Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) в сфере экологической безопасности, а именно сохранение и обеспечение защиты природной среды, ликвидация последствий хозяйственной деятельности при условии возрастающей экономической активности и глобальных изменений климата.

Арктические территории занимают в настоящее время особое место в системе обеспечения стратегических национальных интересов

государства. Уникальный ресурсный потенциал этого региона позволяет обеспечить развитие как регионов Арктики, так и страны в целом. При этом в основе политики, реализуемой государством в Арктике, необходимо учитывать развитие рационального природопользования, обеспечение экологической безопасности региона, сбережения уникальных арктических экосистем и местных сообществ [2, 3].

Федеральный закон № 7-ФЗ от 10 января 2002 г. "Об охране окружающей среды" определяет экологическую безопасность — как состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий.

Проблема обеспечения экологической безопасности, сохранения природных экосистем и биоразнообразия АЗРФ, в частности территории ЯНАО,

являются актуальными в связи с тем, что природные экосистемы Арктики особенно уязвимы в отношении антропогенных воздействий — это связано прежде всего с климатическими условиями территории, а именно: наличие многолетней мерзлоты, короткий летний период, повышенная влажность воздуха и ландшафтные особенности, которые определяют высокую степень заболоченности территории. Таким образом, сочетание пространственно-географического фактора с экстремальными природно-климатическими условиями предопределяют высокую хрупкость арктических экосистем, которая проявляется, прежде всего, в их уязвимости к антропогенным, а также климатическим изменениям [4, 5].

Согласно оценкам, представленным Рабочей группой Арктического совета по сохранению арктической флоры и фауны (CAFF), климатические изменения являются самой серьезной угрозой для биоразнообразия Арктики, усугубляющей все остальные отрицательные воздействия [6].

Объектом исследования является муниципальное образование (МО) Ямальский район, который в соответствии с современным административно-территориальным устройством Ямало-Ненецкого автономного округа является одним из 14 административно-территориальных единиц округа [7].

Муниципальное образование Ямальский район занимает площадь 148,0 тыс. км², что составляет 19,5 % территории ЯНАО, уступая по площади только МО Тазовский район. Границы Ямальского района совпадают с территорией полуострова Ямал, омываемого на юго-западе водами Байдарацкой губы, на западе и севере — Карского моря, на востоке и юге — Обской губы. Территория Ямальского района включает в себя острова Белый, Литке, Шарповы кошки, острова поймы реки Оби. Ямальский район по земле граничит с Приуральским и Надымским районами [8].

Численность населения Ямальского района 16,779 тыс. человек, в том числе около 12 тыс. человек — представители коренных малочисленных народов Севера. Более 35 % жителей муниципального образования заняты в оленеводстве и ведут традиционный кочевой образ жизни [9].

Выбор объекта исследования обусловлен тем, что территория МО Ямальский район переживает в настоящее время этап интенсивного промышленного освоения месторождений, в связи с чем на территории района произошли значительные изменения социально-экономической ситуации, а именно: ввод в эксплуатацию новых предприятий, международного аэропорта Сабетта, железной дороги "Бованенково — Сабетта", начало эксплуатации Бованенковского и Новопортовского месторождений, возрождение и расширение

геологоразведочных работ, которые направлены на выявление перспективных нефтегазоносных горизонтов (Крузенштернское, Малыгинское, Тасийское, Тамбейское). При этом, безусловно, увеличивается и риск нарушения экологического равновесия территории традиционного хозяйствования коренных малочисленных народов Севера, которых в Ямальском районе проживает самая многочисленная (не только в России, но и в мире) общность [8, 10].

Содержание исследования и обсуждение результатов

Целью исследования является: проведение аналитических работ, которые включают анализ производственных особенностей территории, состояния окружающей среды в условиях интенсивного промышленного освоения территории Ямальского района; выделение основных источников возможного экологического неблагополучия на территории района; определение основных экологических проблем и путей их решения.

Информационная база исследования — статистические данные, нормативно-правовая и социально-экономическая характеристики территории, информационные ресурсы интернет, а также научно-исследовательские работы, проведенные на данной территории.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р утверждена Энергетическая стратегия России на период до 2030 года, которая по энергетическому освоению поставила полуостров Ямал (а, значит, территорию Ямальского района) в один ряд с регионами Восточной Сибири и Дальнего Востока, Северо-Западного региона России и континентального шельфа Российской Федерации [9].

Оценка сырьевой базы Ямала и перспектив ее развития позволяет сделать вывод о том, что Ямал является стратегической базой развития газодобычи, альтернативы которой в России пока нет. Здесь также имеется мощная сырьевая база для организации добычи жидких углеводородов. Прогнозные объемы добычи газа в Ямальском районе представлены в табл. 1 [11].

Факторы, которые определяют производственные особенности муниципального образования Ямальский район, — это природно-ресурсный

Таблица 1

Прогнозные объемы добычи газа на Ямале

Год	2015	2020	2025	2030
Объем добычи газа, млрд м ³ /год	62,297	135...175	200...250	310...360



Таблица 2

Динамика добычи углеводородного сырья за 2013–2017 гг.

Показатель	Годы					
	2007	2013	2014	2015	2016	2017
Добыча нефти, млн т	0	0,0157	0,148	0,342	2,9	5,6
Добыча газа, млрд м ³	0	23,025	43,129	62,297	68,7	87,6
Добыча конденсата, млн т	0	0,022	0,048	0,053	0,1	0,5

потенциал территории: крупнейшие в стране запасы энергетического сырья, богатство биологических ресурсов, наличие выхода к Северному морскому пути.

По данным Управления Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области, Ханты-Мансийскому автономному округу — Югре и Ямало-Ненецкому автономному округу за 2017 г. объем промышленного производства Ямальского района составил 294 446,4 млн руб. и к соответствующему периоду прошлого года рост составил — 57,4 % [9].

На территории Ямальского района открыто 26 месторождений, разведанные запасы газа которых составляют 10,4 трлн м³. В 2012 г. компанией ПАО "Газпром" введено в разработку первое и самое крупное по запасам месторождение на полуострове Ямал — Бованенковское. С завершением в 2016 г. строительства второй нитки газопровода "Бованенково — Ухта" и вводом новых мощностей на месторождении в ближайшие годы Бованенковское месторождение выйдет на полную мощность — до 115 млрд м³/год [8, 12]. Динамика добычи углеводородного сырья на территории Ямальского района представлена в табл. 2.

В общем объеме промышленного производства в 2017 г. добыча сырой нефти и природного газа занимает 95,8 %. Базовой отраслью сельского

хозяйства являются оленеводство. Эти виды деятельности оказывают основную нагрузку на окружающую среду Ямальского района.

При этом особенность МО Ямальский район — это сосуществование современного промышленного освоения территории, связанное, в первую очередь, с разработкой запасов углеводородного сырья, и наличие самой значительной общности коренных малочисленных народов Севера (КМНС), жизнедеятельность которых основана на традиционном образе жизни и хозяйственной деятельности.

Учитывая современный уровень развития территории, с одной стороны, уязвимость природных экосистем к антропогенным воздействиям и необходимость сохранения условий традиционного образа жизни и культурного наследия КМНС, с другой, обеспечение экологической безопасности МО Ямальский район становится одной из приоритетных задач.

Современная экологическая ситуация Ямальского района складывается из комплекса взаимосвязанных факторов, а именно: географическое положение; административно-территориальное устройство и демографическая ситуация; климатические характеристики, которые определяют особенности природных условий региона; особенности

Таблица 3

Динамика валовых выбросов ЗВ в атмосферный воздух от стационарных источников, число стационарных источников и число объектов, имеющих выбросы [14]

Муниципальное образование	Число объектов, имеющих выбросы ЗВ			Число стационарных ИЗА			Объем валовых выбросов ЗВ от стационарных источников, тыс. т		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Красноселькупский район	17	16	23	1424	1609	2422	14,76	13,273	14,745
Надым и Надымский район	65	59	60	16 272	16 715	14 408	207,34	268,962	286,761
Приуральский район	19	19	17	744	958	938	6,47	3,208	3,529
Пуровский район	114	87	90	19 179	18 905	19 302	333,98	353,143	306,261
Тазовский район	37	27	39	6217	6128	5687	21,77	21,150	35,236
Шурышкарский район	5	7	5	148	118	58	1,63	2,517	2,510
Ямальский район	28	34	37	2471	3603	3629	33,25	74,491	121,470
ЯНАО	490	440	479	52 882	53 938	52 293	632,18	749,339	786,193

экономического развития, определяющие уровень антропогенной нагрузки на окружающую среду [13].

Спецификой загрязнения атмосферного воздуха МО Ямальский район является абсолютное преобладание выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) от стационарных источников загрязнения атмосферы (ИЗА).

Динамика выбросов ЗВ показана в табл. 3. Как видно из приведенных в таблице данных, по числу объектов, имеющих выбросы ЗВ в атмосферу, Ямальский район уступает только промышленно развитым районам ЯНАО: Пуровскому и Надымскому.

Уровень антропогенной нагрузки на атмосферный воздух Ямальского района характеризуется постепенным ее возрастанием, которое связано с промышленным освоением месторождений на территории района. Так, за анализируемый период в 1,3 раза выросло число объектов, имеющих выбросы загрязняющих веществ, в 1,5 раза — число стационарных источников загрязнения атмосферы, что в целом обусловило увеличение в 3,6 раз объемов валовых выбросов от стационарных источников. По данному показателю Ямальский район также находится на третьем месте после Пуровского и Надымского районов и на его долю приходится более 15 % валовых выбросов от стационарных источников в целом по ЯНАО.

Ситуация усугубляется крайне неравномерным размещением производственных объектов на территории района, низкой плотностью населения (0,11 чел./км², неразвитостью транспортной инфраструктуры).

Учитывая прогнозируемое увеличение фактической добычи углеводородного сырья, можно с достаточной уверенностью прогнозировать

сохранение динамики роста массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу [8, 14]. В табл. 4 приведены данные о массе выбросов основных ЗВ в атмосферный воздух от стационарных источников в 2017 г.

На территории Ямальского района, как и в целом по ЯНАО, основной вклад в загрязнение атмосферы вносят предприятия, осуществляющие добычу полезных ископаемых, при этом приоритетными ЗВ являются выбросы трех веществ — оксида углерода, диоксида азота и метана.

Оценка уровня антропогенной нагрузки на окружающую среду, обусловленной выбросами загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников Ямальского района в расчете на одного жителя и единицу площади района, приведена в табл. 5.

Уже в 2015 г. нагрузка на одного жителя МО Ямальский район, превышала почти в 2 раза нагрузку по округу в целом. А за трехлетний период данный параметр вырос в 3,6 раза. Дальнейшее динамичное и поступательное экономическое развитие Ямальского района, без принятия соответствующих мер, приведет к увеличению уровня антропогенной нагрузки.

Гидрографическая сеть района — это большое число рек, озер и эстуарные водоемы, при этом система эстуарных бассейнов охватывает все северное побережье — Обская, Байдарацкая губы. С северо-запада побережье полуострова омывается Карским морем. Протяженность Обской губы — 800 км, ширина 30..90 км, средняя глубина 9 м. Все реки Ямала принадлежат бассейну Карского моря и относятся к двум водосборам: реки западной половины полуострова впадают в Байдарацкую губу, или непосредственно

Таблица 4

Масса выбросов основных ЗВ в атмосферный воздух от стационарных источников, тыс. т (2017 г.)

Наименование территории	Загрязняющие вещества						
	С	SO ₂	CO	NO _x в пересчете на NO ₂	CH _x	ЛОС	Прочие
ЯНАО	21,519	2,615	327,422	95,269	273,658	64,949	0,761
МО Ямальский район	3,999	0,655	74,256	14,149	25,489	2,894	0,028

Таблица 5

Динамика уровня антропогенной нагрузки на окружающую среду, обусловленной выбросами загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников

Наименование территории	Уровень антропогенной нагрузки					
	т/чел			т/1 км ²		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Ямальский район	2,0	4,44	7,24	0,22	0,50	0,82
ЯНАО	1,2	1,4	1,47	0,82	0,97	1,022



в Карское море, а реки восточной части — в Обскую губу. Площадь рек и ручьев составляет 145 830 га (1,5 тыс. км²).

Наиболее крупные реки: Юрибей (длина 450 км), Мордыяха (длина 300 км), Надуйяха (длина 290 км), Харасавэйяха (длина 271 км), Сехя (длина 265 км), Тиутейяха (длина 252 км) [15].

Общая площадь озер на территории Ямальского района — 9,9 тыс. км², что составляет 22 % от общей площади озер в автономном округе. Всего на территории района расположено около 53 тыс. озер [8].

Территория Ямальского района достаточно обеспечена водными ресурсами. Однако интенсивное увеличение хозяйственной деятельности, освоение месторождений полезных ископаемых на территории района приводят к быстрому нарушению экологического равновесия, что ведет к качественному истощению водных ресурсов.

Основными источниками загрязнения водных объектов являются сброс неочищенных сточных вод, утечки нефти и нефтепродуктов, а также нарушения режима использования водоохранной зоны и прибрежных защитных полос. На химический состав воды поверхностных водных объектов существенное влияние оказывает антропогенный фактор, что безусловно связано с активным промышленным освоением территории района.

По данным Нижне-Обского бассейнового водного управления по ЯНАО, общий объем водоотведения по Ямальскому району ежегодно составляет более 80 тыс. м³, из них более 60 % сбрасывается в накопители, впадины, поля фильтрации, на рельеф, более 25 % — в подземные воды, около 12 % — в поверхностные воды [8].

Объем информации о качестве воды поверхностных водных объектов территории района фрагментарен, что существенно затрудняет как определение реального уровня загрязнения поверхностных вод, так и тенденции их изменения, поскольку требует более продолжительных и постоянных наблюдений.

Существующая на территории ЯНАО федеральная наблюдательная сеть за состоянием поверхностных вод не охватывает водные объекты Ямальского района, информация о качестве поверхностных вод на территории района в основном базируется на результатах регулярных наблюдений региональной сети экологического мониторинга в границах мониторинговых полигонов, и локальной сети в границах лицензионных участков. Кроме того, на территории района проводятся научно-исследовательские работы, связанные с изучением водных объектов. Схема экологического мониторинга поверхностных вод Ямальского района ЯНАО приведена на рисунке [15].

Согласно данным, опубликованным в Докладе об экологической ситуации в Ямало-Ненецком автономном округе в 2017 г. [14], реки Ямальского района, как и в целом по ЯНАО, характеризуются естественным повышенным фоновым содержанием по железу, повышенной мутности воды, цветности. Цветность поверхностным водам чаще всего придают органические вещества, поступающие из почвы (гуминовые кислоты, фульвокислоты), а также комплексные соединения различных органических веществ с железом. В водных объектах района в результате хозяйственной деятельности в пределах водосборной площади отмечаются

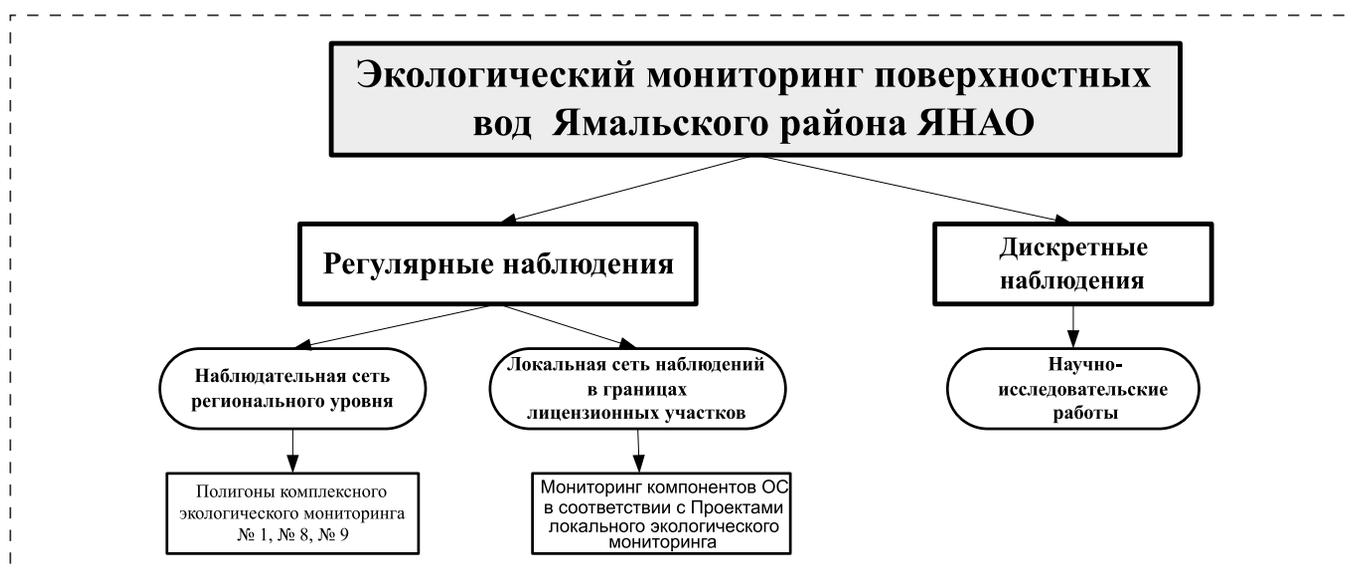


Схема экологического мониторинга поверхностных вод Ямальского района ЯНАО

повышенные концентрации нефтепродуктов, фенолов, ионов тяжелых металлов, органических и биогенных веществ, условно патогенной микрофлоры, а также повышенные значения БПК₅ [14].

Проблема обращения с отходами производства и потребления для Ямальского района, как и для всей территории ЯНАО, является одной из наиболее значимых в плане обеспечения экологической безопасности и рационального использования ресурсного потенциала территории. Размещение (хранение и захоронение) отходов выводит из хозяйственного оборота значительные площади земель, загрязняет их и оказывает существенное негативное влияние на почвы, водные объекты, атмосферный воздух и соответственно на здоровье населения.

При этом обеспеченность населенных пунктов Ямальского района объектами размещения отходов, соответствующих требованиям действующего законодательства, довольно низкая. В большей части населенных пунктов для сбора ТБО применяются несанкционированные свалки, без каких-либо устройств, обеспечивающих экологическую безопасность объектов и учета поступающих отходов.

Осложняет экологическую ситуацию и воздействие, которое связано с последствиями хозяйственной деятельности в прошлом. В рамках разработки экологических паспортов муниципальных районов ЯНАО была проведена актуализация информации об объектах накопленного в результате прошлой хозяйственной деятельности экологического вреда. Среди выявленных в ходе инвентаризации объектов, особого внимания заслуживают объекты накопленного экологического вреда на острове Белый и наличие бесхозного и брошенного флота (брошенных судов) в прибрежной зоне рек Обской губы [16].

С учетом существующего положения и прогнозом социально-экономического развития МО Ямальский район, наиболее актуальными можно определить следующие экологические проблемы:

— тенденция существенного увеличения нагрузки на атмосферный воздух, которая обусловлена ростом числа стационарных источников загрязнения в процессе промышленного освоения запасов углеводородного сырья и масштабного инфраструктурного обустройства территории, а также увеличением вклада в загрязнение атмосферного воздуха передвижных источников загрязнения;

— угроза увеличения общего загрязнения акваторий водных объектов, обусловленная как прогнозируемым ростом общей антропогенной нагрузки, так и наличием объектов накопленного в результате прошлой хозяйственной деятельности экологического вреда;

— существующие проблемы в области обращения с отходами.

Причины экологических проблем, которые проявляются в ухудшении качества компонентов окружающей среды, нарушении среды обитания коренного населения, сокращении биоразнообразия впоследствии могут оказывать существенное влияние на условия функционирования секторов и отраслей экономики, экологическую безопасность территории, определяются совокупностью экономических, технологических, социальных и управленческих факторов.

Исходя из этого к наиболее значимым причинам можно отнести ресурсный и монопрофильный характер социально-экономического развития района, недостаточно развитую систему экологического мониторинга.

Решением проблемы экологической безопасности территории Ямальского района, при условии наращивания темпов развития предприятий нефтегазового и горнодобывающего комплексов, должно стать совершенствование экологической политики на муниципальном уровне, направленное на создание необходимых условий для устранения прошлого (накопленного) вреда окружающей среде и предотвращения экологических проблем в будущем, так как именно муниципальный уровень региональной системы экологической безопасности является базовым, поскольку на этом уровне в соответствии с федеральным законодательством осуществляется управление в области окружающей среды, организация межпоселенческих экологических мероприятий, а также деятельность в сфере обращения с отходами [17].

С учетом сложившейся экологической ситуации на территории МО Ямальский район основные направления природоохранной деятельности должны формироваться исходя из следующих положений:

- совершенствование нормативно-правовой базы, определяющей требования и условия к экологически безопасному проведению работ, с учетом значимости природных особенностей территории;
- организация эффективного взаимодействия с недропользователями, органами власти и международными организациями по вопросам планирования и реализации необходимых природоохранных мероприятий;
- привлечение необходимых природоохранных инвестиций за счет участия в реализации федеральных программных мероприятий, соглашений государственно-частного партнерства, а также международного сотрудничества по сохранению Арктических природных территорий и развития традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера;
- организация объективного информационного обеспечения природоохранной деятельности,



в том числе в рамках реализации государственной политики и исполнения международных обязательств Российской Федерации по сохранению арктических территорий.

Список литературы

1. **Основы** государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу (утв. Президентом РФ 18.09.2008 № Пр-1969) // Официальный сайт компании "КонсультантПлюс". URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_119442/ (дата обращения 26.03.2019).
2. **Инновационный вектор** экономического развития северных и арктических территорий России и стран Северной Европы / К. С. Зайков, М. Р. Калинина, Н. А. Кондратов, А. М. Тамицкий // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. — 2017. — Т. 10. — № 3. — С. 59—77.
3. **Основные принципы** сбалансированного социально-экономического развития территорий Арктической зоны Российской Федерации / В. И. Павленко, И. И. Меламед, С. Ю. Куценко, А. Г. Тутыгин, М. А. Авдеев, Л. А. Чижова // Власть, 2017. — Т. 25. — № 6. — С. 7—17.
4. **Тишков А. А.** "Арктический вектор" в сохранении наземных экосистем и биоразнообразия // Арктика: экология и экономика. — 2012. — № 2. — С. 28—43.
5. **Шелудков А.** Климат без спекуляций // Ямал — Арктика. — 2014. — № 1. — С. 24—29.
6. **Arctic Biodiversity Trends 2010** — Selected indicators of change // Conservation of Arctic Flora and Fauna. URL: <https://www.caff.is/assessment-series/162-arctic-biodiversity-trends-2010-selected-indicators-of-change> (дата обращения 20.03.2019).
7. **Закон** Ямало-Ненецкого автономного округа от 06.12.2006 г. № 42-ЗАО "Об административно-территориальном устройстве Ямало-Ненецкого автономного округа" // Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/802075611> (дата обращения 02.04.2019).
8. **Стратегия** социально-экономического развития муниципального образования Ямальский район до 2030 г. // Официальный интернет-портал Ямальского района ЯНАО. URL: <https://www.mo-yamal.ru/portal/ekonomika/eko/280> (дата обращения 22.03.2019).
9. **Доклад** о социально-экономической ситуации муниципального образования Ямальский район за 2017 года // Официальный интернет-портал Ямальского района ЯНАО. URL: <https://www.mo-yamal.ru/portal/ekonomik> (дата обращения 28.03.2019).
10. **Колесникова К. И., Пшеничная О. В., Галай О. Ю.** Стратегия социально-экономического развития Ямальского района ЯНАО // Дискуссия. — 2012. — № 6 (24). — С. 50—57.
11. **Запасы** природного газа полуострова Ямал // Сайт LNGas.ru. URL: <http://lngas.ru/russian-lng-projects/yamal/zapasy-prirodnogo-gaza-yamal.html> (дата обращения 04.04.2019).
12. **Котомин А. Б.** Стратегический прогноз развития добычи и переработки углеводородов в регионах российской севера // Материалы межрегиональной научно-практической конференции "Развитие Севера и Арктики: проблемы и перспективы". — Апатиты. — 2012 г. — С. 29—30.
13. **Манжуров И. Л., Дерягина С. Е., Астафьева О. В.** Система экологического мониторинга — элемент общей системы управления охраной окружающей среды Ямало-Ненецкого автономного округа: существующее положение и пути развития // Экология и промышленность России. — 2014. — № 9. — С. 50—55.
14. **Доклад** об экологической ситуации в Ямало-Ненецком автономном округе в 2017 году. — Салехард, 2018. — 210 с.
15. **Дерягина С. Е., Астафьева О. В.** Поверхностные воды в границах Ямальского района Ямало-Ненецкого автономного округа: характеристика, экологические аспекты // Проблемы региональной экологии. — 2018. — № 1. — С. 37—40.
16. **Проблема** накопленного экологического ущерба на территории ЯНАО: современное состояние / И. Л. Манжуров, О. В. Астафьева, С. Е. Дерягина, К. Л. Антонов // Проблемы региональной экологии. — 2014. — № 2. — С. 37—40.
17. **Проблемы** обеспечения экологической безопасности региона / В. В. Куценко, Э. С. Цховребов, С. Н. Сидоренко и др. // Вестник РУДН, серия Экология и безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 2. — С. 75—82.

S. E. Deryagina, Senior Researcher, e-mail: suzanna@ecko.uran.ru,

O. V. Astafieva, Senior Researcher, Institute of Industrial Ecology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg

Municipal Formation Yamal Area of the Yamalo-Nenets Autonomous District: Socio-Economic Development and Environmental Safety of the Territory

The article presents the results of a study conducted in the Yamal area of the Yamalo-Nenets Autonomous district (YNAD), which is one of the main territories of traditional nature management of indigenous scanty peoples of the North.

Summarized and analyzed information on the status and prospects of socio-economic development of one of the subjects of the Arctic zone of the Russian Federation, namely the Yamal area of the YNAD with the aim of highlighting the main sources of possible ecological troubles in the district. Described the production peculiar properties and the main environmental problems Municipal formation Yamal area.

It is shown that the production and export of Russian gas in the near future will remain at a high level, including by increasing gas production on the Yamal peninsula, and the associated increase in anthropogenic

pressure on the environment threatens the unique ecological systems of the Arctic and harms the traditional sectors of activity of indigenous people of the North. The article formulates the main directions and features of the formation of environmental policy in the Yamal area.

Keywords: Arctic, Yamalo-Nenets Autonomous District Industrial features, ecological safety, pollution of the atmosphere, surface water objects, waste management

References

1. **Osnovy** gosudarstvennoj politiki Rossijskoj Federacii v Arktike na period do 2020 goda i dal'nejshuyu perspektivu (utverzhdenny Prezidentom RF 18.09.2008 No. Pr-1969). *Oficial'nyj sayt kompanii "Konsul'tantPlyus"*. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_119442/ (date of access 26.03.2019).
2. **Innovacionnyj** vektor ehkonomicheskogo razvitiya severnyh i arkticheskikh territorij Rossii i stran Severnoj Evropy / K. S. Zajkov, M. R. Kalinina, N. A. Kondratov, A. M. Tamickij. *Ehkonomicheskie i social'nye peremeny: fakty, tendencii, prognoz*. 2017. Vol. 10. No. 3. P. 59—77.
3. **Osnovnye principy** sbalansirovannogo social'no-ehkonomicheskogo razvitiya territorij Arkticheskoy zony Rossijskoj Federacii. V. I. Pavlenko, I. I. Melamed, S. Yu. Kucenko, A. G. Tutygin, M. A. Avdeev, L. A. Chizhova. *Vlast'*. 2017. Vol. 25. No. 6. P. 7—17.
4. **Tishkov A. A.** Arkticheskij vektor v sohranении наземных экосистем и биоразнообразия. *Arktika: ehkologiya i ehkonomika*. 2012. No. 2. P. 28—43.
5. **Sheludkov A.** Klimat bez spekulyacij. *Yamal — Arktika*. 2014. No. 1. P. 24—29.
6. **Arctic Biodiversity Trends 2010** — Selected indicators of change // Conservation of Arctic Flora and Fauna. URL: <https://www.caff.is/assessment-series/162-arctic-biodiversity-trends-2010-selected-indicators-of-change> (date of access 20.03.2019).
7. **Zakon** Yamalo-Neneckogo avtonomnogo okruga ot 06.12.2006 g. No. 42-ZAO "Ob administrativno-territorial'nom ustrojstve Yamalo-Neneckogo avtonomnogo okruga". *Ehlektronnyj fond pravovoj i normativno-tehnikheskoj informacii*. URL: <http://docs.cntd.ru/document/802075611> (date of access 02.04.2019).
8. **Strategiya** social'no-ehkonomicheskogo razvitiya municipal'nogo obrazovaniya Yamal'skij rajon do 2030 g. *Oficial'nyj internet portal Yamal'skogo rajona YANAO*. URL: <https://www.mo-yamal.ru/portal/ekonomika/eko/280> (date of access 22.03.2019).
9. **Doklad** o social'no-ehkonomicheskoy situacii municipal'nogo obrazovaniya Yamal'skij rajon za 2017 goda. *Oficial'nyj internet portal Yamal'skogo rajona YANAO*. URL: <https://www.mo-yamal.ru/portal/ekonomik> (date of access 28.03.2019).
10. **Kolesnikova K. I., Pshenichnaya O. V., Galaj O. Yu.** Strategiya social'no-ehkonomicheskogo razvitiya Yamal'skogo rajona YANAO. *Diskussiya*. 2012. No. 6 (24). P. 50—57.
11. **Zapasy** prirodnogo gaza poluostrova Yamal. *Sajt LNGas.ru*. URL: <http://lngas.ru/russian-lng-projects/yamal/zapasy-prirodnogo-gaza-yamal.html> (date of access 04.04.2019).
12. **Kotomin A. B.** Strategicheskij prognoz razvitiya dobychi i pererabotki uglevodorodov v regional'no-rossijskogo severa. *Materialy mezhregional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii "Razvitie Severa i Arktiki: problemy i perspektivy"*. Apatity, 2012. P. 29—30.
13. **Manzhurov I. L., Deryagina S. E., Astaf'eva O. V.** Sistema ehkologicheskogo monitoringa — ehlement obshej sistemy upravleniya ohranoj okruzhayushchej sredy Yamalo — Neneckogo avtonomnogo okruga: sushchestvuyushchee polozenie i puti razvitiya. *Ehkologiya i promyshlennost' Rossii*. 2014. No. 9. P. 50—55.
14. **Doklad** ob ehkologicheskoy situacii v Yamalo-Neneckom avtonomnom okruge v 2017 godu. g. Salekhard. 2018. 210 p.
15. **Deryagina S. E., Astaf'eva O. V.** Poverhnostnye vody v granicah Yamal'skogo rajona Yamalo-Neneckogo avtonomnogo okruga: harakteristika, ehkologicheskie aspekty. *Problemy regional'noj ehkologii*. 2018. No. 1. P. 37—40.
16. **Problema** nakoplenno-ehkologicheskogo ushcherba na territorii YANAO: sovremennoe sostoyanie. I. L. Manzhurov, O. V. Astaf'eva, S. E. Deryagina, K. L. Antonov. *Problemy regional'noj ehkologii*. 2014. No. 2. P. 37—40.
17. **Problemy** obespecheniya ecologicheskoy bezopasnosti regiona. V. V. Kucenko, Eh. S. Ckhovrebov, S. N. Sidorenko i dr. *Vestnik RUDN, Seriya Ehkologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2013. No. 2. P. 75—82.

9-я специализированная выставка

Безопасность. Охрана. Спасение / SENTEX

12—14 ноября 2019. Нижний Новгород. Нижегородская Ярмарка

Тематика выставки:

- Предупреждение и ликвидация ЧС
- Пожарная безопасность
- Поисковая и аварийно-спасательная деятельность
- Медицина катастроф
- Промышленная и экологическая безопасность
- Технические средства и системы безопасности
- Охрана и безопасность труда
- Охранное телевидение и наблюдение
- Системы защиты периметра. Ограждения
- Транспортная безопасность
- Оборудование и системы безопасности информации и связи

Подробнее: http://www.yarmarka.ru/catalog/15/496/sentex_2019.html



УДК 630.43:355

О. Д. Багинова, канд. вет. наук, доц., e-mail: baginova1971@mail.ru,
А. А. Алтаев, канд. биол. наук, доц., зав. кафедрой, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, Улан-Удэ

Лесные пожары в Бурятии

Приведены данные анализа проблемы лесных пожаров в Республике Бурятия, рассмотрены природные и антропогенные факторы, приводящие к их возникновению. Проанализирована динамика развития пожарной опасности на протяжении 2015–2018 гг.

Ключевые слова: лесные пожары, причины пожаров, горимость, пожароопасный период

Проблема лесных пожаров для нашей страны является чрезвычайно актуальной. В лесах Российской Федерации ежегодно возникает от 15 до 35 тыс. возгораний. Лесные пожары как природный процесс обусловлены спецификой климатических, биологических и других физико-географических факторов.

Значительную часть байкальского региона занимает Республика Бурятия (РБ). Общая площадь земель, занятых лесами в РБ, в том числе земель лесного фонда и земель иных категорий, составляет 29 805,9 тыс. га, или 84,8 % от общей земельной площади республики [1].

На одного жителя приходится более 20 га покрытых лесом территорий, что почти в 5 раз превосходит российский показатель. Породный состав лесов представлен: лиственницей (53,5 %), сосной (19,5 %), кедром (14,5 %), березой (4,0 %), осиной (2,5 %) и второстепенными древесными породами (6,5 %) [1]. Прогноз опасности возникновения лесных пожаров является основой для проектирования и оценки эффективности противопожарных мероприятий. Лесной фонд Республики Бурятия дифференцирован по классам пожарной опасности (см. таблицу).

Средний класс природной пожарной опасности III. Это свидетельствует о высокой пожарной опасности в лесах РБ. Наиболее опасные в пожарном отношении участки леса (I–III классы)

Распределение земель лесного фонда по классам природной пожарной опасности

Класс природной пожарной опасности	Площадь земель лесного фонда, тыс. га	Процент от общей площади
I	8978,1	30,5
II	4952,6	16,7
III	8905,3	30,1
IV	5334,2	19,8
V	1404,6	4,7
Итого:	29 574,8	100

занимают 75 % площади. На этих территориях возможны как низовые, так и верховые пожары в течение всего пожароопасного сезона. Распределение земель по классам пожарной опасности проводится согласно карте-схеме № 5, приведенной в Приказе Рослесхоза № 287 от 5 июля 2011 г. [2].

В лесах, отнесенных к I классу природной пожарной опасности (30,5 %), в течение всего пожароопасного сезона возможны как низовые, так и верховые пожары. При этом зона наземной охраны составляет всего 10 % площади лесного фонда РБ, что обусловлено горным рельефом лесной территории, наземный доступ к которым ограничен. Остальная часть (90 %) — это зоны авиационной охраны (42,5 %) и космического мониторинга (47,5 %). В этих зонах обнаружение пожаров проводится авиацией и по космическим данным, а тушение — авиационными силами и средствами.

В ведении Республиканского агентства лесного хозяйства РБ находятся леса, расположенные на землях лесного фонда, занимающие 27,05 млн га, или 91,5 % от общей площади лесов. К лесам, не входящим в лесной фонд, относятся земли Министерства природных ресурсов и экологии РФ (особо охраняемые природные территории, ООПТ) — 2111,6 тыс. га, Министерства обороны — 442,8 тыс. га, городские леса — 8,7 тыс. га [1].

Лесные пожары в Бурятии являются основным негативным фактором антропогенного характера, влияющим на лесной фонд республики, территория которой входит в Байкальскую природную территорию — участок мирового наследия.

Ежегодное горение лесов в разных регионах Сибири и Дальнего Востока создают чрезвычайные ситуации федерального уровня, которые наносят экономике государства колоссальные убытки.

Среди чрезвычайных ситуаций природного характера на лесные пожары в регионе приходится более 90 % ущерба в виде сокращения ресурсов лесного хозяйства. И также они представляют серьезную угрозу безопасности для населения и хозяйственных

объектов на прилегающих территориях, о чем свидетельствует печальная статистика последних лет.

Лесные пожары достаточно сложно поддаются ликвидации в связи с такими причинами, как быстрота распространения верховых и сложнодоступность тушения низовых и подземных (торфяных) пожаров, на долю которых приходится 90 % общего числа лесных пожаров. Данное количество таких пожаров связано с тем, что 87 % лесных пожаров, как и бытовых, возникают вследствие неосторожного обращения с огнем и лишь 13 % приходится на другие причины.

Только за период январь — июнь 2017 г. в Российской Федерации было зарегистрировано 31 665 пожаров, 1836 из которых — лесные. При этом по количеству и площади возгорания в лесах лидируют Дальневосточный и Сибирский ФО [3].

В Бурятии ситуации с пожарами коренным образом отличаются от аналогичных в других областях России. Например, международный эксперимент на лесном острове Бор Красноярского края по искусственно спровоцированному пожару, в ходе которого в 1993 г. исследователи дотла выжгли лесной массив площадью 49,5 га. К чему это привело?

Как свидетельствуют участники эксперимента, "тот страшный пожар, который специально устроили пирологи, не нанес смертельного вреда местной экосистеме. Скорее наоборот". Директор Глобального центра мониторинга лесных пожаров Германии профессор Йоханн Гольдаммер уверен, что через сто лет на острове поднимется новый, еще более густой лес. По словам бывшего заместителя директора Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства Александра Степченко, эксперимент на острове Бор может уже сейчас подтвердить тот факт, что даже разрушительные верховые пожары не приводят к гибели экосистемы. "Да, погибли взрослые деревья. Но на тот момент они уже приостановились в своем росте и развитии, не перерабатывали углекислый газ, а только поглощали кислород. Пожар фактически запустил механизм омоложения леса", — считает ученый [4].

Пожар на острове Бор был катастрофическим, а через 20 лет здесь можно видеть новую жизнь. Часто пожары происходят из-за удара молнии или в результате сухой грозы. Такие природные пожары являются неотъемлемой частью лесной экосистемы. Опыт, полученный во время этого многолетнего исследования, можно будет распространить на весь мир [5].

В Бурятии ситуация иная. Ландшафты республики сформировались на почвообразующих породах, представленных скоплением рыхлых продуктов выветривания горных пород, состоящих из супесчаных и песчаных отложений, в условиях

засушливого климата [5] Регион обозначен на сельскохозяйственной карте как область рискованного земледелия. Данные условия не позволят быстро восстановиться пострадавшему лесу естественным образом, а наоборот, запустят механизмы деградации почв — выветривания, размывания и опустынивания. Это усугубляется учащающимися межпожарными периодами. Если обычно этот период составляет 12—14 лет, то в Бурятии в последнее время такой период сократился до 5—6 лет [6].

В дальнейшем ситуация будет только обостряться — в верхние горизонты почвы перестанет поступать грунтовая вода, которая раньше поднималась по корням деревьев. Корни дренируют почвенный профиль, поэтому ручьи исчезают после вырубki деревьев. Сначала исчезают ручьи, потом речки, которые ими питались. Так уходит вода, уходит жизнь. Мертвые деревья привлекут вредителей леса, которые в таких условиях стремительно размножаются, перекидываясь впоследствии на здоровые деревья. Зимой сухие почвы промерзнут значительно больше, чем обычно, ведь теплопроводность влажной почвы меньше чем сухой. Это убьет растительные и животные организмы, которые привыкли здесь зимовать в других условиях. Вода в Байкале опустилась впервые за многие годы наблюдений, это будет способствовать замерзанию организмов, обитающих на мелководье. На следующий год поверхностный слой почвы иссушится, подлесок и травянистый покров засохнут и станут еще одним пожароопасным источником [7].

Рассмотрим ситуацию с лесными пожарами в Республике Бурятия, используя материалы официальных показателей по лесным пожарам в Республике Бурятия, предоставленных ГУ МЧС России по РБ, центром гигиены и защиты леса РБ, Министерством природных ресурсов РБ и Республиканского агентства Рослесхоза.

Последние три года обстановка с пожарами в республике остается достаточно напряженной. Это связано с крайне засушливым климатом, установившимся на территории Республики Бурятия в последние годы, возникновением большого количества сухих гроз, а также неосторожным обращением с огнем.

Анализ данных о пожарах в период 2015—2018 гг. позволил установить, что основными причинами возникновения лесных пожаров является человеческий фактор (70 %). По причинам возникновения лесные пожары за этот период можно распределить следующим образом:

- по вине местного населения — 60,74 %;
- по невыясненным причинам — 16,97 %;
- от гроз — 13,40 %;
- от сельскохозяйственных палов — 8,89 %.



Лесные пожары возникают преимущественно по вине местного населения из-за неосторожного обращения с огнем, составляя 60 % от всего количества пожаров за данный период. В целом доля антропогенных пожаров составляет 69 %. На долю природных пожаров, возникших от молний, приходится 13,4 %. Половина возникших пожаров приходится на весенний период — 50 %.

В целом для Республики Бурятия характерен апрельско-майский всплеск, когда за эти два месяца возникает 51,5 % от общего числа пожаров за пожароопасный сезон. Летний период на этом фоне выглядит менее пожароопасным (40 %), при этом наименьшее число пожаров в летний период приходится на август. Все леса Республики Бурятия относятся к горным лесам с высоким классом природной пожарной опасности.

Пожарный максимум за 2016—2018 гг. наблюдался в апреле, мае, июне и июле. Абсолютный пожарный пик фиксируется в мае — наибольшее число пожаров за сезон. Второй пик числа пожаров зафиксирован в апреле, третий — в июне. Доля весенних пожаров составляет 51,8 % от общего числа пожаров. В июне зафиксировано 17,8 %. В июле количество пожаров пошло на спад, доля июльских составляет 14,3 %. Доля августовских — 7,9 %. На долю осенних пожаров приходится 8,2 %.

Республика Бурятия по итогам пожароопасного сезона 2016 г. вошла в число пяти наиболее горимых регионов России. В 2016 г. произошло 623 пожара (1574 — в 2015 г.). Площадь, пройденная огнем, составляла порядка 151 тыс. га (900 тыс. га — в 2015 г.). По числу пожаров республика стала третьей в России после Красноярского края и Иркутской области. За 2017 г. зарегистрировано 827 лесных пожаров общей площадью около 279,5 тыс. га.

Пожароопасный сезон 2018 г. начался 1 апреля и стал самым благополучным за последние 35 лет по количеству зарегистрированных пожаров. Площадь, пройденная огнем, в 2018 г. сократилась в 11 раз по сравнению с 2017 г. и составила порядка 24,3 тыс. га (279,5 тыс. — в 2017 г.). По количеству зарегистрированных пожаров это самые лучшие результаты за последние 35 лет, по площади, пройденной пожарами, — за последние 11 лет. Всего в 2018 г. в регионе было зарегистрировано 364 лесных пожара (827 — в 2017 г.).

Возросла оперативность тушения пожаров. В 2018 г. в первые сутки потушено более 87 % пожаров (68 % — в 2017 г.); доля крупных лесных пожаров от общего количества составила 7 %, или 23 пожара (75 пожаров — в 2017 г.). Наименее горимыми стали территории Куйтунского и Курбинского лесничеств.

На территории Усть-Баргузинского лесничества не зарегистрировано ни одного лесного

пожара. Режим ЧС из-за сложной лесопожарной обстановки в 2018 г. не вводился ни разу (71 день — в 2017 г., 101 день — в 2016 г.). В три раза удалось сократить количество сельхозпалов. Нерадостные прогнозы даются на 2019 г. Так, всего с начала пожароопасного сезона текущего года в Бурятии зарегистрирован уже 191 лесной пожар на общей площади около 50,9 тыс. га (на 15 мая 2019 г.). За аналогичный период 2018 г. был зарегистрирован 141 лесной пожар на площади всего 6,9 тыс. га и в Бурятии действовал особый противопожарный режим и доступ в лес был ограничен.

Еще более страшными, нежели сами пожары, являются последствия от них. Одним из таких последствий является переход лесных пожаров на населенные пункты и дачные поселки. За 2016 г. в Сибирском ФО было зарегистрировано 33 таких случая. В апреле 2017 г. в селе Черемушки Заиграевского района Республики Бурятия лесной пожар перешел на жилые дома населенного пункта, в результате чего огнем было уничтожено 17 домов [8]. Также за период со 2 по 11 июня 2017 г. огонь дважды подходил близко к населенным пунктам (поселок Россошино в Баунтовском районе и село Нестерово в Прибайкальском районе), но благодаря авиации МЧС переход пожара на жилые дома удалось предотвратить [9].

Во время лесных пожаров происходят значительные экологические изменения.

Во-первых, задымление атмосферы. Только с одного гектара горящего леса в атмосферу выделяется от 80 до 100 т дымовых частиц, в состав которых, кроме углекислого газа, входят оксиды серы и азота. Такие дымовые частицы распространяются по направлению ветра на несколько километров от очага возгорания. Если такие сажистые частицы попадают в дыхательные пути человека, то они проникают глубоко в легкие, оседая в альвеолах и никогда не выводятся из организма. В связи с этим у людей возникают ишемии и развиваются хронические заболевания вплоть до пневмокониозов.

Во-вторых, из-за пожаров происходит выгорание перегноя и, как следствие, деградация почв. Также гибнет вся растительность на площади, охваченной огнем. На последующее восстановление экосистемы на месте пожара уходят десятки лет.

В-третьих, во время пожаров гибнет часть диких животных, в том числе являющихся исчезающими видами, другая часть покидает места пожаров, уходя на многие километры от очага возгорания и нередко выходя к людям.

И, наконец, последнее, лесные пожары являются прямыми причинами развития парникового эффекта. Кроме того, большое содержание углекислого газа в атмосфере вызывает разрушение озонового слоя и проникновение большого

количества инфракрасных лучей. Это приводит к развитию изменения теплового баланса, проявляющегося в изменении климата планеты, что связано с тем, что во время пожара выгорают леса и, как следствие, в атмосферу выделяется большое количество углекислого газа, являющегося проводником коротковолновых или УФ-лучей, которые в большом количестве вызывают гибель растений, оказывают пагубное влияние на животных и разрушают иммунную систему человека, также вызывая меланомный и немеланомный рак кожи.

Среди населения распространено искаженное представление о существующей проблеме и значимости пожарной опасности. Большинство граждан рассматривают пожар как нечто, что точно не может произойти по их вине. Тем не менее неосторожное обращение с огнем, плохо затушенный костер, выброшенные окурок или горящая спичка часто являются основными причинами возникновения пожаров. Стоит также отметить то, что иногда граждане, видя начинающийся пожар, не в состоянии сориентироваться в ситуации и принять первичные меры по его тушению, что приводит к развитию пожара, влекущего за собой ряд последствий, опасных для человечества и планеты в целом.

В заключении следует отметить, что проблема борьбы с лесными пожарами — проблема сложная, многогранная и весьма актуальная. Решение ее требует привлечения и взаимодействия специалистов в различных областях — экологов, лесников, экономистов, пожарных, специалистов по сохранению биоразнообразия и охране здоровья человека, добровольных пожарных дружин и т. д. К сожалению, государственные структуры пока

не в силах одни справиться с ситуацией, возникающей ежегодно в пожароопасный период. Только объединение людей против стихии, их высокая сознательность, масштабная поддержка противопожарной профилактики даст хорошие результаты в борьбе с природными пожарами. Необходимо хорошая согласованность совместных действий против пожаров соответствующих организаций, ответственных за выявление и тушение пожаров (в зависимости от категории земель, от ведомственной принадлежности (МЧС, Агентство лесного хозяйства, муниципальные власти и др.).

Список литературы

1. **Лесной план** Республики Бурятия. Улан-Удэ, 2018.
2. **Приказ** Рослесхоза от 5 июля 2011 г. № 287.
3. **Данные** статистики о количестве и площади лесных пожаров с сайта Российского лесного хозяйства: <http://rosleshos.gov.ru> (дата обращения 24.06.2019).
4. **Лесняк А.** Лесные пожары тушить не нужно // *Культурология*. — 2014. — № 2. — С. 69–70. URL: <https://rucont.ru/efd/472699> (дата обращения 15.05.2019).
5. **Послепожарное естественное возобновление** лесов Сибири. 20 лет пожарного эксперимента на "Лесном острове Бор" // *Материалы междунаrodn. научн. конф. и экспериментальных полевых работ*. — Красноярск—Енисейск—Ярцево, 17–22 июня 2013 г.
6. **Тулохонов А. К., Пунцуклова С. Д.** Лесные пожары в Республике Бурятия в условиях изменения климата. URL: http://domhors.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/pep/2016/3/economics/tulokhonov-puntsukova.pdf (дата обращения 24.06.2019).
7. **Государственный доклад** о состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2017 г. URL: <http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/b22/Доклад%20Байкал-07.12.2018-2.pdf> (дата обращения 24.06.2019).
8. <https://www.baikal-daily.ru/> (дата обращения 24.06.2019).
9. <http://golos-buryaty.ru/samolet-mchs-v-buryatii-spas-selo-ot-pozhara-video/> (дата обращения 24.06.2019).

O. D. Baginova, Associate Professor, e-mail: baginova1971@mail.ru,
A. A. Altaev, Head of Chair, Buryat State Academy of Agriculture, Ulan-Ude

Forest Fires in Buryatia

The article analyzes the problem of forest fires in the Republic of Buryatia, considers natural and anthropogenic factors that lead to their occurrence. The dynamics of fire danger development during 2015–2018 is analyzed.

Keywords: forest fires, causes of fires, fire-dangerous period

References

1. **Лесной план** Respubliki Buryatiya. Ulan-Ude, 2018.
2. **Приказ** Roslesxozа ot 5 iyulyа 2011 g. № 287.
3. **Данные** statistiki o kolichestve i ploshhadi lesny`x pozharov s sajta Rossijskogo lesnogo zozyajstva: <http://rosleshos.gov.ru> (date of access 24.06.2019).
4. **Лесняк А.** Lesny`e pozhary` tushit` ne nuzhno. *Kul'turologiya*. 2014. No. 2. P. 69–70. URL: <https://rucont.ru/efd/472699> (date of access 24.06.2019).
5. **Послепожарное естественное возобновление** лесов Сибири. 20 let pozharnogo e`ksperimenta na "Lesnom ostrove Bor". *Materialy` mezhdunarodnoj nauchnoj konfrerncii i polevy`x e`ksperimental`ny`x polevy`x rabot*. Krasnoyarsk-Enisejsk-Yarcevo, 17–22 iyunya 2013 g.
6. **Tuloxonov A. K., Punczukova S. D.** Lesny`e pozhary` v respublike Buryatiya v usloviyax izmeneniya klimata. URL: http://domhors.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/pep/2016/3/economics/tulokhonov-puntsukova.pdf (date of access 24.06.2019).
7. **Gosudarstvenny`j doklad** o sostoyanii ozera Bajkal i merax po ego oxrane v 2017 godu. URL: <http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/b22/Doklad%20Bajkal-07.12.2018-2.pdf> (date of access 24.06.2019).
8. <https://www.baikal-daily.ru/> (date of access 24.06.2019).
9. <http://golos-buryaty.ru/samolet-mchs-v-buryatii-spas-selo-ot-pozhara-video/> (date of access 24.06.2019).

Т. А. Капитонова, канд. физ.-мат. наук, ученый секретарь, e-mail: kapitonova@iptpn.ysn.ru,
В. В. Тимофеева, вед. инженер, **Г. П. Стручкова**, канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
Институт физико-технических проблем Севера им. В. П. Ларионова Сибирского
отделения Российской академии наук

Прогноз изменения динамики временных рядов климатических норм возле города Якутска

Показаны характер и последствия взаимодействия технических систем с многолетнемерзлыми грунтами, сильно зависящими от климатических показателей. Отмечено, что потепление климата вызывает изменение свойств многолетнемерзлых пород и может вызвать потерю их несущей способности, что опасно для технических систем, построенных в криолитозоне. Приведены модели для прогнозирования изменений климатических показателей, полученные на основе вероятностно-статистического аппарата. Для моделирования использованы временные ряды климатических параметров с 1891 по 1999 г. и приведены полученные на их основе результаты ретро-прогнозов изменения среднегодовых температур воздуха и среднегодовых атмосферных осадков.

Ключевые слова: климатические изменения, температуры воздуха, атмосферные осадки, технические системы, многолетнемерзлые грунты, статистическое моделирование, прогнозирование

Введение

В работах по исследованию воздействий факторов природного и техногенного характера на магистральный трубопровод (МТ), проложенный на территории распространения многолетнемерзлых грунтов, отмечено, что основными причинами возникновения и развития аварий являются [1, 2]: сложные природно-климатические условия эксплуатации, большая протяженность магистрального газопровода; многолетнемерзлые грунты; термокарстовые явления, непроектные участки трубопроводов на слабонесущих грунтах (болота, мари и поймы рек) и др. Многолетнемерзлые породы весьма чувствительны к любым природным или техногенным процессам, возникающим на территории их распространения. Повышение температуры вызывает увеличение глубины сезонного протаивания, усиливает процесс оттайки, что приводит к изменению свойств мерзлых пород, и при высокой льдистости грунтов может вызвать потерю их несущей способности, что, в свою очередь, может быть опасным для технических систем [3]. Увеличение количества атмосферных осадков также имеет негативные последствия, связанные с подъемом уровней подземных вод и развитием процессов заболачивания, особенно в зонах избыточного увлажнения, вызывает активизацию процессов деградации мерзлоты. Последствия изменения среднегодовых температур воздуха и количества атмосферных осадков проявляются также в росте

повторяемости опасных гидрометеорологических явлений.

Поэтому проблемы изучения изменения климата, его прогноза и оценки последствий антропогенного потепления в последнее десятилетие приобрели особую актуальность. Чтобы выяснить проявляется ли изменение климата в конкретных природных характеристиках и на конкретной территории, необходимо осуществить исследование и моделирование динамики временных рядов. Анализ и статистическое моделирование временных рядов температуры и осадков позволит оценить климатические особенности региона с целью дальнейших научных исследований, а также позволит планировать сценарии устойчивого развития региона.

Анализ метеорологических данных, выполненный в работе [4, 5] по ряду стран Северного полушария (Россия, Канада, США-Аляска, Китай), показывает, что в последние 25–30 лет действительно происходит умеренное потепление климата. Повышение температуры воздуха за этот период в большинстве регионов России составляет 1...1,2 °С. Темп повышений среднегодовой температуры воздуха за последние 25–30 лет составляет 0,02...0,03 °С в год в условиях Европейского Севера, 0,03...0,07 — на севере Западной Сибири и 0,01...0,08 °С в год — в Якутии [6]. Температура воздуха за этот период повысилась на 0,4...1,8 °С.

Потепление климата обусловлено главным образом повышением температуры воздуха зимой. Сложностью и многофакторностью процессов,

определяющих погоду и климат, объясняется отсутствие эффективных методик прогноза климатических изменений [7]. Результаты прогнозов изменения климата получаются разноречивыми, что, в свою очередь, вызывает неоднозначность в мерзлотных прогнозах. Метеорологические данные за последние 10—15 лет показывают, что экстремальные сценарии изменения климата не оправдываются, потепление идет, но более скромными темпами.

Результаты физико-математического моделирования позволяют оценивать только тренды и осредненные по некоторым пространственным и временным интервалам значения характеристик будущего климата, при этом неопределенности таких модельных значений больше величины прогнозируемых трендовых изменений [8].

Статистические модели позволяют учесть некоторые общие закономерности межгодовых колебаний регионального климата и построить их экстраполяцию на ближайшие два-три десятилетия для получения более точных результатов [9]. Для более длительных сроков статистические модели пока не пригодны. Во многих случаях наиболее актуальной является задача получения оценки межгодовых колебаний климата на одно-два ближайших десятилетия. На этом временном интервале видно явное преимущество статистических моделей [10].

Цель исследования — совершенствование методики прогнозирования климатических характеристик, в данном случае среднегодовых температур воздуха и количества атмосферных осадков, а также оценка адекватности подобных прогнозов. Для достижения поставленной цели было выполнено: 1) построение пространственных статистических моделей климатических характеристик для выбранной территории; 2) выбор наиболее эффективных моделей параметров климата — моделей для определения среднегодовых температур и количества атмосферных осадков; 3) определение будущих значений выбранных климатических параметров на основе наиболее эффективных моделей климата.

Одним из методов вероятностно-статистического аппарата, который может быть использован для прогнозирования изменений климатических показателей, является метод анализа временных рядов.

Материал, методы исследования

В качестве исходных материалов были использованы данные о среднегодовых температурах воздуха и количестве атмосферных осадков в районе г. Якутска с 1891 по 1999 г., и на их

основе составлен числовой прогноз изменения среднегодовых температур воздуха и количества атмосферных осадков до 2002 г.

Задачи прогнозирования временных рядов сводятся к следующему: первичный анализ "исходных" данных; идентификация модели, подходящей для описания имеющегося временного ряда; оценивание параметров модели, исследование адекватности модели; прогноз.

В универсальной интегрированной системе STATISTICA, предназначенной для статистического анализа и обработки данных, представлен широкий набор процедур, реализующих все перечисленные этапы.

Метод прогнозирования содержит последовательность действий, в результате выполнения которой определяется модель прогнозирования конкретного временного ряда, т. е. определяет функциональную зависимость, адекватно описывающую временной ряд. Кроме того, метод прогнозирования содержит действия по оценке качества прогнозных значений. Построим модель прогнозирования по трем методам прогнозирования.

1. Метод экспоненциального сглаживания. Весьма эффективным и надежным методом прогнозирования является экспоненциальное сглаживание. Основные достоинства этого метода состоят в возможности учета весов исходной информации, простоте вычислительных операций, гибкости описания различных динамик процессов. Метод экспоненциального сглаживания дает возможность получить оценку параметров тренда, характеризующих не средний уровень процесса, а тенденцию, сложившуюся к моменту последнего наблюдения. Наибольшее применение метод нашел для реализации среднесрочных прогнозов. Для метода экспоненциального сглаживания основным и наиболее трудным моментом является выбор параметра сглаживания α , начальных условий и степени прогнозирующего полинома.

Формула простого экспоненциального сглаживания имеет следующий вид:

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S_{t-1},$$

где t — прогнозный период; $t - 1$ — период, предшествующий прогнозному; S_t — прогнозируемый показатель; S_{t-1} — значение показателя в предшествующий прогнозному период; X_t — фактическое значение показателя за период, предшествующий прогнозному; α — сглаживающий коэффициент.

Когда эта формула применяется рекурсивно, каждое новое сглаженное значение (которое является также прогнозом) вычисляется как взвешенное



среднее текущего наблюдения и сглаженного ряда. Результаты прогнозирования показали, что весьма часто простое экспоненциальное сглаживание дает достаточно точный прогноз, наиболее удачная модель содержит аддитивную сезонную составляющую, при сглаживающей константе $\alpha = 0,5$.

2. Метод гармонического анализа. Рассмотрим особенности применения метода гармонического анализа для прогнозирования временного ряда с регулярными циклами (Фурье-аппроксимация). С помощью ряда Фурье динамика явления представляется функцией времени.

Для прогнозирования подобного временного ряда можно применить следующую методику выделения временного тренда и периодических составляющих: в определении как вида функций, аппроксимирующих временную зависимость двух составляющих, так и числовых параметров этих функций.

Для аппроксимации временного тренда наиболее простым и чаще всего используемым подходом является его полиномиальное представление, когда соответствующая составляющая временного ряда — функция, является полиномом, коэффициенты которого могут быть найдены методом наименьших квадратов.

Стандартным методом выделения периодических составляющих временного ряда является разложение его в ряд Фурье (анализ Фурье).

Уравнение для описания циклической составляющей ряда остатков строится на основании результатов гармонического анализа.

3. Метод прогнозирования на базе ARIMA-моделей. Эти модели охватывают достаточно широкий спектр временных рядов, а небольшие модификации ARIMA-моделей позволяют весьма точно описывать и временные ряды с сезонностью.

Процесс построения ARIMA-моделей можно разбить на несколько этапов: преобразование ряда к стационарному виду, идентификация частной модели и оценка коэффициентов модели с использованием статистических методов, руководствуясь поведением автокорреляционных функций.

В данном случае поведение автокорреляционной функции (экспоненциально затухает) согласуется с моделью ARIMA (1,0).

Результаты исследования

В табл. 1 и 2 приведены значения прогнозов, полученные перечисленными выше методами. Критерием качества модели является величина ошибки модели при описании реального

Таблица 1

Сравнительная характеристика результатов ретро-прогнозов среднегодовых температур (°С) в районе г. Якутска

Метод	2000		Ошибка, %	2001		Ошибка, %	2002		Ошибка, %
	Фактические данные	Прогнозные данные		Фактические данные	Прогнозные данные		Фактические данные	Прогнозные данные	
Экспоненциальное сглаживание	-9,13	-9,23	1,1	-8,68	-9,12	5	-7,58	-8,4	10,8
Гармонический анализ	-9,13	-8,59	5,9	-8,68	-8,46	2,5	-7,58	-8,32	9,7
ARIMA	-9,13	-8,82	3,4	-8,68	-8,3	4,3	-7,58	-8,59	13

Таблица 2

Сравнительная характеристика результатов ретро-прогнозов количества атмосферных осадков (мм) в районе г. Якутска

Метод	2000		Ошибка, %	2001		Ошибка, %	2002		Ошибка, %
	Фактические данные	Прогнозные данные		Фактические данные	Прогнозные данные		Фактические данные	Прогнозные данные	
Экспоненциальное сглаживание	14,47	13,6	6	12,31	13,53	9	12,46	14,3	12,7
Гармонический анализ	14,47	13,7	5,3	12,31	13,06	6	12,46	13,9	11,5
ARIMA	14,47	13,8	4,6	12,31	13,15	6,8	12,46	13,7	10

климата [9]. Как видно из таблиц, прогнозные значения в целом незначительно отличаются от фактических. Ошибки прогноза показывают достаточную адекватность выбранных статистических моделей. На последнем этапе применяются различные диагностические процедуры проверки достоверности выбранной модели по имеющимся данным.

Исследование остатков, полученных после процедуры удаления тренда и циклической составляющей, показывает, что плотность распределения остатков успешно аппроксимируется нормальным законом распределения, что является признаком адекватности построенной модели прогноза.

Заключение

Анализ проводился в сравнении с результатами оценок точности из трех статистических моделей. Метод экспоненциального сглаживания показывает лучший результат при прогнозировании на более короткий срок (первый год прогнозирования), и худший результат при прогнозировании на более длительный срок времени (третий год). Метод гармонического анализа показывает худший результат при прогнозировании на более короткий срок (первый год), и лучший результат при прогнозировании на более длительный срок (третий год).

Потеря устойчивости криолитозоны может иметь многие неблагоприятные социальные, экономические и экологические последствия. В ближайшие несколько десятилетий изменение климата может привести к уменьшению прочностных свойств многолетнемерзлых грунтов, что, в свою очередь, вызовет уменьшение несущей способности фундаментов и повреждение или же разрушение построенных на них сооружений. Деформации и аварии трубопроводов, проходящих через вечную мерзлоту, могут сопровождаться выбросами в окружающую среду нефтепродуктов. На неосвоенных участках криолитозоны могут развиваться деструктивные геоморфологические процессы, вызывая просадки грунта и значительно изменяя северные ландшафты.

Последствия быстрой изменчивости климатических условий проявляются в росте

повторяемости опасных гидрометеорологических явлений, и в увеличении неблагоприятных последствий, которые влияют на эффективность деятельности таких жизненно важных секторов экономики, как энергетика, транспорт, строительство, жилищно-коммунальное хозяйство. Возникающие при этом проблемы требуют незамедлительного и всестороннего изучения, поскольку они ставят под угрозу экологическую безопасность районов Крайнего Севера.

Список литературы:

1. Слепцов О. И., Левин А. И., Стручкова Г. П., Семенова Т. И. Безопасность РС(Я): социальные, экономические и техногенные проблемы / Под ред. В. Ю. Фридовского, В. А. Прохорова. — Новосибирск: Наука, 2008. — 296 с.
2. Стручкова Г. П., Капитонова Т. А., Тарская Л. Е., Ефремов П. В. Мониторинг сложных технических систем в условиях криолитозоны // Труды Евразийского симпозиума по проблемам надежности материалов и машин для регионов холодного климата // Пленарные доклады 1—3 декабря 2014 г. — СПб.: Изд-во Политехнич. Ун-та. 2014. — С. 312—315.
3. Стручкова Г. П., Капитонова Т. А., Левин А. И. Порядок анализа риск-факторов аварий сложных технических систем, работающих в условиях низких температур // Journal of International Scientific Publication. Ecology & Safety. 2011. Vol. 5. Part 3. P. 25—33.
4. Павлов А. В., Гравис Г. Ф. Вечная мерзлота и современный климат // Природа. — 2000. — № 4. — С. 10—18.
5. Якорь И. С. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. — Л.: Гидрометеиздат, 1987. — Т. 1. — Вып. 16. — Ч. 1, 2. — 595 с.
6. Павлов А. В. Мерзлотно-климатический мониторинг России: Методология, результаты наблюдений, прогноз // Криосфера Земли. — 1997. — № 1. — С. 47—58.
7. Анисимов О. А., Нельсон Ф. Э. О применении математических моделей для исследования взаимосвязи климат—вечная мерзлота // Метеорология и гидрология. — 1990. — № 10. — С. 13—19.
8. Анисимов О. А., Скворцов М. Ю. О применении математических моделей для исследования влияния изменения климата на вечную мерзлоту // Метеорология и гидрология. — 1989. — № 9. — С. 98—103.
9. Шерстюков Б. Г. Оценки точности физико-математических моделей ЕСНАМ4, НадСМ3 и СГСМ2 по данным на территории России // Труды ГУ ВНИИГМИ-МЦД, 2010. — Вып. 175. — С. 3—19.
10. Шерстюков Б. Г. Оценки точности статистической модели изменений климата по данным на территории России // Труды ГУ ВНИИГМИ-МЦД, 2010. — Вып. 175. — С. 20—32.



T. A. Kapitonova, Scientific Secretary, e-mail: kapitonova@iptpn.ysn.ru,
V. V. Timofeeva, Leading Engineer, **G. P. Struchkova**, Leading Researcher, Institute of Physical and Technical Problems of the North named after V. P. Larionova of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk

Forecast of Changes in Time Series Dynamics Climatic Norms near the City of Yakutsk

The nature and consequences of the interaction of technical systems with permafrost soils are rapidly changing under the influence of any natural or man-made processes. This is especially true for the increase in air temperature. It is known that the increase in temperature causes an increase in the depth of seasonal thawing, increases the defrost process, which leads to a change in the properties of permafrost, and with high icy soils can cause a loss of their bearing capacity, which in turn can be dangerous for technical systems built in this area. One of the methods of probabilistic and statistical apparatus, which is applicable to predict changes in climate indicators is the method of time series analysis. In this article the following specific tasks are considered: methodical approaches to the analysis of long-term temperature series and identification of structural components of a time series for construction of analytical and prognostic models, on the basis of the probabilistic and statistical device models for forecasting of changes of climatic indicators are received, the modern trend of change of average annual temperatures is defined. The time series of climatic parameters from 1891 to 1999 are used for modeling and on their basis the numerical retro-forecast of change of average annual air temperatures is made.

Keywords: climatic changes, air temperatures, precipitation, technical systems, permafrost, statistical modeling, forecasting.

References

1. **Sleptsov O. I., Levin A. I., Struchkova G. P., Semeno-va T. I.** Bezopasnost' RS(YA): sotsial'nyye, ekonomicheskiye i tekhnogennyye problemy. Pod redaktsiyey V. Yu. Fridovskogo, V. A. Prokhorova. Novosibirsk: Nauka, 2008. 296 p.
2. **Struchkova G. P., Kapitonova T. A., Tarskaya L. Ye., Efre-mov P. V.** Monitoring slozhnykh tekhnicheskikh sistem v usloviyakh kriolitozony. *Trudy Yevraziyskogo simpoziuma po problemam nadezhnosti materialov i mashin dlya regionov kholodnogo klimata. Plenarnyye doklady 1–3 dekabrya.* 2014 g. — Saint-Petersburg: Izdatelstvo Politekhnikeskogo Universiteta. 2014. — P. 312–315.
3. **Struchkova G. P., Kapitonova T. A., Levin A. I.** Poryadok analiza risk-faktorov avariyy slozhnykh tekhnicheskikh sistem, rabotayushchikh v usloviyakh nizkikh temperatur. *Journal of International Scientific Publication. Ecology & Safety.* 2011. Vol. 5. Part 3. P. 25–33.
4. **Pavlov A. V., Gravis G. F.** Vechnaya merzlota i sovremennyy klimat. *Priroda*, 2000, No. 4. P. 10–18.
5. **Yakor' I. S.** Mnogoletniye dannyye o rezhime i resursakh poverkhnostnykh vod sushy. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987. Vol. 1. Iss. 16. Part. 1, 2. 595 p.
6. **Pavlov A. V.** Merzlotno-klimaticheskii monitoring Rossii: Metodologiya, rezul'taty nablyudeniyy, prognoz. *Kriosfera Zemli.* 1997. No. 1. P. 47–58.
7. **Anisimov O. A., Nel'son F. E.** O primeneniyy matematicheskikh modeley dlya issledovaniya vzaimosvyazi klimat-vechnaya merzlota. *Meteorologiya i gidrologiya.* 1990. No. 10. P. 13–19.
8. **Anisimov O. A., Skvortsov M. Yu.** O primeneniyy matematicheskikh modeley dlya issledovaniya vliyaniya izmeneniya klimata na vechnuyu merzlotu. *Meteorologiya i gidrologiya.* 1989. No. 9. P. 98–103.
9. **Sherstyukov B. G.** Otsenki tochnosti fiziko-matematicheskikh modeley ECHAM4, HadCM3 i CGCM2 po dannym na territorii Rossii // *Trudy GU VNIIGMI-MTSD.* 2010. Iss. 175. P. 3–19.
10. **Sherstyukov B. G.** Otsenki tochnosti statisticheskoy modeli izmeneniyy klimata po dannym na territorii Rossii. *Trudy GU VNIIGMI-MTSD.* 2010. Iss. 175. P. 20–32.

УДК 378.14

В. Д. Тимофеев, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: vd.timofeev@s-vfu.ru,
А. А. Кириллина, магистрант, Горный институт, Северо-Восточный
федеральный университет им. М. К. Аммосова, Якутск

Совершенствование формирования компетентностей бакалавров по профилю "Безопасность технологических процессов и производств"

Рассмотрен метод формирования профессиональной компетенции в процессе подготовки бакалавров по профилю "Безопасность технологических процессов и производств" на основе принципа семиотической оппозиционности при взаимодействии различных учебных дисциплин с использованием технологии практико-ориентированной подготовки. Предложено понятие профессиональной компетенции, под которой подразумеваются стандарты рабочего поведения выпускника, где выделены блоки, входящие в содержание профессиональных компетенций, а именно: профессионально-деятельностный, профессионально-личностный, профессионально-творческий.

После проведенного исследования сделан вывод, что уровень подготовки будущих специалистов не вполне отвечает современным требованиям. Отмечено, что существующая образовательная система не создает достаточных условий для личностно-профессионального развития будущих специалистов, раскрытия их творческого потенциала и формирования компетенций.

Ключевые слова: обучение, профессиональная подготовка, формирование компетенций, бакалавр, принцип семиотической оппозиционности, практико-ориентированная подготовка

Введение. Развитие экономики постоянно предъявляет новые требования к выпускникам вузов. Работодателям все чаще нужна не квалификация, которая ассоциируется с умением осуществлять те или иные операции материального характера, а компетентность, которая рассматривается как, своего рода, интеграция навыков, свойственных каждому индивиду: социальное поведение, умение работать в группе, инициативность, стремление к профессиональному росту, способность к разумному риску, инновационным решениям [1].

В понятии компетентность сочетается и квалификация, и способность работать в группе, инициативность, креативность, умение переносить знания из одной области в другую. При этом требования к профессии формулируются в виде пакетов компетенций, так как на рынке труда оцениваются не сами по себе знания, а способность выполнять конкретные функции и осваивать новые.

Цель исследования — рассмотреть методы формирования компетентностей бакалавров по профилю "Безопасность технологических процессов и производств".

Материалы и методы исследования: изучение, анализ и обобщение. Под профессиональными компетенциями подразумевают стандарты рабочего поведения выпускника. Содержанием профессиональных компетенций является совокупность взаимосвязанных факторов: знания, навыки, способы профессионального общения, ресурсный потенциал личности выпускника, имеющих отношение к определенному кругу предметов и процессов и необходимых для продуктивной деятельности. В профессиональных компетенциях должны отражаться автономность и гибкость выпускника в части решения профессиональных проблем; развитое сотрудничество с коллегами и профессиональной межличностной средой, эффективное использование способностей, позволяющее плодотворно осуществлять профессиональную деятельность.

Компетентностный подход предполагает не усвоение студентом отдельных друг от друга знаний и умений, а овладение ими в комплексе. В связи с этим меняется, т. е. по-иному определяется система методов обучения. В основе отбора и конструирования методов обучения лежит структура соответствующих компетенций и функций [2].



Профессиональные компетенции включают в себя личностное отношение человека к предмету деятельности. Профессиональная компетенция является общей способностью и готовностью личности к работе, которая основана на знаниях и опыте, приобретенных благодаря обучению. Эти знания и опыт ориентированы на участие личности в процессе образования и способствуют интеграции в общество. Профессиональные компетенции нельзя определять только через какую-то сумму знаний и умений, поскольку определяющую роль здесь играют совместимость работника с требованиями работодателя.

Профессиональную компетенцию можно также рассматривать, "как способность учиться на протяжении жизни в качестве основы непрерывного обучения" [3].

Один из вариантов содержания профессиональных компетенций состоит из трех блоков [1].

1. Профессионально-деятельностный, который связан с освоением и развитием профессиональных знаний и умений, интеллектуального потенциала и эмоционально-волевой сферы.

2. Профессионально-личностный, который связан с развитием личности и созданием условий для ее саморазвития.

3. Профессионально-творческий, связанный с готовностью обучающегося к восприятию и реализации инновационных идей, новой информации, умением владеть новой техникой и технологией.

Необходимым условием для профессионализма являются способности личности к определенному виду деятельности и потребность в этой деятельности. При этом профессиональный рост реализуется в три этапа.

На первом этапе личность стремится к получению образования, которое создает гарантии наличия необходимого минимума багажа знаний, позволяющего заниматься выбранной профессией.

На втором этапе качественное обучение оказывает влияние на формирование личности, способной выполнять определенные профессиональные роли, формируя профессиональную культуру.

На третьем этапе получив образование, личность приобретает практический опыт, постоянно развивается, совершенствуется, что в результате ведет к росту производительности труда.

Таким образом, становление профессионала предусматривает гибкость личности, высокий уровень обучаемости и адаптации. Ценностные представления личности смещаются от желания просто получить профессию к выбору

предпочитаемого, желаемого образа жизни с помощью профессии, выступающей средством его достижения.

Анализ подготовки будущих бакалавров свидетельствует, что их уровень не вполне отвечает современным требованиям. Существующая система образования не создает достаточных условий для личностно-профессионального развития будущих специалистов, раскрытия их творческого потенциала и формирования компетенций.

Ориентированная на традиционные результаты педагогического процесса в виде знаний-умений-навыков система образования оказывается в ряде случаев неспособной подготовить студента к комплексному решению жизненных и производственных задач. Целью же современного технического образования является не столько передача системных знаний, умений и навыков в определенной сфере, сколько развитие способностей постоянно приобретать их и активно использовать для решения возникающих задач.

Вместе с тем необходимость практической реализации новой компетентностной модели технического образования, параметры качества которой очерчены Федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС), актуализирует именно этот его аспект. Данное направление реформирования высшей школы предполагает уточнение понятийного аппарата компетентностного образования. В общем случае под компетенцией понимают способность человека применять имеющиеся знания на практике в нестандартной ситуации. В то же время ФГОС высвечивает большой интегративный потенциал полученных знаний, так как они характеризуют знания выпускника не по каждой дисциплине (как это было ранее), а по циклу дисциплин в целом, что требует усиления межпредметных связей и одновременно создает возможности для междисциплинарного переноса знаний [4].

Теоретическая модель формирования профессиональной компетенции основывается на принципе семиотической оппозиционности как одном из фундаментальных принципов мышления и образования, согласно которому компетентностно ориентированный образовательный процесс в техническом вузе должен интегрировать в своих границах области с принципиально разными дисциплинами. Метод компетентностно ориентированного технического образования, выступающий на концептуальном уровне его основным дидактическим механизмом, в самом общем плане может быть определен как условно-адекватный перевод [5].

Формирование профессиональной компетенции у будущего бакалавра возможно путем осуществления им при поддержке преподавателей последовательной серии условно-адекватных переводов, в процессе которых происходит усвоение знаний, формирование теоретических понятий, развитие личностных смыслов, обретение ориентировочной основы — действия, выработка собственных подходов к решению профессиональных проблем, накопление опыта самореализации в компетентностно значимой, перспективной для будущего специалиста деятельности.

Результаты. Проанализируем процесс формирования профессиональной компетенции ПК-16 как основной для бакалавров профиля "Безопасность технологических процессов и производств", реализуемый в горном институте Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова (Якутск). В ФГОС основная формулировка этой компетенции дана в следующем виде: "способность анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов". Формирование компетенции ПК-16 происходит при изучении ряда дисциплин, начиная со 2-го семестра, и заканчивается защитой выпускной квалификационной работы [6].

Во 2-м семестре изучение дисциплины "Физиология человека" формирует у студента знания, умения и навыки (ЗУН) в виде понимания физиологических процессов и механизмов регуляции в организме человека и лежащих в ее основе комплексных биологических явлений и эффектов, связанных с воздействием производственной среды и при выполнении физической деятельности различного вида.

В 4-м семестре во время изучения дисциплины "Токсикология" студент может овладеть следующими ЗУН: оценка токсичности основных веществ, встречающихся в техногенной среде; понимание процессов токсикокинетики, развитие умения проведения токсикометрических исследований и оценка условий жизнедеятельности в техногенной и окружающей природной среде.

В 5-м семестре такая дисциплина как "Электробезопасность" дает возможность формирования у студента ЗУН по изучению опасностей, связанных с электрическим током, его воздействия на человека, анализа этих опасностей для

последующего использования методов и средств защиты от поражения электрическим током в электроустановках.

По дисциплине "Пожарная безопасность" у студентов формируются ЗУН, направленные на предотвращение возникновения и развития пожара, защиту зданий и материальных ценностей, жизни и здоровья работников от опасных факторов пожара, а также на освоение научно обоснованных методов и способов повышения уровня пожарной безопасности на предприятиях.

В 6-м семестре дисциплина "Эргономика и психофизиологические основы безопасности труда" предусматривает формирование у студентов ЗУН о современных средствах воздействия на физические и функциональные состояния человека в целях создания мотивации его к безопасному труду; привитие навыков управления безопасной трудовой деятельностью, психологического анализа условий труда с позиций оценки риска; разрешения профессиональных проблем и конфликтных ситуаций в области управления охраной труда; овладение языком и понятийным аппаратом психологии безопасности.

В 7-м семестре специализируются на отраслевых дисциплинах профиля, таких как: "Аэрология карьеров", "Рудничная аэрология", "Технология разработки месторождения полезных ископаемых" и "Безопасность в строительстве".

Дисциплина "Аэрология карьеров" предусматривает формирование у студентов ЗУН по созданию безопасных и здоровых условий труда на карьерах путем эффективного их проветривания и обеспыливания; по разработке методов и средств подавления вредностей на местах их образования и выделения, методов использования природных сил и факторов для интенсификации естественного проветривания карьеров; по созданию методов и средств искусственной вентиляции карьеров.

Учебная дисциплина "Рудничная аэрология" предполагает формирование у студентов ЗУН теоретических основ и практических способов и средств обеспечения здоровых и безопасных атмосферных условий в горных выработках шахт, формирование умения использовать приобретенные знания для решений профессиональных задач, ознакомление с применяемыми на шахтах приборами контроля состава шахтной атмосферы и основных параметров ее физического состояния.

Дисциплина "Технология разработки месторождения полезных ископаемых" формирует ЗУН по определению опасных и вредных факторов при



разработке месторождений полезных ископаемых, механизма воздействия этих факторов на организм человека и методов их защиты.

При изучении дисциплины "Безопасность в строительстве" формируются ЗУН по применению нормативных и нормативно-правовых документов в области охраны труда, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды при выполнении строительно-монтажных, ремонтных работ и работ по реконструкции строительных объектов.

Кроме того, в 6-м и 7-м семестрах формирование профессиональных умений и получение опыта профессиональной деятельности происходит во время производственной практики.

В 8-м семестре ЗУН по оценке соответствия объектов защиты формируются в ходе научно-исследовательских работ и итоговой государственной аттестации.

В процессе обучения актуализируется необходимость практико-ориентированной подготовки специалистов, формирующей готовность к самостоятельной профессиональной деятельности и основанной на тренировке (тренинге) в моделируемых ситуациях, а не только когнитивной подготовке, основанной на "изучении, объяснении и разъяснении" [7].

Применение технологии практико-ориентированной подготовки может длиться на протяжении всего периода профессионального обучения как процесса взаимодействия между преподавателем и обучающимися с целью приобщения их к определенным знаниям, навыкам, умениям, профессиональным ценностям и мотивации к профессиональному развитию, готовности к профессиональной деятельности. Результатом такой интеграции посредством различных технологий является формирование профессионала, обладающего профессиональной компетентностью (профессиональной способностью, профессиональной квалификацией и профессиональной готовностью) [8].

В технологиях практико-ориентированной подготовки специалистов-бакалавров, направленных на развитие профессионального мастерства студентов во время процесса обучения, учитываются профессиональные знания, которые являются базой для дальнейшего повышения квалификации, приобретения новых компетенций, т. е. дальнейшего профессионального развития личности. С помощью технологий практико-ориентированной подготовки обучающийся получает возможность приобретения профессионального

опыта, заключающегося не только в освоении профессиональной деятельности, но и в освоении социальной роли профессионала. В ходе практической деятельности происходит осознание значимости профессии.

Педагогические системы вузов должны начать готовить студентов, обладающих знаниями и компетенциями в нескольких предметных областях.

Таким образом, процесс формирования профессиональных компетенций можно определить как упорядоченное во времени формирование знаний, умений и навыков по каждой дисциплине, в процессе учебной и (или) производственной практики, выполнения научно-исследовательской работы и итоговой государственной аттестации. С применением практико-ориентированных технологий закладывается фундамент профессионального развития, которое является основой системы непрерывного профессионального образования и приобщения студентов к профессиональному сообществу.

Список литературы

1. Милокин А. М., Федина О. А. Профессиональные компетенции студентов и выпускников // Профессиональные компетенции студентов и выпускников высших учебных заведений и их оценка на рынках труда. Международная научно-практическая конференция. Материалы конференции. — М.: Издательство Общественной палаты Российской Федерации, 2013. — С. 107—112.
2. Колдаев В. Д. Компетентностный подход к структурированию содержания образования студентов университета. "Научное пространство Европы—2012" // Materily VIII Miedzynarodowej naukowí — praktycznyci "Naukowa przestrzen Europy—2012" (07—15 kwietnia 2012). Vol. 17: Pedagogiczne nauki. Przemysl: Nauka i studia. 2012. — С. 82—87.
3. Hutmacher Walo. Key competencies for Europe // Report of the Symposium. Berne, Switzerland. — 1996. — Т. 27. — С. 30—33.
4. **Федеральный государственный образовательный стандарт** высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 "Техносферная безопасность" (уровень бакалавриата) (Утв. Приказом Минобрнауки России от 21.03.2016 № 246).
5. Шемет О. В. Дидактические основы компетентностно ориентированного инженерного образования: Монография. — Новочеркасск: Лик, 2010. — С. 208.
6. Свечков Ю. М. Метод формирования профессиональных компетенций специалиста пожарной безопасности // Технологии техносферной безопасности. — 2016. — № 3 (67) — С. 227—230.
7. Зимняя И. А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании: авторская версия. — М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. — С. 42.
8. **Качество профессионального образования и институциональные основы внешней экспертизы** / Л. И. Щербакова, Т. Ю. Коренюгина, И. А. Ревин, Е. А. Бондаренко, А. А. Овсиенко. Юж.-Рос. гос. политех. ун-т (НПИ) имени М. И. Платова. — Новочеркасск: "НОК", 2015. — 237 с.

V. D. Timofeev, Associate Professor, e-mail: vd.timofeev@s-vfu.ru,
A. A. Kirillina, Master Degree Student, Mining Institute, North-Eastern Federal
University M. K. Ammosov, Yakutsk

Improving the Formation of Competencies of Bachelors in the Profile "Safety of Technological Processes and Production"

The authors considers the method of formation of professional competence in the process of training bachelors in the profile of "Safety of technological processes and production" on the basis of the principle of semiotic opposition in the interaction of various academic disciplines using the technology of practice-oriented training. The article developed the author's concept of professional competence, which refers to the standards of working behavior of a specialist. The author identifies the blocks included in the content of professional competencies, namely: professional — activity, professional-personal, professional-creative.

As a result of the study, the authors argues that the level of training of future engineers does not fully meet modern requirements. The existing educational system does not create sufficient conditions for the personal and professional development of future specialists, the disclosure of their creative potential and the formation of competencies.

The formation of professional competence of the future engineer is possible through the implementation of them with the support of teachers consistent series of conditionally adequate translations, during which there is the assimilation of knowledge, the formation of theoretical concepts, the development of personal meanings, the acquisition of an indicative basis-action, the development of their own approaches to solving professional problems, the accumulation of experience of self-realization in competently significant, promising for the future specialist activities.

Keyword: Training, professional training, formation of competencies, bachelor, the principle of semiotic opposition, practice-oriented training

References

1. Milyukin A. M., Fedina O. A. Professional competencies of students and graduates. *Professional competencies of students and graduates of higher educational institutions and their assessment in labor markets. International Scientific practical conference. Conference proceedings.* Moscow: Publishing House Chamber of the Russian Federation, 2013. P. 107–112.
2. Koldaev V. D. Competence approach to structuring the content of education of university students. "European Research Space 2012". *Materily VIII Miedzynarodowej naukowei — praktycznej "Naukowa przestrzen Europy-2012" (07–15 kwietnia 2012)*. Vol. 17: Pedagogiczne nauki. Przemysl: Nauka i studia. 2012. P. 82–87.
3. Hutmacher Walo. Key competencies for Europe. *Report of the Symposium Berne, Switzerland.* 1996. Vol. 27. P. 30–33.
4. Federal state educational standard of higher education in the area of preparation of 20.03.01 "Technosphere safety" (bachelor degree) (Approved by order of the Ministry of Education and Science of Russia dated 03/21/2016 No. P. 246).
5. Shemet O. V. Didactic foundations of competence-oriented engineering education: Monographija. Novocherkassk: Lick, 2010. P. 208.
6. Sverchkov Yu. M. Method of forming professional competencies of a fire safety specialist. *Technosphere safety technologies.* 2016. No. 3 (67). P. 227–230.
7. Zimnyaya I. A. Key competencies as an effective target basis of a competence-based approach in education: author's version. Moscow: Research Center for Problems of the Quality of Training Specialists, 2004. P. 42.
8. Quality of vocational education and institutional framework for external expertise. L. I. Scherbakova, T. Yu. Korenyugina, I. A. Revin, E. A. Bondarenko, A. A. Ovsienko. South. Russian State Polytechnical University (NPI) named after M. I. Platov. Novocherkassk: NOC, 2015. P. 237.

IV Международная научно-практическая конференция
РАДИОИНФОКОМ-2019
состоится 11 – 15 ноября 2019 г. в РТУ МИРЭА

Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования МИРЭА – Российский технологический университет приглашает Вас принять участие в IV Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития радиотехнических и инфокоммуникационных систем» («РАДИОИНФОКОМ-2019»), которая состоится 11 – 15 ноября 2019 года в РТУ МИРЭА по адресу: 119454, г. Москва, проспект Вернадского, д.78.

ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ
обсуждение проблем, актуальных направлений и перспектив развития одного из важнейших направлений мировой экономики – радиоэлектронной и телекоммуникационной индустрии, обеспечивающей функционирование жизненно важных элементов и показателей государственной инфраструктуры гражданского и оборонного назначения.

СЕКЦИИ КОНФЕРЕНЦИИ
1. Телекоммуникации и радиотехника
2. Радиоэлектронные системы и комплексы
3. Обработка и передача информации по каналам радиосвязи
4. Радиофизика и электродинамика
5. Радиотехнический инжиниринг
6. Проектирование и технология радиоэлектронных средств
7. Инженерная экология
8. Подготовка профессиональных кадров в инновационном университетском кластере
9. Обеспечение качества электронных средств, стандартизация и сертификация

В рамках конференции будет учрежден круглый стол, посвященный обсуждению перспективных направлений, проектов и научно-практических разработок в области инновационного развития цифровой экономики, а также традиционно проведен конкурс лучших докладов молодых ученых.

Материалы докладов конференции будут опубликованы в электронном сборнике научных трудов с размещением в базе РИНЦ.



Узнать подробную информацию о конференции или обратиться с вопросом, оставив сообщение в форме заявки, можно на сайте конференции <http://forum.mirea.ru/>

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

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

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

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

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

Сдано в набор 03.07.19. Подписано в печать 20.08.19. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ919.

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

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солюшнз".

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