

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ



11 (239) 2020



securika
Moscow

**13 – 16
апреля
2021**

**Москва, МВЦ
«Крокус Экспо»,
павильон 2**

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

Securika Moscow – крупнейшая отраслевая выставка в России и СНГ, масштабная площадка экспонирования новейших технических средств безопасности, а также пространство для плодотворного диалога профессионалов – представителей государственной власти, силовых ведомств, промышленных предприятий, бизнеса, структур негосударственной сферы безопасности.

26 Международная выставка технических средств охраны и оборудования для обеспечения безопасности и противопожарной защиты пройдет на новой площадке – в МВЦ Крокус Экспо и вновь соберет лидеров отрасли, ведущих отечественных и зарубежных производителей и поставщиков.

Разделы выставки



Видеонаблюдение



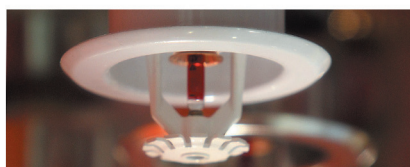
Контроль доступа



Сигнализация и оповещение



Охрана периметра



Противопожарная защита



Автоматизация зданий.
Системы «Умный дом»

Подробности: <https://www.securika-moscow.ru>



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

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

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Редакционная коллегия:

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

11(239)
2020

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЯ

- Светлакова А. Ю., Каверзнева Т. Т.** Методика выбора оптимальных инструментов оценки состояния условий труда для малых и средних предприятий . . . 3
Каспрук Л. И. Историко-медицинские аспекты безопасности жизнедеятельности при инфекционных болезнях 8

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Мурзинов В. Л., Мурзинов П. В., Мурзинов Ю. В., Иванова И. А., Татаринова Ю. В.** Звукоподавляющая вставка в воздуховодах вентиляции 14
Кубасов И. А. Оценка влияния элемента запаса на приращение безаварийности функционирования инфокоммуникационной системы 19

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Микушов А. В., Клинг И. В.** Управление результативностью и эффективностью Федерального государственного пожарного надзора 26

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Красногорская Н. Н., Гладких И. Ф.** Утилизация титановых шламов 31
Гапонов В. Л., Савускан Т. Н., Гапонов С. В., Гапонова Е. Ю. К вопросу о восполнении популяции осетровых видов рыб в Ростовской области 36
Венцюлис Л. С., Пименов А. Н. Экологические ущербы системы обращения с твердыми коммунальными отходами в Финляндии за последние 25 лет 43

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Гринюк О. Н., Алексашина О. В., Архипов А. В., Михед А. Д.** Предпосылки и особенности модернизации системы экомониторинга атмосферы города Новомосковска 50

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

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

The journal published since
January 2001

Editorial board

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

Editor-in-chief

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

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Editorial staff

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

11(239)
2020

CONTENTS

LABOUR AND HEALTH PROTECTION

- Svetlakova A. Y., Kaverzneva T. T.** Methodology for Choosing the Optimal Tools for Assessing the State of Working Conditions for Small and Medium Enterprises 3
Kaspruk L. I. Historical and Medical Aspects of Life Safety in Infectious Diseases . . . 8

INDUSTRIAL SAFETY

- Murzinov V. L., Murzinov P. V., Murzinov Yu. V., Ivanova I. A., Tatarinova Yu. V.** Sound Attenuating Insert in Ventilation Ducts 14
Kubasov I. A. Assessment of the Effect of the Stock Element on the Increase of the Trouble-Free Functioning of the Information Communication System 19

FIRE SAFETY

- Mikushov A. V., Kling I. V.** Management of Efficiency and Effectiveness of Federal State Fire Supervision 26

ECOLOGICAL SAFETY

- Krasnogorskaya N. N., Gladkikh I. F.** Utilization of Titanic Slimes 31
Gaponov V. L., Savuskan T. N., Gaponov S. V., Gaponova E. Yu. To the Issue of Replenishment of the Population of Sturgeon Fish Species in Rostov Region 36
Ventsyulis L. S., Pimenov A. N. Environmental Damage to Finland's Solid Waste Management System over the Past 25 Years 43

REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Grinyuk O. N., Aleksashina O. V., Arkhipov A. V., Mikhed A. D.** Prerequisites and Features of the Modernization of the Atmosphere Ecomonitoring System in Novomoskovsk 50

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

УДК 614.8.0

А. Ю. Светлакова, асп., e-mail: 89027910153@mail.ru,
Т. Т. Каверзнева, канд. техн. наук, доц.,
Высшая школа техносферной безопасности, Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра Великого

Методика выбора оптимальных инструментов оценки состояния условий труда для малых и средних предприятий

Отмечена актуальность проблемы внесения изменений в существующие подходы к оценке состояния условий труда. В критическом обзоре представлен анализ иностранных исследований оценки состояния условий труда, из которых необходимо выбрать основные направления, которые могут быть адаптированы для малых и средних Российских предприятий. Для осуществления поставленной задачи предлагается разработать алгоритм отбора инструментов оценки состояния условий труда, основываясь на котором можно будет производить выбор наиболее оптимальных методик. Последующий анализ отобранных методик позволит выбрать подходящие для малых и средних предприятий. При этом встает вопрос о критериях отбора, на которых будет основываться выбор. Данная статья посвящена поиску путей решения этой задачи.

Ключевые слова: охрана труда, условия труда, малые и средние предприятия, безопасность труда, инструмент, алгоритм, выбор, эффективность, оценка

Введение

В промышленно развитых странах мероприятия, направленные на предотвращение производственных травм, являются достаточно эффективными. Например, в Квебеке (Канада) число случаев сократилось на 50 000 человек с 2000 [1] по 2018 г. [2] в результате внедрения предупредительных мероприятий. Это связано в первую очередь с тем, что система охраны труда развитых стран ориентирована на предотвращение несчастных случаев и профессиональных заболеваний, а в России внимание акцентируется на устранение их последствий [3]. Особенно неблагоприятная ситуация наблюдается в сфере малого и среднего бизнеса, где в условиях ограниченности финансирования система охраны труда функционирует недостаточно эффективно [4]. Это говорит о необходимости изменения подхода к существующим методикам оценки состояния условий труда. Этого можно достигнуть, перенимая позитивный опыт зарубежных стран.

Целью работы является выбор оптимальных инструментов оценки состояния условий труда для малых и средних предприятий строительной отрасли на основе разработанного алгоритма отбора наиболее эффективных инструментов оценки состояния условий труда.

Объекты и методы исследований

Одна из задач настоящего исследования — на основе обзора зарубежных инструментов, используемых в настоящее время для оценки состояния условий труда, определить, какие из них могут быть адаптированы для Российских предприятий малого и среднего бизнеса. Для достижения этой цели был организован обзор литературы, основанный на следующих методах: поиск литературы; подбор соответствующих публикаций; извлечение и классификация данных; обсуждение исследований. Затем были отобраны статьи, содержащие такие ключевые слова, как условия труда, производительность, гигиена труда, безопасность, индикация, оценка, анализ, количественная оценка, качественная оценка, программа безопасности, аудит безопасности, строительство, модель и инструменты. Поиски выполнялись на английском языке группами ключевых слов, объединенными с использованием операторов "И" или "ИЛИ". Полученные таким образом публикации были использованы как основа исследования инструментов оценки состояния условий труда и эффективности управления охраной труда. Был произведен анализ названий, ключевых слов и тезисов. В исследование были включены только исследовательские статьи, подвергнутые



экспертной оценке, исследовательским отчетам, стандартам и законам. Таким образом, были проанализированы 43 публикации.

Результаты исследования

Обзор литературы показал, что с 2005 г. описано только шесть новых инструментов оценки состояния условий труда (другие являются интеллектуальной собственностью частного бизнеса и не включены в анализ).

1. Corporate health and safety performance Index (индекс показателей безопасности) [5].
2. Occupational health and safety self-diagnostic tool (инструмент самодиагностики охраны труда) [6].
3. Project safety index (индекс безопасности) [7].
4. Organisational performance metric (анализ организационной производительности) [8].
5. Total safety performance (общие показатели безопасности) [9].
6. Building information modeling (метод построения информационных моделей) [10, 11].

Проведенный анализ показал, что оценка состояния условий труда осуществляется в основном с использованием показателей эффективности. Показателем эффективности является измерение индикатора, который считается основным для исследуемой модели [9]. В зарубежной литературе описываются два типа индикаторов, применяемых при оценке условий труда: реактивные и проактивные. Первые позволяют оценить влияние предпринятых действий на управление охраной труда. Наиболее часто используемыми реактивными индикаторами являются частота несчастных случаев и степень их тяжести. Однако оценка эффективности охраны труда, основанная исключительно на реактивных индикаторах, является неполной [6]. Для развернутого анализа используются проактивные показатели, представляющие собой измерение прогресса, достигнутого профилактической деятельностью. Примером может служить частота проверок на рабочем месте [12]. Использование реактивных и проактивных показателей поможет точнее проанализировать инструменты оценки состояния условий труда и эффективности управления охраной труда.

Каждый из рассмотренных инструментов обладает рядом достоинств и недостатков. Например, недостатком инструмента 1 (индекс показателей безопасности) является преимущественное использование проактивных индикаторов, которые не позволяют в полной мере оценить все параметры рабочей среды, а среди его основных преимуществ — достоверность полученных данных [5]. Реализация инструментов 2

(инструмент самодиагностики охраны труда) и 3 (индекс безопасности) слишком трудоемка по времени [6, 7]. Инструмент 4 (анализ организационной производительности) можно использовать, находясь на большом расстоянии, чтобы получить общий план изменений в охране труда предприятия. Однако некоторые элементы рабочей среды игнорируются в содержании оценки, а также отсутствуют показатели управления рисками, без которых оценка является не в полной мере разносторонней [8]. Основное преимущество инструмента 5 (общие показатели безопасности) заключается в его структуре и выборе широкого спектра проактивных индикаторов, которые обеспечивают всестороннюю оценку. Однако, она не указывает, какие профилактические меры лучше всего подходят для области, которая показала наихудший с точки зрения эффективности охраны труда результат [9]. Преимуществом инструмента 6 (метод построения информационных моделей) является эффективность производимых оценок, возможность ликвидации потенциальных рисков на стадии планирования или их снижение на стадии проведения работ, однако большим недостатком выступает его высокая стоимость, что существенно ограничивает реализацию этого инструмента [10, 11].

Для выбора оптимальных методов необходимо проанализировать их сильные и слабые стороны и выявить наиболее эффективные с точки зрения реализации на любом предприятии инструменты. Чтобы решить поставленную задачу, предлагается ввести понятие параметра эффективности, который будет базироваться на совокупности критериев отбора, представленных в табл. 1.

Для каждого анализируемого инструмента предлагается оценить степень реализации данного показателя P_{ij} в процессе оценки состояния условий труда. При этом $P_{ij} = 0$, если рассматриваемый показатель не проработан, и $P_{ij} = 1$, если показатель проработан в рассматриваемом инструменте. Оценив таким образом степень реализации каждого показателя, вычисляем величину параметра эффективности $k_{эф}$ для каждого инструмента:

$$k_{эф} = \frac{\sum_{j=1}^6 P_{1j}}{6} + \frac{\sum_{j=1}^3 P_{2j}}{3} + \frac{\sum_{j=1}^3 P_{3j}}{3} + P_{4j}. \quad (1)$$

Рассчитанные величины $k_{эф}$ сравниваются между собой. Инструменты, которым соответствуют наибольшие значения $k_{эф}$, будут универсальными для реализации на предприятиях любого типа.

В общем виде разработанный алгоритм представлен на рисунке.

Критерии для определения параметра эффективности инструментов оценки состояния условий труда

| Номер критерия i | Критерий отбора | Номер показателя j | Показатели, которые оцениваются данным критерием P_{ij} |
|--------------------|---|----------------------|---|
| 1 | Степень оценки качества системы управления охраной труда на предприятии | 1 | Компетентность высшего руководства |
| | | 2 | Наличие системы управления рисками |
| | | 3 | Качество обучения сотрудников |
| | | 4 | Компетентность руководителей производства |
| | | 5 | Безопасное поведение работников |
| | | 6 | Предотвращение несчастных случаев с использованием подхода непрерывного совершенствования |
| 2 | Применение реактивных и проактивных индикаторов | 1 | Использование реактивных индикаторов |
| | | 2 | Использование проактивных индикаторов |
| | | 3 | Комбинированное использование реактивных и проактивных индикаторов |
| 3 | Простота, стоимость и время реализации инструмента оценки состояния условий труда | 1 | Инструмент не требует от специалиста дополнительного обучения |
| | | 2 | Применение инструмента к оценке состояния условий труда не требует больших затрат |
| | | 3 | Проведение оценки состояния условий труда с применением данного инструмента не занимает много времени |
| 4 | Достоверность содержания | 1 | Сходство результатов, полученных с помощью инструмента, выполненного разными специалистами |

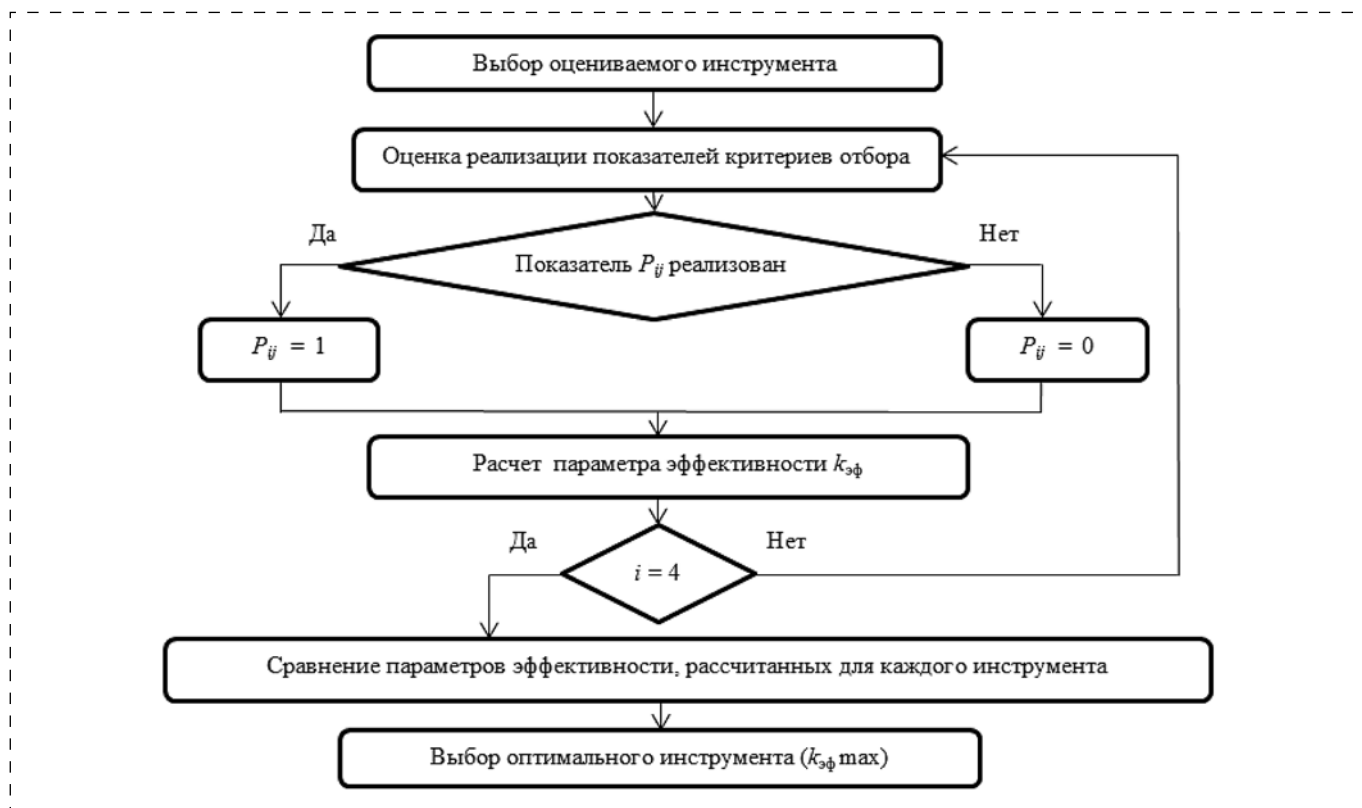

Алгоритм выбора оптимальных инструментов оценки состояния условий труда



Таблица 2

Расчет параметров эффективности $k_{эф}$ для исследуемых инструментов оценки состояния условий труда

| Критерий отбора | Показатели, оцениваемые данным критерием | Порядковый номер инструмента оценки состояния условий труда | | | | | |
|--|--|---|-------------|-------------|------|------|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Степень оценки качества системы управления охраной труда на предприятии | 1. Компетентность высшего руководства | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | 2. Наличие системы управления рисками | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | 3. Качество обучения сотрудников | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 4. Компетентность руководителей производства | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 5. Безопасное поведение работников | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 6. Предотвращение несчастных случаев с использованием подхода непрерывного совершенствования | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 2. Применение реактивных и проактивных индикаторов | 1. Использование реактивных индикаторов | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 2. Использование проактивных индикаторов | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | 3. Комбинированное использование реактивных и проактивных индикаторов | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3. Простота, стоимость и время реализации инструмента оценки состояния условий труда | 1. Инструмент оценки состояния условий труда является простым в исполнении, т. е. не требует от специалиста дополнительного обучения | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | 2. Применение инструмента к оценке состояния условий труда не требует больших затрат | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | 3. Проведение оценки состояния условий труда с применением данного инструмента не занимает много времени | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4. Достоверность содержания | 1. Сходство результатов, полученных с помощью инструмента, выполненного разными специалистами | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Значение параметра эффективности $k_{эф}$ | | 2,67 | 3,00 | 3,50 | 2,67 | 0,67 | 3,07 |

Следующим этапом работы выступает реализация разработанного алгоритма с целью выбора наиболее оптимальных инструментов оценки состояния условий труда. Для этого проведем расчет параметров эффективности $k_{эф}$ каждого инструмента согласно формуле (1) на основе анализа критериев, описанных в табл. 1. Если оцениваемый критерий реализуется в рассматриваемом инструменте, ему присваивается 1 балл, если нет — 0 баллов. Результаты занесены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, наибольшие величины параметров эффективности $k_{эф}$ соответствуют инструментам 2, 3 и 6 (инструмент самодиагностики охраны труда, индекс безопасности и метод построения информационных моделей). Однако детально проанализировав сильные и слабые стороны отобранных инструментов, можно сделать вывод, что для реализации на малых и средних предприятиях подходят только два инструмента 2 и 3. Инструмент 6 нецелесообразно применять для малых и средних предприятий из-за высокой стоимости

его реализации. Таким образом, в результате проведенного анализа были выбраны два инструмента оценки состояния условий труда: инструмент 1 самодиагностики охраны труда и 3 — индекс безопасности, являющиеся наиболее оптимальными для реализации на малых и средних предприятиях.

Заключение

Проведенный анализ зарубежных инструментов оценки состояния условий труда показал основные направления развития современных методик работы системы охраны труда. Разработанные критерии отбора оптимальных методов оценки состояния условий труда позволили создать алгоритм выбора наилучших с точки зрения реализации на любых предприятиях инструментов, с учетом зарубежного опыта. Проведенный на основании разработанного алгоритма отбор показал, что только два инструмента оценки состояния условий труда, описанных в иностранной литературе, являются наиболее

приемлемыми для реализации на малых и средних Российских предприятиях. На основе отобранных инструментов может быть сформирована новая методика, адаптированная для конкретных предприятий малого и среднего бизнеса.

Список литературы

1. CSST. Ежегодный отчет о деятельности. Комиссия по безопасности и гигиене труда, 2000. Монреаль, Канада.
2. CSST. Ежегодный отчет о деятельности. Комиссия по безопасности и гигиене труда, 2018. Монреаль, Канада.
3. Кульбовская Н. К. Экономика охраны труда: Монография. — М.: Экономика, 2011. — 247 с.
4. Каверзнева Т. Т., Румянцева Н. В. Оценка эффективности мероприятий охраны труда на предприятиях малого бизнеса // Безопасность в техносфере. — 2010. — № 3. — С. 27—31.
5. Wright M., Doyle J. N., Marsden S., Bendig M., Shaw J. Development of a SME Version of the Corporate Health and Safety Performance Index // HSE. 2005. — P. 307—318.

6. Roy M., Cadieux J., Fortier L., Leclerc L. Validation d'un outil d'autodiagnostic d'un modèle de progression de la mesure en santé et en sécurité du travail // IRSST, Montréal. 2008. — P. 36—36.
7. Lingard H., Wakefield R., Cashin P. The development and testing of a hierarchical measure of project OHS performance // Engineering, Construction and Architectural Management. — 2011. — № 18 (1). — P. 30—49.
8. Armick B. Benchmarking Organizational Leading Indicators for the Prevention and Management of Injuries and Illnesses // Safety Science. — 2011. — № 48. — P. 18—36.
9. Walker D., Tait R. Health and safety management in small enterprises: an effective low cost approach // Safety Science. — 2004. — № 42 (1). — P. 69—83.
10. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. Wiley. — 2011. — 65 p.
11. Zhang S., Boukamp F., Teizer J. Ontology-based semantic modeling of construction safety knowledge: towards automated safety planning for job hazard analysis (JHA) // Automation in Construction. — 2015. — № 52. — P. 29—41.
12. Reiman T., Pietikäinen E. Leading indicators of system safety — monitoring and driving the organizational safety potential // Safety Science. — 2012. — № 50 (10). — P. 93—100.

A. Y. Svetlakova, Postgraduate Student, e-mail: 89027910153@mail.ru,
T. T. Kaverzneva, Associate Professor, Higher school of Technosphere safety,
St. Petersburg Polytechnic University Peter the Great

Methodology for Choosing the Optimal Tools for Assessing the State of Working Conditions for Small and Medium Enterprises

In developed foreign countries, in recent years there has been a positive trend in changing conditions of working conditions, in contrast to Russian enterprises, where the OSH management system is focused not on preventing accidents, but on eliminating their consequences, especially on small and medium enterprises, where often insufficient funding is allocated for the correct functioning of the labor protection system. This indicates the relevance of the problem of amending existing approaches to assessing the state of working conditions. A critical review presents an analysis of foreign studies evaluating the state of working conditions, from which it is necessary to choose the main areas that can be adapted for small and medium-sized Russian enterprises. To accomplish this task, it is proposed to develop an algorithm for selecting tools for assessing the state of working conditions, based on which it will be possible to select the most optimal methods. Subsequent analysis of the selected methods will allow you to choose suitable for small and medium enterprises. This raises the question of selection criteria on which the choice will be based. This article is devoted to finding ways to solve this problem.

Keywords: labor protection, working conditions, small and medium enterprises, labor safety, tool, algorithm, choice, efficiency, assessment

References

1. CSST. Annual report of activities. Commission of Occupational Safety and Health. 2000. Montreal, Canada.
2. CSST. Annual report of activities. Commission of Occupational Safety and Health. 2018. Montreal, Canada.
3. Kul'bovskaia N. K. Ekonomika ohrany truda: Monograph. Moscow: Ekonomika. 2011. 247 p.
4. Kaverzneva T. T., Romyanceva N. V. Ocenka effektivnosti meropriyatij ohrany truda na predpriyatiyah malogo biznesa. *Bezopasnost' v tekhnosfere*. 2010. No. 3. P. 27—31.
5. Wright M., Doyle J. N., Marsden S., Bendig M., Shaw J. Development of a SME Version of the Corporate Health and Safety Performance Index. *HSE*. 2005. P. 307—318.
6. Roy M., Cadieux J., Fortier L., Leclerc L. Validation d'un outil d'autodiagnostic d'un modèle de progression de la mesure en santé et en sécurité du travail. *IRSST, Montréal*. 2008. P. 36—36.
7. Lingard H., Wakefield R., Cashin P. The development and testing of a hierarchical measure of project OHS perfor-

8. Armick B. Benchmarking Organizational Leading Indicators for the Prevention and Management of Injuries and Illnesses. *Safety Science*. 2011. No. 48. P. 18—36.
9. Walker D., Tait R. Health and safety management in small enterprises: an effective low cost approach. *Safety Science*. 2004. No. 42 (1). P. 69—83.
10. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. Wiley. 2011. 65 p.
11. Zhang S., Boukamp F., Teizer J. Ontology-based semantic modeling of construction safety knowledge: towards automated safety planning for job hazard analysis (JHA). *Automation in Construction*. 2015. No. 52. P. 29—41.
12. Reiman T., Pietikäinen E. Leading indicators of system safety — monitoring and driving the organizational safety potential. *Safety Science*. 2012. No. 50 (10). P. 93—100.



УДК 614.086.614.1:314.172

Л. И. Каспрук, д-р мед. наук, проф. кафедры, e-mail: Kaspruk61@yandex.ru,
Оренбургский государственный медицинский университет

Историко-медицинские аспекты безопасности жизнедеятельности при инфекционных болезнях

Отмечена важная роль профилактики. С учетом данных прогнозов о значимой опасности увеличения смертности, а также уменьшении продолжительности жизни рассмотрены инфекционные болезни, оценка их влияния на демографию в историко-медицинском аспекте, что позволяет утверждать наличие единообразных комбинаций в создании контрстратегии совершенствования в здравоохранении.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, инфекционные болезни, здравоохранение, эпидемия, смертность, пандемия

Справедливо утверждение, которому уже более 100 лет, что "инфекционные болезни составляют главный бич народного здоровья и уносят наивозможно больший процент из общей суммы всех смертных случаев" (из Энциклопедии Брокгауза и Эфрона). Вероятно, можно принять постулат, что для выполнения задачи по увеличению "численности и качества" народонаселения нужно производить "мониторинг уже полученных результатов", а также "мониторинг упущенного". Переосмысливать при этом необходимо вектор "дорожной карты". Константой является утверждение, что наиважнейшие демографические показатели — рождаемость, смертность, плодовитость/фертильность. Поэтому, в связи с их важностью, необходимо рассматривать эти показатели, четко определяя значимость определенных заболеваний в динамике. При этом основная цель — предотвращение наиболее значимых опасностей [1, 2].

Учитывая сказанное выше, констатируем известный постулат, что тенденции смертности остаются прежними. То есть донныне именно инфекционные и паразитарные заболевания, по мнению экспертов и историков медицины, приводят к гибели наибольшего количества людей. Однако как основная причина смерти в некоторых странах инфекции все же уступили первое ранговое место таким заболеваниям, как сердечно-сосудистые и онкологические.

В начале XXI века смертность от инфекционных болезней в России определялась как показатель 9,1 на 100 000 населения. Общеизвестно, что как индикатор "причина смерти" эти заболевания занимали ранговое седьмое место. Тогда, по данным историков медицины, с первой по

шестую ранговую позицию занимали: 1) болезни системы кровообращения — 647,8 на 100 000 населения; 2) далее — новообразования — 135,1; 3) травмы и отравления — 90,1; 4) болезни органов пищеварения — 34,3; 5) органы дыхания — 29,7 и 6) так называемые симптомы, признаки и неточно-обозначенные состояния — 57,4 на 100 000 населения [1].

Доказано, что именно инфекционные причины вызывают преимущественную долю болезней систем органов дыхания и органов пищеварения. Приведем в качестве примера *Helicobacter pylori* при язве желудка. Сюда можно отнести и некоторые новообразования. Это — лимфомы, карцинома шейки матки и саркома Капоши.

Одновременно с этим инфекционные болезни сохраняют природу устойчивой вероятной угрозы. Модернизирование защиты от инфекционных болезней создаст дополнительные резервы для профилактических процессов изменения ситуации в демографии.

Дефиниция "инфекционная болезнь" предполагает образ непосредственно так называемых особо опасных инфекций. К примеру, Крестовые походы для Западной Европы несли позитивные последствия, как культурные, так и экономические. Но, кроме этих последствий, Крестовые походы стали причиной широкого распространения многих заразных заболеваний.

Болезнью века стала проказа/лепра. Прокаженный помещался в специальный приют — лепрозорий с целью изолировать прокаженного больного. Непосредственно сама идея изоляции появилась в VI веке. Монахи, принадлежащие к "Ордену святого Лазаря", ухаживали за тяжелобольными

проказой. Историки медицины утверждают, что в то время было 19 тыс. лепрозориев. В одной только Франции — около 2 тыс. В современном мире лепра встречается в единичных случаях. Можно предполагать, что причиной этого является перекрестный иммунитет (БЦЖ).

Историко-медицинские источники отмечают три большие пандемии чумы [3—6]. Первая началась при Юстиниане в 541 г. в Пелузе и к 755 г. убила около 50 млн человек. Историки полагают, что началась она из-за холода, потому что в это время в мире началось похолодание. Соответственно, из естественных очагов чумы активизировались переносчики чумы. Юстиниан в этот период строил Святую Софию. Ему нужна была слоновая кость. Слоновой кости вблизи Римской империи уже не было. Поэтому транспортировали слоновую кость с берега современной Сомали.

Пандемия чумы прекратилась, когда перестала существовать и сама Римская империя. Чума была одним из обстоятельств, уничтоживших ее. Ведь, помимо совершенно чудовищных человеческих потерь, она значительно изменила тогдашнюю демографическую ситуацию вообще всего мира. Уточним, что Юстинианова чума уничтожила почти все кельтское население Британии, жившее в контакте с Римом. При этом историки медицины отмечают, что саксонское население Британии гораздо меньше пострадало. Это произошло потому, что саксонское население с кельтами практически не контактировало так же, как и с Римом [7, 8].

Другая волна чумы пришла из Средней Азии в XIV веке. К 1347 г. чума была уже в Италии. Эта "Черная смерть" была завезена в 1346—1348 гг. через Геную, Венецию, Неаполь. Она в буквальном смысле опустошила весь христианский мир. Гибель наступала через несколько часов после заражения. Тогда в Венеции умерло 70 %, а в Лондоне — 90 % жителей. Выражение "...живые не успевали хоронить мертвых" ярко описывает тогдашнюю ситуацию. В Шотландии чума свирепствовала еще в 1640 г. В Англии в 1665 г. В Нидерландах — в 1710 г. Во Франции "отметилась" в 1720 г. [9—11]. Исчезла эта чума к 1830 гг.

Третья пандемия чумы возникла в 1892 г. в Индии. Вслед за этим двигалась по прочим территориям Земли. Возникла в Китае в середине XX века. Ударил она уже в основном по странам третьего мира и в заключение — по Гонконгу. В Индии она уничтожила 15 млн человек. Строго говоря, с начала XX века в Америке произошло более 1000 единичных случаев чумы, так как

чума проникла в Новый свет, и там образовались естественные очаги. Во время всех этих трех эпидемий чумы вероятность заболеть была 30...50 %. А вероятность смерти колебалась при условии легкой или септической чумы и достигала 100 %.

Такие заболевания, как чума и холера, числятся в печальном списке болезней с быстрым распространением и высокой летальностью. Вызывали они в период эпидемий большую смертность, причем в каждой из возрастных групп. Следует отметить, что в течение последних примерно 90 лет с помощью постоянно функционирующей системы превентивных мероприятий чума и холера существенного влияния на демографию не оказывают [12].

Были попытки охарактеризовать и дифференцировать инфекционные заболевания с позиции воздействия на демографические процессы. По мнению автора, можно сделать выводы об алгоритме компонентов как стратегических, так и тактических. Акценты должны быть сделаны именно на вектор демографических показателей. И объясняется это как раз тем, что демографические показатели демонстрируют центральное действие, в том числе и на экономику. Учитывая все вышесказанное, можно полагать, что именно по этой причине инфекционные болезни представляют собой критерий для создания долгосрочных планов здравоохранения.

Вспомним в связи с этим, что борьба с эпидемиями рассматривалась как одна из важнейших проблем медицины. Государство и передовые русские ученые-медики сыграли громадную роль в организации борьбы с часто возникающими эпидемиями чумы, сибирской язвы, натуральной оспы в XVIII веке. Для того чтобы предупредить и ликвидировать эпидемические процессы, проводились мероприятия общегосударственного масштаба:

- устанавливались карантинные заставы;
- вводились должности оспенных докторов;
- Сенат утвердил в России специальный документ "Карантинный устав";
- в Москве и Петербурге были основаны "оспенные дома";
- на судах появились так называемые маленькие лазареты;
- осуществлялись многочисленные процедуры дезинфекции.

Меры по противоборству чуме совершенствовал знаменитый ученый-эпидемиолог Д. С. Самойлович. Вводились такие меры, как карантин



и строгая изоляция больных. Помещения окуривали. Вещи дезинфицировали. Захоронения проводили вне городской черты. Карантины строжайше соблюдались. Однако на сознательность населения в плане соблюдения карантинных установок надежды всегда были малы. Например, на Украине во время эпидемии чумы в окружности населенных пунктов расставляли караулы. Чтобы не было побегов из зараженной территории, строились и размещались на виду виселицы, предназначенные для тех, кто хотел бежать. Меры были чрезвычайно строги.

Граф Г. Г. Орлов (1734—1783 гг.) по праву считается победителем Московской чумы 1770—1772 гг. Ему принадлежит приоритет в организации обеспечения Москвы медицинской помощью, довольствием и многим другим. По его приказам организовано жесткое следование противоэпидемическим мерам. Историки медицины отмечают: он впервые применил материальные меры поощрения, что, несомненно, сыграло свою позитивную роль. Врачам платили дополнительно 36 руб. в месяц. Если человек добровольно помещался в карантин, ему платили 5 руб. Это в том случае, если он был холост. А, если женат, то в 2 раза больше, — 10 руб. Тому, кто сообщил о сокрытии чумного больного, выдавали 10 руб. Человек, доложивший о хищениях или, к примеру, о продаже каких-либо вещей, ранее принадлежащих больному чумой, получал 20 руб.

Чума в последующее время неоднократно давала о себе знать. В период 1920—1989 гг. в нашей стране, по некоторым данным, заболели 3639 человек. Из них умерли 2060 человек. Факты заболевания чумой регистрировали в Туркмении, Казахстане, Дагестане, Калмыкии, Приэльбрусье, а также по всей Средней Азии и в зоне Прикаспия. В 1939 г. чума была отмечена в Москве. При этом открытие новых препаратов, создание сети противочумных учреждений и другие меры прервали крупные вспышки.

Другое заболевание — сибирская язва — в Средние века была известна как болезнь с красивым названием "Персидский огонь". К сожалению, способов борьбы с сибирской язвой не было получено вплоть до начала XIX столетия. История медицины знает непревзойденные случаи героизма врачей-ученых, в частности, при изучении инфекционных болезней. Так, С. С. Андреевский в 1788 г. произвел опыт самозаражения. Он наблюдал и фиксировал все проявления болезни. Исследования его завершились написанием работы "Сибирская язва". Следует отметить, что для

сибирской язвы, столбняка, бешенства характерна высокая летальность. Но при этом они оказывают на демографию малое воздействие — не передаются от человека к человеку.

Очень показателен раздел истории медицины, связанный с натуральной оспой [1]. По данным многих источников хорошо известно, что в России начали внедрять как профилактику оспы вариоляцию лишь в середине XVIII века. Огромный вклад в борьбе с оспой принадлежит С. С. Зыбелину. Именно Россия после Англии стала второй страной, в которой метод вакцинации (Дженнера) широко распространялся. В 1768 г. оспу начали прививать в России. Доктор Димсдаль "был выписан" из Англии. Первой его пациенткой стала Екатерина II. Вторым пациентом — граф Г. Г. Орлов. Затем, через неделю после них, привили наследника Павла Петровича. Напомним известный факт: первая вакцинация против оспы в России по методу Дженнера была сделана в 1802 г. профессором Е. О. Мухиным. Оспу можно отнести, по мнению некоторых авторов, к группе перманентно опасных инфекционных заболеваний [13]. Историко-медицинские свидетельства повествуют: оспа постоянно поражала людей самых разных возрастов.

В России же после 1960 г. случаев нового заболевания натуральной оспой не регистрировалось. Неблагоприятный ресурс многих названных выше заболеваний сохраняется. Они имеют возможность стать опасными при чрезвычайных обстоятельствах и стихийных бедствиях. Могут оказаться разрушены системы обеспечения, дестабилизирована система медицинской помощи и др. Генезис вспышек этих заболеваний, по-видимому, приведет к серьезным и опасным экономическим ущербам, спровоцированным карантинами.

В наши дни, к примеру, во Вьетнаме, где случаи чумы не редки, с нею вполне успешно справляется современное так называемое первичное медицинское звено. Известно, что такое заболевание, как холера, которое передается фекально-орально, профилактируется путем соблюдения элементарнейшей гигиены. Например, в 1970-х гг. в СССР на Каспии появилась холера. В период одного летнего сезона в Астрахани заболевает 1270 человек. И более 1000 человек, как выяснилось, явились носителями. По одним предположениям, холера попала в СССР из Ирана, по иным — из неопределенного водоема.

На демографические процессы продолжают оказывать влияние такие болезни, как, например, корь, которая появляется как демографическое бедствие в развивающихся странах. При

этом летальность (процент умерших от числа заболевших) в ряде регионов достигает до 30 %. В то же время "средневзвешенная" летальность от кори составляет приблизительно 5 %. Случаи кори в мире стали возникать, потому что люди отказываются от прививки. Следует заметить, что у кори очень высокий уровень заразности. Общеизвестна публикация Эндрю Уэйкфилд в медицинском журнале "The Lancet". В ней говорилось, что популярная прививка вызывает аутизм. И, кроме того, Уэйкфилд создал фонд, с помощью которого родители привитых детей аутистов подавали и выигрывали многомиллионные иски. А ведь насколько эффективной и важной именно в формате "демографическом" и "экономическом" является организация вакцинации, которая, к сожалению, иногда рассматривается гражданами как рутинная повинность. Однако ее нужно рассматривать как гражданскую обязанность. Ведь она имеет исключительное значение для выживания общества.

Малярия в XIX веке была страшной сложностью и в Англии, и в Америке, и в Италии. Малярия из года в год уносит жизни миллионов детей в Азии, Африке и Латинской Америке. В современном мире малярия косвенно признана мировым сообществом в качестве врага человечества под номером 3 (следует упомянуть, что большой восьмеркой учрежден "Глобальный фонд по борьбе с ВИЧ/СПИДом, туберкулезом и малярией"). Вместе с тем восстановление популяции переносчиков малярии чревато новым возникновением этой огромной проблемы.

К "агрессорам человечества" номер 1 относится инфекция вирусом иммунного дефицита человека, вызывающая синдром приобретенного иммунного дефицита (СПИД), и номер 2 — туберкулез. Это так называемые "перманентно" опасные инфекции. По причине ВИЧ/СПИД в странах центральной Африки показатель средней ожидаемой продолжительности жизни снизился до показателя 1950-х гг. — с 50—60 до 30—40 лет. Однако "положительный" прирост населения в этих странах сохранился по причине высоких показателей рождаемости. Учитывая вышесказанное, можно полагать: ВИЧ/СПИД приводит, конечно, к общей деградации экономики вышеназванных стран. Но на фоне низкого уровня развития экономики названный эффект не столь явен.

Для стран же с низкими показателями рождаемости демографический ущерб от ВИЧ/СПИД будет, вероятно, более существенным. Это еще и при том обстоятельстве, когда предполагаются самые низкие диапазоны эпидемий.

Исследования Международной Организации Труда (МОТ) и Всемирного Банка (ВБ) показали следующее: дефицит рабочей силы, который создаст дефицит от ВИЧ/СПИД тех, кто уже сейчас заражен ВИЧ, приведет к снижению темпов роста валового внутреннего продукта (ВВП) "на десятые доли процента". При общих масштабах экономики это является, конечно, заметным ущербом.

Менингококковая инфекция стабильно входит в первую пятерку причин смертности от инфекций. Общеизвестно, что у некоторых детей и взрослых развиваются быстроразвивающиеся формы заболевания в виде менингита и менингококкцемии [9]. В 1960-е годы в Советский Союз проникла эта инфекция из Китая. Данная менингококковая форма вызывала серьезные поражения мозга. Подчеркнем, что образовавшаяся тогда в Китае новая форма менингококковой инфекции была практически неуязвима для иммунитета жителей территорий СССР. Она задела Вьетнам, из которого ее "транспортировали" в СССР. Борьба с эпидемией заняла несколько лет. При этом потребовались экстраординарные усилия. Только в Москве общее число зарегистрированных случаев заболевания превышало норму почти в 2 раза. Этот же вид менингита вновь возник в ряде российских городов в 1996 г. Но в это время медицина оказалась лучше подготовлена к угрозе: очаги локализовали. В настоящий момент этот штамм уже не так опасен, так как существуют вакцины.

Или вот такая инфекция, как эпидемический паротит — летальные случаи чрезвычайно редки. Но, тем не менее, эта инфекция играет негативную роль в воспроизводстве населения: к сожалению, вызывает у переболевших мальчиков осложнение в виде орхитов. Приводит к мужскому бесплодию. По итогам распространения эпидемического паротита практически в каждом поколении появляется несколько сот тысяч бесплодных мужчин. Демографический ущерб очевиден [1]. Подтверждается рациональность проведения вакцинации.

Подчеркнем еще раз: когда мир начал становиться глобальным и когда началась эпоха географических открытий, в Америку привезли оспу, а оттуда привезли, к примеру, сифилис. Когда впервые сифилис стал распространяться по Европе, это имело формат действительной эпидемии. В целом же влияние сифилиса на демографические процессы представляется довольно скромным, тем более что современные методы его лечения вполне эффективны. Можно утверждать: эпидемический паротит и гонорея как яркие резиденты инфекций влияют на демографические



процессы опосредованно таким образом, что понижают фертильность населения. То есть они сокращают репродуктивный потенциал. Справедливо полагать, что активная борьба с этой группой инфекций, несомненно, является резервом для улучшения демографической ситуации, когда велико число бесплодных браков [1, 2].

Влияние же сифилиса на воспроизводство не настолько значительно. Объяснение простое — бледная трепонема передается плоду в период активного инфекционного процесса. При этом значительная часть потомства рождается незараженными. Да и зараженные дети выживают, и они способны репродуцировать потомство. Смертельные осложнения сифилиса: поражение сосудов, центральной нервной системы развиваются лишь у части инфицированных через десятилетия после заражения, т. е. у лиц старших возрастных групп, в связи с чем, сокращение продолжительности жизни не столь велико.

С 1910 г. возникает эпидемия огромных масштабов, так называемый испанский грипп ("испанка"). В начале количество зараженных исчислялось 30 % от общего мирового народонаселения. Вершина иррадиации наступила к 1918—1919 гг. По данным того времени при средней летальности, составляющей в среднем 20 %, в нашей стране скончались 0,3 % населения. Одним из способов профилактики в тот период медицинские работники предлагали уменьшить число случаев контактной передачи, в частности, при рукопожатии. В стране были созданы такие специфические ячейки со странным названием: "Союз упрощения приветствий". Они популяризировали слоган: "Долой рукопожатие". Возможно, это не 100 %-ная эффективная профилактическая мера. Но факт остается фактом: случаев массовых заболеваний испанкой в Советском Союзе больше не было зафиксировано.

Вспомним коронавирус SARS, который появился в 2002 г. в Китае. При этом 10 % людей умерли. В большинстве это были больные с сопутствующими заболеваниями. Существует много штаммов птичьего гриппа, например штамм H5N1 (смертность составляет 60 %). Впервые человек заболел птичьим гриппом в Гонконге в 1997 г. В 2006 г. на Суматре отмечен случай передачи этого вируса "от человека к человеку". Заболели 7 членов семьи. Но не возникло пандемии предположительно по той причине, что инфекционное начало не передается воздушно-капельным путем.

Подводя итог, можно сделать вывод: рассматривая инфекционные процессы в историко-медицинском аспекте в плане факторов их воздействия на демографию, получена возможность

манифестировать нижеследующее: понимание влияния различных, в том числе, конечно, инфекционных болезней, на демографические процессы представляется одним из унифицированных подходов для разработки планирования в отрасли здравоохранения. Вышеозначенную цель имеет также и анализ функции/роли и оценки тех или иных действенных мер, применяемых для стабилизации демографических показателей. Сама "систематизация" инфекционных болезней по их градации в формате демографической напряженности позволяет более четко установить уровень участия каждой инфекции в демографической угрозе, и более четко спланировать сегмент мер по борьбе с каждой из них в определенном историческом периоде. Полученные результаты неоспоримо доказывают именно исторический приоритет дефиниции "профилактика", так как по прогнозам наибольшую угрозу повышения смертности и сокращения продолжительности жизни будут представлять инфекционные болезни.

Список литературы

1. **Покровский В. В.** Инфекционные болезни и демографические процессы в XXI столетии: доклад. URL: <http://medznate.ru/docs/index-21660.html> (дата обращения 18.03.2020).
2. **Как в Советской России и СССР боролись с вирусами и эпидемиями.** — URL: <https://ruposters.ru/news/06-02-2020/sovetskom-soyuze-borolis-epidemiyami> (дата обращения 18.03.2020). Текст: электронный.
3. **Алексаян В. А., Зильфян В. Н.** Краткий исторический обзор по распространению чумы на земном шаре // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. — 1960. — № 4. — С. 32—38.
4. **Ганин В. С.** Война с "черной смертью": от обороны к наступлению // Наука и жизнь. — 2006. — № 7.
5. **Найтхард Бульст.** Одиссей. Человек в истории. История в сослагательном наклонении? / Главный редактор А. Я. Гуревич; Институт всеобщей истории РАН. — Москва: Наука, 2000. — С. 152—185.
6. **Даниэл М.** Тайные тропы носителей смерти. М.: Прогресс, 1990. — 400 с.
7. **Домарадский И. В.** Чума. М.: Медицина, 1998.
8. **Кениг Э. Э.** К вопросу о существовании в прошлом в Европе природной очаговости чумы // Здравоохранение Туркменистана. — 1963. — № 7. — С. 41—46.
9. **Королева И. С., Белошицкий Г. В.** Менингококковая инфекция и гнойные бактериальные менингиты / под ред. В. И. Покровского. — М.: ООО "Медицинское информационное агентство", 2007. — 112 с.
10. **Соловьев С. М.** История России с древнейших времен. Т. 10. — Москва, 1961. — 629 с.
11. **Сунцов В. В., Сунцова Н. И.** Чума. Происхождение и эволюция эпизоотической системы (экологические, географические и социальные аспекты). М.: Изд-во КМК, 2006. — 247 с.
12. **Доклад о состоянии здравоохранения в Европе 2015 г.** URL: <http://www.who.int/ru/> Всемирная организация здравоохранения, 2015 г. (дата обращения 18.03.2020).
13. **Три дня в октябре 1630 года: детальное изучение смертности в эпидемию чумы в Венеции.** // Review of Infectious Diseases. — 1989. — Т. 11. — № 1. — С. 128—139.

L. I. Kaspruk, Professor of Department, e-mail: Kaspruk61@yandex.ru,
Orenburg State Medical University

Historical and Medical Aspects of Life Safety in Infectious Diseases

There is no doubt about the historical priority of prevention. Taking into account the data of forecasts that infectious diseases will pose a significant risk of increasing mortality, as well as reducing life expectancy in the next period of time, the assessment of the impact of infectious diseases on demographics in the historical and medical aspect allows us to assert the presence of uniform combinations in creating a counter-strategy for improving health care.

Keywords: life safety, infectious diseases, health care, epidemic, mortality, pandemic

References

1. **Pokrovskij V. V.** Infekcionnye bolezni i demograficheskie processy v XXI stoletii: doklad. URL: <http://medznate.ru/docs/index-21660.html> (date of access 18.03.2020).
2. **Kak v Sovetskoy Rossii i SSSR borolis' s virusami i epidemiyami.** URL: <https://ruposters.ru/news/06-02-2020/sovetskom-soyuze-borolis-epidemiyami> (date of access 18.03.2020).
3. **Aleksanyan V. A., Zil'fyan V. N.** Brief historical overview of the spread of the plague on the globe. *Journal of microbiology, epidemiology and immunology.* 1960. No. 4. P. 32—38.
4. **Ganin V. S.** War with the "black death": from defense to offensive. *Science and life.* 2006. No. 7.
5. **Najthard Bul'st.** Odissej. Chelovek v istorii. Istoriya v soslagatel'nom naklonenii?/glavnyj redaktor A. Ya. Gurevich; Institut vseobshchej istorii RAN. Moscow: Nauka, 2000. P. 152—185.
6. **Daniel M.** Secret paths of death carriers. Moscow: Progress. 1990. 400 p.
7. **Domaradsky I. V.** Chuma. Moscow: Medicine. 1998.
8. **Koenig E. E.** On the question of the existence of natural plague foci in the past in Europe. *Health care of Turkmenistan.* 1963. No. 7. P. 41—46.
9. **Koroleva I. S., Beloshitsky G. V.** Meningococcal infection and purulent bacterial meningitis / Ed. By V. I. Pokrovsky. Moscow: OOO "Medical information Agency". 2007. 112 p.
10. **Solovyov S. M.** History of Russia since ancient times. Moscow. 1961. Vol. 10. P. 629.
11. **Suntsov V. V., Suntsova N. I.** Chuma. Origin and evolution of the epizootic system (ecological, geographical and social aspects). Moscow: KMK Publishing house, 2006. 247 p.
12. **Doklad** o sostoyanii zdavoohraneniya v Evrope 2015 g. URL: http://www.who.int/ru/Vsemirnaya_organizaciya_zdavoohraneniya, 2015 g. (date of access 18.03.2020).
13. **Three days** in October 1630: a detailed study of mortality in the plague epidemic in Venice. *Review of Infectious Diseases.* 1989. Vol. 11. No. 1. P. 128—139.

Информация

Продолжается подписка на журнал "Безопасность жизнедеятельности" на первое полугодие 2021 г.

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

Подписной индекс по Объединенному каталогу "Пресса России" — 79963

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

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

Для оформления подписки следует обратиться в филиал агентства по месту жительства

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

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

УДК 628.83:534.83

В. Л. Мурзинов, д-р техн. наук, проф. кафедры, e-mail: dr.murzinov@yandex.ru,
П. В. Мурзинов, канд. техн. наук, зав. лабораторией при студенческом проектно-конструкторском бюро "Исследование акустических процессов",
Ю. В. Мурзинов, канд. техн. наук, доц. кафедры,
И. А. Иванова, канд. техн. наук, доц. кафедры,
Ю. В. Татарина, асп., Воронежский государственный технический университет

Звукоподавляющая вставка в воздуховодах вентиляции

В статье рассмотрены методы и конструкции, обеспечивающие снижение аэродинамического шума и показаны различные конструктивные решения, как представленные в нормативных документах, так и оригинальные современные разработки. Обоснована эффективность применения спиральных вставок в виде геликоидов в воздуховоды. Показано, что применение звукопоглощающих материалов для облицовки воздуховодов и изготовления геликоида позволят получить синергетический эффект совместного использования облицованных воздуховодов и вставленных в них геликоидов для значительного снижения аэродинамического шума в диапазоне средних и высоких частот.

Ключевые слова: снижение шума, аэродинамический шум, вентиляция, воздуховод, геликоид, спиральная вставка, глушитель

Введение

Механические вентиляционные системы получили широкое распространение для обеспечения санитарно-гигиенических или технических потребностей во многих областях промышленности, бытовых условиях, местах пребывания большого числа людей. Широкое распространение этих систем объясняется необходимостью поддержания в помещении воздуха заданного состава. Однако недостатком механических вентиляционных систем является создаваемый ими шум, который распространяется по вентиляционным каналам и может стать причиной ухудшения нормальных условий труда и отдыха. Основной причиной возникновения шума является работа центробежных и осевых вентиляторов, их электродвигателей, наличие турбулентных пульсаций воздуха и не всегда оптимальная конфигурация воздуховодов [1].

По воздуху, заключенному в воздуховодах, распространяется аэродинамический шум, а по стенкам воздуховодов и по строительным конструкциям, где расположены элементы вентиляционной системы, — структурный шум. Доля аэродинамического шума существенно преобладает. Поэтому подавление аэродинамической составляющей шума вентиляционных систем является актуальной задачей [2]. При этом в воздуховодах

вентиляционных систем не должно увеличиваться гидродинамическое сопротивление.

Шум проникает в помещения, которые могут находиться довольно далеко от вентиляционной установки [3]. Кроме того, вентиляционная система может передавать звуковой поток не только непосредственно исходящий от вентилятора, но и из одного помещения в другое по воздуховодам. При этом шум попадает в помещение через вентиляционные отверстия и через стенки воздуховодов.

Снижение шума методами, представленными в нормативных документах

Снижение аэродинамического шума вентиляционных систем является одной из актуальных задач. В ГОСТ 28100—2007 [4] представлены возможные конструкции глушителей, обеспечивающих подавление аэродинамической составляющей шума.

Снижение уровня шума в воздуховоде определяется его длиной, сечением и коэффициентом звукопоглощения материала, которым облицована его внутренняя поверхность. При одном и том же материале, из которого сделан воздуховод, снижение шума будет тем меньше, чем больше сечение, так как воздуховод большего сечения имеет меньшее гидравлическое сопротивление.

В случаях, когда необходимо ослабить шум в воздуховодах, применяют акустические глушители. Выбор типа глушителя определяется в основном частотным составом шума и требуемым снижением его общего уровня. При этом глушители не должны оказывать значительного сопротивления потоку воздуха.

Простейшим глушителем является линейный канал, облицованный звукопоглощающим материалом (рис. 1, 2). Кроме того, к простейшим глушителям можно отнести каналы, обеспечивающие отклонение потока от прямолинейного направления (рис. 3, 4). Глушители с отклонением потока более эффективны по снижению шума, особенно коленчатый глушитель (см. рис. 4). Однако надо учесть, что при изменении направления воздушного потока повышается гидравлическое сопротивление.

Ослабление шума, создаваемое звукопоглощающей облицовкой, зависит от ее толщины, расстояния между пластинами, длины облицованной части и коэффициента звукопоглощения облицовки. В работе [5] рассмотрена модель глушителя для повышения эффективности снижения уровня шума в широком диапазоне частот

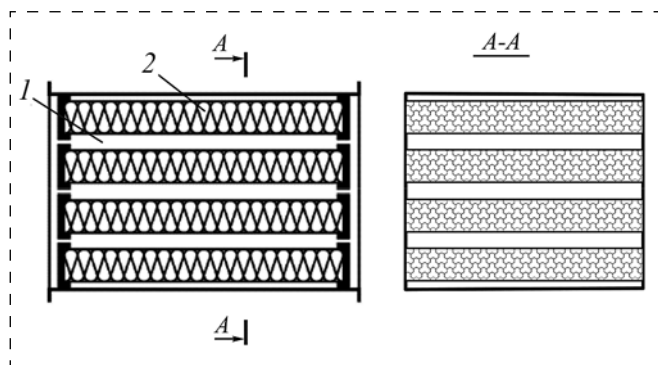


Рис. 1. Глушитель с параллельными пластинами:
1 — вентиляционный канал; 2 — звукопоглощающий материал

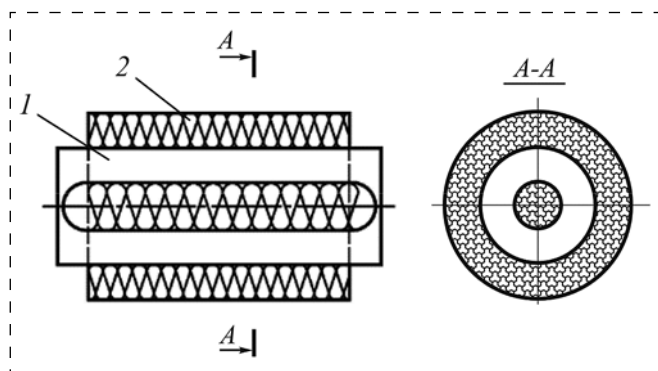


Рис. 2. Глушитель круглый с концентрическим кожухом:
1 — вентиляционный канал; 2 — звукопоглощающий материал

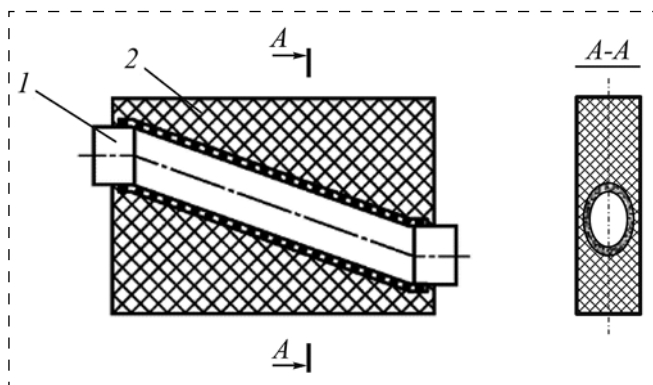


Рис. 3. Глушитель с отклонением потока:
1 — вентиляционный канал; 2 — звукопоглощающий материал

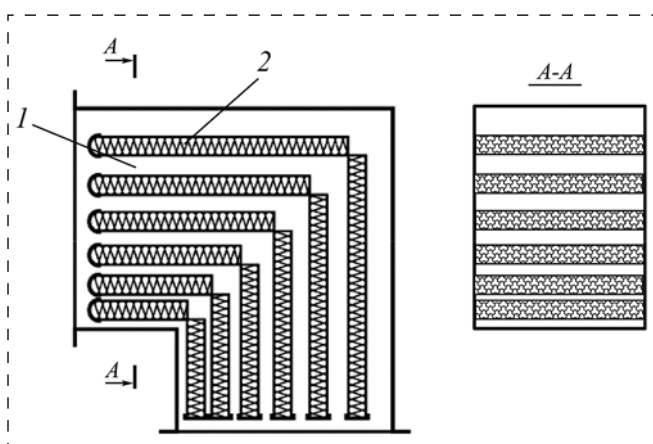


Рис. 4. Глушитель коленчатый:
1 — вентиляционный канал; 2 — звукопоглощающий материал

в линейном воздуховоде. Вопросы математического моделирования глушителей шума и подавления звука в воздуховодах с поглощающими стенками показаны в работах [6—8]. Приведен сравнительный анализ различных критериев эффективности глушителей шума, указаны их преимущества и недостатки.

Практика использования глушителей с линейным перемещением потока показала их недостаточную эффективность. Глушители с высокой степенью шумоподавления, как правило, имеют большое гидравлическое сопротивление, а воздуховоды с маленьким гидравлическим сопротивлением обладают низкими звукозащитными свойствами.

Звукоподавляющие спиральные вставки в воздуховодах

Одним из направлений в области снижения шума в вентиляционных системах является применение глушителей с винтовыми траекториями

для перемещения газовой среды и акустической энергии, сопровождающей газовый поток. При этом решается задача повышения эффективности снижения шума и сохранения неизменным гидравлического сопротивления в вентиляционных каналах.

Применительно к выхлопной системе автомобиля, было предложено поглощать акустическую энергию, сопровождающую поток текучей среды, такой как воздух, путем пропускания ее по воздуховоду, в котором расположен винтовой элемент [9]. Благодаря винтовому элементу газовая среда следует по винтовой траектории через воздуховод (рис. 5). Такие устройства были предложены для использования в автомобильных глушителях, в которых при низких акустических частотах (менее 60 Гц) звуковое давление ослабляется до нормативных значений 80 дБ.

Низкочастотные звуковые потоки, имеющие большую длину волны, в глушителях с винтовым элементом не могут перемещаться, беспрепятственно двигаясь по винтовой траектории. Звуковые потоки средних и высоких частот незначительно ослабляются этим устройством, так как, в отличие от низкочастотной акустической энергии, их более короткая длина волны позволяет перемещаться отражениями по винтовой траектории. Таким образом, звуковые потоки со средними и высокими акустическими частотами проходят через открытый конец воздуховода и выходят из него практически не поглощенными.

Снижение шума в системе вентиляции может осуществляться применением спиральных

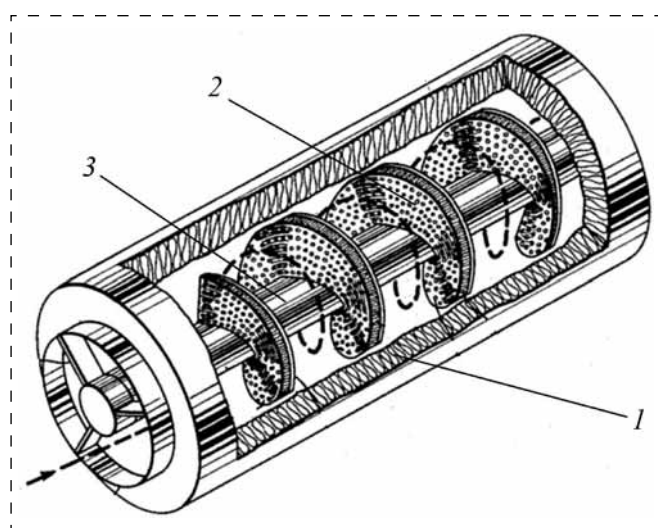


Рис. 5. Акустически поглощающий воздуховод с винтовым элементом:

1 — звукопоглощающий материал; 2 — лопасти перфорированные; 3 — ось крепления лопастей

вставок, разновидностью которых являются вставки в виде геликоида. Спиральные вставки конструктивно представляют собой сборочные изделия, состоящие из нескольких элементов. Геликоид конструктивно более простое одноэлементное изделие — это полоса материала, скрученная в спираль. Глушитель со спиральными вставками показан на рис. 6. Спиральный глушитель используется для воздухопроводов, каналов вентиляции, кондиционирования воздуха или подобных им устройств и содержит трубчатый корпус 1, покрытый звукопоглощающим материалом. Внутри этого корпуса располагается спиральный канальный элемент 2, укрепленный на оси 3 [10]. Все элементы устанавливаются в воздуховоде 4.

Спиральная вставка заставляет воздух в канале следовать по удлиненной винтовой траектории, которая приводит его к взаимодействию со звукопоглощающим покрытием. Такое движение обеспечивает снижение уровня аэродинамического шума в воздуховоде и не создает дополнительного гидравлического сопротивления.

В Воронежском государственном техническом университете разработали более простую конструкцию звукоподавляющего вентиляционного канала [11], в котором установлен звукопоглощающий элемент в виде геликоида 2 (рис. 7), установленного плотно без зазоров в воздуховоде 1, облицованном по внутренней поверхности звукопоглощающим материалом.

Принцип функционирования и снижение уровня аэродинамического шума заключается

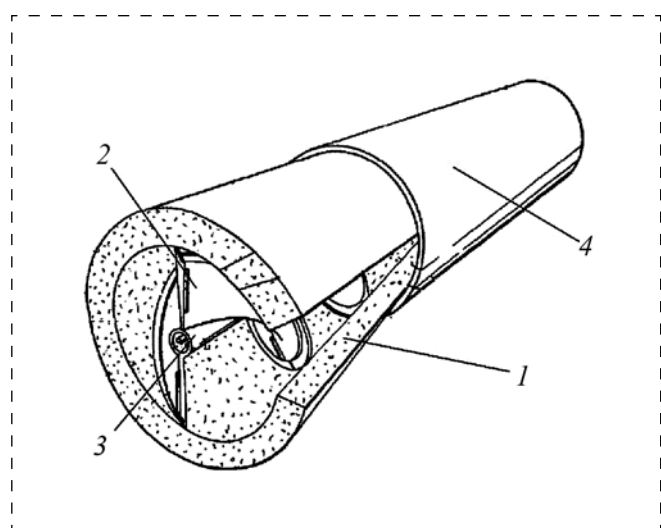


Рис. 6. Спиральный глушитель шума:

1 — трубчатый корпус из звукопоглощающего материала; 2 — спиральный канальный элемент; 3 — ось крепления спиральной направляющей; 4 — воздуховод

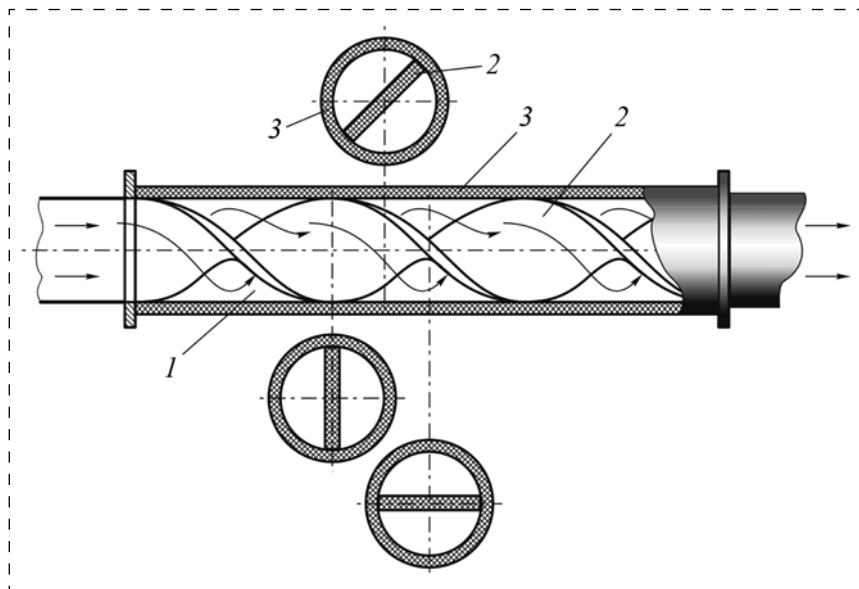


Рис. 7. Звукоподавляющий вентиляционный канал:
1 — воздуховод; 2 — геликоид; 3 — звукопоглощающий материал

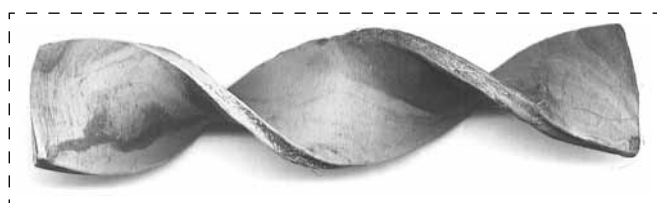


Рис. 8. Геликоид — спиральный элемент

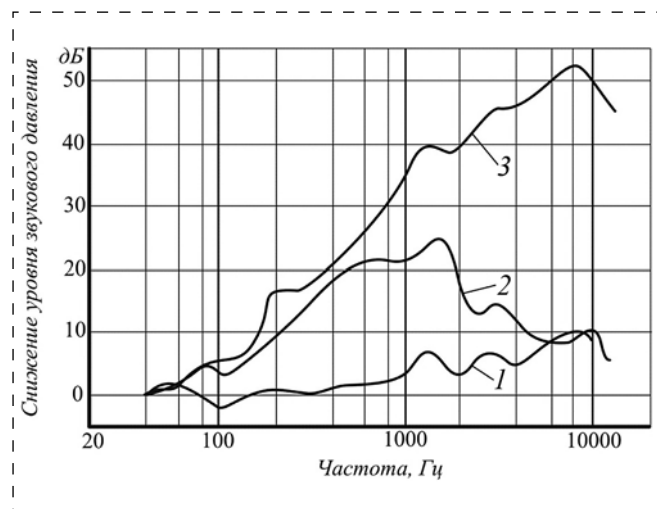


Рис. 9. График снижения уровня звукового давления в вентиляционных каналах:
1 — линейный канал без использования звукопоглощающих материалов; 2 — линейный канал, облицованный звукопоглощающим материалом; 3 — линейный канал, облицованный звукопоглощающим материалом, и геликоид из звукопоглощающего материала

в следующем. Поток воздуха в направлении, показанном на рис. 7, встречает на пути своего движения геликоид 2, показанный на рис. 8, который изготавливается из металлической сетки и обклеивается с обеих сторон этой сетки звукопоглощающим материалом "Шуманет-БМ". Воздуховод также обклеивается этим звукопоглощающим материалом. Аэродинамическая составляющая шума этого потока, попадая на геликоид 2, частично поглощается им и частично отражается, попадая на звукопоглощающий материал 3, которым звуковой поток также частично поглощается и частично отражается. Этот процесс многократно повторяется, в результате чего звуковой поток теряет акустическую энергию. Шум, который сопровождает воздушный

поток, уменьшается благодаря синергетическому воздействию геликоида и внешней оболочки.

Звукопоглощающий материал "Шуманет-БМ", коэффициент звукопоглощения которого равен 0,9 выбран в результате анализа, представленного в статье [12]. Предлагаемая методика снижения аэродинамического шума может быть с успехом применена, например для пневмоконвейеров на воздушной подушке [13, 14], которые снабжены каналами для перемещения воздушных потоков. При этом звукоподавляющий вентиляционный канал имеет малое гидравлическое сопротивление, практически равное гидравлическому сопротивлению воздуховода.

Экспериментальные исследования снижения аэродинамического шума воздуховодов вентиляционных сетей без использования звукопоглощающих материалов и винтовых вставок, а также с использованием звукопоглощающих материалов и геликоида показали существенное различие между ними в эффективности шумоподавления.

На рис. 9 показаны графики снижения уровня звукового давления для различных вариантов исполнения звукоподавляющего канала. Как видно, наибольший эффект снижения аэродинамического шума достигается совместным использованием звукопоглощающего материала для облицовки внутренней поверхности канала и геликоида. Этот вариант рекомендуется для использования в качестве звукопоглощающей вставки в воздуховодах.



Выводы

Анализ звукоподавляющих возможностей вентиляционных систем показал, что применение звукопоглощающих материалов для облицовки внутренней поверхности воздуховодов снижает уровень аэродинамического шума. Кроме того, использование различных глушителей также способствует снижению шума вентиляционных систем. Наиболее эффективным конструктивным решением является использование спиральных элементов, создающих винтовое движение потока в воздуховодах, облицованных по внутренней поверхности звукопоглощающим материалом и спиральным элементом в форме геликоида, выполненным также из звукопоглощающего материала. При этом винтовое движение потока создает незначительное гидравлическое сопротивление. Благодаря такому техническому решению проявился синергетический эффект, позволивший значительно уменьшить аэродинамический шум вентиляционных систем в области средних и высоких частот.

Список литературы

1. **Алексеев С. П., Казаков А. М., Колотилов Н. Н.** Борьба с шумом и вибрацией в машиностроении. — М.: Машиностроение, 1970. — 280 с.
2. **Мурзинов В. Л., Мурзинов П. В.** Аэродинамический шум производственных транспортных систем на воздушной подушке // Безопасность труда в промышленности. — 2015. — № 10. — С. 30—35.

3. **Мамаев В. К., Власов Е. Н.** Методы оценки шума центробежных лопаточных машин // Безопасность жизнедеятельности. — 2010. — № 2 (110). — С. 11—14.
4. **ГОСТ 28100—2007.** Акустика. Измерения лабораторные для заглушающих устройств, устанавливаемых в воздуховодах, и воздухораспределительного оборудования. — М: Стандартинформ, 2008. — 45 с.
5. **Смирнов С. Г., Нестеров Н. С.** Особенности проектирования комбинированного глушителя аэродинамического шума энергетических установок // Безопасность жизнедеятельности. — 2016. — № 8 (188). — С. 30—35.
6. **Осипов А. А., Реент К. С.** Математическое моделирование распространения звука в проточном канале с импедансными стенками // Акустический журнал. — 2012. Т. 58, № 4. — С. 509—524.
7. **Комкин А. И., Тупов В. В.** Основы проектирования глушителей шума транспортных средств // Безопасность жизнедеятельности. — 2003. — № 1. — С. 15—20.
8. **Белов А. И.** Затухание звука в трубах с поглощающими стенками // Журнал технической физики. — 1968. — Т. VIII. — Вып. 8.
9. **Патент US 3132717.** Acoustically absorbent conduit / J. J. Varuch. — Оpubл. 12.05.1964.
10. **Патент EP 2426427 A2, МПК F24F 13/02.** Helical silencer of the modular and assemblable type, in particular for ducts or channels for ventilation, air-conditioning or the like / Santi, Emiliano. — Оpubл. 07.03.2012, Bulletin 2012/10.
11. **Патент 170696 РФ, МПК G10K 11/00.** Звукоподавляющий вентиляционный канал / В. Л. Мурзинов, П. В. Мурзинов, Ю. В. Мурзинов. — Оpubл. 03.05.2017. Бюл. № 13.
12. **Murzinov V. L., Murzinov P. V., Popov S. V., Tatarinova Y. V.** Sound absorption of sound suppressing lightweight structured panels. *Akustika*. 2019. Vol. 34. P. 40—43.
13. **Murzinov V. L., Murzinov P. V., Popov V. A., Buyanov V. I.** Air Cushion as Source of Aerodynamic Noise in Pneumatic Conveyors. *Akustika*. — 2019. — Vol. 34. — P. 44—47.
14. **Мурзинов В. Л.** Снижение шума в устройствах транспортирования на воздушной подушке. — Воронеж: Росинформресурс, 2008. — 196 с.

V. L. Murzinov, Professor of Department, e-mail: dr.murzinov@yandex.ru,
P. V. Murzinov, Head of Laboratory, at the student design Bureau "Research of acoustic processes",
Yu. V. Murzinov, Associate Professor, **I. A. Ivanova**, Associate Professor,
Yu. V. Tatarinova, Postgraduate Student, Voronezh State Technical University

Sound Attenuating Insert in Ventilation Ducts

Mechanical ventilation systems have got widespread to provide sanitary-hygienic or technical needs in many industry areas, for living conditions, and places destined for the vast number of people. However, the mechanical ventilation systems have a negative feature as well: they make noise spreading through the ventilation ducts which can cause deterioration of normal working and resting conditions.

Aerodynamic noise is spreading through the air in the ventilation ducts, and the structure-borne noise is spreading along the walls of the ducts and the building structures where the ventilation system elements are located. The portion of the aerodynamic noise substantially prevails over the portion of the structural noise. Therefore, the suppression of the aerodynamic component of the noise in the ventilation systems is a relevant objective.

There are various means of reducing the noise of airflows in the ducts. We have considered methods and structures that reduce aerodynamic noise and showed various design solutions starting from structures presented in regulatory documents to original modern developments. We have noted the efficiency of the application of helical inserts (helicoid type) in the ducts. The use of helicoids practically does not increase the hydrodynamic resistance of the air ducts. The use of sound-absorbing materials for the ducts finishing and helicoids

production made it possible to obtain a synergistic effect of joint suppression of the aerodynamic noise resulting in a significant reduction of the aerodynamic noise in the medium and high frequency range.

Keywords: noise reduction, aerodynamic noise, ventilation, air duct, helicoid, spiral insert, muffler

References

1. **Alekseev S. P., Kazakov A. M., Kolotilov N. N.** Bor'ba s shumom i vibracij v mashinostroenii. Moscow: Mashinostroenie, 1970. 280 p.
2. **Murzinov V. L., Murzinov P. V.** Aerodinamicheskij shum proizvodstvennyh transportnyh sistem na vozduhnoj podushke. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2015. No. 10. P. 30–35.
3. **Mamaev V. K., Vlasov E. N.** Metody ocenki shuma centrobezhnyh lopatochnykh mashin. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2010. No. 2 (110). P. 11–14.
4. **GOST 28100—2007.** Akustika. Izmereniya laboratornye dlya zaglushayushchih ustrojstv, ustanavlivaemykh v vozduhovodah, i vozduhoraspredelitel'nogo oborudovaniya. Moscow: Standartinform, 2008. 45 p.
5. **Smirnov S. G., Nesterov N. S.** Osobennosti proektirovaniya kombinirovannogo glushitelya aerodinamicheskogo shuma energeticheskikh ustanovok. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2016. No. 8 (188). P. 30–35.
6. **Osipov A. A., Reent K. S.** Matematicheskoe modelirovanie rasprostraneniya zvuka v protochnom kanale s impedansnymi stenkami. *Akusticheskij zhurnal*. 2012. Vol. 58. No. 4. P. 509–524.
7. **Komkin A. I., Tupov V. V.** Osnovy proektirovaniya glushitelej shuma transportnyh sredstv. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2003. No. 1. P. 15–20.
8. **Belov A. I.** Zatuhanie zvuka v trubah s pogloshchayushchimi stenkami. *Zhurnal tekhnicheskoy fiziki*. 1968. Vol. VIII, vyp. 8.
9. **Patent US 3132717.** Acoustically absorbent conduit / J. J. Baruch. Opubl. 12.05.1964.
10. **Patent EP 2426427 A2, MPK F24F 13/02.** Helical silencer of the modular and assemblable type, in particular for ducts or channels for ventilation, air-conditioning or the like / Santi, Emiliano. Opubl. 07.03.2012. Bulletin 2012/10.
11. **Patent 170696 RF, MPK G10K 11/00.** Zvukopodavlyayushchij ventilyacionnyj kanal / V. L. Murzinov, P. V. Murzinov, Yu. V. Murzinov. Opubl. 03.05.2017. Byul. No. 13.
12. **Murzinov V. L., Murzinov P. V., Popov S. V., Tatarinova Y. V.** Sound absorption of sound suppressing lightweight structured panels. *Akustika*. 2019. Vol. 34. P. 40–43.
13. **Murzinov V. L., Murzinov P. V., Popov V. A., Buyanov V. I.** Air Cushion as Source of Aerodynamic Noise in Pneumatic Conveyors. *Akustika*. 2019. Vol. 34. P. 44–47.
14. **Murzinov V. L.** Snizhenie shuma v ustrojstvakh transportirovaniya na vozduhnoj podushke. Voronezh: Rosinformresur, 2008. 196 p.

УДК 004.052.3

И. А. Кубасов, д-р техн. наук, доц., проф. кафедры, e-mail: igorak@list.ru, Академия управления МВД России, Москва

Оценка влияния элемента запаса на приращение безаварийности функционирования инфокоммуникационной системы

Представлены результаты исследования теоретических аспектов обеспечения безаварийности функционирования инфокоммуникационных систем в целях качественного информационного обеспечения потребителей. Обоснованы выводы: безаварийность функционирования инфокоммуникационной системы, являясь необходимым условием обеспечения безопасности функционирования системы, обеспечивается отказоустойчивостью элементов системы, а в случаях отказов оперативным восстановлением работоспособности; безаварийность функционирования инфокоммуникационной системы есть функция, одним из аргументов которой является количество элементов запаса; резервирование элементов запаса выступает одной из форм обеспечения безаварийности функционирования инфокоммуникационной системы и, соответственно, одним из методов повышения безопасности функционирования системы. Предложена математическая модель оценки влияния пополнения резерва элементом запаса на приращение безаварийности функционирования инфокоммуникационной системы, позволяющая количественно обосновать достаточное число элементов запаса для оперативного восстановления работоспособности системы.

Ключевые слова: инфокоммуникационные системы, безаварийность, отказоустойчивость, восстановление, работоспособность, безопасность, элемент запаса, резервирование элементов запаса



Введение

Современный этап применения перспективных информационно-коммуникационных технологий и цифровых средств связи ознаменовал вступление мирового сообщества в четвертую научно-техническую революцию глобального развития инфокоммуникационных систем (далее — ИКС, системы). ИКС являются новой отраслью экономики, от развитости которых зависит комфортность жизни людей.

В настоящее время инфокоммуникационные системы — это обязательный элемент отечественной экономики. Интеграция информационных технологий и телекоммуникаций в одну отрасль инфокоммуникации является общемировой тенденцией. В ближайшее время термин "инфокоммуникационные системы" станет более употребляемым, так как вырастет число компаний и организаций, в которых основу работы будут составлять именно информационно-коммуникационные технологии.

Основное предназначение таких систем — качественное информационное обеспечение потребителей. Рассматривая информационное обеспечение как совокупность процессов сбора, обработки, хранения, анализа и выдачи информации, необходимой для обеспечения управленческой деятельности и технологических процессов [1], можно определить основные показатели качества информационного обеспечения. Это полнота, достоверность, адресность и оперативность предоставления информации потребителю. Поэтому для того чтобы ИКС соответствовала предназначению в зависимости от потребностей потребителя, она должна обладать определенными техническими характеристиками по производительности (быстродействие вычислительных операций; объем базы данных; количество пользователей, которым одновременно доступны информационные ресурсы, и др.) и по защищенности элементов (компонентов), входящих в состав ИКС, от дестабилизирующих факторов и угроз безопасности [2, 3]. Эти требования должны быть выполнены еще на этапе проектирования и монтажа ИКС. При этом в ходе эксплуатации ИКС важным условием качественного информационного обеспечения является выполнение требований по обеспечению безаварийности функционирования системы.

Нарушения работоспособности ИКС и, в силу этого, нарушения доступности потребителей к информационным ресурсам ИКС могут быть по самым различным причинам. Например, из-за

неработоспособности технических средств, сбоя программного обеспечения, некомпетентных действий (или бездействий) обслуживающего персонала, отключения электропитания, стихийного бедствия, реализации сетевых атак и т. п. Нарушения доступности возникают также в результате несоблюдения требований стандартов на этапе проектирования, производства или эксплуатации системы [4].

При этом следует отметить, что безаварийное состояние ИКС еще не означает доступность ее информационных ресурсов для всех потребителей одновременно. Это подобно ситуации, когда у пользователя есть ключ от квартиры (т. е. есть право доступа), но войти в жилой дом, в котором данная квартира расположена, он не может, поскольку на входе длинная очередь других людей с ключами от квартир этого дома.

Следовательно, в целях обеспечения высокой доступности потребителем предъявляются требования к ИКС по соответствующей производительности и по безаварийности функционирования системы, которая характеризуется отказоустойчивостью и оперативностью восстановления работоспособности системы в случаях отказа [5].

Основным методом повышения оперативности восстановления работоспособности ИКС и, соответственно, одним из методов повышения безопасности функционирования системы, является резервирование элементов запаса: технических средств, программного обеспечения, каналов передачи информации, средств обеспечения функционирования инфокоммуникационной системы [6, 7].

В практике эксплуатации ИКС особый интерес представляет наличие методического инструментария для решения вопросов по количественному обоснованию формирования резерва элементов запаса, необходимого и достаточного для оперативного восстановления работоспособности ИКС.

Расчет вероятности безаварийности функционирования ИКС

В соответствии с ГОСТ 27.002—2015 Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения, под отказом понимается событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта. В контексте данной статьи объект — это инфокоммуникационная система или ее элемент (компонент).

В простейшем случае можно считать, что отказы любого элемента ИКС ведут к общему отказу

системы, а распределение отказов во времени представляет собой простой пуассоновский поток событий.

Под безаварийностью функционирования ИКС за некоторый период времени будем понимать безотказность функционирования и в случаях отказов восстанавливаемость работоспособности системы за допустимое время, соответствующее требованию потребителей по доступности к информационным ресурсам ИКС.

Оценка доступности информационных ресурсов ИКС сводится к проверке выполнимости условия: время получения информации потребителем не превышает некоторого заданного допустимого времени [8].

Полагаем, что все множество отказов ИКС состоит из подмножества аварийных отказов (после которых восстановление работоспособности осуществляется за время, превышающее допустимое время) и подмножества безаварийных отказов (после которых восстановление работоспособности осуществляется за время, не превышающее допустимое время).

Безаварийность функционирования ИКС обеспечивается использованием отказоустойчивых технических средств, что предусматривает:

определение сегментов ИКС, в которых должны применяться отказоустойчивые технические средства, обладающие свойствами сохранять свою работоспособность после отказа одного или нескольких их составных частей, и перечня таких средств исходя из требуемых условий обеспечения непрерывности функционирования системы и доступности информации;

определение предельных значений характеристик готовности, показывающих, какую долю времени от общего времени работы ИКС техническое средство находится в рабочем состоянии, и характеристик надежности исходя из требуемых условий обеспечения непрерывности функционирования системы и доступности информации;

применение в ИКС технических средств с установленными характеристиками готовности и надежности, обеспечивающих требуемые условия непрерывности функционирования системы и доступности информации;

контроль с установленной периодичностью за значениями характеристик готовности и надежности технических средств и реагирование на ухудшение значений данных характеристик;

замена технических средств, характеристики готовности и надежности которых достигли предельного значения [6].

Оперативное восстановление работоспособности ИКС обеспечивается резервированием элементов запаса, что предусматривает:

определение сегментов ИКС, в которых должно осуществляться резервирование элементов запаса, а также перечня резервируемых элементов исходя из требуемых условий обеспечения непрерывности функционирования системы и доступности информации;

применение резервных элементов запаса, обеспечивающих требуемые условия непрерывности функционирования информационной системы и доступности информации;

ввод в действие резервного элемента запаса при нарушении требуемых условий непрерывности функционирования информационной системы и доступности информации [6].

Поэтому в общем случае требования по обеспечению безаварийности ИКС декомпозируются на две составляющие: по обеспечению безотказности функционирования (требование по отказоустойчивости элементов ИКС) и по оперативному восстановлению работоспособности системы после отказов (требование восстановления работоспособности за время, не превышающее допустимого).

Следовательно, безаварийность функционирования ИКС (вероятность безаварийности функционирования) характеризуется двумя свойствами: отказоустойчивостью (например, показателем вероятности отказа) и оперативностью восстановления работоспособности после отказа (например, показателем вероятности восстановления работоспособности за допустимое время).

Теперь выведем формулу расчета $P(z, V_{\hat{\tau}}(\tau_d), t)$ вероятности безаварийности функционирования инфокоммуникационной системы за некоторое длительное время эксплуатации t , восстанавливаемой за время $\hat{\tau}$, не превышающее допустимое время τ_d ($\hat{\tau} \leq \tau_d$), путем замены отказавших элементов z элементами запаса из имеющегося резерва.

Предположим, что вероятность возникновения n отказов за время функционирования системы t можно рассчитать по формуле Пуассона, так как суммарное время восстановления работоспособности ИКС после всех n отказов будет пренебрежимо мало по сравнению со временем t [3, 5]:

$$P_o(n, t) = \frac{(\Lambda t)^n}{n!} e^{-\Lambda t}, \quad (1)$$

где Λ — интенсивность простейшего потока отказов ИКС; $n = 0, 1, 2, \dots, \infty$.



При этом для случая, когда число отказов равно нулю ($n = 0$), вероятность безотказной работы ИКС в течение всего времени t определяется из следующей зависимости:

$$P_0(0, t) = e^{-\Lambda t}. \quad (2)$$

При выполнении условий наличия z необходимого количества элементов запаса ($n \leq z$) и замены отказавших элементов на запасные за время, не превышающее времени безаварийного простоя ($\hat{\tau} \leq \tau_d$), вероятность безаварийности функционирования ИКС за время t можно записать как сумму из $n + 1$ вероятностей благоприятных событий — полной группы несовместимых событий [5]:

$$P(n = z, V_{\hat{\tau}}(\tau_d), t) = e^{-\Lambda t} + \frac{\Lambda t}{1!} e^{-\Lambda t} [V_{\hat{\tau}}(\tau_d)] + \frac{(\Lambda t)^2}{2!} e^{-\Lambda t} [V_{\hat{\tau}}(\tau_d)]^2 + \dots + \frac{(\Lambda t)^n}{n!} e^{-\Lambda t} [V_{\hat{\tau}}(\tau_d)]^n, \quad (3)$$

где $V_{\hat{\tau}}(\tau_d) = V(\hat{\tau} \leq \tau_d)$ — вероятность восстановления работоспособности ИКС после возникновения одного отказа за время $\hat{\tau}$, не превышающее допустимое время τ_d ;

$[V_{\hat{\tau}}(\tau_d)]^n$ — вероятность восстановления работоспособности ИКС после возникновения n отказов за время $\hat{\tau}$, не превышающее допустимое время τ_d ;

$\frac{(\Lambda t)}{1!} e^{-\Lambda t} V_{\hat{\tau}}(\tau_d)$ — вероятность возникновения

одного отказа за время t и восстановления работоспособности ИКС после этого отказа за время, не превышающее допустимое время τ_d ;

$\frac{(\Lambda t)^n}{n!} e^{-\Lambda t} [V_{\hat{\tau}}(\tau_d)]^n$ — вероятность возникновения n отказов за время t и восстановления работоспособности ИКС после каждого из них за время, не превышающее допустимое время τ_d .

Преобразуем выражение (3) к следующему виду:

$$P(n = z, V_{\hat{\tau}}(\tau_d), t) = e^{-\Lambda t} \times \left(1 + \Lambda t V_{\hat{\tau}}(\tau_d) + \frac{[\Lambda t V_{\hat{\tau}}(\tau_d)]^2}{2!} + \dots + \frac{[\Lambda t V_{\hat{\tau}}(\tau_d)]^n}{n!} \right) = (4) \\ = e^{-\Lambda t} \sum_{k=0}^z \frac{[\Lambda t V_{\hat{\tau}}(\tau_d)]^k}{k!}.$$

Полученная зависимость (4) свидетельствует о том, что безаварийность функционирования

ИКС является функцией, одним из аргументов которой будет количество элементов запаса. Чем больше в резерве имеется элементов запаса, тем выше вероятность безаварийного функционирования ИКС. Более того, наличие необходимого количества элементов запаса существенно сокращает время восстановления работоспособности, т. е. гарантирует повышение вероятности восстановления работоспособности ИКС. Это следует из следующих соображений.

Основываясь на результатах обработки статистических данных, полученных из опыта эксплуатации ИКС, при расчетах показателей восстанавливаемости работоспособности принимают экспоненциальный закон распределения вероятностей времени восстановления $\hat{\tau}$, тогда вероятность восстановления работоспособности ИКС может выражаться формулой

$$V_{\hat{\tau}}(\tau_d) = 1 - e^{-\mu \tau_d}, \quad (5)$$

где $\mu = 1/T_b$ — интенсивность восстановления функционирования системы; T_b — математическое ожидание (среднее значение) времени восстановления работоспособности ИКС после отказа.

Из формулы (5) следует, что сокращение времени восстановления равнозначно повышению вероятности восстановления работоспособности ИКС после отказа.

Однако бесконечно наращивать резерв элементов запаса, увеличивая вероятность безаварийного функционирования ИКС $P(n = z, V_{\hat{\tau}}(\tau_d), t)$ до единицы, не предоставляется возможным, так как это приводит к неоправданным финансовым затратам. Поэтому необходимо применение некоторого математического аппарата для количественного обоснования достаточности пополнения комплекта резерва элементами запаса.

Зависимость относительного приращения безаварийности системы от пополнения резерва элементов запаса

При оценке необходимого и достаточного количества элементов запаса z для обеспечения безаварийного функционирования ИКС можно подойти с разных позиций, применяя имеющиеся методики [9—11]. Рассмотрим новый методический подход к оценке приращения безаварийности функционирования ИКС, приходящегося на каждый пополняемый в комплект резерва элемент запаса.

На вероятность восстановления системы в случае ее отказа оказывают влияние как материальные ресурсы, так и резерв времени. Величина времени безаварийности ИКС зависит от наработки на отказ системы, а также от времени восстановления системы. Случайное время восстановления зависит, например, от таких обстоятельств, как время поиска отказавшего элемента, ремонтпригодность системы, квалификация обслуживающего персонала и т. п.

Следовательно, эффект применения элементов запаса зависит, с одной стороны, от их количества z , а с другой, от величины показателя безотказности системы (Λt) и величины показателя восстанавливаемости ($\mu\tau_d$), т. е. от возможности их использования.

Использование элементов запаса для восстановления отказавшей системы направлено на предотвращение возможного снижения качества информационного обеспечения, связанного с длительным простоем отказавшей системы, из-за увеличения времени получения информации потребителем, превышающего заданное допустимое время [12]. Поэтому величина приращения показателя безаварийности системы, обусловленная использованием элементов запаса по назначению, эквивалентна величине предотвращенного снижения доступности потребителей к ИКС в случае отказа (при прочих неизменных величинах).

Обозначим величину относительного приращения безаварийности системы η_z и определим ее как отношение приращения безаварийности системы за счет применения операции восстановления (с использованием элементов запаса) к величине безотказной работы системы без восстановления:

$$\eta_z = \frac{P(z, V_{\hat{\tau}}(\tau_d), t) - P_0(0, t)}{P_0(0, t)}. \quad (6)$$

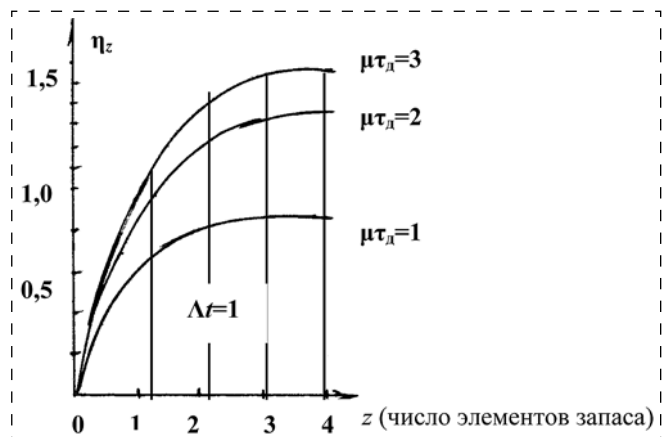
Вероятность безаварийности функционирования системы с восстановлением определяется по формуле (4), а вероятность безотказной работы невозстанавливаемой системы ($z = 0$) — по формуле (2). Тогда в случае экспоненциального закона распределения наработки на отказ системы и экспоненциального закона распределения времени восстановления системы (при заданном допустимом времени τ_d простоя системы при каждом отказе) показатель относительного приращения безаварийности η_z принимает следующий вид:

$$\begin{aligned} \eta_z &= \frac{P(z, V_{\hat{\tau}}(\tau_d), t) - P_0(0, t)}{P_0(0, t)} = \\ &= \frac{e^{-\Lambda t} \sum_{k=0}^z \frac{[\Lambda t V_{\hat{\tau}}(\tau_d)]^k}{k!} - e^{-\Lambda t}}{e^{-\Lambda t}} = \\ &= \sum_{k=0}^z \frac{[\Lambda t V_{\hat{\tau}}(\tau_d)]^k}{k!} - 1. \end{aligned} \quad (7)$$

Для наглядности произведем расчет относительного приращения безаварийности системы по формуле (7) для случая, когда за рассматриваемое время эксплуатации системы t в среднем наблюдается один отказ ($\Lambda t = 1$), а среднее число восстановлений при заданном ограничении на время простоя τ_d последовательно будем принимать равным $\mu\tau_d = 1$, $\mu\tau_d = 2$, $\mu\tau_d = 3$.

Результаты расчетов, представленные на рисунке, свидетельствуют о том, что применение операции восстановления дает значительный прирост безаварийности системы η_z при включении в состав элементов запаса одного-двух элементов. Увеличение резерва до трех и более запасных элементов даст незначительный прирост.

Дело в том, что при среднем числе отказов за время $t = 1$, вероятность появления трех, а тем более четырех отказов за указанное время t , мала по сравнению с вероятностью появления одного отказа. Поэтому с большой уверенностью можно предполагать, что ни третий, ни четвертый элемент запаса за указанное время не потребуются. Их вклад в предотвращение снижения качества информационного обеспечения, связанного с длительным простоем отказавшей системы по



Графики зависимости относительного приращения безаварийности системы η_z от числа элементов запаса z и восстанавливаемости $\mu\tau_d$



причине отсутствия элемента запаса, незначителен [8].

Так, например, при указанных исходных данных по безотказности системы и среднем числе восстановлений отказавшей системы равном $\mu\tau_d = 1$ за допустимое время простоя τ_d первый (один) элемент запаса дает относительный прирост безаварийности системы порядка 62 %. Второй элемент запаса повышает прирост безаварийности еще примерно на 14 %. Прирост безаварийности, а следовательно, вклад в предотвращение снижения качества информационного обеспечения, за счет включения в состав резерва третьего и четвертого элементов, незначителен. Эти элементы практически не влияют на безаварийность функционирования ИКС.

Если повысить ремонтпригодность системы, т. е. создать условия, при которых среднее число восстановлений (при неизменной надежности $\lambda t = 1$) увеличится до значений $\mu\tau_d = 2$ и $\mu\tau_d = 3$, то, как следует из графиков, приведенных на рисунке, безаварийность системы можно повысить в среднем в 1,5 раза. Повышение безаварийности в данном случае связано с увеличением вероятности восстановления системы за допустимое время простоя τ_d . Однако, как и в первом случае, при увеличении числа элементов запаса свыше двух вклад каждого элемента в предотвращение возможного ущерба существенно снижается.

Заключение

Рассмотрен новый показатель, характеризующий, с одной стороны, безаварийность ИКС за определенный период времени, и с другой стороны, зависимый от значения частного показателя качества информационного обеспечения (допустимого времени простоя ИКС τ_d). Это показатель относительного приращения безаварийности η_z функционирования ИКС, вычисляемый по формуле (7). Значения показателя зависят от числа элементов запаса (z), восстанавливаемости работоспособности ($\mu\tau_d$) и безотказности системы (λt).

Произведя расчет данного показателя, можно получить количественную оценку обоснования необходимости (или отсутствия необходимости) дополнительного пополнения резерва элементов запаса (при прочих неизменных величинах) в целях существенного приращения безаварийности функционирования и соответственно обеспечения должного качества информационного обеспечения. Особый интерес представляет предлагаемый математический аппарат в силу нелинейной

зависимости приращения безаварийности η_z функционирования ИКС от увеличения числа элементов запаса, т. е. после определенного наращивания резерва элементов запаса дальнейшее пополнение не приводит к значимому вероятному приращению качества информационного обеспечения и, следовательно, не целесообразно.

Выводы

1. Безаварийность функционирования инфокоммуникационной системы, являясь необходимым условием соблюдения безопасности функционирования ИКС, обеспечивается отказоустойчивостью элементов системы, а в случаях отказов оперативным восстановлением работоспособности.

2. Безаварийность функционирования инфокоммуникационной системы есть функция, одним из аргументов которой является количество элементов запаса. Резервирование элементов запаса выступает одной из форм обеспечения безаварийности функционирования ИКС и, соответственно, одним из методов повышения безопасности функционирования системы.

3. Ограниченность резервов, расходуемых на обеспечение безаварийности ИКС в целях достижения требуемых показателей качества информационного обеспечения потребителей системы, диктует необходимость разработки математического аппарата для количественного обоснования по их формированию и распределению.

4. Использование разработанной математической модели оценки влияния пополнения резерва элементов запаса на приращение безаварийности функционирования инфокоммуникационной системы позволяет обосновать достаточное количество элементов запаса для оперативного восстановления работоспособности в случаях отказов.

Список литературы

1. Астахов Н. И. Менеджмент: URL: <https://studme.org/1615110719330/menedzhment/menedzhment> 2014 (дата обращения 10.05.2020).
2. Кубасов И. А., Стрельников Ф. И. К вопросу решения проблем повышения производительности информационных систем на примере центрального комплекса ЦИАДИС МВД России // Вестник Воронежского института ФСИН России. — 2018. — № 4. — С. 67–73.
3. Дедков В. К., Бобр О. А., Кубасов И. А. Особые случаи оценивания надежности при испытаниях технических объектов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. — 2006. — Т. 1. — С. 75–77.
4. Ревнивых А. В., Федотов А. М. Доступность ресурсов информационных систем // Вестник Новосибирского

- государственного университета. Серия: Информационные технологии. — 2014. — Т. 12, вып. 1. — С. 55–63.
5. **Кубасов И. А.** О влиянии восстанавливаемости на безаварийность // *Стратегическая стабильность*. — 2006. — № 1 (34). — С. 41–45.
 6. **Методический документ.** Меры защиты информации в государственных информационных системах (утверждено ФСТЭК России 11.02.2014).
 7. **Дедков В. К., Бобр О. А., Кубасов И. А.** Вопросы синтеза безопасности объектов защиты // *Стратегическая стабильность*. — 2006. — № 2 (35). — С. 45–50.
 8. **Меньших В. В., Шипова Е. К.** Оценки доступности информации в телекоммуникационных системах // *Информационная безопасность регионов*. — 2011. — № 2 (9). — С. 17–21.
 9. **Кубасов И. А., Бобр О. А., Швед Е. В.** Определение количества элементов запаса по условиям безопасности

- функционирования системы // *Двойные технологии*. — 2006. — № 1 (34). — С. 68–72.
10. **Анисимова Г. Д., Зыкина А. В., Куянов Д. И.** Методы решения задач оптимального резервирования // *Прикладная математика и фундаментальная информатика*. — 2014. — № 1. — С. 85–89.
 11. **Кубасов И. А., Стрельников Ф. И.** Методика оптимизации резерва при ограничениях комплекта элементов запаса инфокоммуникационных систем // *Вестник Воронежского института ФСИН России*. — 2020. — № 2. — С. 98–103.
 12. **Кубасов И. А., Стрельников Ф. И.** Управление ресурсами в целях повышения качества информационного обеспечения органов внутренних дел // *Информационные системы и технологии*. — 2020. — № 5 (121). — С. 58–67.

I. A. Kubasov, Associate Professor, Professor of the Department, e-mail: igorak@list.ru, Academy of Management of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Moscow

Assessment of the Effect of the Stock Element on the Increase of the Trouble-Free Functioning of the Information Communication System

The results of the study of theoretical aspects of ensuring accident-free operation of information communication systems for the purpose of high-quality information support of consumers are presented. The conclusions are justified: failure-free functioning of the information communication system, being a necessary condition for ensuring the safety of the system functioning, is ensured by the fault tolerance of the system elements, and in cases of failures, operational recovery of operability; Trouble-free operation of the information communication system is a function, one of the arguments of which is the number of stock elements; redundancy of stock elements is one of the forms of ensuring trouble-free operation of information communication systems and, accordingly, one of the methods of improving system operation safety. A mathematical model of estimating the effect of replenishment of the reserve by the reserve element on increasing the trouble-free functioning of the information communication system is proposed, which makes it possible to quantify a sufficient number of reserve elements for prompt restoration of the system operability.

Keywords: infocommunication systems; fail-safety; fault tolerance; restorability; working capacity; safety; stock element; reserve stock elements

References

1. **Astahov N. I.** Menedzhment. URL: <https://studme.org/1615110719330/menedzhment/menedzhment> 2014 (date of access 10.05.2020).
2. **Kubasov I. A., Strel'nikov F. I.** K voprosu resheniya problem povysheniya proizvoditel'nosti informacionnyh sistem na primere central'nogo kompleksa CIADIS MVD Rossii. *Vestnik Voronezhskogo instituta FSIN Rossii*. 2018. No. 4. P. 67–73.
3. **Dedkov V. K., Bobr O. A., Kubasov I. A.** Osobyie sluchai ocenivaniya nadezhnosti pri ispytaniyah tekhnicheskikh ob"ektov. *Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma Nadezhnost' i kachestvo*. 2006. Vol. 1. P. 75–77.
4. **Revniviyh A. V., Fedotov A. M.** Dostupnost' resursov informacionnyh sistem. *Vestnik Novosibirskogo gos. universiteta. Seriya: Informacionnye tekhnologii*. 2014. Vol. 12, Vyp. 1. P. 55–63.
5. **Kubasov I. A.** O vliyaniy vosstanavlivaemosti na bezavariynost'. *Strategicheskaya stabil'nost'*. 2006. No. 1 (34). P. 41–45.
6. **Metodicheskij dokument.** Mery zashchity informacii v gosudarstvennyh informacionnyh sistemah (utverzhdeno FSTEK Rossii 11.02.2014).

7. **Dedkov V. K., Bobr O. A., Kubasov I. A.** Voprosy sinteza bezopasnosti ob"ektov zashchity. *Strategicheskaya stabil'nost'*. 2006. No. 2 (35). P. 45–50.
8. **Men'shih V. V., Shipova E. K.** Ocenki dostupnosti informacii v telekommunikacionnyh sistemah. *Informacionnaya bezopasnost' regionov*. 2011. No. 2 (9). P. 17–21.
9. **Kubasov I. A., Bobr O. A., Shved E. V.** Opredelenie kolichestva elementov zapasa po usloviyam bezopasnosti funkcionirovaniya sistemy. *Dvojnye tekhnologii*. 2006. No. 1 (34). P. 68–72.
10. **Anisimova G. D., Zykina A. V., Kuyanov D. I.** Metody resheniya zadach optimal'nogo rezervirovaniya. *Prikladnaya matematika i fundamental'naya informatika*. 2014. No. 1. P. 85–89.
11. **Kubasov I. A., Strel'nikov F. I.** Metodika optimizacii rezerva pri ogranicheniyah komplekta elementov zapasa infokommunikacionnyh sistem. *Vestnik Voronezhskogo instituta FSIN Rossii*. 2020. No. 2. P. 98–103.
12. **Kubasov I. A., Strel'nikov F. I.** Upravlenie resursami v celyah povysheniya kachestva informacionnogo obespecheniya organov vnutrennih del. *Informacionnye sistemy i tekhnologii*. 2020. No. 5 (121). P. 58–67.

УДК 614.849

А. В. Микушов, канд. техн. наук, гл. специалист отдела, e-mail: av-mik@mail.ru,
И. В. Клинг, зам. начальника — начальник Управления,
Главное управление МЧС России по Новгородской области, Великий Новгород

Управление результативностью и эффективностью Федерального государственного пожарного надзора

Рассмотрены вопросы повышения эффективности осуществления МЧС России контрольно-надзорных функций, направленных на предупреждение пожаров и безопасность предприятий. Приведены данные анализа положений законодательства и нормативных правовых актов, регламентирующих оценку результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности. Представлена методика оценки результативности и эффективности Федерального государственного пожарного надзора, содержащая аппарат для проведения автоматизированных расчетов и алгоритмы для программного обеспечения. Разработана система анализа, управления и прогнозирования результативности и эффективности Федерального государственного пожарного надзора.

Ключевые слова: пожарная безопасность, результативность и эффективность, контрольно-надзорная деятельность, государственный пожарный надзор, индикативные показатели, рейтинг

Одним из приоритетных направлений стратегического развития Российской Федерации на период до 2025 года является реформа контрольно-надзорной деятельности (далее — КНД) [1]. Важное направление реформы — внедрение системы оценки эффективности и результативности КНД.

Планирование и осуществление контрольно-надзорных мероприятий предлагается сфокусировать на снижении уровня ущерба охраняемым законом ценностям и уровня материального ущерба по контролируемым видам риска [2, 3]. В конечном счете, КНД должна быть направлена на защиту интересов и безопасность граждан.

Успешная реализация реформы, в значительной степени, зависит от внедрения процедур оценки динамики результативности КНД. Документами, регулирующими реформирование КНД, предусмотрены: разработка и внедрение механизмов сбора достоверных данных, необходимых для расчета соответствующих показателей.

Определено, что Федеральные органы исполнительной власти, осуществляющие контрольно-надзорную деятельность, в целях оценки результативности и эффективности КНД на основе типового перечня показателей, самостоятельно определяют перечень показателей для каждого вида КНД в соответствии с установленной структурой [3].

В соответствии с базовой моделью показатели результативности и эффективности КНД состоят из двух групп ключевых показателей (группа "А" и группа "Б") и группы индикативных показателей (группа "В").

Показатели группы "А" отражают существующий и целевой уровни безопасности в подконтрольных (поднадзорных) сферах.

Показатели группы "Б" отражают, в какой степени достигнутый уровень результативности соответствует бюджетным затратам на ее осуществление, а также издержкам, понесенным подконтрольными субъектами.

Показатели группы "В" характеризуют различные аспекты КНД и используются для расчета ключевых показателей.

Показатели результативности и эффективности Федерального государственного пожарного надзора (далее — ФГПН) утверждены Приказом МЧС России от 18.12.2017 № 576 "Об утверждении показателей результативности и эффективности деятельности надзорных органов МЧС России" (далее — Приказ № 576) [4].

Деятельность органов ФГПН оценивается в настоящее время по количеству погибших и травмированных людей на пожарах, а также по соотношению материального ущерба от пожаров и ВВП страны [4].

Статистические данные о пожарах и их последствиях, например за 2018 г., показывают, что

на территории Российской Федерации в 2018 г. произошло 131 840 пожаров, на которых погибло 7909 человек. При этом количество пожаров на объектах жилого фонда составило 93 383 (70,8 % от общего числа), а гибель людей в жилом фонде составила 7278 человек (92 % от общего числа погибших на пожаре) [5].

В соответствии с действующим законодательством органы Федерального государственного пожарного надзора не осуществляют надзор на объектах жилого фонда. На итоговые значения показателей эффективности и результативности, установленные Приказом № 576, могут повлиять только профилактические мероприятия. Кроме того, следует отметить, что снижение гибели на пожарах сопряжено с множеством иных факторов, не связанных с деятельностью органов ФГПН, например, с условиями и обстоятельствами тушения пожара.

Учитывая это, можно сделать вывод, что существующая оценка деятельности ФГПН не решает в полной мере поставленных реформой КНД задач и, по сути, не может являться оценкой ФГПН без пересмотра системы оценки эффективности и результативности.

Приказом № 576 также определены целевые значения для показателей группы "А", а для показателей группы "Б" и "В" не определены. При этом огромный блок показателей, отражающий различные аспекты деятельности ФГПН в совокупности с показателями групп "А" и "Б", не включены в единый показатель оценки, и как таковой методики, по которой можно оценить деятельность ФГПН, на сегодняшний день не существует.

Предлагаемая методика, основанная на принципе всесторонней оценки деятельности ФГПН, подведенная к единому ключевому показателю, позволила бы оптимально оценить снижение уровня причиненного ущерба охраняемым законом ценностям в сфере деятельности ФГПН, а также достичь оптимального распределения трудовых, материальных и финансовых ресурсов государства и минимизировать неоправданное вмешательство органов ФГПН в деятельность подконтрольных субъектов.

Согласно Приказу № 576 используются три показателя группы "А":

- количество людей, погибших при пожарах, на 100 тыс. населения — A_1 ;
- количество людей, травмированных при пожарах, на 100 тыс. населения — A_2 ;
- материальный ущерб, причиненный в результате пожаров относительно ВВП региона — A_3 .

По группе "Б" используется один показатель — эффективность Федерального государственного пожарного надзора.

По группе "В" используется 451 показатель различных аспектов деятельности, таких как показатели качества и количества проводимых надзорных мероприятий, количественные показатели результатов проведения плановых (рейдовых) осмотров, административных расследований и ряд иных показателей по множеству других аспектов деятельности.

Показатели группы "А" рассчитываются по следующим формулам:

$$A_1 = \frac{Q_{\text{п}}}{C} \cdot 10^5, \quad (1)$$

$$A_2 = \frac{Q_{\text{т}}}{C} \cdot 10^5, \quad (2)$$

$$A_3 = \frac{Y}{B} \cdot 10^5, \quad (3)$$

где $Q_{\text{п}}$ — количество людей, погибших на пожарах; $Q_{\text{т}}$ — количество людей, травмированных при пожарах на объектах и территориях; Y — материальный ущерб от пожаров; C — численность населения региона; B — ВВП региона.

Показатель группы "Б" рассчитывается по следующей формуле:

$$B = \frac{(\Delta Y_{\tau} + \Delta P_{\tau} + \Delta B_{\tau})}{Y_{\tau-1} + P_{\tau-1} + B_{\tau-1}} 100 \%, \quad (4)$$

где ΔY_{τ} — разница между причиненным ущербом в предыдущем периоде и ущербом в текущем периоде; ΔP_{τ} — разница между расходами на исполнение полномочий в предыдущем периоде и расходами в текущем периоде; ΔB_{τ} — разница между издержками хозяйствующих субъектов в предыдущем периоде и издержками в текущем периоде; $Y_{\tau-1}$ — причиненный ущерб в предыдущем периоде; $P_{\tau-1}$ — расходы на исполнение полномочий в предыдущем периоде; $B_{\tau-1}$ — издержки хозяйствующих субъектов в предыдущем периоде; τ — текущий период; $\tau - 1$ — предыдущий период.

Показатели группы "В" рассчитываются по многочисленным схожим формулам, установленным Приказом № 576, которые, в основном, являются либо суммой показателей либо долями (процентным соотношением). Например, количество проведенных плановых проверок — сумма проведенных проверок в отношении объектов различной категории риска или доля предупреждений



по отношению к общему числу наложенных административных наказаний и т. п.

Основой для предлагаемой методики является система сбора, обобщения статистических данных деятельности ФГПН и проведение расчетов показателей по установленным формулам.

Разработан файл Excel, состоящий из 10 разделов сбора статистических данных, расчета показателей контрольно-надзорной деятельности, раздела с итоговым расчетом и разделом прогноза.

Основной блок расчетов использован из форм статистического наблюдения и отчетности, разработанных Научно-исследовательским институтом противопожарной обороны МЧС России и Федеральной службой государственной статистики.

Ключевым блоком предлагаемой методики является разработанный итоговый расчет результативности и эффективности ФГПН. В данной методике это система балльной или рейтинговой оценки.

Балльная оценка показателей, по которым установлены целевые значения (группа "А"), определяется исходя из степени их достижения по 5-балльной шкале.

Для расчета степени достижения целевого значения используется следующая формула:

$$Q_i = \frac{Q_{\text{факт } i}}{Q_{\text{цел } i}} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где Q_i — степень достижения целевого значения i -го показателя; $Q_{\text{факт } i}$ — фактическое значение i -го показателя; $Q_{\text{цел } i}$ — целевое значение i -го показателя.

Для оценки и интерпретации степени достижения целевого значения необходим расчет отклонения значения от целевого значения по формуле

$$D_i = \frac{100}{Q_i} - 100, \quad (6)$$

где D_i — отклонение i -го показателя.

Отклонение может иметь либо положительное, либо отрицательное значение. В зависимости от полученного результата, проставляется балльная оценка отклонений фактического значения от целевого значения:

| | |
|--|---|
| Ухудшение целевого значения более 20 % | 1 |
| Ухудшение целевого значения в пределах от 5 до 20 % | 2 |
| Ухудшение целевого значения в пределах 5 % | 3 |
| Равно целевому значению либо улучшение в пределах 10 % | 4 |
| Выше целевого значения на 10 % | 5 |

В разработанном файле Excel все расчеты, включая простановку баллов, осуществляются в автоматическом режиме.

Балльная оценка показателей, по которым не установлены целевые значения (группа "Б"), определяется также по 5-балльной шкале исходя из их динамики по отношению к уровню предыдущего года. Расчет проводится по формуле (4), при этом для расчета используются данные по текущему периоду деятельности и предшествующему. Балльная оценка динамики показателя (по сравнению с предыдущим годом) приведена ниже:

| | |
|---|---|
| Ухудшение значения более 10 % | 1 |
| Ухудшение значения в пределах 10 % | 2 |
| На уровне прошлого года либо улучшение в пределах 5 % | 3 |
| Улучшение значения в пределах от 5 до 20 % | 4 |
| Улучшение значения более чем на 20 % | 5 |

Далее рассчитываются баллы для показателей, характеризующих различные аспекты контрольно-надзорной деятельности — группа "В". Используются статистические данные текущего периода и данные аналогичного периода прошлого года. Для расчета применяются формулы (5) и (6) и автоматически осуществляется простановка баллов для каждого показателя группы "В" в соответствии с приведенными выше балльными оценками динамики показателя.

Баллы проставляются в зависимости от отклонения показателя в сравнении с прошлым годом, при этом отклонение может оцениваться как стремление к 100 %, так и к 0 %, например: доля субъектов контрольно-надзорной деятельности, которыми были устранены нарушения, выявленные в результате проведения контрольно-надзорных мероприятий, должна стремиться к 100 %, а доля субъектов контрольно-надзорной деятельности, допустивших на объектах защиты нарушения, выявленные в результате проведения контрольно-надзорных мероприятий, должна стремиться к 0 %.

Заключительным этапом расчета результативности и эффективности ФГПН является расчет его рейтинга. Итоговая оценка результативности и эффективности рассчитывается по показателям групп "А", "Б", "В" как отношение суммы фактических балльных оценок этих показателей к максимально возможному результату, который определяется как произведение общего количества показателей результативности и эффективности на максимальное значение балльной оценки:

$$P = \frac{\sum B_i}{F_{\text{max}}}, \quad (7)$$

где P — итоговое значение рейтинга ФГПН; B_i — балльная оценка i -го показателя; F_{max} — значение максимально возможной итоговой балльной оценки.

Разработанная методика расчета результативности и эффективности Федерального государственного пожарного надзора включает в себя: разработку соответствующей расчетной базы, систему сбора статистических данных в виде файла Excel, а также оценку результативности и эффективности в виде балльной (рейтинговой) оценки, что является принципиально новым подходом к оценке.

На текущем этапе автоматизированный комплекс к данной методике не разработан и является предметом дальнейших разработок. Вместе с тем, в рамках данного исследования, разработан алгоритм (рис. 1), который в совокупности с разработанным файлом Excel может быть использован для разработки соответствующей программы.

С использованием предложенной методики оценки результативности и эффективности ФГПН можно проводить анализ деятельности, управлять показателями результативности и эффективности и осуществлять их прогноз.

Рассмотрим с практической точки зрения использование методики. На территории некоторого субъекта ФГПН осуществляют три территориальных отдела надзорной деятельности и профилактической работы Главного управления МЧС России

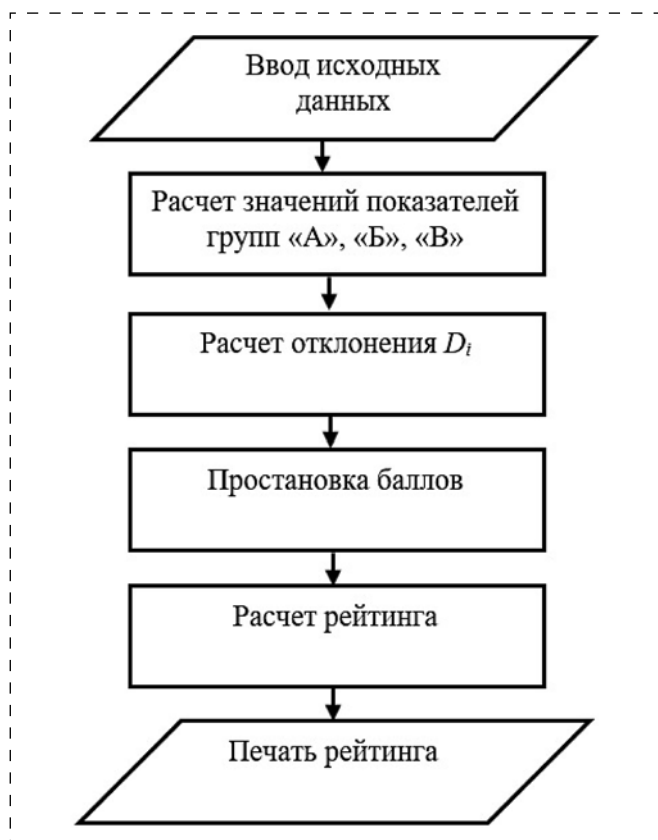


Рис. 1. Алгоритм автоматизированного расчета результативности и эффективности ФГПН

Оценочная таблица рейтинга территориальных отделов надзорной деятельности и профилактической работы

| Наименование отдела надзорной деятельности и профилактической работы | Рейтинг |
|---|---------|
| Отдел надзорной деятельности и профилактической работы № 1 | 0,84 |
| Отдел надзорной деятельности и профилактической работы № 2 | 0,80 |
| Отдел надзорной деятельности и профилактической работы № 3 | 0,78 |
| Итого: Управления надзорной деятельности и профилактической работы | 0,81 |

по субъекту. Обобщив статистические данные, с использованием методики рассчитаем рейтинг территориальных отделов. Оценочная таблица рейтинга представлена в таблице.

Оценить результативность и эффективность ФГПН с использованием методики можно в более широком диапазоне — в разрезе деятельности Главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, выделив среднее значение рейтинга по стране.

Как отмечено выше, результативность и эффективность можно проанализировать и управлять показателями.

Рассчитав баллы для каждого показателя группы "А", "Б" и "В", можно выделить показатели с наименьшим количеством баллов. Данную информацию можно использовать при планировании мероприятий на последующие периоды деятельности. При этом можно предусмотреть перераспределение ресурсов, сделать акценты на наиболее "проблемные" показатели.

Следующей важной разработкой в предложенной методике является возможность осуществления прогноза значений показателей. В файле Excel имеется раздел "Прогноз". Для осуществления прогноза в таблицу записывается необходимый для прогноза показатель, например, это может быть показатель с наименьшим количеством баллов. Далее записываются известные значения показателя за прошлый год, значения за прошедшие месяцы текущего года и далее автоматически просчитываются предполагаемые результаты на последующие месяцы.

Данный подход основан на функции Microsoft Excel — "ПРЕДСКАЗ". Данная функция предсказывает будущие значения показателей по существующим значениям и реализуется с использованием линейной регрессии.

По результатам проделанной работы можно сформировать систему анализа, управления и прогнозирования результативности и эффективности Федерального государственного пожарного надзора (рис. 2).



Рис. 2. Система анализа, управления и прогнозирования результативности и эффективности ФГПН

Ключевой разработкой в рамках данного исследования явилась методика оценки как самих показателей результативности и эффективности ФГПН, так и итогового показателя. В работе предложен системный подход к оценке контрольно-надзорной деятельности, позволяющий достичь следующую цель — именно повышение уровня результативности и эффективности ФГПН.

Для реализации и внедрения данной методики необходимо:

- утвердить распорядительными документами МЧС России предложенную методику и рейтинговую систему оценки деятельности;
- утвердить целевые значения показателей группы "Б" и "В", а также ограничить количество показателей группы "В" наиболее важными;
- создать на основе разработанного файла Excel и предложенных алгоритмов соответствующую компьютерную программу.

Список литературы

1. **Контрольно-надзорная деятельность.** Совершенствование контрольно-надзорной деятельности. URL: <https://www.primorsky.ru/authorities/executive-agencies/offices/share-building-upervision/Реформа%20КНД> — статья в интернете (дата обращения 15.01.2020).
2. **Южак В. Н., Добролюбова Е. И., Покида А. Н., Забуновская Н. В.** Результативность контрольно-надзорной деятельности государства с позиции граждан // *Экономическая политика*. — 2019. — Т. 14, № 1. — С. 92—115.
3. **Распоряжение** Правительства РФ от 17.05.2016 № 934-р "Об утверждении основных направлений разработки и внедрения системы оценки результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности".
4. **Приказ** МЧС России от 18.12.2017 № 576 "Об утверждении показателей результативности и эффективности деятельности надзорных органов МЧС России".
5. **Пожары** и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д. М. Гордиенко. — М.: ВНИИПО, 2019. — 125 с.

A. V. Mikushov, Chief Specialist of the Division, e-mail: av-mik@mail.ru,
I. V. Kling, Deputy Head — Head of the Department, Main Department of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the Novgorod Region, Veliky Novgorod

Management of Efficiency and Effectiveness of Federal State Fire Supervision

The article considers issues of improving the efficiency of the implementation of supervisory functions aimed at fire prevention and safety of enterprises by the Ministry of Emergency Situations of Russia. An analysis of the provisions of legislation and regulatory legal acts regulating the evaluation of the effectiveness of monitoring and oversight activities has been carried out. A methodology for assessing the efficiency and effectiveness of the Federal State Fire Supervision has been developed, including an apparatus for automated calculations and algorithms for software. A system of analysis, management and forecasting of the effectiveness and efficiency of the Federal State Fire Supervision has been built.

Keywords: the container terminal, fire-prevention distances, mathematical model, the regression analysis, the fire protection system, heat exchange, thermal radiation in the considered area

References

1. **Kontrol'no-nadzornaya deyatel'nost'.** Sovershenstvovanie kontrol'no-nadzornoj deyatel'nosti. URL: <https://www.primorsky.ru/authorities/executive-agencies/offices/share-building-upervision/Реформа%20КНД> (date of access 15.01.2019).
2. **Yuzhakov V. N., Dobrolyubova E. I., Pokida A. N., Zabunovskaya N. V.** Rezul'tativnost' kontrol'no-nadzornoj deyatel'nosti gosudarstva s pozicii grazhdan // *Economic policy*. 2019. Vol. 14, No. 1. P. 92—115.
3. **Rasporyazhenie** Pravitel'stva RF ot 17.05.2016 N 934-r "Ob utverzhdenii osnovnyh napravlenij razrabotki i vnedreniya sistemy ocenki rezul'tativnosti i effektivnosti kontrol'no-nadzornoj deyatel'nosti".
4. **Prikaz** MCHS Rossii ot 18.12.2017 № 576 "Ob utverzhdenii pokazatelej rezul'tativnosti i effektivnosti deyatel'nosti nadzornyh organov MCHS Rossii".
5. **Pozhary** i pozharnaya bezopasnost' v 2018 godu: Statisticheskij sbornik / Pod obshehej redakciej D. M. Gordienko. Moscow: VNIPO, 2019. 125 p.

УДК 658.567.1

Н. Н. Красногорская, д-р техн. наук, проф., e-mail: nk.ufa@mail.ru,
И. Ф. Гладких, д-р техн. наук, проф., Уфимский государственный
авиационный технический университет

Утилизация титановых шламов

На основе анализа наилучших доступных технологий дано обоснование технических решений по утилизации шламов. Представлены результаты исследования влияния добавки титановых шламов на физико-механические и эксплуатационные свойства защитных материалов. Приведены данные анализа свойств защитных покрытий при добавлении титанового шлама.

Ключевые слова: шлам, изоляционные материалы, диоксид титана, качество мастики, наполнитель, адгезия, утилизация

В настоящее время приоритетными направлениями устойчивого развития РФ является ресурсосбережение, обеспечение экологической безопасности, рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды [1].

На территории Российской Федерации в 2018 г. образовалось 7266 млн т отходов, что на 16,8 % выше, чем в 2017 г. [1]. С 2010 по 2018 г. количество образующихся отходов увеличилось на 94,5 %. Стало больше отходов, которые не вовлекаются во вторичный хозяйственный оборот, а размещаются на полигонах и свалках, что приводит к захламлению земли, уплотнению ее плодородного слоя, нарушению воздушной и водной проницаемости почв, выводу продуктивных сельскохозяйственных угодий из оборота (такие территории ежегодно увеличиваются на 300...400 тыс. га) [2]. Около 15 тыс. санкционированных объектов размещения отходов занимают территорию общей площадью примерно 4 млн га [1].

Сложившаяся система обращения с отходами на территории РФ потребовала коренной перестройки: перехода от повсеместного захоронения к эффективно применяемому в мировой экономике технологиям ресурсосбережения, обезвреживания и утилизации отходов. Для этого распоряжением Правительства РФ № 84-р от 25 января 2018 г. утверждена Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 г. [2].

Одним из основных целевых показателей Стратегии является доля утилизированных и обезвреженных отходов в общем объеме образованных отходов, которая характеризует поэтапное переориентирование сложившейся отечественной

системы обращения с отходами с преимущественного их захоронения на утилизацию и обезвреживание с уменьшением и минимизацией вреда, наносимого природной среде и ее компонентам [2].

Перед предприятиями поставлена задача по стабилизации уровня воздействия промышленного производства на окружающую среду без снижения темпов развития экономики. Доля утилизированных и обезвреженных отходов в общем объеме образованных отходов в 2030 г. прогнозируется на уровне 86 % [2].

План мероприятий по охране окружающей среды промышленных предприятий с 01.01.2019 г. должен включать перечень мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду [3]. В связи с требованием по снижению негативного воздействия на окружающую среду, увеличением доли утилизированных отходов в общем объеме образующихся отходов, проводилось исследование возможности утилизации шламов стоков одного из машиностроительных производств Республики Башкортостан.

Объектом исследования является титановый шлам отработанных стоков машиностроительного предприятия. Исследуемый титановый шлам имеет примесь хлорида железа (III). Шлам имеет цвет глины, без запаха, влажность составляет 45 %. Для поиска путей утилизации, а также возможного промышленного применения рассмотрены области использования исследуемого шлама, состоящего из компонентов: диоксида титана и хлорида железа.

Диоксид титана — один из важнейших неорганических соединений, используемых современной промышленностью. Предельно допустимая



концентрация диоксида титана в воздухе рабочей зоны 10 мг/м^3 [4].

Диоксид титана, благодаря своим свойствам, широко используется в промышленности: 50 % всего объема диоксида титана используется при изготовлении товаров лакокрасочной отрасли, а также для полиуретановых и эпоксидных покрытий, в том числе антикоррозионных. Антикоррозионные покрытия с использованием диоксида титана приобретают высокую стойкость к воздействиям ультрафиолета, не желтеют и практически не стареют [5]. Более 20 % объема производства диоксида титана потребляется как наполнитель для изготовления пластических масс и изделий на их основе с высокими термическими свойствами.

Хлорид железа представляет собой мягкую кристаллическую массу ржаво-коричневато-черного цвета. Температура его кипения составляет $316 \text{ }^\circ\text{C}$, температура плавления $307,5 \text{ }^\circ\text{C}$ [6]. Достаточно широкое распространение хлорид железа получил в качестве коагулянта в процессе очистки промышленных и городских сточных вод. Предельно допустимая концентрация пыли хлорида железа в воздухе рабочей зоны производственных помещений составляет 1 мг/м^3 [4].

Каждый компонент в отдельности — диоксид титана и хлорид железа находят применение в различных отраслях промышленности, однако, смесь их, имеющая уровень токсичности шлама — 4 (малотоксичный), захоранивают на полигоне. На основе данных анализа области применения компонентов диоксида титана и хлорида железа (III) проводились исследования свойств добавки титанового шлама в качестве наполнителя изоляционных материалов. Мировая практика производства защитных покрытий показывает, что введение минеральных наполнителей улучшает эксплуатационные характеристики покрытий.

В качестве минеральных наполнителей используют водные силикаты алюминия, магнезия (каолиниты, тальк, асбест); кремнеземистые кислые соединения (кварцевый песок, аэросил, маршалит, стекловолокно, шлаки, золы); карбонатные и основные соединения (кальциты, карбонаты, доломиты); углеграфитовые соединения (кокс, графит, сажа) [7].

При получении защитных материалов наполнители (природные и синтетические) не должны оказывать влияние на технологические и физико-механические свойства покрытий. С этой целью проведено исследование эксплуатационных характеристик защитных материалов при утилизации титанового шлама в качестве наполнителя.

Изоляционные покрытия используются в составе комбинированных антикоррозионных покрытий подземных трубопроводов различного назначения. Основой изоляционных мастик являются нефтяной битум таких марок, как БНИ-IV-3, БНИ-IV и БНИ-V, либо нефтеполимер асмол [8] для получения мастики МАК.

Битумы представляют собой вещества, состоящие главным образом из смеси высокомолекулярных углеводородов, метанового, нафтенового и ароматического рядов и их кислородных и сернистых производных [7]. Мастики на основе битума образуются при введении в битум пластификаторов и наполнителей.

Асмол получают по реакции поликонденсации битума нефтяного с диеновыми углеводородами в присутствии катализатора H_2SO_4 , который одновременно выполняет роль сульфорирующего агента [8].

Мастика МАК производится по ТУ 0258-037-16802026—2011 [9] и используется как адгезионный продукт для производства рулонных асмольных материалов ЛИАМ по ГОСТ Р 52602—2006 [10] либо АРМАС по ТУ 5774-027-16802026—2012 [11].

Качество изоляционных материалов при добавлении титанового шлама определялось путем оценки изменения температуры размягчения, глубины проникания иглы в образец, определения адгезии к металлу. Емкости для перемешивания с исходным изоляционным материалом нагревали до $120 \text{ }^\circ\text{C}$, затем в них постепенно добавлялся титановый шлам в разных процентных соотношениях: от 5 % масс. до 15 % масс. от общего количества образца.

Процесс введения титанового шлама в изоляционные материалы не являлся трудоемким. С помощью механической мешалки в течение 1 ч проводили смешивание компонентов (количество оборотов мешалки — 450 об/мин). После этого определяли свойства изоляционных материалов. При добавлении титанового шлама внешний вид изоляционных материалов как битумных, так и асмольных, визуально не изменялся.

Одной из основных характеристик, определяющих свойства изоляционных материалов, является температура размягчения по методу кольца и шара (КиШ). Сущность метода заключается в определении температуры, при которой исследуемый образец, находящийся в кольце заданных размеров, в условиях испытания размягчится. Подготовку образцов мастики МАК, асмолы и битума и соблюдение температурных и временных параметров проведения испытаний

осуществляли в соответствии с требованиями ГОСТ 11506—73 [12].

Глубину проникания иглы исследуемого образца (мастики МАК, битума, асмол) определяли в соответствии с ГОСТ 11501—78 [13]. Основа метода заключается в измерении глубины, на которую погружается игла пенетromетра в испытуемый образец мастики при заданных нагрузках, температуре и времени, и выражается в единицах, соответствующих десятым долям миллиметра (0,1 мм).

Определение адгезии защитных антикоррозионных покрытий к поверхности металла и в нахлесте проводили в соответствии с ГОСТ Р 51164—98 (приложение Б, методы А и Б) [14]. Подготовку образцов, соблюдение температурных и временных параметров проведения испытаний осуществляли в соответствии с требованиями того же стандарта [14].

Отслаивание ленты с мастикой МАК (метод А) проходило равномерно под углом 180° к поверхности пробы на длину 50...100 мм, позволяющую определить устойчивое усилие отслаивания, визуально определяя характер разрушения: адгезионный — обнажение до металла; когезионный — отслаивание по подклеивающему слою или по грунтовке; смешанный — совмещение адгезионного и когезионного характеров разрушения. Значение адгезии принималось как среднее арифметическое трех измерений, вычисленное с погрешностью 0,1 Н/см.

Адгезия мастики асмол к металлической пластине определялась по усилию сдвига образца (метод Б). Усилие сдвига характеризует адгезионное взаимодействие между мастичным материалом и металлической поверхностью пластины.

Характеристикой, определяющей теплостойкость полимерного тела, а также возможность технологической переработки мастичного материала является температура размягчения. На рис. 1 показано, что температура размягчения исследуемых образцов битума и мастики МАК практически не меняется. В случае с битумом температура размягчения возрастает, что свидетельствует об улучшении прочностных свойств продукта. Следует отметить, что антибатная характеристика зависимости температуры размягчения асмол при добавлении исследуемого титана шлама связана с активным влиянием кислорода на асмол при нагревании в открытой емкости [8].

Пенетрация (глубина проникания иглы) характеризует степень твердости изоляционных мастик. Чем выше величина пенетрации при заданной

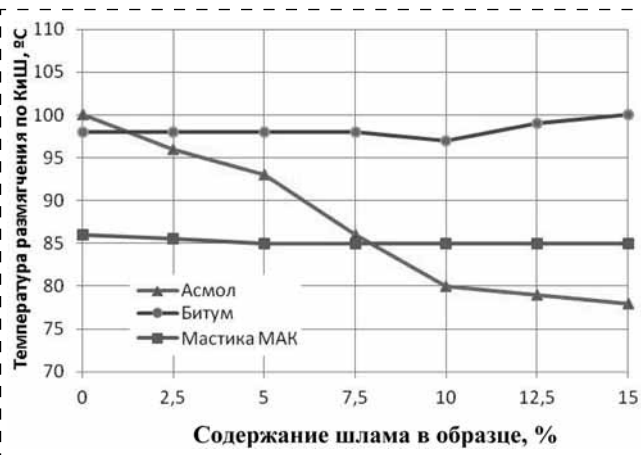


Рис. 1. Изменение температуры размягчения по методу кольца и шара (К и Ш) от содержания титанового шлама в образце

температуре размягчения, тем выше его теплостойкость. Результаты изучения данной характеристики, как видно на рис. 2, показали, что величина пенетрации при добавлении титанового шлама во все исследуемые изоляционные материалы практически не изменяется. Это свидетельствует о том, что добавление титанового шлама (в исследуемых концентрациях) в изоляционные материалы не ухудшает их физические качества.

Наиболее чувствительным эксплуатационным показателем является величина адгезии [15]. Как показано на рис. 3, 4, при введении титанового шлама происходит увеличение адгезии асмол (рис. 3) и мастики МАК к металлической поверхности и в нахлесте (рис. 4). Увеличение происходит равномерно, что свидетельствует об улучшении эксплуатационных свойств материалов и, как следствие, увеличение срока службы

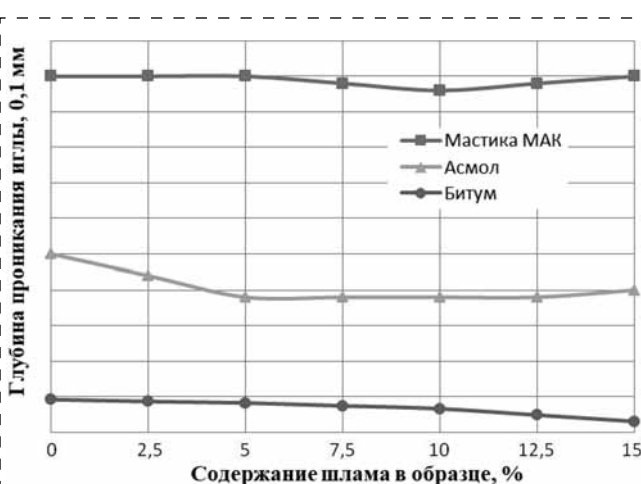


Рис. 2. Зависимость величины глубины проникания иглы от содержания титанового шлама в образце

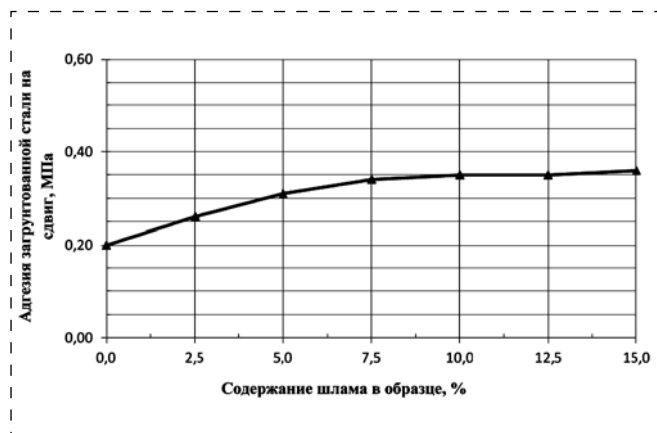


Рис. 3. Изменение адгезии асфола к загрунтованной стали от содержания титанового шлама в образце

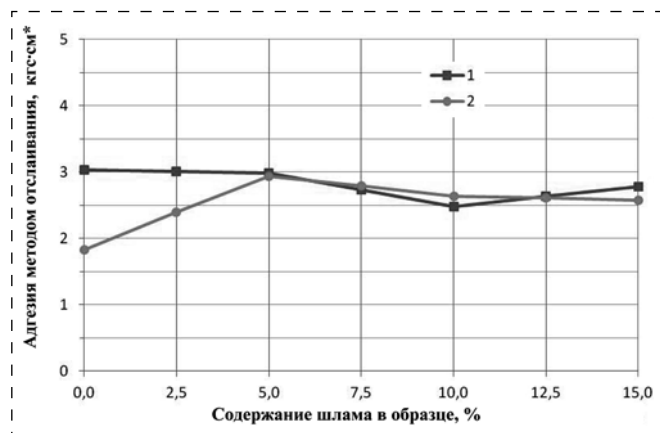


Рис. 4. Изменение адгезии мастики МАК при добавлении титанового шлама:

1 — к загрунтованной стали; 2 — в нахлесте

* 1 кгс·см (килограмм-сила-сантиметр) = 9,81 Н·см (ньютон·сантиметр)

Результаты исследований мастик МАК, Асфол, Битум

| Показатель качества | Температура размягчения, °С | | | Пенетрация при 25 °С, 10 ⁻¹ мм | | | Адгезия, МПа | |
|--------------------------------|-----------------------------|----------|-------------|---|---------|-------------|-----------------|--------------|
| | Мастика МАК | Асфол | Битум 90/10 | Мастика МАК | Асфол | Битум 90/10 | Мастика МАК | Асфол |
| Исходный материал | 86 | 100 | 98 | 50 | 25 | 4,6 | 3,02 | 0,2 |
| Проба с добавлением 5 % шлама | 85 | 91 | 98 | 50 | 19 | 4,12 | 2,98 | 0,31 |
| Проба с добавлением 10 % шлама | 85 | 80 | 97 | 48 | 19 | 3,3 | 2,48 | 0,35 |
| Проба с добавлением 15 % шлама | 85 | 78 | 100 | 50 | 23 | 1,52 | 2,78 | 0,36 |
| Метод испытания | ГОСТ 11506—73 | | | ГОСТ 11501—78 | | | ГОСТ Р 51164—98 | |
| Норма по ТУ | 71...95 | 90...100 | 90...105 | 35...75 | 15...25 | 5...20 | 2,0 | Не менее 0,1 |

изоляционного материала. Следует отметить, что несмотря на идентичный характер зависимостей, приведенных на рис. 3, 4, абсолютные величины адгезии исследуемых материалов значительно отличаются. Адгезия всех образцов битума с добавками титанового шлама менее 0,05 МПа (менее минимального значения прибора, равного 0,05 МПа).

Результаты исследований эксплуатационных характеристик защитных покрытий: мастики МАК, асфола, битума при добавлении титанового шлама приведены в таблице.

При поиске путей утилизации титанового шлама показано, что введение его в изоляционные материалы, такие как: асфол и мастика МАК, прочностные механические свойства материалов

улучшаются, увеличивается величина адгезии как в нахлесте изоляционных материалов, так и к металлической поверхности.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что исследуемый титановый шлам допускается применять как добавку в изоляционные покрытия. Это не только даст возможность уменьшить количество захоронения отходов на полигоне, а значит, улучшить экологическую обстановку территории, но и повысить механическую прочность покрытий для трубопроводов.

Так как изоляционные покрытия имеют широкое применение в промышленности, весь объем титановых шламов возможно использовать в качестве наполнителя изоляционных материалов.

Список литературы

1. **Государственный доклад** "О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 г.". — М.: Министерство природных ресурсов и экологии РФ. — С. 255—267.
2. **Стратегии** экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. Утверждена Указом Президента Российской Федерации № 176, 19 апреля 2017 года. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41879> (дата обращения 15.04.2019).
3. **Федеральный закон** от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. 31.07.2020) "Об охране окружающей среды". Статья 67. URL: <http://ursn-rm.ru/news/allnews/5882.html> (дата обращения 01.09.2020).
4. **Беспамятнов Г. П., Кротов Ю. А.** Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник. — Л.: Химия. — 2003. — 884 с.
5. **Пигмент № 1** на рынке ЛКМ — диоксид титана. URL: <https://polifan-lkm.ru/blog/pigment-1-na-rynke-lkm-dioksid-titana/> (дата обращения 15.04.2019).
6. **Вредные вещества** в окружающей среде. Справочно-энциклопедическое издание / Под ред. В. А. Филова и др. — СПб.: НПО "Профессионал", 2006. — 452 с.
7. **Козловская А. А.** Изоляционные материалы для защиты магистральных трубопроводов от коррозии. — М.: Гостоптехиздат, 1962. — 150 с.
8. **Черкасов Н. М., Гладких И. Ф., Гумеров К. М., Субаев И. У.** Асмол и новые изоляционные материалы для подземных трубопроводов. — М.: Недра, 2005. — 205 с.
9. **TU 0258-037-16802026—2011** Композиция мастичная асмольная клеевая МАК.
10. **ГОСТ Р 52602—2006** Лента антикоррозионная полимерно-асмольная ЛИАМ.
11. **TU 5774-027-16802026—2012** Асмольный рулонный материал армированный стеклосеткой АРМАС.
12. **ГОСТ 11506—73** Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару.
13. **ГОСТ 11501—78** Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникания иглы.
14. **ГОСТ Р 51164—98** Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии.
15. **Кравцов В. В., Черкасов Н. М., Гладких И. Ф.** Адгезионные и противокоррозионные свойства неметаллических покрытий. — СПб.: Недра, 2017. — 256 с.

N. N. Krasnogorskaya, Professor, e-mail: nk.ufa@mail.ru, **I. F. Gladkikh**, Professor, Ufa State Aviation Technical University

Utilization of Titanic Slimes

Based on the analysis of the best available technologies, technical solutions for sludge disposal are justified. Results of investigation of influence of titanium sludge additive on physical-mechanical and operational properties of protective materials are presented. The properties of protective coatings were analyzed when titanium sludge was added.

Keywords: *sludge, insulating materials, titanium dioxide, mastic quality, filler, adhesion, recycling*

References

1. **State Report** "On the State and Protection of the Environment of the Russian Federation in 2018". Moscow: Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation. P. 255—267.
2. **Environmental** safety strategies of the Russian Federation for the period up to 2025. Approved by Decree of the President of the Russian Federation No. 176, April 19, 2017. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41879> (date of access 15.04.2019).
3. **Federal Law** from 10.01.2002 No. 7-ФЗ (rev. 31.07.2020) "On environmental protection". Article 67. URL: <http://ursn-rm.ru/news/allnews/5882.html> (date of access 01.09.2020).
4. **Bespamyatnov G. P., Krotov Yu. A.** Maximum permissible concentrations of chemicals in the environment. Handbook. Leningrad: Chemistry, 2003. 884 p.
5. **Pigment No. 1** on the LCM market is titanium dioxide. URL: <https://polifan-lkm.ru/blog/pigment-1-na-rynke-lkm-dioksid-titana/> (date of access 15.04.2019).
6. **Harmful substances** in the environment. Spr.-ents. izd. / Ed. V. A. Filova and others. Saint-Petersburg: NPO "Professional", 2006. 452 p.
7. **Kozlovskaya A. A.** Insulation materials for protection of main pipelines against corrosion. Moscow: Gostoptekhizdat, 1962. 150 p.
8. **Chernas N. M., Smooth I. F., Gumer K. M., Subayev I. U.** Asmol and new insulation materials for underground pipelines. Moscow: Nedra, 2005. 205 p.
9. **TU 0258-037-16802026—2011** Mastic asmollic adhesive composition MAC.
10. **GOST P 52602—2006** Anti-corrosion tape polymer-asmol LIAM.
11. **TU 5774-027-16802026—2012** Asmol roll material reinforced with ARMAS glass mesh.
12. **GOST 11506—73** Oil bitums. Method for determination of softening temperature by ring and ball.
13. **GOST 11501—78** Oil bitums. Method for determining needle penetration depth.
14. **GOST R 51164—98** Main steel pipelines. General requirements for corrosion protection.
15. **Kravtsov V. V., Chernasov N. M., Smooth I. F.** Adhesion and anticorrosion properties of non-metallic coatings. Saint-Petersburg: Nedra, 2017. 256 p.

В. Л. Гапонов, д-р техн. наук, проф., **Т. Н. Савускан**, канд. хим. наук, доц.,
e-mail: dankoserge@yandex.ru, **С. В. Гапонов**, ст. преп., **Е. Ю. Гапонова**, ст. преп.,
Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону

К вопросу о восполнении популяции осетровых видов рыб в Ростовской области

Рассмотрены причины, которые привели к угрозе исчезновения всех видов осетровых рыб в Ростовской области, которые являются высококачественным продуктом питания, благотворно влияющим на здоровье человека. Описываемое исследование связано с одной из многочисленных сторон жизнедеятельности человека — питания, которое должно быть высокого качества. Описан метод гормональной стимуляции осетровых, т. е. метод гипофизарных инъекций. Дана характеристика метода подрезания яйцевода для сохранения в живых производителей осетровых. Предложены технологии аквакультуры, направленные на изучение возможности возвращения осетровых видов рыб в Ростовскую область.

Ключевые слова: высокое качество питания, лечение осетровыми видами рыб, метод гипофизарных инъекций, ГЭС, осетроводство, широкомасштабное браконьерство, технологии аквакультуры

Введение

Актуальность рассматриваемого вопроса состоит в том, чтобы решить проблему высокого качества питания. Осетровые виды рыб являются высококачественным продуктом питания, благотворно влияющим на здоровье человека.

Вследствие влияния антропогенных факторов, таких как загрязнение Азово-Донской акватории, наличие ГЭС и широкомасштабное браконьерство, наступила угроза исчезновения всех видов осетровых рыб в Ростовской области. Задача исследования заключается в изучении возможности возвращения осетровых видов рыб и выявления наиболее экологичного пути решения этой проблемы.

Значимость осетрины для человеческого организма

Осетрину используют в самых различных областях медицины: для стимуляции иммунного статуса, нормализации липидного обмена, стабилизации психоэмоционального фона, улучшения реологических свойств крови, повышения жизненного тонуса.

Осетрина — незаменимый источник легкоусвояемого белка. Она не уступает птичьему мясу по сбалансированности и протеиновому составу. Жирные кислоты, витамины и минеральные вещества в мясе осетровых видов рыб оказывают положительное влияние на человеческий организм.

При употреблении осетрины нормализуется углеводный метаболизм. В крови снижается концентрация "плохого" холестерина. В человеческом мозгу повышаются когнитивные функции.

Данный вид питания стимулирует активность иммунной системы; препятствует формированию воспалительных реакций; улучшает водно-солевой обмен; повышает регуляцию тонуса кровеносных сосудов; укрепляет сердечную мышцу миокард; нормализует процессы свертывания крови; стимулирует синтез коллагена и эластина; повышает плотность костной ткани, стимулирует синтез ферментов, гормонов и нейромедиаторов. Последние вступают в реакцию со специфическими рецепторными белками клеточной мембраны, инициируя цепь биохимических реакций. Данный рыбный продукт необходим для регенерации тканей, для замедления процессов старения кожи [1].

Польза икры осетровых видов рыб обусловлена ее богатым и сбалансированным составом. Она содержит белки, аминокислоты, витамины, микроэлементы и полиненасыщенные жирные кислоты. В состав икры входят кальций, магний, фосфор, йод, цинк, витамины А, В, С, Е, а также полиненасыщенные жирные кислоты Омега-3 и Омега-6. Омега-3 снижает риск заболеваний сердца, укрепляет нервную систему и улучшает состояние кожных покровов.

Входящая в состав икры жирная кислота Омега-6 укрепляет иммунитет и нормализует обмен веществ. В икре содержатся такие химические элементы, как калий, железо, селен. Калий

необходим для мускулатуры и работы сердца, железо повышает уровень гемоглобина в крови, селен является мощным антиоксидантом, снижающим риск образования некоторых опухолей. В икре содержатся также витамины. Витамин В12 необходим для лечения анемии и работы нервной системы. Витамин D важен для функционирования эндокринной системы и для профилактики рахита у детей [2].

Особенности развития осетровых видов рыб

Осетровые виды рыб относятся к поздним созревающим и медленно растущим видам с большой длительностью жизни, значительную часть которой они проводят в реках, где расположены нерестилища [3]. Осетровые могут нереститься много раз за свою жизнь. После икрометания в родных реках они скатываются обратно в море. Размножение происходит не каждый год. Нерест самок происходит раз в 3—5 лет, за исключением стерляди, постоянно проживающей в реках. Осетровые виды рыб — долгожители, срок жизни которых соразмерен с продолжительностью жизни человека. Это относится, прежде всего, к белуге. Она является представителем осетровых пород, которые живут до 100 лет. Масса колеблется от 70 до 200 кг. В 1950-х годах вылавливали русских осетров длиной до 3 м и массой 200 кг. И в 1980-х годах изредка встречались особи двухметровых размеров.

Влияние ГЭС на осетровые виды рыб

Масштабное гидростроительство на крупных реках, впадающих в Азовское море, в 50—70-х годах прошлого столетия оказало пагубное воздействие на воспроизводство осетровых рыб, преградив им доступ к местам нереста. Основные "осетровые" реки — Дон, Кубань. На донских нерестилищах воспроизводились белуга, осетр и часть азовской севрюги, на Кубани — в основном азовская севрюга. Осетр до постройки плотин на Дону поднимался на расстояние до 700 км от устья реки, севрюга на Кубани — до 300 км.

С введением в строй плотин естественное размножение практически прекратилось. Цимлянское водохранилище потребляет 80 % пресной воды, что привело к уничтожению нерестилищ осетровых рыб. Их популяция утратила возможность самостоятельного воспроизводства. Эти действия привели к стремительному падению лова осетровых видов рыб до критически низкого

уровня. С учетом биологических особенностей эти виды рыб весьма восприимчивы к нарушениям их жизненного цикла и чрезвычайно чувствительны к изменению экосистемы вод.

Влияние загрязнения Азовского моря стоками с сельскохозяйственных полей на развитие осетровых видов рыб

Начиная со второй половины XX века, при интенсивном развитии сельского хозяйства в Азовское море попадает большое количество биогенных веществ с сельскохозяйственных полей после весенних паводков. Мелководное быстро прогревающееся Азовское море получает мощную минеральную подкормку, и поэтому цветут фитопланктон, диатомовые и сине-зеленые водоросли. Отмершие водоросли идут ко дну, где разлагаются и гниют. В результате загрязнения и заиления возник дефицит кислорода в воде, произошло ухудшение кормовой базы осетровых рыб, сопровождающееся повышенной естественной смертностью.

Влияние загрязнения производственными отходами водной среды на осетровые виды рыб

Осетровые виды рыб не могут жить в грязной воде, бедной кислородом, содержащей разнообразные отходы. Значительная часть тяжелых металлов и ядовитых веществ поступает в море вследствие производственной деятельности заводов Мариуполя. Свою долю в загрязнение моря вносили городские сточные воды из-за весьма частых аварий в канализационной системе и многочисленные частные пансионаты, появляющиеся вдоль берегов моря и не имеющие централизованной канализации. Неочищенные стоки разлагались, отравляя живые организмы, всю трофическую цепь. Вышеперечисленные факторы привели к резкому падению вылова осетровых видов рыб.

Недостаток кормовой базы ценных осетровых видов рыб

С кормовой базой рыб, в том числе и ценных осетровых видов, в Азовском море в XX веке наметились большие проблемы. Одной из них было внедрение "туриста" из атлантических вод Северной Америки в начале 80-х годов прошлого века вместе с балластными водами танкеров. "Турист" — это медуза гребневик (мнемиопсис), которая питается зоопланктоном, являющимся



кормом для таких мелких пелагических рыб, как анчоус, тюлька, песчанка, сельдь и другие подобные виды. Лишились пищи и крупные промысловые рыбы, в том числе и осетровые (белуга и севрюга).

Вышеуказанные факторы оказали огромное влияние на состояние экосистем в Азовском море и нанесли большой урон рыбному хозяйству. Лишь неожиданное появление гребневика Берое, пожирающего мнемнопсиса, в значительной степени очистило море от него.

В Азовское море проникла на днищах кораблей из Тихого океана рапана. Пищей этого моллюска являются мидии и устрицы, которые входят в пищевой рацион осетровых видов рыб. Мидии, кроме того, очищают воду от ила и бактерий, пропускают ее через свое тело. К сожалению, в Азовском море нет морских звезд, поедающих рапанов, так как для них нет в море благоприятных условий.

На состояние ихтиофауны Азовского моря в начале 1950-х годов повлиял активно развивающийся траловый рыбный промысел по добыче бычков с использованием донных тралов, который нанес непоправимый ущерб донному сообществу. Тралящие орудия перепахивали грунт вместе с донной фауной, оказывая огромное физическое воздействие на биотоп. При таком способе лова уничтожаются моллюски-фильтраторы, являющиеся основой питания для осетровых видов рыб. Поднимается ил, муть, резко уменьшается прозрачность воды. Подводный грунт превращается в перепаханное поле, в безжизненную пустыню. При этом сокращается число донных организмов, являющихся кормом для осетровых рыб.

Число донных организмов за период с 1950-х годов сократилось на 70 %, что привело к значительному снижению численности крупных рыб, в том числе и осетровых, в десятки раз.

Меры спасения осетровых видов рыб

Для спасения осетровых видов рыб в те времена на крупных металлургических предприятиях были введены мощные комплексы биологической очистки сточных вод, что оказало благоприятное воздействие на экологические свойства этих вод. В Советском Союзе к концу 1960—1970-х гг. на Азовском море работали семь рыбозаводов, которые ежегодно выпускали около 33...35 млн экземпляров мальков осетровых, средней навеской 2...5 г. Это, в сочетании с мерами по ограничению промыслового изъятия, позволило улучшить ситуацию.

Интенсификация искусственного воспроизводства оказала положительное влияние на запас этих ценных рыб в Азовском море. К концу 1980-х годов был отмечен рост численности осетровых рыб до 17 млн особей. Рыбы заводского происхождения составили: осетра — более 80 %, севрюги — 90 %, а белуга вся была искусственного происхождения.

Существовавший их незначительный вылов (около 1 тыс. т в год) не оказывал на популяцию значительного отрицательного воздействия. В 1952 г. Цимлянская плотина, перекрывшая Дон, отрезала белуге путь к местам нереста, сыграв решающую роль в падении запасов этих видов рыб [4]. Рыбоподъемник, построенный для пересадки проходных осетровых видов рыб в верхний бьеф, оказался неэффективным. За 1959—1964 гг. через него прошло всего 6 севрюг и 2 осетра. В 1986 г. был запрещен промысел азовской белуги по причине резкого сокращения ее запасов в Азовском море [4].

Как вернуть осетровые виды рыб в воды Дона и Азовского моря?

Как уже отмечалось, Азовское море и Дон издавна славились своими осетровыми видами рыб. Сейчас популяция осетровых видов рыб находится в критическом состоянии. Эффективная численность осетра, способного воспроизводиться, постоянно снижается. Чтобы естественная популяция существовала, в воспроизводственном процессе должно участвовать ежегодно не менее 300 производителей этого вида рыб. На Дону осетровые виды рыб уже не нерестятся. Строительство ГЭС и Цимлянского водохранилища привели к нарушению гидрологического режима и разрушению нерестилищ для осетровых видов рыб. Но существуют и другие причины: браконьерство и раздел Азовского моря между Россией и Украиной. Попытка закрыть Азовское море для рыболовства предпринималась несколько лет назад, однако украинская сторона отказалась от этого, поэтому почти вся популяция осетровых видов рыб искусственная [5].

В Азово-Донском районе популяцию осетров поставляет только одно предприятие — осетровый завод в Семикаракорске, недавно таких предприятий было три. Практически 100 % азовской популяции стерляди — это результат искусственного воспроизводства [5].

До 2000 г. в Азово-Черноморском бассейне осетровых видов рыб добывалось около 40 т в год. С 2000 г. промысел осетровых видов рыб

запрещен. Подобная ситуация уже возникала в 50-х годах прошлого века. Тогда был введен полный запрет на лов рыбы в Азовском море, построены комбинаты по искусственному выращиванию мальков осетровых, которых выпускали в Дон, и к 1970-м годам запасы осетровых видов рыб восстановились и увеличились в несколько раз [4]. Но политическая ситуация была другая, Украина обязана была подчиниться запрету лова осетровых видов рыб, так как была в составе Советского Союза.

Данные из Экологических Вестников Дона от 2000—2018 гг. свидетельствуют о резком сокращении выловов осетровых видов рыб в 2000—2006 гг. [6—9]. Речь идет о промышленном лове для получения производителей. Промысловый лов осетровых видов рыб запрещен с 2000 г., в 2006—2018 гг. при вылове таких рыб попадались лишь отдельные экземпляры.

Таким образом, последние несколько десятилетий все виды осетровых видов рыб под влиянием антропогенных факторов оказались под угрозой исчезновения. Нерестилища стали не доступны из-за перекрытия Дона плотинами ГЭС. Появление Цимлянского водохранилища изменило гидрологический режим Дона, сроков и уровня паводков. Дон и Азовское море загрязнены всеми видами отходов и нефтью. В Азово-Донской акватории царит браконьерство. Поэтому все виды осетровых рыб попали в Красную книгу Ростовской области [10].

Развитие методов искусственного воспроизводства осетровых видов рыб

Сокращение естественного воспроизводства из-за перечисленных выше причин необходимо компенсировать путем существенного повышения эффективности заводского разведения осетровых видов рыб, поэтому были построены предприятия по искусственному воспроизводству рыб — рыбные заводы. Так как условия на рыбных заводах отличались от естественных, возникла необходимость в разработке методик, способствующих стимуляции рыб к размножению в искусственных условиях рыбных заводов. Осетровые виды рыб не могут в искусственных условиях достичь овуляции, поэтому был разработан метод "гипофизарных инъекций" [11].

Гипофиз контролирует развитие половых, щитовидной и надпочечной желез и обладает некоторыми другими функциями. В гипофизе вырабатывается два гонадотропных гормона:

фолликулостимулирующий (ФГ) и лютеинизирующий (ЛГ). Первый ФГ вызывает рост и созревание фолликул у самок и процесс сперматогенеза у самцов. Второй ЛГ необходим для нормальной работы репродуктивной системы. В организме самок он стимулирует секрецию эстрогенов яичниками, а пиковое его значение инициирует овуляцию (выход яйцеклетки в маточную трубу в результате разрыва зрелого фолликула). В организме самцов ЛГ стимулируют клетки, вырабатывающие тестостерон. Тестостерон играет важную роль в производстве сперматозоидов. Он стимулирует синтез андрогенов. В организме самок он отвечает за созревание фолликул во время овуляции. В фолликуле содержится ооцит — половые клетки женского организма первого порядка. Они защищают место, где ооцит созревает до момента овуляции, а также влияют на синтез эстрогена.

Для большинства рыб характерно наличие двух форм гонадотропинов. Первая форма гонадотропинов стимулирует синтез эстрадиола в стадии сперматогенеза. Вторая форма стимулирует созревание ооцитов в момент роста их в яичнике, полного созревания и определяет период подготовки рыб к размножению.

Весь процесс искусственного воспроизведения осетровых видов рыб начинается с осенней бонитировки, которая проводится с целью отобрать самок, у которых гонады находятся на 4-й стадии зрелости. Таких самок отсаживают в отдельный зимовальный пруд или бассейн, если выращивание проходит в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ). Следующей весной их вылавливают для нерестовой компании. Таким образом, отбираются подходящие особи для искусственного воспроизводства. Бонитировка проводится осенью, когда температура воды ниже 12 °С, и кормление рыбы будет прекращено, чтобы меньше травмировать рыбу. При высоких температурах увеличивается отход рыбы при пересаживании и сортировке.

При выращивании рыбы в УЗВ, где круглый год поддерживается высокая температура, отсаженным самкам и самцам устраивается настоящая зимовка с постепенным понижением и последующим повышением температуры воды для приближения к природным условиям. Следующей весной, еще до того как температура воды поднимется до 12...13 °С, производится весенняя бонитировка. Весенняя проверка рыбы нужна для того, чтобы выявить особей с резорбцией икры и забраковать их, а также для проверки качества ооцитов-икринок.



Для проверки качества икры лучше использовать сначала УЗИ диагностику, а потом биопсию. УЗИ позволяет увидеть на мониторе степень зрелости икры, а биопсия позволяет изъять из рыбы несколько икринок и оценить их воочию. Для извлечения икры используют специальный шуп с полостью внутри. Подходящую рыбу оставляют, а остальную отбраковывают и отсаживают до следующего года. Как только температура достигнет 12...13 °С, проводят гипофизарные инъекции.

В природе самки на 4-й стадии зрелости поднимаются вверх по реке до нерестилищ, где происходит созревание ооцитов и выметывание икры. Дозревание икры происходит под влиянием благоприятных внешних условий: подходящей температуры, глубины, состава грунта. Если все это соответствует нуждам самки, у нее начинают вводиться в кровь гормоны гипофиза, которые стимулируют созревание ооцитов.

В искусственных условиях был разработан метод "обмана" самок введением ей суспензии гипофиза других рыб. В результате, даже при обитании в бассейне, где нет условий для естественного нереста, в крови самки повышается количество необходимого гонадотропного гормона гипофиза, и икра дозревает. Спустя положенное время проверяют отдачу икры, так как в природе самка мечет икру порционно и придется ждать какое-то время, что нерационально, поэтому скальпелем делается надрез яйцевода, чтобы открыть брюшную полость. После этого почти всю икру можно сцеживать, массируя живот самки. Искусственное оплодотворение икры осетровых рыб производят по полусухому методу, при котором икру помещают в эмалированный тазик вместе с полостной жидкостью, излишки которой сливают. Сперму от нескольких самцов смешивают между собой и добавляют в воду. Для получения оплодотворения вливают воду со сперматозоидами в тазик с икрой и перемешивают руками 4—5 мин (для разных видов по-разному). По истечению 4...5 мин в икре появляется клейкость. Икру необходимо обесклеить, иначе она слипнется в один большой клубок и проинкубировать такую икру будет невозможно.

В настоящее время для обесклеивания икры применяют аппараты системы П. С. Ющенко. После оплодотворения из тазика с икрой сливают всю лишнюю жидкость и добавляют заранее разведенную в воде голубую глину. И все это заливают в аппарат, в низ которого подается воздух. Все содержимое хорошо перемешивается воздушными пузырьками. Обесклеивание

ведется в течение 45 мин. Каждые 15 мин добавляют немного свежей воды, чтобы уменьшить концентрацию глины. После того как икра обесклеена, ее промывают чистой водой и помещают в инкубационные аппараты, где икра находится в отдельных ящиках, а появившаяся предличинка скатывается по общему желобу в мальковый бассейн. Инкубационный — это такой же аппарат, что и для обесклеивания, только вместо воздуха в него подается вода, способствующая перемешиванию икры.

Падение уловов осетровых видов рыб во второй половине XIX века стимулировало начало работ по искусственному воспроизводству. Первой трудностью, с которой столкнулись исследователи, было то, что у отловленных самок в условиях неволи не происходило завершения созревания половых продуктов. Зрелых производителей, пригодных для искусственного воспроизводства, можно было добыть лишь на естественных нерестилищах в сезон размножения.

Зарегулирование основных осетровых рек существенно нарушило условия размножения осетровых видов рыб. Рыбы потеряли доступ к большей части своих исторических мест размножения. Осуществлять искусственное воспроизводство осетровых видов рыб старыми методами путем отлова зрелых производителей на местах нереста стало невозможно. Начались интенсивные работы по созданию новой технологии осетроводства. Эти работы завершились к началу 1960-х гг. созданием "принципиальной схемы осетрового рыбоводного завода". В соответствии с этой схемой были спроектированы, построены и работают до настоящего времени все осетровые рыбоводные заводы, выпускающие молодь в бассейны Каспийского, Азовского и Черного морей и в реки Сибири. Принятая биотехника предусматривает ежегодную заготовку производителей из промысловых уловов, гормональную стимуляцию созревания половых продуктов и краткосрочное подращивание молоди в прудах перед выпуском в естественные водоемы [4].

Разработка методов гормональной стимуляции созревания разрешила проблему обеспечения заводов производителями осетровых видов рыб и позволила строить рыбоводные предприятия в нижнем течении рек, где был сосредоточен промысел. Однако, эта новая схема осетрового хозяйства, как и предшествующая, не предусматривала сохранения производителей живыми после получения икры и спермы. В результате искусственное воспроизводство оказалось полностью зависимым

от вылова производителей из природных водоемов. Такая зависимость привела к тому, что осетровые рыболовные заводы проектировали и строили преимущественно там, где имелись мощные естественные стада осетровых видов рыб.

Формирование в искусственных условиях маточных стад осетровых видов рыб

К середине 1980-х гг. стало ясно, что дальнейшее развитие заводского осетроводства немислимо без формирования в искусственных условиях маточных стад различных осетровых видов рыб, поэтому проблема сохранения жизни производителей осетровых видов рыб, после получения от них зрелых половых продуктов приобрела первостепенное значение. Эту задачу помог выполнить метод надрезания яйцевода, автором которого является С. Б. Подушка [12]. Среди прооперированных самок были рыбы как выращенные в неволе, так и пойманные в естественных водоемах. И те и другие хорошо переносили операцию (выживаемость близка к 100 %). Длительность первого сжеживания обычно составляет от 2 до 20 мин в зависимости от размера и плодовитости самки. Осетровые виды рыб хорошо переносят пребывание вне воды в течение этого времени.

Проблемы с осетровыми видами рыб в Азово-Донской акватории

Общая численность русского осетра с 1988 по 2007 г. сократилась в 68 раз с 14 120 тыс. экз. до 208 тыс. экз., а севрюги — в 212 раз с 3396 тыс. экз. до 16 тыс. экз. [13]. Основной причиной такого снижения численности является широкомасштабное браконьерство. При проведении учетных съемок в указанный период при каждом тралении по Азовскому морю поднимались и неучтенные жаберные сети. Число регулярно выставляющихся браконьерских жаберных сетей в Азовском море по расчетам российских и украинских ученых составило 40 тыс. шт., которые ежегодно могли изымать до 10 тыс. т осетровых рыб при допустимом улове не более 30 т, выделяемом для заготовки производителей и мониторинга состояния популяций. Одновременно браконьеры уменьшали размеры ячеек сетей с 110...140 мм до 80...90 мм. Вследствие этого, молодь во время проведения учетных съемок была представлена очень немногочисленными группами, а впервые нерестующихся рыб были единицы.

Следовательно, заготовка достаточного количества производителей этих рыб для заводского

воспроизводства невозможна. С 2000 г. промышленный лов азовских осетровых видов рыб запрещен, однако их численность в Азовском море за последние годы уменьшается. Существующий уровень искусственного воспроизводства в Азовском бассейне недостаточен.

Развитие технологии аквакультуры как средства спасения осетровых видов рыб в Азово-Донском регионе

Учеными Южного Научного Центра РАН впервые получена черная икра осетровых видов рыб, выращенных по технологии аквакультуры [14]. Этот метод позволяет не только сохранить жизнь самкам осетра после "дойки", но и в несколько раз ускорить процесс созревания осетровых видов рыб. Создавая оптимальные условия выращивания рыб по температуре воды, содержанию кислорода и ряду других гидрохимических характеристик, получают, например у стерляди, икру за два года. В природе этот процесс длится до пяти лет. В дикой природе осетр достигает половой зрелости через 12—15 лет. Новая технология позволяет сократить этот срок в 3 раза.

По словам председателя ЮНЦ РАН академика Г. Г. Матишова, вылов рыбы в естественных водоемах России достиг своего предела. Состояние Азовского и Каспийского морей — просто катастрофическое. Хозяйственная деятельность человека привела к резкому сокращению естественных нерестилищ, а, соответственно, и к уменьшению поголовья осетровых видов рыб. Единственный выход — разведение ценных пород рыб в искусственных условиях. Новая технология аквакультуры разрабатывалась с учетом требований сегодняшнего дня. Были учтены все параметры, влияющие на себестоимость конечного продукта, поэтому используют замкнутый цикл водоснабжения, трехразовый сбалансированный по сезонам рацион, световой и температурный режимы. Учитывается даже скорость движения воды в искусственных водоемах. Экспериментальный модуль расположен на базе "Кагальник" в Ростовской области. Он состоит из нескольких комнат с пластиковыми бассейнами глубиной около 1 м. По подсчетам ученых, с 10 м³ воды можно получать в год от 50 до 70 кг ценной рыбы. Биологический цикл рыбы зависит от смены времен года, температуры и продолжительности светового дня.

Технология, отработанная в Южном научном центре РАН, применима как для небольших фермерских хозяйств, так и для промышленного



разведения. Применяя эту технологию, товарную продукцию средней массой 1,5 кг можно получить за год, массой 3,5 кг — за два года. Получить производителей, дающих пищевую икру, можно за 3—4 года. Белуга в искусственных условиях дает икру вдвое раньше, чем в природе. "Дойка осетровых" напоминает получение молока от коровы. После "дойки" часть икры помещают в криокамеру, где она будет заморожена до лучших времен. Другую часть икры оплодотворяют. Оплодотворенные икринки переносят в "рыбий инкубатор", где они будут находиться две недели. Когда мальки подрастут, им вживят микрочипы и отпустят в водоем.

Заключение

Недоступность для осетровых видов рыб нерестилищ вследствие перекрытия Дона плотинами; широкомасштабное браконьерство в Азовском море; отсутствие минимальной возможности восстановления осетровых видов рыб, используя традиционные технологии осетроводства привели к острой необходимости развития современных технологий аквакультуры в целях восстановления осетровых видов рыб в водах Азовского моря и Дона.

Список литературы

1. **Осетр:** польза, вред и особенности рыбы. URL: <https://foodandhealth.ru/ryba/osetr/> (дата обращения 15.11.2019).
2. **ГОСТ 7442—2017** Икра зернистая осетровых рыб. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2017. 10 с.

3. **Коркош В. В.** Крушение осетрового рая Азовского моря. Часть 1. URL: <https://www.proza.ru/2018/07/18/572> (дата обращения 15.11.2019).
4. **Зюзина Е. А.** О рыбе, осетровых и икре: конец XIX — 90-е годы XX веков. Хронология в именах, датах, фактах // Астраханский вестник экологического образования. — 2014. — № 1 (27). — С. 124—149.
5. **Мирзоян А. В.** Как вернуть осетра в воды Дона и Азовского моря? URL: <https://www.rostov.kp.ru/daily/25650.5/814557/> (дата обращения 17.11.2019).
6. **Экологический вестник Дона** / Администрация Ростовской области. Комитет по охране окружающей среды и природных ресурсов, Ростов-на-Дону, 2003. — С. 94—104.
7. **Экологический вестник Дона** / Администрация Ростовской области. Комитет по охране окружающей среды и природных ресурсов, Ростов-на-Дону, 2004. — С. 52—53.
8. **Экологический вестник Дона** / Администрация Ростовской области. Комитет по охране окружающей среды и природных ресурсов, г. Ростов-на-Дону, 2005. — С. 160.
9. **Экологический вестник Дона** / Администрация Ростовской области. Комитет по охране окружающей среды и природных ресурсов, г. Ростов-на-Дону, 2006. — С. 104—105.
10. **Красная книга Ростовской области:** в 2 томах. Животные. Изд. 2-е. — 2014. — Т. 1. — С. 717—740.
11. **Гипофизарные инъекции производителям осетровых рыб.** URL: https://studwood.ru/1652718/agropromyshlennost/gipofizarnye_inektsii_proizvoditelyam_osetrovyh (дата обращения 18.11.2019).
12. **Подушка С. Б.** Получение икры у осетровых с сохранением жизни производителей // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. — 1999. — Вып. 2. — С. 4—19.
13. **Дмитриевский П.** Как спасти осетров? 2014. URL: <https://fishretail.ru/news/kak-spasti-osetrov-337457> (дата обращения 02.12.2019).
14. **Погощев В.** Скороспелый осетр. 2012. URL: http://www.ssc-ras.ru/files/pdf/ec3jx_0006.pdf (дата обращения 02.12.2019).

V. L. Gaponov, Professor, T. N. Savuskan, Associate Professor, e-mail: dankoserge@yandex.ru, S. V. Gaponov, Senior Lecturer, E. Yu. Gaponova, Senior Lecturer, Don State Technical University, Rostov-on-Don

To the Issue of Replenishment of the Population of Sturgeon Fish Species in Rostov Region

This article discusses the reasons that led to the threat of extinction of all sturgeon species in the Rostov region by 2000, so they were included in the red book of the Rostov region. The purpose of the work is related to one of the many aspects of human life — nutrition, which should be characterized by its high quality. Therefore, it is necessary to return to historically proven fish products, sturgeon species that are disappearing from the natural environment before the eyes of one generation. The method of hormonal stimulation of sturgeon, i.e. the method of pituitary injections, is described. The characteristic of the method of cutting the oviduct for keeping sturgeon producers alive is given. Aquaculture technologies aimed at studying the possibility of returning sturgeon species to the Rostov region are proposed.

Keywords: *high quality supply of sturgeon fish species, medicinal properties of sturgeons and their caviar to the human body, loss of spawning grounds of the don, the method of pituitary injections, sturgeon farming, large-scale poaching, aquaculture technologies*

References

1. **Osetr:** pol'za, vred i osobennosti ryby. URL: <https://foodandhealth.ru/ryba/osetr/> (date of access 15.11.2019).
2. **GOST 7442—2017** Ikra zernistaja osetrovyh ryb. Tehnicheskije uslovija. Moscow: Standartinform, 2017. 10 p.
3. **Korkosh V. V.** Krushenie osetrovogo raja Azovskogo morja chast' 1. URL: <https://www.proza.ru/2018/07/18/572> (date of access 15.11.2019).
4. **Zjuzina E. A.** O rybe, osetrovyh i ikre: konec XIX — 90-e gody XX vekov. Hronologija v imenah, datah, faktah. *Astrahanskij vestnik jekologičesko-skogo obrazovanija*, 2014. No. 1 (27). P. 124—149.
5. **Mirzojan A. V.** Kak vernut' osetra v vody Dona i Azovskogo morja? URL: <https://www.rostov.kp.ru/daily/25650.5/814557/> (date of access 17.11.2019).
6. **Jekologičeskij vestnik Dona** / Administracija Rostovskoj oblasti. Komitet po ohrane okružhajushhej sredy i prirodnyh resursov, g. Rostov-na-Donu, 2003. P. 94—104.
7. **Jekologičeskij vestnik Dona** / Administracija Rostovskoj oblasti. Komitet po ohrane okružhajushhej sredy i prirodnyh resursov, g. Rostov-na-Donu, 2004. P. 52—53.
8. **Jekologičeskij vestnik Dona** / Administracija Rostovskoj oblasti. Komitet po ohrane okružhajushhej sredy i prirodnyh resursov, g. Rostov-na-Donu, 2005. P. 160.
9. **Jekologičeskij vestnik Dona** / Administracija Rostovskoj oblasti. Komitet po ohrane okružhajushhej sredy i prirodnyh resursov, g. Rostov-na-Donu, 2006. P. 104—105.
10. **Krasnaja kniga Rostovskoj oblasti:** v 2 tomah. Zhivotnye, izd. 2-e. 2014. Vol. 1. P. 717—740.
11. **Gipofizarnye in#ekcii proizvođiteljam osetrovyh ryb.** URL: https://studwood.ru/1652718/agropromyshlennost/gipofizarnye_in#ektsii_proizvođiteljam_osetrovoh (date of access 18.11.2019).
12. **Podushka S. B.** Poluchenie ikry u osetrovyh s sohraneniem zhizni proizvođitelej. *Nauchno-tehnicheskij bjulleten' laboratorii ih-tiologii INJeNKO*. 1999. Release 2. P. 4—19.
13. **Dmitrievskij P.** Kak spasti osetrov? 2014. URL: <https://fishretail.ru/news/kak-spasti-osetrov-337457> (date of access 02.12.2019).
14. **Pogoncev V.** Skorospelyj osetr. 2012. URL: http://www.ssc-ras.ru/files/pdf/ec3jx_0006.pdf (date of access 02.12.2019).

УДК 504.064.2

Л. С. Венцюлис, д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр.,

А. Н. Пименов, канд. техн. наук, зав. лабораторией, e-mail: pimenovan@mail.ru,

Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр

Российской академии наук (СПб ФИЦ РАН), Санкт-Петербургский научно-

исследовательский центр экологической безопасности Российской академии наук

Экологические ущербы системы обращения с твердыми коммунальными отходами в Финляндии за последние 25 лет

Рассмотрены вопросы совершенствования системы обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) в Финляндии за последние 25 лет. Показана динамика образования ТКО с 1995 по 2020 г. Приведены качественные и количественные данные полезно используемых видов отходов за последние 25 лет. Отмечены особенности политического, экономического и организационного устройства обращения с отходами в Финляндии. Показано, что за эти годы система была значительно улучшена. Особое внимание уделено совершенствованию системы сжигания, отбору и использованию вторичного сырья, сокращению количества захороненных отходов на полигонах.

Снижение экологических ущербов от отходов при размещении и загрязнении окружающей среды и, как следствие, удельного экологического ущерба, обеспечило экологическую эффективность системы обращения с ТКО в Финляндии за последние 25 лет.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, загрязняющие вещества, выбросы, экологический ущерб, эффективность систем обращения с отходами, экологическая эффективность, переработка отходов, сортировка отходов, сжигание отходов, размещение отходов, вторичное сырье

Финляндская Республика расположена в Северной Европе. Около четверти ее территории находится за полярным кругом. Площадь страны составляет 338 480 км², население 5 434 305 человек. Финляндия занимает 114 место в мире по количеству населения и 64 место по терри-

тории в мире. Плотность населения составляет 16 человек/км², в южных районах доходит до 40 человек/км².

Летом дни длинные и прохладные, зимой короткие и холодные, средняя температура июля составляет 17...18 °С на юге и 14...15 °С на



севере. Средняя температура февраля минус 13...14 °С на севере и минус 4...8 °С на юге [1].

Среднее годовое количество осадков составляет 450 мм на севере и 700 мм на юге. Температура и влажность оказывают существенное влияние на образование вредных выбросов и стоков от захороненных отходов на полигонах.

В Финляндии насчитывается около 190 тыс. озер, занимающих около 9 % территории, что создает немалые трудности в обустройстве полигонов для отходов.

Население в основном концентрируется в прибрежных и южных районах. Наиболее высокой плотностью отличается побережье Финского залива — 44,5 человека/км², наименьшей — Лапландия — 2 человека/км². Большинство городов не превышает 70 тыс. человек. Исключения составляют Хельсинки (5394,4 тыс. человек), Эспо (200 тыс. человек), Тампере (188 тыс. человек), Лахти (95,8 тыс. человек). Следует отметить, что этот показатель является определяющим по организации систем обращения с отходами, что подтверждается и сосредоточением мест захоронения и переработки отходов. В крупных городах расположено несколько полигонов, а в таком районе как Лапландия значительно меньше.

Финляндия располагает незначительным запасом полезных ископаемых. Основное богатство лес и гидроэнергетические ресурсы. Основные отрасли промышленности — переработка дерева и сырья сельского хозяйства. В настоящее время развивается металлургическая промышленность, энергетика и судостроение [2—4]. Половина энергии производится на гидроэлектростанциях, 20 % — на атомных станциях. Основная часть энергии получается за счет использования нефти, угля и газа.

На юге страны в густонаселенных районах развито фермерское хозяйство. В Финляндии, также как и во всех странах мира, развитие цивилизации и рост потребления сопровождается ростом производства разнообразных отходов [1, 2]. Все это приводит к образованию значительного количества отходов, в том числе и коммунальных [4]. Таким образом, проблема рационального обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) превратилась в одну из главных и наиболее острых проблем, так как их количество за последние 25 лет все время увеличивалось (рис. 1).

Основная масса ТКО длительное время захоронивалась на полигонах и загрязняла окружающую

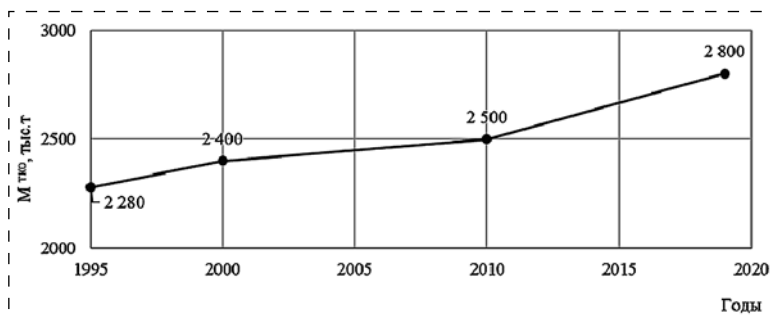


Рис. 1. Динамика образования ТКО в Финляндии за 25 лет

среду (ОС). Вместе с тем следует отметить, что начиная с 1985 г. Финляндия принимает достаточно серьезные меры по сокращению захоронения отходов, в соответствии с "Законом обращения с отходами", в значительной степени основанном на законодательстве ЕС [5].

Отличительной особенностью финской экологической политики является высокий уровень технической экспертизы и широкое использование новых методов экологии, а также экологических знаний и осведомленности в области экологии финских граждан. В области переработки и управления отходами в Финляндии занято порядка 1000 компаний, годовой оборот этой отрасли составляет ~800 млн €, а до 2016 г. в строительство заводов по обработке и утилизации отходов инвестировано более 700 млн €.

В Финляндии, как и во многих странах ЕС, законодательно реализован принцип ответственности производителя за утилизацию произведенной продукции. Из всех стеклянных и пластиковых бутылок в Финляндии сдаётся ~98 %, а металлических банок ~90 %.

В домашних условиях производится ~70 % ТКО, остальные ~30 % в сфере торговли и здравоохранения.

По всей стране организована сеть приемных пунктов для сбора стеклянных ТКО. Всего в Финляндии насчитывается примерно 6 тыс. таких пунктов. На переработку поступает свыше 90 % отобранных на приемных пунктах ТКО.

Финский принцип обращения с ТКО в значительной степени основывается на законодательстве ЕС и построен на иерархии, включающей пять ступеней. Иерархия включает наиболее предпочтительные варианты обращения с отходами: предотвращение образования отходов; обработку перед повторным использованием; переработку; использование, например, для извлечения энергии; утилизацию [5, 6].

В Финляндии применяются следующие экономические инструменты обращения с ТКО, стимулирующие население к соблюдению правил обращения с отходами:

- муниципальные сборы за вывоз и утилизацию ТКО для отсортированных отходов меньше, чем для смешанных, и составляют за 1 т ТКО 102 € и для биологических отходов — 68 €;
- налог на отходы — 50 €/т (с 2013 г.);
- налог на упаковку — 0,5 €/л;
- налог на нефтесодержащие отходы — 5,75 €/кг.

Финское законодательство об отходах в основном базируется на законодательстве ЕС, но в некоторых случаях вводит более строгие стандарты и ограничения. С 1994 г. по настоящее время введено в действие ~20 юридических документов, регламентирующих правовые вопросы обращения с ТКО.

Помимо перечисленных мероприятий по совершенствованию системы обращения с ТКО Правительство Финляндии постоянно принимает дополнительные решения по этому важному вопросу. Было принято решение об утилизации макулатуры, отработанных автопокрышек, упаковки, а также о мерах размещения отходов на полигонах, их сжигании и др.

Все принимаемые решения и их исполнение строго контролируются государственными органами: министерством охраны окружающей среды; Финским институтом окружающей среды; органами власти на местах.

Для Лапландии разработана специальная система обращения с отходами и закреплена законодательно. Эта система предусматривает максимально эффективное использование финансов при работе с малыми объемами отходов, расположенных на больших расстояниях.

В 2016 г. вступил в силу закон о запрете захоронения биологических отходов на полигонах, а также запланировано снижение общего уровня ТКО до 450 кг/человека в год. За последние годы объемы переработки ТКО в Финляндии значительно увеличились вследствие улучшения сортировки и отдельного сбора отходов. Видами отходов, процент переработки которых самый большой, являются бумага и металл. Почти весь металлолом и стекло подвергаются переработке. Древесные отходы и текстиль в основном подвергаются сжиганию. Биоразлагаемые отходы компостируются или подвергаются анаэробному сбраживанию для производства биогаза [6—8].

В Финляндии переработка отходов сосредоточена в крупных региональных центрах по

переработке, где она может быть осуществлена более эффективно и экономно. Все центры имеют площадки для захоронения отходов, которые не подлежат переработке.

Система сбора отходов в Финляндии очень развита и включает в себя как контейнеры для отдельного сбора отходов в жилых домах или в частных домах, так и в центрах у крупных супермаркетов. Повсеместно можно встретить и другие инициативы, позволяющие увеличить процент перерабатываемых отходов, например, в контейнеры для компоста в городских парках. В Финляндии осуществляют предварительную сортировку мусора — сами жители раскладывают мусор по нескольким бачкам, предназначенным для разных видов — пластика, стекла, металла и других видов отходов. Баки для отдельного сбора мусора во дворах и в домах обслуживают различные частные и муниципальные компании. Их в каждом городе достаточно много. Вид контейнеров сбора отходов меняется в зависимости от компании перевозчика. Это могут быть одноцветные пластиковые баки на колесах, один большой контейнер — пухто с различными отсеками или заглубленные баки одинакового цвета.

В Финляндии существует система, при которой люди, совместно владеющие акциями своего жилья, имеют льготы на оплату за жилье и коммунационные услуги, если хорошо и качественно сортируют мусор, а также не производят его слишком много.

Как и во многих странах Евросоюза в Финляндии существует система залоговой стоимости упаковки. Покупая продукт, покупатель платит не только за товар, но и за упаковку (банки, бутылки и др.). Сумма эта фиксирована и покупатель может получить ее обратно, вернув использованную тару в магазин. На упаковке всегда указана залоговая стоимость, а в чеке указано, сколько вы можете получить назад [6—8].

Для этого в большинстве магазинов существуют специальные автоматы, которые принимают бутылки и банки, которые отправляются на предприятия напитков, где наполняются повторно. Такие автоматы установлены повсеместно, их можно встретить на заправках и в малых магазинах. Система залоговой стоимости позволяет вернуть в оборот достаточно большое количество тары и создает удобство для потребителей.

В Финляндии в дополнение к автоматам по приему тары есть центры, в которые можно сдавать все остальные виды отходов, не имеющие залоговой стоимости. Такие центры есть при



крупных сетевых финских супермаркетах, которыми люди активно пользуются, при посещении таких магазинов.

Магазины организуют вывоз отходов. В дополнение к бакам, в которых собираются отходы (бумага, картон, бутылки и пр.), установлены контейнеры для сбора различных ненужных вещей, которые затем можно использовать повторно (в основном в них кладут одежду). Все это является примером того, что ответственный бизнес вместе с людьми может внести значительный вклад в решение проблемы отходов на уровне магазинов.

Особое внимание в последнее время в Финляндии уделялось сжиганию отходов [8–13]. В настоящее время в стране работает девять мусоросжигательных заводов (МСЗ), которые перерабатывают 1,75 млн т отходов. Самый мощный завод расположен в г. Вантаа — четвертом по величине в Финляндии города с населением 200 тыс. человек. На заводе сжигается 320 тыс. т отходов в год, покрывая половину потребности города в тепле и треть в энергопотреблении. В 2021 г. планируется введение еще одного завода по производству энергии из отходов.

В Финляндии двадцать электростанций получили лицензии по сжиганию отходов, но в настоящее время это разрешение используют только десять. Сто сорок тысяч тонн отходов перерабатывается в биогаз, который используется в химической промышленности и при получении тепла. Сто тридцать тысяч тонн отходов перерабатывается в компост, который используется в сельском хозяйстве.

Все перечисленные мероприятия в Финляндии по совершенствованию системы обращения с ТКО за последние 25 лет позволили создать достаточно эффективную систему, которая в настоящее время дает ощутимые положительные результаты [9]. Следует отметить, что прогнозы дальнейшего развития системы обращения с ТКО в Финляндии дают основание предполагать, что при таких же темпах совершенствования системы к 2030 г. количество перерабатываемых отходов достигнет 1200 тыс. т.; сжигаемых отходов на заводах — 2000 тыс. т. и будет исключено захоронение отходов на полигонах.

Весь многообразный и целенаправленный комплекс работ в области ТКО с 1995 г. по настоящее время в Финляндии обеспечил достаточно высокий уровень системы обращения с ТКО (рис. 2). Количество сжигаемых отходов в 2019 г. достигло 1750 тыс. т, количество отобранных отходов на вторичное сырье составило 860 тыс. т., количество компоста — 140 тыс. т и было захоронено на полигонах всего 30 тыс. т.

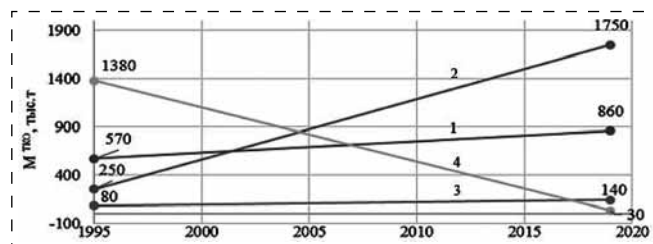


Рис. 2. Количество ТКО, образованных в Финляндии за 25 лет, отобранных на вторичное сырье (1), утилизированных на МСЗ (2), компостируемых на мусороперерабатывающих заводах (3), захороненных на полигонах (4)

При этом за последние 25 лет (с 1995 по 2020 г.):

— количество отходов, захороненных на полигонах, сократилось в 46 раз (с 1380 тыс. т. до 30 тыс. т);

— количество отходов, утилизированных на МСЗ, увеличилось в 7 раз (с 250 тыс. т. до 1750 тыс. т);

— количество перерабатываемого и используемого сырья увеличилось в 1,5 раза (с 570 тыс. т. до 860 тыс. т);

— количество компостируемых отходов на мусороперерабатывающих заводах (МПЗ) увеличилось в 1,75 раза (с 80 тыс. т. до 140 тыс. т).

На основании полученных данных по состоянию системы обращения с отходами в Финляндии за последние 25 лет были определены экологические ущербы окружающей среды за рассматриваемый период. Экономический ущерб есть фактические экологические, экономические потери, возникающие в результате нарушения хозяйственной деятельности, природоохранного законодательства, стихийных экологических факторов и катастроф.

Под загрязнением окружающей среды (ОС) понимается антропогенно обусловленные поступления вещества и энергии в ОС, приводящие к ухудшению ее состояния с точки зрения социально-экономических интересов общества.

Общий экологический ущерб, нанесенный ОС предприятиями, можно определить как сумму частных значений экологического ущерба отдельным компонентам ОС [14] в соответствии с уравнением

$$Y_p = Y_m^A + Y_m^B + Y_m^3 + Y_m^{\text{отх}} + Y_{\text{пр}}^{\text{II}}, \quad (1)$$

где Y_p — общий экологический ущерб, руб.; Y_m^A — ущерб, наносимый атмосферному воздуху, руб.; Y_m^B — ущерб, наносимый водным ресурсам, руб.; Y_m^3 — ущерб, наносимый земельным ресурсам, руб.; $Y_m^{\text{отх}}$, $Y_{\text{пр}}^{\text{II}}$ — ущерб, наносимый земельным ресурсам при размещении отходов (полигоны)

и перерабатывающих отходы предприятий, руб.

Оценка экологического ущерба атмосферному воздуху может быть определена по следующей зависимости:

$$Y_m^A = Y_{уд.м}^A M^A K_{\text{э}}^A, \quad (2)$$

где $Y_{уд.м}^A$ — показатель удельного ущерба атмосферному воздуху, наносимого выбросами единицы приведенной массы каждого из загрязняющих веществ для определенного района. Для РФ может быть принят $Y_{уд.м}^A = 61,4$ руб./усл. т (средний); $K_{\text{э}}^A$ — коэффициент экологической ситуации и значимости состояния атмосферного воздуха в районе; для РФ $K_{\text{э}}^A = 1,8$; M^A — приведенная масса выбросов загрязняющих веществ, т.

$$M^A = \sum m_i^A K_{\text{э}i}^A,$$

где m_i^A — масса i -го загрязняющего вещества, т; $K_{\text{э}i}^A$ — коэффициент относительной эколого-экономической опасности для i -го загрязняющего вещества.

Оценка экологического ущерба водным объектам может быть определена по зависимости:

$$Y_m^B = Y_{уд.м}^B M^B K_{\text{э}}^B, \quad (3)$$

где $Y_{уд.м}^B$ — показатель удельного ущерба водным ресурсам, наносимого сбросами приведенной массы загрязняющих веществ, руб./усл. т; в среднем по РФ составляет 9041,7 руб./усл. т; $K_{\text{э}}^B$ — коэффициент экологической ситуации и значимости водных объектов; для различных районов составляет 1,11...1,4; M^B — приведенная масса сбросов загрязненных вод.

$$M^B = \sum m_i^B K_{\text{э}i}^B,$$

где m_i^B — масса загрязняющего вещества, сброшенного в ОС, т; $K_{\text{э}i}^B$ — коэффициент относительной эколого-экономической опасности для i -го

загрязняющего вещества; для Балтийского моря составляет 9700 руб./усл. т.

Оценка экологического ущерба земельным ресурсам может быть определена по зависимости:

$$Y_m^3 = Y_{уд}^3 S K_{ni}, \quad (4)$$

где $Y_{уд}^3$ — показатель удельного экологического ущерба почвам и земельным ресурсам (тыс. руб./га); для Ленинградской области $Y_{уд}^3 = 14,3$ тыс. руб./га; K_{ni} — коэффициент природохозяйственной значимости почв, $K_{ni} = 1,5...2,5$; S — площадь деградированных и нарушенных загрязненных земель; n — количество учитываемых загрязняющих веществ.

Экологический ущерб от образования и размещения отходов может быть определен по следующей зависимости:

$$Y_m^{\text{отх}} = Y_{уд}^{\text{отх}} \sum M_i^{\text{отх}} K_{ni}^{\text{отх}}, \quad (5)$$

где $Y_{уд}^{\text{отх}}$ — показатель удельного ущерба ОС при размещении 1 т отходов IV класса (руб./т); для Северо-Западного района $Y_{уд}^{\text{отх}}$ составляет 104,8 руб./т; $K_{ni}^{\text{отх}}$ — коэффициент, учитывающий класс опасности (1 класс — 7; 2 класс — 4; 3 класс — 3; 4 класс — 1; 5 нетоксичный безопасный класс — 0,2); $M_i^{\text{отх}}$ — масса отходов i -го класса опасности; n — количество загрязняющих веществ.

Экологический ущерб от размещения заводов по переработке отходов может быть определен по следующей зависимости:

$$Y_{пр}^{\Pi} = Y_{уп}^{\Pi} \sum S_j K_{пj}, \quad (6)$$

где $Y_{уп}^{\Pi}$ — показатель удельного ущерба почвам и земельным ресурсам, $Y_{уп}^{\Pi} = 22,5$ тыс. руб./га; S — площадь земель, использованных для завода, га; $K_{пj}$ — коэффициент природохозяйственной значимости почв и земель, $K_{пj} = 1,5$; j — количество объектов по переработке отходов — мусоросжигательных заводов (МСЗ).

На основе представленных зависимостей по определению экологических ущербов от размещения и загрязнения ОС были произведены расчеты (таблица).

Экологические ущербы от ТКО (млн руб.)

| Годы | Полигоны | | | Заводы | | Всего |
|------|----------------|---------------------|------------------|--------------------|---------------------|--------|
| | Размещение ТКО | Загрязнение воздуха | Загрязнение воды | Размещение заводов | Загрязнение воздуха | |
| 1995 | 317,4 | 20,5 | 0,81 | 0,576 | 0,224 | 339,51 |
| 2019 | 6,9 | 0,615 | 0,018 | 2,467 | 4,924 | 14,224 |

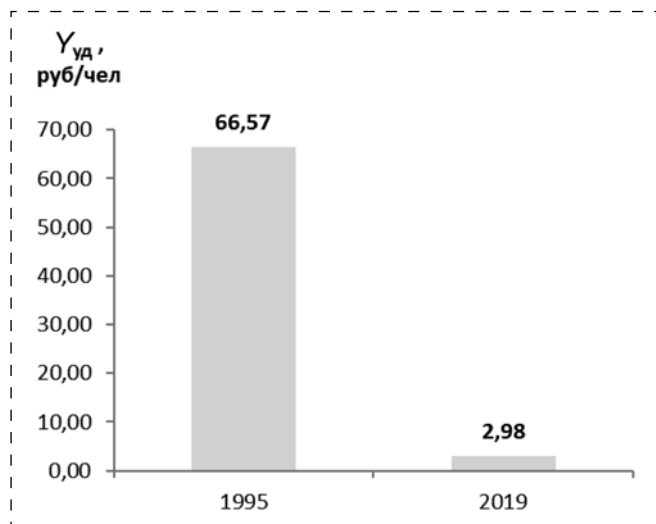


Рис. 3 Удельные экологические ущербы от захороненных и утилизированных ТКО за 1995 и 2019 гг.

Как можно заметить, наибольшие ущербы по размещению объектов относятся к полигонам, а по загрязнению ОС в 2019 г. к МСЗ. Меньшие ущербы относятся к загрязнению воды.

В целях оценки совершенствования систем обращения с отходами за рассматриваемый период в Финляндии была проведена оценка удельных экологических ущербов за 1995 и 2020 гг. по зависимости:

$$Y_{уд} = Y^{ТКО}/N, \quad (7)$$

где $Y^{ТКО}$ — экологический ущерб от ТКО за рассматриваемый год, руб.; N — численность населения Финляндии за рассматриваемый год.

Как видно из рис. 3, удельные экологические ущербы от ТКО за последние 25 лет при совершенствовании систем обращения с отходами значительно сократились.

Все это свидетельствует о рациональной и целенаправленной политике по совершенствованию систем обращения с отходами за последние 25 лет.

Заключение

Из приведенных выше данных по обращению с ТКО в Финляндии за последние 25 лет можно сделать вывод, что система обращения с отходами постоянно совершенствовалась. Основное внимание уделялось снижению количества отходов, захораниваемых на полигонах, а также

сжиганию и отбору отходов на вторичное сырье. Все это способствовало тому, что в Финляндии была создана одна из лучших систем обращения с ТКО в мире.

Список литературы

1. **Майнаидер Х.** История Финляндии. — М.: Издательство "Весь Мир", 2008. — 248 с.
2. **Новый энциклопедический словарь РИПОЛ КЛАССИК** "Большая Российская энциклопедия". — М., 2007.
3. **Тельнова Н. О., Демидова Е. Е.** и др. **ФИНЛЯНДИЯ** // Большая российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru/geography/text/4713984> (дата обращения 07.05.2020).
4. **Дроздов В. В.** Многолетняя диалектика компонентов экосистемы Невской губы под влиянием природных факторов и гидростроительства // Экология и промышленность России. — 2012. — № 4. — С. 68–75.
5. **Директива № 2008/98/ЕС** Европейского парламента и Совета Европейского Союза "Об отходах и отмене ряда Директив" [рус., англ. — Народное образование]. narodiossii.ru (дата обращения 21.09.17). Архивировано 25 сентября 2017 года.
6. **Переработка** твердых бытовых отходов Автор: Сари Пиippo. Редактор: Эва Понграц. Переводчик: Степан Лаппо. Редакторы русского перевода: Виктор Павлов, Елена Федорова. Проект "Зеленые города и поселения", финансируется Европейским Союзом, Российской Федерацией и Финляндской Республикой. Напечатано в Juvenes Print Oulu, 2014.
7. **Дарулис П. В.** Отходы областного города. Сбор и утилизация. — Смоленск: Издание "Смядынь", 2000. — 512 с.
8. **Венцюлис Л. С., Скорик Ю. И., Флоринская Т. М.** Система обращения с отходами, оценочные принципы организации и критерии. — СПб.: изд. ПИЯФ РАН СПбНЦ, 2007. — 207 с.
9. **Венцюлис Л. С.** Эколого-экономическая эффективность систем обращения с ТКО в регионах водосборного бассейна Финского залива // Региональная экология. — 2017. — № 1 (47). — С. 16–20.
10. **Григорьев К. А., Рундыгин Ю. А.** Технология сжигания органических топлив. — СПб.: изд. ГПИ, 2006. — С. 18–24.
11. **Кофман Д. И., Востриков М. М.** Термическое уничтожение и обезвреживание отходов. — СПб.: НПО "Профессионал", 2013. — 340 с.
12. **Венцюлис Л. С., Скорик Ю. И., Чусов А. Н.** Энергосбережение как основная проблема ТКО России. — СПб.: Изд. ГПУ, 2011. — 239 с.
13. **Венцюлис Л. С., Чусов А. Н.** Твердые коммунальные отходы — одна из основных проблем России. — СПб.: Изд. ГПУ Петра Великого, 2017. — 502 с.
14. **Методика** определения предотвращенного экологического ущерба. Утверждена Председателем Государственного комитета РФ по охране Окружающей среды В. И Даниловым-Данильяном 30.11.1999, Москва.

L. S. Ventsyulis, Chief Research Scientist, Professor,
A. N. Pimenov, Head of Laboratory, e-mail: pimenovan@mail.ru, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS), St. Petersburg, Scientific Research Centre for Ecological Safety of the Russian Academy of Sciences

Environmental Damage to Finland's Solid Waste Management System over the Past 25 Years

The article considers the improvement of the MSW treatment system in Finland over the past 25 years. The dynamics of MSW formation from 1995 to 2020 are shown. The qualitative and quantitative data of usefully used types of wastes for the past 25 years are presented. The peculiarities of the political, economic and organizational structure of waste management in Finland are noted.

It is shown that over the years the system has been significantly improved. Particular attention was paid to improving the incineration system, to selecting and using of recycled materials, reducing the amount of landfill wastes.

During the period under review, the amount of used recycled materials increased 1.5 times (from 570,000 tons to 860,000 tons). The amount of incinerated wastes increased 7 times (from 250,000 tons to 1750 thousand tons), and the number of buried wastes decreased sharply from 1380 thousand tons to 30,000 tons.

The reduction of environmental damage from waste in the placement and pollution of the environment, and as a result, specific environmental damage has ensured the environmental effectiveness of the MSW treatment system in Finland over the past 25 years.

The above-mentioned positive results in improving the waste management system were achieved as a result of a set of measures carried out in Finland over the past 25 years aimed at solving economic, organizational, regulatory and technological problems.

Keywords: municipal wastes, pollutants, emissions, environmental damage, efficiency of waste management systems, environmental efficiency, waste processing; waste sorting, waste incineration, waste disposal, secondary raw materials

References

1. **Majnaider H.** Istoriya Finlyandii. Moscow: Izdatel'stvo "Ves' Mir", 2008. 248 p.
2. **Novyj enciklopedicheskij slovar' RIPOL KLASSIK** "Bol'shaya Rossijskaya enciklopediya". Moscow, 2007.
3. **Tel'nova N. O., Demidova E. E.** et al. FINLYANDIYA // Bol'shaya Rossijskaya enciklopediya. URL: <https://bigenc.ru/geography/text/4713984> (date of access 07.05.2020).
4. **Drozdov V. V.** Mnogoletnyaya dialektika komponentov ekosistemy Nevskoj guby pod vliyaniem prirodnyh faktorov i gidrostroitel'stva. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2012. No. 4. P. 68–75.
5. **Direktiva N 2008/98/ES** Evropejskogo parlamenta i Soveta Evropejskogo Soyuza "Ob othodah i otmene ryada Direktiv" [rus., angl. — Narodnoe obrazovanie]. narodirossii.ru. (date of access 21.09.17). Arhivirovano 25 sentyabrya 2017 goda.
6. **Pererabotka** tverdyh bytovyh othodov Avtor: Sari Piippo. Redaktor: Eva Pongrac Perevodchik: Stepan Lappo Redaktory russkogo perevoda: Viktor Pavlov, Elena Fedorova. Proekt "Zelenye goroda i poseleniya", finansiruetsya Evropejskim Soyuzom, Rossijskoj Federacijei i Finlyandskoj Respublikoj.
7. **Darulis P. V.** Othody oblastnogo goroda. Sbor i utilizaciya. Smolensk: Izdanie "Smyadyn", 2000. 512 p.
8. **Vencyulis L. S., Skorik Yu. I., Florinskaya T. M.** Sistema obrashcheniya s othodami, ocenochnye principy organizacii i kriterii. Saint-Petersburg: izd. PIYAF RAN SPbNC, 2007. 207 p.
9. **Vencyulis L. S.** Ekologo-ekonomicheskaya effektivnost' sistem obrashcheniya s TKO v regionah vodosbornogo bassejna Finskogo zaliva. *Regional'naya ekologiya*. 2017. No. 1 (47). P. 16–20.
10. **Grigor'ev K. A., Rundygin Yu. A.** Tekhnologiya szhiganiya organicheskikh topliv. Saint-Petersburg: izd. GPI. 2006. P. 18–24.
11. **Kofman D. I., Vostrikov M. M.** Termicheskoe unichtozhenie i obezvrezhivanie othodov. Saint-Petersburg: NPO "Profesional", 2013. 340 p.
12. **Vencyulis L. S., Skorik Yu. I., Chusov A. N.** Energoberezhenie kak osnovnaya problema TKO Rossii. Saint-Petersburg: Izd. GPU, 2011. 239 p.
13. **Vencyulis L. S., Chusov A. N.** Tvyordye kommunal'nye othody — odna iz osnovnyh problem Rossii. Saint-Petersburg: GPU Petra Velikogo, 2017. 502 p.
14. **Metodika** opredeleniya predotvrashchyonnogo ekologicheskogo ushcherba. Utverzhdena Predsedatelem Gosudarstvennogo komiteta RF po ohrane OS V. I. Danilovym-Danilyanom 30.11.1999. Moscow.

УДК 504.3.054

О. Н. Гринюк, канд. техн. наук, доц., Новомосковский институт (филиал) Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева,
О. В. Алексашина, канд. техн. наук, доц., e-mail: Svirukova@yandex.ru, Московский политехнический университет,
А. В. Архипов, асп., Тульский государственный университет,
А. Д. Михед, канд. техн. наук, доц., Международная полицейская академия ВПА, Тула

Предпосылки и особенности модернизации системы экомониторинга атмосферы города Новомосковска

Рассмотрен интерполяционный метод контроля движения воздушной среды районов города с неоднородным ландшафтом местности при техногенных авариях. Выявлено, что данные не отражают реальную картину воздушного бассейна над промышленным кластером, т. е. данные измерений атмосферного воздуха района являются нерепрезентативными и неполными, и в случае техногенной аварии с выбросом в атмосферу сильнодействующих ядовитых веществ службы ГО и ЧС не смогут рассчитать адекватный сценарий аварии с учетом размера и перемещения газового облака, что может привести к экологической катастрофе.

Ключевые слова: экологический мониторинг, загрязнение атмосферы, интерполяционный метод контроля атмосферы, стационарная лаборатория, автоматизированная система контроля, промышленный кластер, воздушный бассейн, техногенная авария

Введение

Одним из крупнейших центров химической промышленности в центральной России является Новомосковский промышленный кластер, включающий в себя такие крупные предприятия, как АО НАК "Азот", ООО "Проктер энд Гэмбл — Новомосковск", ООО "Оргсинтез Новомосковск", ООО "Полипласт Новомосковск", которые ежегодно увеличивают объемы производства. Данный промышленный кластер является потенциальным очагом техногенной аварии, характеризующейся выбросом в атмосферу сильнодействующих ядовитых веществ. Для контроля и наблюдения за качеством и передвижением воздушной среды района в 2000 г. в г. Новомосковске была создана система экологического мониторинга атмосферы. Модернизация автоматизированных систем контроля загрязнения воздуха во всем мире идет по пути применения все более совершенной техники, наращивания числа постов наблюдения и автоматических датчиков для определения вредных примесей, объединения отдельных постов в системы. Полнота и достоверность данных о состоянии окружающей воздушной среды зависит от количества и правильности расположения постов

наблюдения. Поэтому актуальность приобретает обоснование оптимального числа постов и их расположения.

Основными целями и задачами системы экологического мониторинга города являются:

- непрерывный мониторинг за качеством и передвижением воздушной среды города;
- автоматическое измерение и учет концентраций шести загрязняющих веществ;
- формирование фонда данных экологического мониторинга;
- предоставление в случае экологической аварии с выбросом анализируемых веществ репрезентативных данных службам ГО и ЧС для расчета сценария аварии, с учетом размера и перемещения газового облака;
- доведение до населения достоверной информации о состоянии окружающей среды.

Система экологического мониторинга г. Новомосковска включает в себя автоматизированную систему контроля (АСК) "Атмосфера" и Посты Росгидромета, которые расположены в Северном микрорайоне (ПНЗ № 1), центральной части города (ПНЗ № 2) и Вахрушевском микрорайоне (ПНЗ № 3). Замеры проводятся вручную три раза в сутки.

Автоматизированная система контроля "Атмосфера" г. Новомосковска функционирует с 2000 г. Сбор, обработка и представление информации об уровне загрязнения атмосферного воздуха города проводится автоматически с периодичностью в 20 мин. Полученные данные передаются в муниципальное казенное учреждение "Единая дежурно-диспетчерская служба" и в администрацию муниципального образования г. Новомосковска для анализа и оперативного принятия мер, а также выводятся на сайт администрации в режиме реального времени в количественных показателях.

АСК "Атмосфера" обрабатывает и анализирует собранную в автоматическом режиме информацию по шести приоритетным веществам (диоксид азота, оксид азота, аммиак, оксид углерода, сернистый ангидрид, сероводород) с четырех стационарных постов, расположенных в различных районах города. Перечень измеряемых веществ определен с учетом требований, установленных РД 52.04.186—89 "Руководство по контролю загрязнения атмосферы" и ГОСТ 17.2.3.01—86 "Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов" [1, 2].

Согласно пунктам 2.5 и 2.7 указанного ГОСТа число постов и их размещение определяется с учетом численности населения, площади населенного пункта и рельефа местности, а также развития промышленности. В населенных пунктах устанавливают один стационарный или маршрутный пост через каждые 0,5...5 км с учетом сложности рельефа и наличия значительного количества источников загрязнения [2].

В Новомосковске в настоящее время функционируют четыре поста АСК "Атмосфера", но их расположение не в полной мере отвечает требованиям ГОСТ 17.2.3.01—86, согласно которым каждый пост независимо от категории размещается на открытой, проветриваемой со всех сторон площадке с непылящим покрытием: асфальте, твердом грунте, газоне — таким образом, чтобы были исключены искажения результатов измерений наличием зеленых насаждений, зданий и т. д.

Местоположение трех постов АСК "Атмосфера" было выбрано около 20 лет назад не на основе требований ГОСТа, а исходя из имеющихся на тот момент возможностей. Поэтому три из четырех стационарных постов АСК "Атмосфера" расположены так же как и стационарные лаборатории Росгидромета, т. е. все точки измерения экологической системы мониторинга города находятся на территории жилой застройки города (рис. 1, см. 3-ю стр. обложки).

Однако основной промышленный район, включающий в себя крупнейшие химические предприятия города, находится за Любовским водохранилищем, т. е. от ближайшего жилого района основной части города (пос. Гипсовый) на расстоянии около 4 км, а от Северного микрорайона, в котором расположены ближайшие посты Росгидромета и АСК "Атмосфера", отслеживающие основные метеопараметры воздушной среды, на расстоянии более 6 км. При том район обладает неоднородностью ландшафта местности, включающий в себя достаточно крупный для данного района водный объект — Любовское водохранилище. Встает вопрос: насколько точно данные с ближайших постов наблюдения будут отражать картину воздушного бассейна над промышленным районом [3].

Для решения этого вопроса были проведены теоретические и экспериментальные исследования на основе имитационного моделирования.

Объекты и методы исследований

Целью работы является оценка на основе инновационных методов исследования репрезентативности и достаточности полученных данных от постов экологической системы мониторинга.

Были проведены экспериментальные исследования соответствия данных, полученных с постов экологической системы мониторинга атмосферы, данным Росгидромета о состоянии воздушного бассейна над промышленным районом.

Метеоданные воздушной среды района отслеживают именно посты Росгидромета, и на базе этих данных оценивается ситуация ГО ЧС в случае техногенной аварии на всей территории Новомосковского района. Поэтому было принято решение в качестве реперных точек измерения выбрать две выборки. Первая выборка состоит из четырех точек, три из которых соответствуют стационарным лабораториям Росгидромета, и одной точки на территории промышленного района. Вторая выборка включает первую выборку и три точки, соответствующие районам месторасположения постов АСК "Атмосфера". Измерения проводились три раза в сутки в то же время, что и на постах контроля, с помощью средств ручного контроля — анемометра и компаса. Сбор данных измерений первой выборки осуществляли два человека: один находился в промышленном районе, а другой — на территории жилой застройки города и перемещался между точками с помощью автотранспорта в течение нескольких минут,

для получения достоверных и стабильных данных. Измерения по второй выборке осуществляли аналогично три человека, два человека — как при первой выборке, и еще один — по районам месторасположения постов АСК "Атмосфера", также с помощью средств автотранспорта [4].

В качестве средства измерений были выбраны достаточно простые и доступные по цене устройства — три чашечных анемометра МЕГЕОН-11030 (рис. 2). Данный прибор представляет собой высокоточный анемометр с интегрированным метеорологическим флюгером. Технические характеристики прибора приведены в табл. 1 [5].

В качестве теоретического метода исследования на основе имитационного моделирования движения газового облака был взят интерполяционный метод контроля движения воздушной среды районов с неоднородностью ландшафта местности при техногенных авариях [3]. Метод состоит из трех основных этапов: экспериментальные обследования метеоусловий района, обработка экспериментальных данных с помощью метода восстановления полей воздушных потоков и оперативный контроль динамики воздушной

среды при техногенных авариях. Для разработки метода восстановления полей воздушных потоков по данным реперных измерений и текущих показаний с постов контроля атмосферного воздуха за основу взят метод помехоустойчивой интерполяции. Помехоустойчивая интерполяция устойчива к погрешностям средств измерений, составляющих значительную величину при оценке метеоданных воздушного бассейна.

В целях получения репрезентативной информации о пространственной и временной изменчивости движения воздушных потоков района необходимо предварительно провести экспериментальные обследования метеоусловий района с помощью передвижных средств. Методика обследования состоит в следующем: маршруты движения автотранспорта для измерения направления и скорости ветра в реперных точках на карте местности выбираются так, что каждый участок района можно обследовать за минимальное время и получить стабильные и однозначные результаты.

Результаты исследования

В районе обследования проводят многократные реперные измерения скорости и направления ветра при различных метеоусловиях для формирования экспериментального статистического материала о движении воздушной среды. Затем эти данные обрабатывают с помощью помехоустойчивой интерполяции и строят векторные поля значений направления и скорости движения воздушных потоков (рис. 3).

При наложении полей значений направления и скорости движения воздушных потоков на карту данного района получают эпюры, с помощью которых можно визуально наблюдать по какому направлению движется воздушный поток в каждой точке обследуемого района при текущих метеоусловиях [6]. В целях визуализации полей распределения направления и скорости

Таблица 1

Технические характеристики анемометра МЕГЕОН-11030

| Параметры | Значения |
|---|--|
| Диапазон измерений скорости ветра | 0...30 м/с |
| Предел допускаемой основной погрешности индикации и порога срабатывания по предельной скорости ветра $V_{пр}$ | Не более $\pm(0,3 + 0,03V)$ м/с, где V — измеренная скорость |
| Направление ветра | — |
| Диапазон измерений направления ветра | 0...360°, 16 направлений |



Рис. 2. Внешний вид чашечного анемометра МЕГЕОН-11030



Рис. 3. Векторограмма неоднородности распределения значений направления и скорости ветра на исследуемом участке местности

воздушных потоков строятся эпюры движения воздушных потоков.

Для синтеза модели поля воздушного потока исходные данные, полученные в реперных узлах в виде значений скоростей $V(x, y)$ и направлений ветра $\alpha(x, y)$ преобразуются в вертикальные и горизонтальные проекции векторов скоростей $\Delta x(x, y)$ и $\Delta y(x, y)$ (рис. 4):

$$\begin{cases} \Delta x(x, y) = V(x, y) \cos(\alpha(x, y)) \\ \Delta y(x, y) = V(x, y) \sin(\alpha(x, y)) \end{cases} \quad (1)$$

Интерполяционная модель поля воздушного потока включает в себя две модели проекций вектора скоростей в реперных узлах:

$$\begin{cases} \Delta \hat{x}(x, y) = \sum_{K=0}^{M-1} \hat{a}_{x, k} \varphi_k(x, y) \\ \Delta \hat{y}(x, y) = \sum_{K=0}^{M-1} \hat{a}_{y, k} \varphi_k(x, y) \end{cases}, \quad (2)$$

где $\varphi_k(x, y)$ — M — первых базисных функций из полной ортогональной системы;

$\hat{a}_{x, k}, \hat{a}_{y, k}$ — оценка амплитуды для k -й гармоники в соответствующей моделируемой проекции.

Выбор новых гармоник и их амплитуд $\hat{a}_{x, k}, \hat{a}_{y, k}$ оценивается с учетом помехи реперных измерений по данным фактического реперного плана на основе метода стохастической интерполяции в эволюционном режиме.

При реальной опасности распространения газового облака вредных веществ необходима своевременная информация о направлении и скорости движения газового облака. Для этого разработана программа для расчета движения газового облака при техногенных авариях. Исходными значениями для расчета являются текущие значения направления и скорости ветра в реперных точках

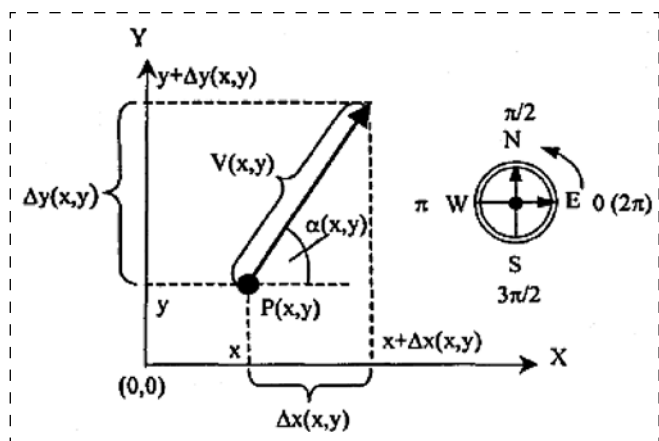


Рис. 4. Разложение вектора скорости в реперной точке $P(x, y)$

исследуемого района, полученные от штатных информационных служб (Росгидромет) и информация об источнике выброса (местонахождение и характеристика выбрасываемого вещества) от штатных служб (ГО и ЧС).

При изменении текущих значений скорости и направления ветра во время движения газового облака, прогноз уточняется с помощью аналогичных действий (ввод новых значений направления и скорости ветра, запрос к базе эпюр, выбор эпюр, расчет динамики движения газового облака). Система прогноза работает до тех пор, пока в этом есть необходимость. Для расчета движения газового облака, в случае аварии, связанной с выбросом в атмосферу вредного вещества, значения направления и скорости ветра вводятся в программу расчета движения газового облака: из базы эпюр выбирается эпюра движения воздушных потоков, наиболее близко соответствующая текущему направлению и скорости ветра в реперных узлах. На основе выбранной эпюры рассчитывается поле распространения газового облака и строится краткосрочный прогноз.

Методика прогнозирования движения загрязняющего облака основана на его представлении большим числом точек — элементарных объемов газа. Для каждой точки рассчитываются два вида движения: перемещение воздушными потоками и диффузия. Перемещение воздушным потоком определяется полем его распределения, представляемого соответствующими проекционными моделями. Диффузия частиц газа моделируется на основе первого закона Фика, согласно которому количество продиффундировавшего вещества пропорционально градиенту концентрации [7]. Для расчета диффузии используется сетка из 8 элементов эпюры, соседних к элементу, в котором находится данная точка объема (рис. 5).

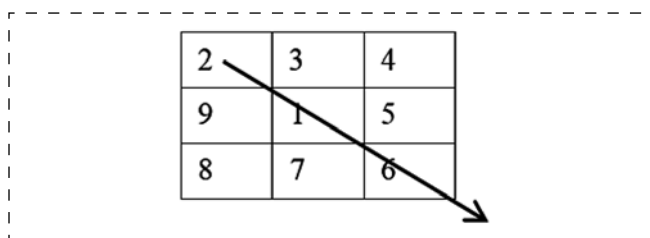


Рис. 5. Сетка для расчета диффузии частиц газового облака

При этом применяется следующий эвристический алгоритм расчета диффузии: для каждой точки (элементарного объема газа) определяются смещения и за счет разности концентраций между центральным элементом I сетки и соседним с ним элементом, а также случайное смещение, пропорциональное концентрации в текущей камере [3]:



Показания направления и скорости ветра на исследуемом участке

| № | Преобладающее направление ветра | Скорость ветра, м/с / Направление ветра в градусах | | | |
|---|---------------------------------|--|---------|---------|---------------------------|
| | | ПНЗ № 1 | ПНЗ № 2 | ПНЗ № 3 | Реперная точка в промзоне |
| 1 | С (0°) | 1,3/0 | 1,3/0 | 1,2/2 | 2/4 |
| 2 | СВ (45°) | 1,6/40 | 1,7/35 | 1,7/45 | 2/60 |
| 3 | В (90°) | 0,5/105 | 0,6/100 | 0,6/100 | 1/110 |
| 4 | ЮВ (135°) | 2,7/140 | 2,7/135 | 2,8/140 | 3/145 |
| 5 | Ю (180°) | 2,5/180 | 2,3/180 | 2,0/195 | 4/240 |
| 6 | ЮЗ (225°) | 3,0/240 | 3,5/225 | 3,1/225 | 5/165 |
| 7 | З (270°) | 2,5/265 | 2,5/260 | 2,6/270 | 3/280 |
| 8 | СЗ (315°) | 0,3/310 | 0,3/310 | 0,4/310 | 1/320 |

$$\begin{cases} \Delta xd = k_{xx} \cdot N_2 + k_x \cdot N_9 + k_{xx} \cdot N_3 - \\ - k_{xx} \cdot N_4 - k_x \cdot N_5 - k_{xx} \cdot N_6 - f_x \cdot N_1 \\ \Delta yd = k_{yy} \cdot N_2 + k_y \cdot N_3 + k_{yy} \cdot N_4 - \\ - k_{yy} \cdot N_6 - k_y \cdot N_7 - k_{yy} \cdot N_8 - f_y \cdot N_1 \end{cases}, \quad (3)$$

где $N_1, N_2 \dots N_9$ — количество точек в квадратах 1, 2...9; k_x и k_y — коэффициенты диффузии для осей x и y ; k_{xx} и k_{yy} — диагональные коэффициенты диффузии для осей x и y ; f_x и f_y — коэффициенты случайной диффузии из квадрата 1 на рис. 5 по осям x и y .

$$\begin{cases} X_{n+1} = X_n + \Delta x + \Delta xd \\ Y_{n+1} = Y_n + \Delta y + \Delta yd \end{cases}. \quad (4)$$

В результате экспериментального исследования района в течение более 1,5 лет было проведено 57 обследований данного района при различных метеоусловиях и были получены результаты, часть которых представлена в табл. 2.

Данные с четырех постов АСК "Атмосфера", анализирующих загрязнения воздушного бассейна шестью приоритетными химическими веществами, так же как и с четырех стационарных лабораторий Росгидромета "Пост-2", которые размещены в зоне жилой застройки города, не отражают реальную картину воздушного бассейна над промышленным кластером (рис. 6 — см. 3-ю стр. обложки).

Из рис. 6, *a* и *б* можно заметить, что распространение газового облака около Шатского водохранилища поменяло свое направление и свернуло на жилой массив города Новомосковска. То есть данные измерений атмосферного воздуха района с постов экомониторинга являются нерепрезентативными и неполными, и в случае техногенной аварии с выбросом в атмосферу сильнейших ядовитых веществ, службы ГО и ЧС не смогут рассчитать адекватный сценарий аварии с учетом размера и перемещения газового облака, что может привести к экологической катастрофе [3].

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что при выборе местоположения поста

наблюдения за состоянием атмосферного воздуха недостаточно учитывать только преобладающее направление ветра в данном районе. Необходимо также проанализировать влияние ландшафта местности на движение воздушных потоков.

На данный момент остро стоит проблема оборудования нового поста АСК "Атмосфера" (Пост № 5) в Заводском районе в связи с непосредственной близостью к промышленной части города, что является одним из способов модернизации АСК "Атмосфера". Размещение поста наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха вблизи санитарно-защитной зоны предприятий обеспечит гарантированное и своевременное выявление негативных экологических факторов.

Развитием данного исследования является также выбор оптимального места для расположения Поста № 5 на основе методики синтеза рационального плана размещения реперных узлов наблюдения. При этом для обеспечения необходимой эффективности предложенной методики необходима достаточная статистика о состоянии воздушных потоков (предыстория воздушного бассейна), полученная по данным специально организованных полномасштабных замеров в узлах равномерной сетки адекватного размера.

Заключение

Рост промышленности влечет за собой необходимость совершенствования систем мониторинга состояния атмосферного воздуха населенных мест. Для города Новомосковска как крупного промышленного центра это особо актуально. Существующая в городе система экомониторинга, представленная постами Росгидромета и АСК "Атмосфера", не в полной мере справляется с поставленными перед ней задачами. Их стационарные посты расположены на территории жилой застройки города вдали от основного промышленного района, где сосредоточено

большинство химических предприятий города. Полученные результаты однозначно свидетельствуют о том, что предоставленные с постов экомониторинга данные измерений атмосферного воздуха района являются нерепрезентативными и неполными, и в случае техногенной аварии с выбросом в атмосферу сильнодействующих ядовитых веществ, службы ГО и ЧС не смогут рассчитать адекватный сценарий аварии с учетом размера и перемещения газового облака, что может привести к экологической катастрофе. Таким образом, необходима модернизация действующей системы экомониторинга атмосферы Новомосковска в части оборудования нового поста № 5 АСК "Атмосфера" в Заводском районе в непосредственной близости к санитарно-защитной зоне предприятий, что обеспечит гарантированное и своевременное выявление негативных экологических факторов. Также при выборе местоположения нового поста необходимо учитывать не только преобладающее направление ветра в данном районе, но и влияние ландшафта местности на движение воздушных потоков.

Список литературы

1. **РД 52.04.186—89** Руководство по контролю загрязнения атмосферы.
2. **ГОСТ 17.2.3.01—86** Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.
3. **Вепренцева О. Н.** Интерполяционный метод мониторинга воздушной среды территорий с неоднородностью рельефа при техногенных авариях. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 2006. — 154 с.
4. **Беляев Ю. И., Вент Д. П., Гербер Ю. В., Вепренцева О. Н., Латышенко К. П.** Экологический мониторинг атмосферы мегаполиса // Химическое и нефтяное машиностроение. — 2009. — Т. 45. — № 7-8. — С. 491—494.
5. **Гринюк О. Н., Алексашина О. В.** Особенности газоаналитических измерений // Вестник Международной академии системных исследований. Информатика, экология, экономика. — 2015. — Т. 17, № 1. — С. 74—80.
6. **Кокоев В. Т., Бочаров В. А.** Экологический мониторинг и прогнозирование // ГИАБ. — 2004. — № 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskii-monitoring-i-prognoz> (дата обращения 20.05.2020).
7. **Алексашина О. В., Чиннов М. А., Гринюк О. Н.** Цирконийевый анализатор кислорода. Все материалы. Энциклопедический справочник. — 2016. — № 2. — С. 75—78.

O. N. Grinyuk, Associate Professor, Novomoskovsk Institute (branch) of the Russian Chemical-Technological University named after D. I. Mendeleev,

O. V. Aleksashina, Associate Professor, e-mail: Svirukova@yandex.ru, Moscow

Polytechnic University, **A. V. Arkhipov**, Postgraduate Student, Tula State University,

A. D. Mikhed, Associate Professor, "VPA International Police Academy", Tula

Prerequisites and Features of the Modernization of the Atmosphere Ecomonitoring System in Novomoskovsk

The aim of the work is to evaluate, on the basis of innovative methods, the representativeness and sufficiency of the data obtained from the posts of the environmental monitoring system.

The interpolation method for controlling the air movement of regions with heterogeneous terrain during technological accidents is used as a research method. The method consists of three main stages: experimental surveys of the weather conditions of the region, processing of experimental data using noise-tolerant interpolation, and operational monitoring of the dynamics of the air during technological accidents. It is determined that the data do not reflect the real picture of the air basin above the industrial cluster. That is, the data provided for measurements of atmospheric air in the region are not representative and incomplete, and in the event of a man-made accident with the release of potent toxic substances into the atmosphere, the civil defense and emergency services will not be able to calculate an adequate accident scenario taking into account the size and movement of the gas cloud, which can lead to an environmental disaster.

Keywords: environmental monitoring, atmospheric pollution, interpolation method for atmospheric control, stationary laboratory, automated control system, industrial cluster, air basin, industrial accident

Reference

1. **РД 52.04.186—89** Rukovodstvo po kontrolyu zagryazneniya atmosfery.
2. **ГОСТ 17.2.3.01—86** Okhrana prirody. Atmosfera. Pravila kontrolya kachestva vozdukha naselennykh punktov.
3. **Veprentseva O. N.** Interpolyatsionnyy metod monitoringa vozduшной srede territoriy s neodnorodnost'yu rel'yefa pri tekhnogennykh avariyaхh Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / Moscow, 2006. 154 p.
4. **Belyayev Yu. I., Vent D. P., Gerber Yu. V., Veprentseva O. N., Latyshenko K. P.** Ekologicheskii monitoring atmosfery megapolisa. *Khimicheskoye i neftyanoye mashinostroyeniye*. 2009. Vol. 45. No. 7-8. P. 491—494.
5. **Grinyuk O. N., Aleksashina O. V.** Osobennosti gazoanaliticheskikh iz-mereniy. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii sistemnykh issledovaniy. Informatika, ekologiya, ekonomika*. 2015. Vol. 17, No. 1. P. 74—80.
6. **Kokoyev V. T., Bocharov V. A.** Ekologicheskii monitoring i prognozirovaniye // *GIAB*. 2004. № 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskii-monitoring-i-prognoz> (date of access 20.05.2020).
7. **Aleksashina O. V., Chinnov M. A., Grinyuk O. N.** Tsirkoniyevyy analizator kisloroda. Vse materialy. *Entsiklopedicheskii spravochnik*. 2016. No. 2. P. 75—78.

16-й МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ И ВЫСТАВКА

MetroExpo'2020

ТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ – ОСНОВА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

1–3 декабря
Москва, ВДНХ, пав. 55



Новый гибридный формат выставки офлайн + онлайн



Стирает границы

неограниченное количество участников со всего мира



Увеличивает охват

использование искусственного интеллекта для формирования рекомендаций и нетворкинга



Упрощает коммуникации

благодаря современным IT-технологиям



ДОСТУПНО В
Google Play



Available on the
App Store

Платформа представлена в связке классических веб-страниц и приложения для iOS и Android.

ОРГАНИЗАТОР:

Выставочная компания «ВЭСТСТРОЙ ЭКСПО»

Телефон/Факс: +7 (495) 937-40-23 (многоканальный)

E-mail: metrol@exprom.ru



www.metrol.exprom.ru

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, Стромьинский 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 04.09.20. Подписано в печать 14.10.20. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ1120.

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

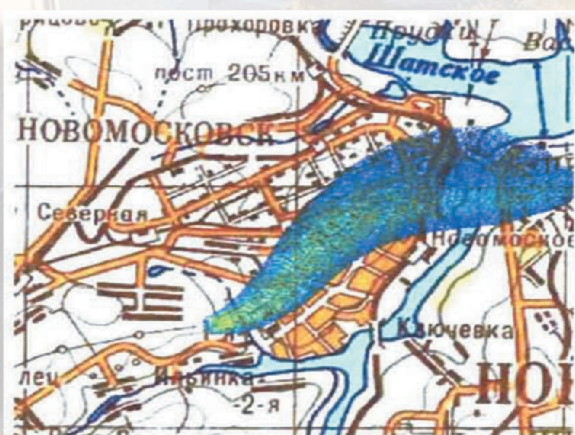
К статье О. Н. Гришук, О. В. Алексашиной, А. В. Архипова, А. Д. Михела
«ПРЕДПОСЫЛКИ И ОСОБЕННОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ЭКОМОНИТОРИНГА
АТМОСФЕРЫ ГОРОДА НОВОМОСКОВСКА»



Рис. 1. Карта города Новомосковска:
а – промышленная зона; б – зона жилой застройки



а)



б)

Рис. 6. Прогнозирование движения газового облака вещества с коэффициентом диффузии 0,03 при тихом ветре (0,7 м/с) юго-западного направления через 40 мин:
а – на основе данных с метеопоста; б – на основе реперных измерений метеоданных

Издательство «НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

выпускает научно-технические журналы



Научно-практический и учебно-методический журнал

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

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

Подписной индекс по Объединенному каталогу
«Пресса России» – 79963



Ежемесячный теоретический
и прикладной научно-
технический журнал

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

Подписной индекс по
Объединенному каталогу
«Пресса России» – 72656

Междисциплинарный
теоретический и прикладной
научно-технический журнал

НАНО- и МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

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



Подписной индекс по
Объединенному каталогу
«Пресса России» – 79493



Ежемесячный теоретический
и прикладной
научно-технический журнал

МЕХАТРОНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ

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

Подписной индекс по
Объединенному каталогу
«Пресса России» – 79492

Теоретический
и прикладной
научно-технический журнал

ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

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



Подписной индекс по
Объединенному каталогу
«Пресса России» – 22765

Адрес редакции журналов для авторов и подписчиков:

107076, Москва, Стромьинский пер., 4. Издательство "НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ".
Тел.: (499) 269-55-10, 269-53-97. Факс: (499) 269-55-10. E-mail: antonov@novtex.ru