



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

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

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Редакционная коллегия:

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

7(223)
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА

Минько В. М., Басараб А. Оптимизация организации проведения контроля состояния охраны труда на строительной площадке 3
Королёв В. А., Калинин Л. А., Иванов И. В., Королёва Е. В. Обеспечение безопасности спортивной подготовки: комплексный подход к решению проблемы 7

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Свинцов А. П., Андросов А. Е. Мониторинг оборудования в тепловых пунктах систем централизованного отопления как фактор энергетической безопасности зданий 17

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Панкин К. Е., Тютин А. В., Хизов А. В., Бахтиев Р. Н. Выработка единого универсального подхода к действиям при пожаре 24

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Масаев С. Н., Масаев В. Н., Минкин А. Н., Едимичев Д. А., Мочалов Д. Ю. Функционально-стоимостный анализ выбора аварийно-спасательной техники для обеспечения проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ на малообъемных и рассредоточенных объектах 30

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Виноградов М. С., Сенник Е. В. Мониторинг подтопления территорий с использованием средств дистанционного зондирования Земли 38
Долгов Р. В., Катин В. Д., Ахтямов М. Х. Разработка новых конструкций циклонов для очистки дымовых газов котельных от пыли и золы на предприятиях железнодорожного транспорта 45

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Двуреченский В. Г. Почвенно-экологическая характеристика городских агломераций юга Кузбасса 51

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Пилипчук А. А. Современный подход к пониманию социальных опасностей и их возможная классификация 58

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



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ZHIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since
January 2001

Editorial board

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

Editor-in-chief

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

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Editorial staff

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

7(223)
2019

CONTENTS

LABOUR PROTECTION

- Minko V. M., Basarab A.** Optimization of the Organization of Monitoring the State of Labor Protection on the Construction Site 3
Korolev V. A., Kalinkin L. A., Ivanov I. V., Koroleva E. V. Ensuring the Safety of Sports Training: Complex Approach to Solving the Problem 7

INDUSTRIAL SAFETY

- Svintsov A. P., Androsov A. E.** Monitoring of Equipment in Thermal Points as a Factor of Energy Security of Buildings 17

FIRE SAFETY

- Pankin K. E., Tutin A. V., Khizov A. V., Bachtiev R. N.** Development of Universal Approach for Action in the Event of Fire 24

SITUATION OF EMERGENCY

- Masaev S. N., Masaev V. N., Minkin A. N., Edimichev D. A., Mochalov D. Yu.** Functional-Cost Analysis of the Choice of Emergency Rescue Equipment in Carrying out Rescue and other Urgent Work on Low-Volume and Dispersed Objects 30

ECOLOGICAL SAFETY

- Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodayev A. S., Vinogradov M. S., Senik E. V.** Monitoring of Flooding of Territories with Use of Remote-Sensing Instruments of Earth 38
Dolgov R. V., Katin V. D., Akhtyamov M. Kh. Development of New Designs of Cyclones for Dusty Gases Cleaning from Dust and Ash at the Enterprises of Railway Transport 45

REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Dvurechensky V. G.** Soil-Ecological Characteristics of Urban Agglomerations of the South of Kuzbass 51

GENERAL QUESTIONS

- Pilipchuk A. A.** Modern Approach to Understanding Social Dangers and Their Possible Classification 58

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

УДК 658.382.3

В. М. Минько, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, e-mail: mcotminko@mail.ru,
А. Басараб, асп., Калининградский государственный технический университет

Оптимизация организации проведения контроля состояния охраны труда на строительной площадке

Изложен расчетный подход к организации проведения проверок состояния охраны труда на строительной площадке. Учитывается уровень риска по каждому из проверяемых факторов, значимость допускаемых нарушений, определяемая исходя из процентной доли несчастных случаев, вызванных конкретными нарушениями. По результатам первичного контроля рассчитываются допустимые затраты времени контролирующего лица на проведение повторной проверки.

Применение предложенного подхода позволяет максимально уменьшить остаточную дозу воздействия опасных производственных факторов.

Ключевые слова: охрана труда, контроль, строительная площадка, планирование проведения контроля, минимизация остаточного риска

До настоящего времени важные функции управления охраной труда — контроль и оценка текущего состояния — не имеют каких-либо количественных обоснований. Для оценки используются достаточно грубые соотношения по отношению к проверяемым факторам: да — нет; хорошо — плохо; выполняется — не выполняется. Такой подход был известен в 80-е годы прошлого столетия [1, 2] и уже тогда были понятны его недостатки и велись поиски других показателей, обладающих большей дифференцирующей способностью [3, 4]. Однако и сейчас указанный выше, достаточно огрубленный подход, предлагается некоторыми авторами и подается как нечто позитивное — метод Элмери [5]. Хотя в те же 1980-е годы была предложена пятибалльная шкала для оценки текущего состояния по проверяемым факторам [2].

Отсутствие количественных обоснований систем планирования и организации контроля в области охраны труда приводит к тому, что эта деятельность становится хаотичной, не преследуется достижение какой-либо заранее определенной цели, не учитываются временные затраты на осуществление контрольной деятельности. Она не увязывается с результатами исследования причин несчастных случаев. Совершенно очевидно, что нарушения, невыполнение требований охраны труда, ведущие к наибольшему числу несчастных случаев, должны устраняться в первоочередном порядке и за возможно более короткое время. Соответственно и за выполнением необходимых мероприятий должен проводиться более оперативный контроль.

Нарушения требований безопасности, допускаемые на строительных площадках, являются не единичными, а чаще всего достаточно многочисленными. Отсюда возникает очевидная и в то же время весьма важная задача оптимального распределения служебного времени контролирующего лица (специалиста по охране труда). При этом необходимо, чтобы контроль выполнения соответствующих корректирующих мероприятий осуществлялся по отношению ко всем выявленным нарушениям.

Для решения поставленной задачи авторами предложен следующий подход. Пусть какая-либо строительная организация осуществляет параллельное строительство m объектов, на которых занято число работников N_j . Если определены средние уровни профессиональных рисков \bar{R}_j на этих объектах (в качестве таковых могут быть приняты показатели производственного травматизма или другие показатели), то планируемый бюджет времени T_j для осуществления контроля на j -й строительной площадке может быть определен по формуле

$$T_j = \left(T - \sum_{j=1}^m C_j \right) \frac{\bar{R}_j N_j}{\sum_{j=1}^m \bar{R}_j N_j}, \quad (1)$$

где T — общий бюджет времени контролирующего лица (специалиста по охране труда) на осуществление контрольной деятельности; C_j — время в пути, относящееся к j -й строительной площадке в течение принятого календарного промежутка времени (например, квартал); \bar{R}_j — среднее



арифметическое значение профессионального риска, относящееся к j -й строительной площадке.

Следует отметить, что согласно имеющимся публикациям, именно на контролируемую деятельность (личные обходы рабочих мест) специалисты по охране труда должны выделять до 60 % рабочего времени [6], что по часам в год составляет 1000...1200 ч, на квартал — 250...300 ч, исходя из того, что общая годовая норма часов работы специалиста по охране труда составляет 2000 ч.

Для практического применения формулы (1) необходимо знать значения величин \bar{R}_j и N_j . В качестве оценки \bar{R}_j можно взять не только показатели травматизма (объективность его учета вызывает большие сомнения), но и результаты текущего контроля состояния охраны труда на строительной площадке. Значение N_j легко определяется по документации на строительство.

Текущий контроль состояния охраны труда может осуществляться в порядке, изложенном в работе [7]. Согласно этому порядку состояние по каждому проверяемому требованию оценивается по четырехбалльной шкале. Оценка “отлично” выставляется только при полном выполнении требования. Полученные оценки в баллах пересчитывают в уровни риска по формуле

$$r_i = \frac{1}{3}(5 - x_i), \quad (2)$$

где r_i — уровень риска по отношению к фактическому состоянию по i -му требованию охраны труда; x_i — оценка состояния в баллах по этому же требованию.

Согласно формуле (2), если $x_i = 2$ (т. е. состояние неудовлетворительное), то $r_i = 1$, при $x_i = 5$ получим $r_i = 0$.

На следующем шаге рассчитывается среднее арифметическое значение риска \bar{R}_j для j -й строительной площадки:

$$\bar{R}_j = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} r_{ij}, \quad (3)$$

где n_j — число проверенных требований на j -й строительной площадке; r_{ij} — уровень профессионального риска, относящийся к i -му фактору на j -й строительной площадке.

Задача оптимизации организации контроля может быть представлена в виде следующей обобщенной математической модели:

$$\begin{cases} D_j = \sum_{i=1}^{n_j} r_{ij} t_{ij} \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^{n_j} t_{ij} = T_j \\ t_{ij} > 0, \end{cases} \quad (4)$$

где D_j — доза воздействия опасных факторов на j -й строительной площадке; n_j — число проверенных требований безопасности при очередном текущем контроле (при подсчете n_j исключаются те требования, которые на объекте полностью выполняются, т. е. для которых $x_{ij} = 5$); x_{ij} — оценка состояния в баллах по i -му требованию охраны труда, относящаяся к j -й строительной площадке; t_{ij} — затраты времени на контроль устранения i -го выявленного нарушения на j -м объекте (определение t_{ij} должно осуществляться по каждому выявленному нарушению).

В ходе первичного текущего контроля состояния охраны труда на строительной площадке должна быть составлена итоговая таблица, пример

Пример заполнения итоговой таблицы в ходе проведения проверочных мероприятий

№ п/п	Наименование проверенных требований	Оценка степени выполнения требования по четырехбалльной шкале x_i	Оценка профессионального риска r_i по формуле (2)	Ранг опасности q_i	Масштаб профессионального риска $r_i q_i$	Затраты времени t_i , ч, на контроль корректирующих мероприятий в оптимальном варианте
1	2	3	4	5	6	7
1	Защита от обрушения грунта при земляных работах	4	1/3	7	7/3	2,85
2	Соответствие грузозахватных приспособлений характеру перемещаемых грузов	3	2/3	6	4	1,66
3	Ограждение строительной площадки и опасных зон	5	0	3	0	—
4	Ограждение или закрытие горизонтальных проемов	3	2/3	15	10	0,66
5	Наличие СИЗ от падения с высоты	2	1	8	8	0,83
$n = 5$	—	$\bar{x} = 3,4$	$\bar{r} = 0,53$	—	—	$T_j = 6$ ч

заполнения которой приведен ниже. Колонка 5 в этой таблице заполняется на основании анализа причин несчастных случаев. Если нарушение требования с порядковым номером 2 приводит к 6 % от общего числа несчастных случаев, то число 6 и проставляется в колонке 5. Если нарушение под номером 4 приводит к 15 % несчастных случаев, то в колонке 5 ставится число 15. Аналогично заполняются и другие строки.

Следует однако иметь в виду, что реальные программы контроля степени выполнения требований охраны труда и промышленной безопасности на строительной площадке могут содержать до 100 наименований проверяемых требований. Поэтому таблица демонстрирует только пример ее заполнения.

Важны и следующие пояснения: при полном выполнении требования с порядковым номером 3 в таблице в колонку 3 этой таблицы заносится оценка 5, а в колонке 4 ставится 0 (риск устранен). Соответственно в колонке 6 также ставится оценка 0.

Для заполнения колонки 7 в таблице требуются специальные вычисления. Они основываются на том, что выявленное нарушение, имеющее наибольшее значение масштаба риска, должно устраняться в первоочередном порядке и проверка выполнения соответствующего корректирующего мероприятия также должна быть наиболее оперативной. Только при таком подходе можно рассчитывать на наименьшее значение дозы воздействия опасных факторов на строительной площадке. Доза воздействия с учетом ранга опасности q_i определяется следующим образом:

$$D = \sum_{i=1}^n D_i = \sum_{i=1}^n r_i q_i t_i, \quad (5)$$

где r_i — определяется по формуле (2); q_i — ранг опасности, характеризующий i -е требование безопасности; t_i — затраты времени на контроль выполнения корректирующих мероприятий по i -му требованию безопасности.

Для получения значений q_i необходимо использовать результаты анализа нарушений тех требований, которые наиболее часто приводят к несчастным случаям. Если в ходе такого анализа выявлено, что нарушение требования под номером i привело к определенному проценту несчастных случаев, то этот процент и принимается за ранг опасности q_i . Произведение оценки профессионального риска r_i по i -му требованию безопасности на ранг опасности (по существу ранг опасности — это возможный ущерб) характеризует масштаб профессионального риска (колонка 6 в таблице). При этом авторы настоящей статьи не отходят от классической формулы риска, согласно которой он представляет собой произведение вероятности наступления какого-либо события на ущерб.

Из формулы (5) следует, что для снижения дозы воздействия D необходимо те нарушения, которые создают наибольший масштаб профессионального риска ($r_i q_i$) устранить в первоочередном порядке. Проверка реализации соответствующего корректирующего мероприятия также должна быть осуществлена в возможно более короткое время. Если для проведения проверки на j -й строительной площадке запланировано общее время T_j , то контроль устранения i -го нарушения на этой площадке должен быть проведен за время t_i , определяемое как

$$t_i = \frac{T_j}{\sum_{i=1}^{n_j} \frac{1}{r_i q_i}} \cdot \frac{1}{r_i q_i}, \quad (6)$$

где n_j — общее число нарушений, выявленных на j -й строительной площадке при очередной проверке.

Подставляя формулу (6) в выражение для дозы воздействия (5) получим следующую математическую формулировку задачи:

минимизировать

$$D = \sum_{i=1}^{n_j} r_i q_i \frac{T_j}{\sum_{i=1}^{n_j} \frac{1}{r_i q_i}} \cdot \frac{1}{r_i q_i}, \quad (7)$$

при ограничениях:

$$\sum_{i=1}^{n_j} t_i = T_j, \quad (8)$$

$$t_1, t_2, \dots, t_{n_j} > 0. \quad (9)$$

Из ограничений (8) и (9) следует, что контроль проверки корректирующих мероприятий должен быть выполнен за установленное расчетное время T_j и при этом проверка должна быть проведена по всем n_j выявленным нарушениям.

Рассмотрим следующий пример. Согласно плану работы специалиста по охране труда для контроля выполнения корректирующих мероприятий на j -й строительной площадке выделено $T_j = 6$ ч. Используя данные, приведенные в таблице, по формуле (6) получим для контроля выполнения требования под номером 1:

$$t_1 = \frac{6}{\frac{1}{7/3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{10} + \frac{1}{8}} \cdot \frac{1}{7/3} = 2,85 \text{ ч.}$$

Аналогично для контроля выполнения требований под номерами 2, 4, 5 получим: $t_2 = 1,66$ ч, $t_4 = 0,66$ ч, $t_5 = 0,83$ ч. Контроль выполнения требования под номером 3 не рассматривается,



так как при первичной проверке было установлено, что оно полностью выполнено, т. е. риск отсутствует. Сумма полученных значений $t_i = T_j$. Таким образом, ограничение (8) соблюдается. Используя данные для $r_i q_i$ и t_i , по формуле (7) можно получить значение остаточной дозы воздействия опасных факторов:

$$D_j = \frac{7}{3} \cdot 2,85 + 4 \cdot 1,66 + 10 \cdot 0,66 + 8 \cdot 0,83 = 26,53 \text{ ед.}$$

При ином планировании проведения контроля на строительной площадке значение D_j будет больше. В частности, при значениях $t_1 = 1$ ч, $t_2 = 3$ ч, $t_4 = 1,1$ ч, $t_5 = 0,9$ ч, получаем:

$$D_j = \frac{7}{3} \cdot 1 + 4 \cdot 3 + 10 \cdot 1,1 + 8 \cdot 0,9 = 32,5 \text{ ед.}$$

Из полученных результатов следует, что контролирующему лицу (специалисту по охране труда) целесообразно придерживаться следующего маршрута проверки. Первоначально проверяется выполнение требования под номером 4, затем под номерами 5, 2 и 1.

Выводы

1. Цикл контроля состояния охраны труда на строительной площадке должен состоять из первичного контроля, при котором устанавливаются возможные нарушения, определяется уровень профессионального риска по всем, относящимся к этой площадке требованиям, сроки их

устранения и повторного контроля, при котором определяется степень выполнения предусмотренных корректирующих мероприятий.

2. При планировании повторного контроля должны учитываться профессиональные риски, выявленные при первичном контроле, а также значимость нарушений, устанавливаемая по результатам анализа происшедших несчастных случаев в строительных организациях.

3. Маршрут проверки при повторном контроле необходимо рассчитывать исходя из условия минимизации дозы воздействия опасных производственных факторов и при учете расчетного времени на проведение проверки.

Список литературы

1. Шкрабак В. С., Казлаускас Г. К. Охрана труда. — М.: Агропромиздат, 1989. — 480 с.
2. Сухин К. М., Телешук А. С. Безопасность труда на речном транспорте. — М.: Транспорт, 1984. — 184 с.
3. Давыдов В. Г., Козлов В. И., Носов В. Б. Методы оценки и обеспечения безопасности труда в машиностроении. — М.: Машиностроение, 1992. — 232 с.
4. Охрана труда на предприятиях гражданской авиации / В. Г. Ененко, Н. А. Демидов, Т. В. Павелко, А. А. Рессин. — М.: Транспорт, 1990. — 288 с.
5. Оценка профессионального риска по методу Элмери / Г. Склененов, А. Бен, Е. Бен, А. Александрова // Охрана труда и социальное страхование. — 2015. — № 12. — С. 54—63.
6. Минько В. М. Охрана труда: Учебное пособие. — Калининград: Издательство КГТУ, 2016. — 232 с.
7. Басараб А. О системном контроле состояния охраны труда и промышленной безопасности в строительных организациях // Безопасность труда в промышленности. — 2017. — № 11. — С. 58—65.

V. M. Minko, Professor, Head of the Chair, e-mail: mco@minko@mail.ru,
A. Basarab, Postgraduate Student, Kaliningrad State Technical University

Optimization of the Organization of Monitoring the State of Labor Protection on the Construction Site

The calculation approach to the organization of inspections of labor protection at the construction site is presented. The level of risk for each of the checked factors, the significance of the violations, determined on the basis of the percentage of accidents caused by specific violations, is taken into account. According to the results of the primary control, the allowable time spent by the controlling person for the re-inspection is calculated. The application of the proposed approach allows to minimize the residual dose of exposure to hazardous production factors.

Keywords: labor protection, control, construction site, planning of control, minimization of residual risk

References

1. Shkrabak V. S., Kazlauskas G. K. Labor Protection. Moscow: Agropromizdat, 1989. 480 p.
2. Sukhin K. M., Teleshun A. S. Safety on the river transport. Moscow: Transport, 1984. 184 p.
3. Davydov V. G., Kozlov V. I., Nosov V. B. Methods of assessment and safety in engineering. Moscow: Mechanical Engineering, 1992. 232 p.
4. Labour Protection at enterprises of civil aviation / V. G. Enenkov, N. A. Demidov, T. V. Pavelko, A. A. Ressin. Moscow: Transport, 1990. 288 p.
5. Assessment of occupational exposure according to the method Almere / G. Sklemenov, A. Ben, E. Ben, A. Alexandrova // *Guards of labour and social insurance*. 2015. No. 12. P. 54—63.
6. Minko V. M. Labor Protection: Textbook. Kaliningrad: Publishing house of KGTU, 2016. 232 p.
7. Basarab A. The system controls the state of labour protection and industrial safety in construction organizations // *Labour Safety in industry*. 2017. No. 11. P. 58—65.

В. А. Королёв, директор, e-mail: sunday123@mail.ru, НП Испытательная лаборатория спортивных изделий "ВИСТИ", Москва, **Л. А. Калинин**, д-р мед. наук, проф., зав. лаб., Федеральный научный центр физической культуры и спорта Министерства спорта Российской Федерации, Москва, **И. В. Иванов**, д-р мед. наук, проф., ст. науч. сотр., Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины Минобороны России, Санкт-Петербург, **Е. В. Королёва**, студентка, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Москва

Обеспечение безопасности спортивной подготовки: комплексный подход к решению проблемы*

В целях повышения безопасности спортивной подготовки (СП) проанализированы и выделены значимые для этого элементы: функциональные возможности, генетические и антропометрические особенности организма спортсмена; техника выполнения спортивных упражнений; тактика и командное взаимодействие; экипировка, оборудование, инвентарь; спортивный объект, условия СП и особенности окружающей среды; психофизические, медико-биологические, восстановительные мероприятия и спортивная гигиена. Определены уровни безопасности СП: безопасная, небольшая опасность, опасная, повышенная опасность, экстремально опасная. Обосновано, что комплексный подход к обеспечению безопасности СП предполагает использование метода поэлементного структурирования СП, что позволяет детально оценивать функционирование и механизмы взаимодействия отдельных элементов этой системы между собой и на этой основе разрабатывать нормы и правила обеспечения безопасных условий, организации и проведения СП. Предложенный метод и критерии комплексного подхода направлены на повышение эффективности мероприятий по обеспечению безопасности СП.

Ключевые слова: безопасность спортивной подготовки, спортивная травма, профессиональное заболевание, элементы спортивной подготовки, критерии безопасности, уровень безопасности, структура спортивной подготовки

Актуальность вопросов безопасности в процессе спортивной подготовки

Известно, что спорт как специфический вид активной деятельности всегда был и остается не только травмоопасным, но также имеет высокий риск развития профессиональных заболеваний и функциональных нарушений организма. Спортивная подготовка (СП) в отличие от обычных физкультурных занятий является тренировочным процессом, который проводится в соответствии с разработанными программами спортивной подготовки, подлежит планированию и включает

* *От редакции:* Тематика этой статьи на первый взгляд не соответствует тематике журнала. Но спорт уже давно стал для миллионов людей в мире профессией и вполне заслуживает оценки с позиций безопасности. К тому же предлагаемый авторами комплексный подход к оценке безопасности применим к оценке безопасности в профессиях, деятельность в которых определяется существенной физической компонентой (водолазы, летчики-испытатели, пожарные, промышленные альпинисты и т. п.).

в себя обязательное систематическое участие в спортивных соревнованиях.

Физические упражнения в процессе спортивной подготовки в отличие от аналогичных упражнений при занятиях физкультурой имеют конкретную цель: участие в соревнованиях или чемпионатах. С каждым годом повышение спортивных результатов требует увеличения скорости, силы, мощности при выполнении спортивных упражнений, повышающие опасность СП [1]. При этом одни травмы являются следствием силовых воздействий при выполнении упражнений, превышающих границы физиологической сопротивляемости тканей организма и приводят к разрушению их структуры и нарушению функций. Причиной других травм являются состояние материально-технического обеспечения, условия окружающей среды, нарушения правил спортивной подготовки и спортивной гигиены.

Нередко причиной несчастных и трагических случаев становится ряд совпадений, предотвратить



которые можно только используя методы комплексного подхода к обеспечению безопасности, опираясь на опыт и знания специалистов, исследуя и оценивая риски функционирования всех элементов СП в самых маловероятных, но возможных случаях. Причиной трагических случаев могут являться недостатки в организации комплексной безопасности, имеющие скрытый (неочевидный) характер и требующие обязательного привлечения специалистов, обладающих специализированными знаниями в конкретных областях.

Хорошая общефизическая подготовка, идеальная техника выполнения упражнения, инвентарь, изготовленный по новейшей технологии индивидуально для спортсмена, превращает даже обычный спортивный инвентарь в оружие.

Ряд трагических случаев связан с метанием копья. Среди них, например, попадание копья финна Торо Питкямяки во французского прыгуна в длину Салима Сдири на крупном турнире в Риме на глазах у огромной аудитории. Этот случай свидетельствует о необходимости тщательной организации СП на одном спортивном объекте одновременно для нескольких спортсменов (спортивных групп), что всегда представляет скрытую опасность. Известны подобные несчастные случаи в стрельбе из лука, хоккее, гольфе, гимнастике, легкой атлетике, бейсболе, велоспорте и других видах спорта.

В 1982 г. в Риме на чемпионате мира по фехтованию погиб олимпийский чемпион 28-летний Владимир Смирнов. Причина — клинок попал в плечо, сломался, и обломок проткнул маску. Если бы клинок не зацепил плечо в момент встречной атаки и не согнулся, наконечник рапиры попал бы в защитную маску, которая успешно выдерживает такие попадания. Причиной трагедии стал ряд совпадений: существенный вес атлетов, сумма скоростей взаимной атаки, попадание рапиры немецкого атлета в плечо Владимира Смирнова с последующим изгибом клинка, форма внутреннего дефекта клинка и его позиция в момент излома по отношению к защитной маске.

В целях повышения безопасности Международная Федерация фехтования пригласила специалистов, обладающих специальными знаниями в области техники и тактики фехтования, в области физико-механических свойств материалов, используемых при изготовлении клинков и защитной экипировки. Привлеченные специалисты смоделировали возможные ситуации в фехтовании и определили необходимые требования к оружию и экипировке. Эта трагедия повлекла за собой изменение экипировки спортсменов,

требований к прогибу клинка, нагрузки на кончик рапиры или шпаги. Фехтовальщиков обязали выступать в костюме, выдерживающем укол силой 1600 Н (раньше было только 400 Н). Все фехтовальные клинки (рапиры, шпаги) в соответствии с требованиями Международной Федерации фехтования в установленном порядке сертифицируются. Построение модели, учитывающей перечисленные выше совпадения, было невозможно без комплексного анализа функционирования многих элементов биотехнической системы с привлечением специалистов конкретного профиля. Это были и спортивные специалисты, досконально знающие технику, тактику фехтовального боя, и специалисты в области инженерных дисциплин, способные оценить качество оборудования и инвентаря с точки зрения безопасности.

Существуют различные подходы к оценке безопасности в спорте. С одной стороны, объективные критерии, которыми необходимо руководствоваться при оценке тяжести возможных последствий (качественный признак). С другой стороны, безопасность в спорте во многом зависит от субъективных причин, которые определяют вероятность причинения прямого или косвенного ущерба здоровью спортсмена.

Субъективность причин травматизма обусловлена готовностью участников СП к соблюдению правил безопасности, знанию этих правил и объективных рисков.

Безопасность может зависеть от различных элементов СП — техники и тактики выполнения спортивного упражнения, исправности оборудования и инвентаря, технического состояния спортивного объекта, физического состояния организма спортсмена и многих других факторов. Так, технические средства и методы, применяемые в спортивном состязании и тренировках, обеспечивают концентрацию физических способностей спортсмена, иногда повышая их до уровня опасного для многих органов и систем организма. Одновременное нахождение на спортивной площадке нескольких спортсменов, выполняющих упражнения на пределе своих физических возможностей, условия окружающей среды, тактические приемы, психофизическое состояние спортсменов, ограничительный режим, состояние спортивного оборудования и инвентаря, способы организации спортивной подготовки, все может стать причиной непредсказуемых последствий для здоровья участников СП.

Основными причинами травматизма являются: выполнение спортивного упражнения на пределе физических способностей спортсмена и состояние материально-технического обеспечения, но эти факторы в редких случаях становятся

единственной причиной ущерба. Практически всегда это результат критических совпадений при функционировании различных элементов СП, которые не были своевременно спрогнозированы.

Вопросы обеспечения необходимых условий безопасности в процессе СП остаются недостаточно разработанными, так как имеют сложный комплексный характер, требуют глубоких междисциплинарных исследований и функционального моделирования [2]. Современные требования к спортивным результатам, зрелищности соревнований, комфортности и эффективности тренировочного процесса, а также результат применения новейших достижений в области биологии, медицины, педагогики, техники, материаловедения и других наук требуют переосмысления общепринятого подхода к обеспечению безопасности СП.

Данная проблема приобретает особую актуальность в связи с тем, что в современных условиях спорт, в отличие от физической культуры, преследующей цель развитие физических возможностей и сохранение здоровья, имеет устойчивую тенденцию к профессиональной специализации в области индустрии развлечений. В этой области, к сожалению, стали преобладать коммерческие интересы, а риски, связанные с достижением этих целей, включая безопасность, имеют вторичный характер.

Целью исследования являлся анализ элементов спортивной подготовки, их систематизация и разработка комплексного подхода к оценке системы ее безопасности.

Анализ элементов спортивной подготовки и их значения для безопасности

В ходе исследования выделены, проанализированы и систематизированы элементы процесса СП, влияющие на безопасность деятельности спортсмена. Основой разработки системы критериев оценки являлись статистические данные, результаты опыта практического применения методов СП и теоретического моделирования. При разработке критериев безопасности СП использованы материалы анкетирования 34 экспертов — специалистов и тренеров 5-го этапа спортивной подготовки (этап высшего спортивного мастерства). При оценках уровней безопасности экспертами учитывался как риск нанесения ущерба здоровью (частота травматизма), так и тяжесть последствий такого ущерба.

При проведении исследования исходили из того, что спортивная подготовка — это процесс, связанный с организацией, обеспечением и выполнением спортивных упражнений, который является организованным и управляемым

социальным явлением, состоящим из многочисленных элементов, функции которых могут отличаться, но тем не менее скоординированы и взаимосвязаны.

Безопасность СП — интегральная категория, определяемая безопасностью отдельных элементов СП, например: безопасность спортивного оборудования, безопасность техники выполнения упражнений, безопасность спортивного объекта и т. д. Важнейший элемент интегральной безопасности — индивидуальные характеристики спортсмена. Оценку безопасности отдельных элементов СП дают специалисты в соответствующей области, общую оценку безопасности СП могут дать специалисты, использующие методологию, позволяющую учитывать безопасность всех элементов СП. Собственно этой теме и посвящена статья.

При существующем подходе к обеспечению безопасности СП возможные риски прогнозируют на основе профессиональных знаний, общепринятых правил, жизненного опыта, статистики. Комплексный подход подразумевает структурирование исследуемого явления по разным направлениям с целью узкоспециализированного исследования отдельных элементов и их взаимодействия с остальными элементами для более точного моделирования общих процессов, которые позволят прогнозировать потенциальные риски до наступления нежелательных последствий. Структура и взаимосвязи элементов процесса СП как системы, оказывающих влияние на ее безопасность, представлена на рисунке.

В данную структуру входят:

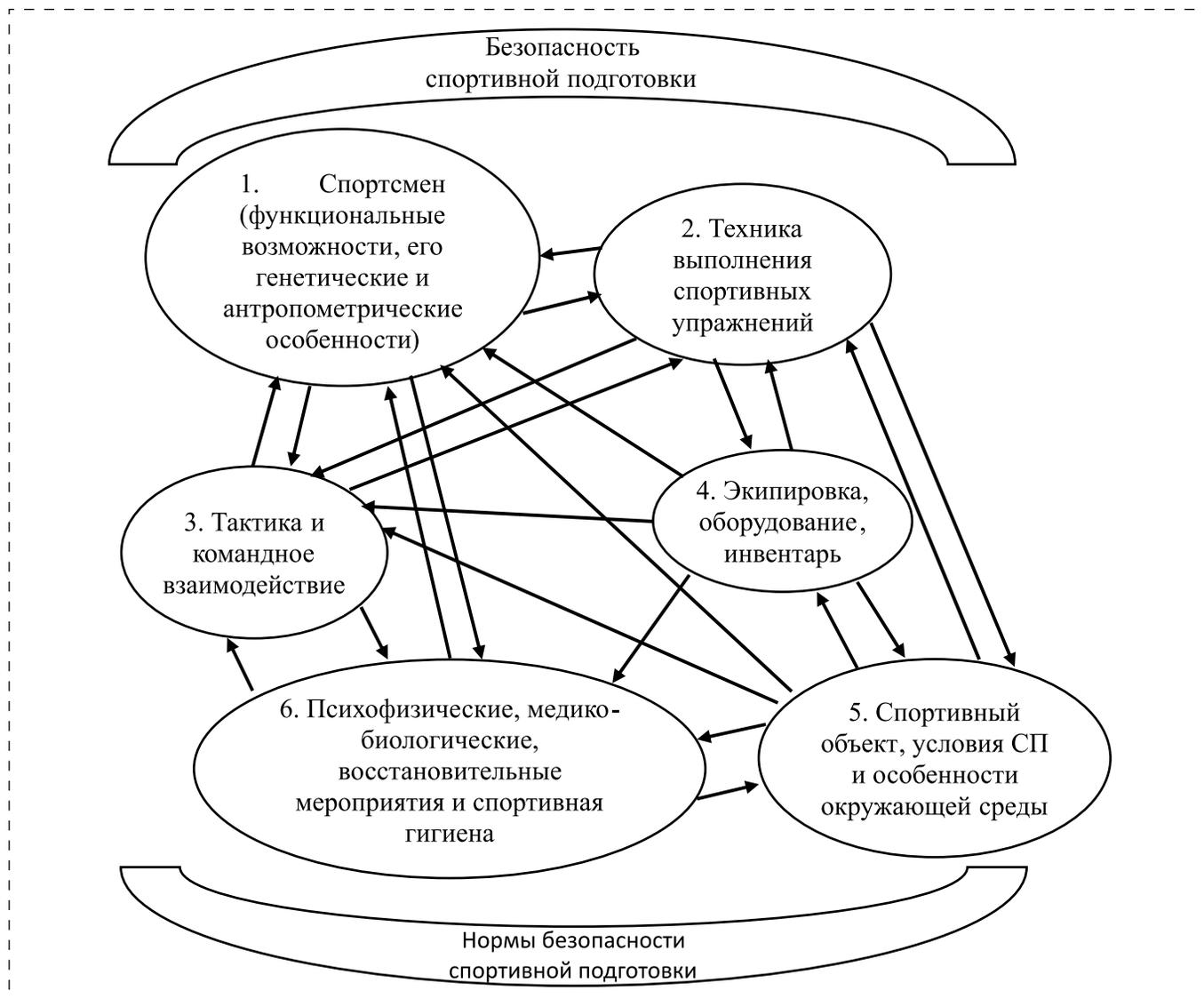
1) спортсмен с его функциональными возможностями, генетическими и антропометрическими особенностями, природной одаренностью;

2) техника выполнения спортивных упражнений — особенности, качество и навыки выполнения спортивных упражнений в конкретном виде спорта, полученные и развитые в результате тренировок;

3) тактика и командное взаимодействие — использование спортсменом знаний и умений, полученных и развитых в результате тренировок и специальной подготовки, позволяющих спортсмену принимать решения с целью обеспечения успешной соревновательной деятельности и эффективного управления своими способностями;

4) экипировка, оборудование, инвентарь — технические характеристики спортивного оборудования и инвентаря, используемых в процессе выполнения спортивного упражнения, их качество и индивидуальная подгонка;

5) спортивный объект, условия СП и особенности окружающей среды — объект, имеющий



Структура системы элементов спортивной подготовки, оказывающих влияние на безопасность

конструкцию и оснащение необходимого качества, используемый для проведения тренировочного и соревновательного процесса при различных климатических и погодных условиях;

б) психофизические, медико-биологические, восстановительные мероприятия и спортивная гигиена — организованная деятельность по подготовке возможностей спортсмена к выполнению упражнения к определенному периоду времени.

Как показано на приведенном рисунке, все элементы взаимосвязаны и оказывают влияние на функционирование других элементов СП. Такое влияние может быть как односторонним, так и взаимным. При анализе и моделировании процессов СП это влияние требует тщательного изучения, с последующими выводами, подтверждающими уровень безопасности элементов

СП. Выводы об опасности взаимного влияния элементов СП также должны учитываться при разработке соответствующих норм безопасности.

В целом, безопасные условия СП определяются объективным взаимодействием организма спортсмена (его индивидуальных особенностей) со спортивным объектом и окружающей средой в процессе СП в условиях воздействия различных благоприятных и неблагоприятных факторов СП на выполнение спортивного упражнения, с учетом использования инвентаря, решения тактических задач, поддержания процессов жизнеобеспечения и функционирования систем организма спортсмена [3, 4].

Представленная структура системы элементов СП является базой для разработки норм безопасности (определения границ ответственности лиц,

участвующих в процессе данного вида деятельности — спортсмены, тренеры, администраторы и т. д.), которые необходимо учитывать при формулировании требований к процессу СП, при создании необходимых условий в ходе применения правил СП, обеспечивающих безопасность жизни и здоровья людей, а также сохранение материально-технической базы спортивных объектов и элементов городской инфраструктуры.

Комплексная оценка безопасности системы спортивной подготовки

Комплексная безопасность СП характеризуется спецификой применительно к отдельным видам спорта и дисциплинам и включает биологические, технические, организационно-методические и другие компоненты. Такая структура помогает создать качественную функциональную модель СП, эффективно используя знания специалистов в соответствующих научных областях. Необходимо отметить, что большинство специалистов оценивают потенциальные риски, используя имеющиеся у них знания и опыт в конкретной области. С одной стороны, преувеличение специалистами значения и важности своих профессиональных знаний явление распространенное, особенно для спортивных, технических и вспомогательных профессий. К сожалению, это является причиной недооценки важности процессов СП, находящихся вне области компетенции этих специалистов и организаторов СП, и может скрывать от них потенциальные риски. С другой стороны, причины многих чрезвычайных происшествий, имеющих трагические последствия, имеют скрытый характер и возможные угрозы безопасности очевидны и понятны только для специалистов.

Причиной части случаев травматизма и профессиональных заболеваний является труднопрогнозируемое совпадение ряда критических процессов. Элементы СП часто тесно взаимосвязаны и оказывают друг на друга взаимное влияние. Важность этого влияния и его последствия может квалифицированно оценить соответствующий специалист иногда очень узкого профиля. Учитывая, что универсальных специалистов не бывает, для создания комплексной объективной картины безопасности требуется участие специалистов разных областей знаний. Применение приведенной выше структуры СП призвано облегчить их взаимодействие при решении общих и смежных экспертных задач.

В настоящее время общий порядок принятия решений о допустимом уровне безопасности определяется руководящими работниками и специалистами спортивных организаций в соответствии

с Федеральным законом "О физической культуре и спорте в Российской Федерации" от 04.12.2007 № 329-ФЗ, ГОСТ Р 52025—2003 "Услуги физкультурно-оздоровительные и спортивные. Требования безопасности потребителей", паспортом безопасности объекта спорта и рядом других, не являющихся обязательными, нормативных документов.

Статистика чрезвычайных происшествий, техническое развитие спортивной отрасли, значительное повышение уровня спортивных результатов требует обновления нормативной базы существующего законодательства. Необходима разработка технического регламента безопасности СП. Законодательство РФ недостаточно четко определяет ответственность за обеспечение безопасности СП, в том числе персональную, и в этой части также требуется детальная регламентация, установленная федеральным законом. К сожалению, часто заключение о безопасности СП аргументируется проверенной безопасностью ее отдельных технических элементов, регулярным медицинским контролем, квалификацией тренера или наличием сертификата безопасности оборудования, инвентаря или других, несомненно, важных элементов СП, при этом безопасность остальных элементов СП учитывается недостаточно.

Предложенная структура элементов для комплексной оценки безопасности СП определяет границы исследования различных элементов СП, ориентирует ее организаторов в направлениях, требующих особого внимания. Это предполагает взаимодействие специалистов в смежных областях, что в конечном счете позволит снизить частоту травматизма и несчастных случаев.

Спортивная подготовка нередко представляет серьезную опасность не только для спортсменов, но также и для зрителей, тренеров, спортивных сооружений и городской инфраструктуры. В связи с этим безопасность в спорте должна основываться на критериях, характеризующих тяжесть нанесения прямого или косвенного ущерба человеку и обществу непосредственно в момент СП и в последующие периоды. При градации степени безопасности СП в качестве критериев необходимо оценивать все шесть элементов системы (см. рисунок).

Предлагается выделить пять уровней опасности СП.

1. Безопасная — риск нанесения прямого или косвенного ущерба здоровью человека не превышает рисков, возникающих в процессе бытовой двигательной активности.

2. Небольшая опасность — при несоблюдении правил безопасности СП существует риск нанесения ущерба здоровью, связанного



с необходимостью лечения и восстановления здоровья.

3. Опасная — при соблюдении правил безопасности СП существует риск нанесения ущерба, связанного с необходимостью лечения и восстановления здоровья.

4. Повышенная опасность — при несоблюдении правил безопасности СП существует риск получения тяжелой травмы, гибели или инвалидности.

5. Экстремально опасная — соблюдение правил безопасности СП не гарантирует сохранение жизни и здоровья.

Используя предложенную систему элементов СП, эксперты-специалисты оценили шесть видов спорта (футбол, бокс, стрельба из лука, парашютный спорт, бильярд, мотоспорт) по уровням безопасности (табл. 1).

При комплексной оценке общей безопасности СП по определенному виду спорта или дисциплине учитывается уровень безопасности каждого элемента СП, при этом общий уровень безопасности СП по каждому виду спорта или дисциплине определяется по максимальному уровню опасности среди всех элементов этого вида спорта.

Так, в футболе наибольший риск нанесения ущерба представляет тактика и командное взаимодействие, характеризующееся 4-м уровнем (повышенная опасность СП), поэтому футбол относится к 4-му уровню опасности СП. В боксе наибольший риск нанесения ущерба представляют функциональные возможности, генетические и антропометрические особенности организма спортсмена, оцененные как 5-й уровень (экстремально опасная СП), поэтому бокс относится к 5-му уровню опасности СП. В стрельбе из лука наибольший риск нанесения ущерба представляет экипировка, оборудование, инвентарь (4-й уровень — повышенная

опасность СП), поэтому стрельба из лука, соответственно относится к 4-му уровню опасности СП. Как видно из табл. 1, некоторые виды спорта имеют сходные экспертные оценки уровней безопасности элементов СП, однако множество неочевидных факторов могут повысить риски причинения вреда. Даже небольшое отличие в условиях проведения СП может кардинально повлиять на уровень безопасности. Например, перемещение по территории спортивного объекта человека, не прошедшего инструктаж, может представлять серьезную опасность как для него, так и для других участников СП. Информация о травматизме, связях между элементами, определяющими безопасность СП, продолжает изучаться в целях уточнения предлагаемых рекомендаций.

Общая характеристика элементов спортивной подготовки, значимых для ее безопасности

Краткая характеристика элементов системы СП, значимых для безопасности, и направления по ее повышению, представлены в табл. 2. Применение данного метода анализа особенно важно для руководителей спортивных объектов, на которых проводится СП по нескольким видам спорта в целях обеспечения комплексной безопасности СП. Общий уровень безопасности СП на определенном объекте спорта определяется по максимальному уровню опасности, установленному для всех видов спорта, осуществляющих подготовку на этом объекте.

Для совершенствования мер безопасности, учитывая накопленный опыт в виде спорта, анализируя причины и последствия фактов травматизма, моделируя и оценивая риски спортивных упражнений для спортсмена и окружающих его людей, специалисты разрабатывают новые требования и, внося поправки в правила СП, совершенствуют

Таблица 1

Результаты оценки экспертами уровней безопасности спортивной подготовки в некоторых видах спорта

№ п/п	Вид спорта	Элементы системы спортивной подготовки						Общий критерий опасности вида спорта
		Функциональные возможности, генетические и антропометрические особенности организма спортсмена	Техника выполнения спортивных упражнений	Тактика и командное взаимодействие	Экипировка, оборудование, инвентарь	Спортивный объект, условия СП и особенности окружающей среды	Психологические, медико-биологические, восстановительные мероприятия и спортивная гигиена	
1	Футбол	3	2	4	3	1	3	4
2	Бокс	5	4	4	1	1	3	5
3	Стрельба из лука	1	3	1	4	3	1	4
4	Парашютный спорт	1	4	2	4	4	2	4
5	Бильярд	1	3	1	1	1	2	3
6	Мотоспорт	1	3	5	4	5	3	5

Общая характеристика элементов спортивной подготовки, значимых для ее безопасности

Элемент спортивной подготовки	Направления нормирования (правила и нормативные требования безопасности СП)	Причины негативного влияния на безопасность спортивной подготовки	Направления по повышению уровня безопасности
1. Функциональные возможности, генетические и антропометрические особенности организма спортсмена	Обеспечение соответствия физического состояния спортсмена, физических и физиологических особенностей его организма специальным условиям и предельным нагрузкам при выполнении спортивных упражнений	Интенсивные большие нагрузки, выполняемые спортсменом на фоне текущего заболевания (вирусная инфекция и др.). Чрезмерные нагрузки, превышающие адаптационные возможности спортсмена, часто в сочетании с другими неблагоприятными факторами — изменяющиеся хронологические и климатогеографические условия (низкая или высокая температура окружающей среды, влажность), эмоциональное перевозбуждение, двигательные асимметрии [3, 4]). Механические травмы. Особенно опасны травмы головы, сердца, органов брюшной полости, позвоночника, в том числе проникающие повреждения внутренних органов (при фехтовании и стрельбе)	Контроль за текущим состоянием здоровья спортсмена и недопущение тренировок и выступлений при болезненных состояниях. Своевременная диагностика, первая медицинская помощь и правильная реабилитация. Оправданный режим тренировок и уровень нагрузок с учетом неблагоприятных факторов психоэмоциональных, наследственных и факторов окружающей среды. Разработка и использование средств и мер по предупреждению механических травм
2. Техники выполнения спортивных упражнений	Особенности методики и техники выполнения спортивных упражнений в конкретном виде спорта	Риски нанесения существенного вреда здоровью спортсмена и окружающим его людям при использовании данной техники выполнения спортивных упражнений [5]	Обеспечиваются навыками, получаемыми спортсменами в результате тренировок по методикам, разрабатываемым специалистами-практиками, изучающими и совершенствующими технику выполнения упражнений спортивной направленности в определенном виде спорта
3. Тактика и командное взаимодействие	Тактические приемы, последовательность действий, стратегия поведения, ложные движения и другие факторы, способные дезориентировать противника, вынуждающие его внести внезапные изменения в тактику и технику выполнения упражнения, и как следствие, существенно влияющие на безопасность	Создание неожиданных опасных ситуаций, не имеющих запрограммированного решения либо пиковых нагрузок, превышающих физические возможности спортсменов или их соперников	Безопасность тактических приемов и командного взаимодействия должны обеспечиваться знаниями и способностями, получаемыми спортсменами в результате специальной подготовки





Продолжение табл. 2

Элемент спортивной подготовки	Направления нормирования (правила и нормативные требования безопасности СП)	Причины негативного влияния на безопасность спортивной подготовки	Направления по повышению уровня безопасности
4. Экипировка, оборудование, инвентарь	Технические характеристики современного оборудования и инвентаря, используемого в процессе выполнения спортивного упражнения, которые направлены на повышение спортивного результата, обеспечение эффективной концентрации энергии при выполнении упражнения	Технические характеристики, конструктивные особенности, не отвечающие современным условиям тренировок, соревнований и техническим требованиям. Недоработки и недостаточное качество оборудования и инвентаря, используемого в процессе выполнения спортивного упражнения, его качество, и индивидуальная подгонка в условиях предельных спортивных нагрузок представляет непосредственную угрозу участникам СП, зрителям и лицам, оказавшимся на прилегающих территориях	Безопасность спортивного оборудования и инвентаря, используемого в процессе выполнения спортивного упражнения, обеспечивается правилами их использования, расчетом физико-механических свойств, качеством материалов, примененных при их изготовлении, особенностями конструкции и исправностью. В основном перечисленные факторы предполагают разработку технических норм, стандартов и обязательное участие технических специалистов в обеспечении безопасности
5. Спортивный объект, условия СП и особенности окружающей среды	Необходимая конструкция сооружения для проведения спортивного соревнования или СП, режимы его эксплуатации, определенные правилами соревнований или программами СП, условия СП и особенности окружающей среды	Несоответствие параметров конструкции и/или режимов эксплуатации спортивного сооружения (спортивного объекта), условий СП и особенностей окружающей среды требованиям безопасности для спортсменов и окружающих лиц	Обеспечивается привлечением специалистов при проектировании, строительстве и эксплуатации спортивных объектов, разработкой и применением стандартов с требованиями к спортивному оборудованию, инвентарю, спортивным сооружениям [6]. Учет гигиенических нормативов к вредным факторам окружающей среды, в том числе при СП в специальных условиях (в бассейне с хлорированной водой, в горах при недостатке кислорода, при экстремально низкой или высокой температуре и др.)
6. Психологические, медико-биологические, восстановительные мероприятия и спортивная гигиена	Предварительная подготовка физiolогических способностей спортсмена с целью мобилизации внутренних ресурсов к определенному периоду времени и восстановительные мероприятия в тренировочно-соревновательном цикле, нормы спортивной гигиены	Несоответствие психофизиологических способностей спортсмена реальным нагрузкам, агрессивной среде, с наличием соперников (особенно в единоборствах), преодоление сверхнагрузок, стремление к рекордам, часто в экстремальных условиях окружающей среды, необходимость соблюдения строгого ограничительного режима	Ослабление организма экстремальными факторами требует комплекса защитных мероприятий, адекватных возможным угрозам жизни и здоровью. Учет норм спортивной гигиены. Организованная деятельность спортсмена должна проводиться под руководством и контролем специалистов, обладающих специальными знаниями и навыками в этих областях, при наличии соответствующего оборудования и организационно-технических возможностей

методы обеспечения безопасности СП. Это связано в том числе с тем, что использование особой техники выполнения упражнений направлено на концентрацию энергии спортивного упражнения до уровня, повышающего риск нанесения существенного вреда в краткосрочной или долгосрочной перспективе.

Заключение

В ходе исследования были изучены и систематизированы элементы СП, определяющие безопасность деятельности спортсмена, и их взаимовлияние. В частности установлено, что чаще всего источником травм и причиной гибели людей в ходе СП является взаимодействие (контактный удар) тела человека с твердым предметом, что предъявляет повышенные требования к экипировке и оснащению спортивного объекта. Подтверждено, что СП присущ риск развития профессиональных заболеваний и функциональных нарушений организма, связанных в основном с высокими психофизическими нагрузками. Обстоятельства и условия, способствующие наступлению подобных негативных последствий, необходимо рассматривать отдельно с учетом особенностей всех элементов СП.

Все элементы, определяющие безопасность СП, должны быть учтены в нормативных документах и при организации СП. Несмотря на очевидный "технический" характер многих чрезвычайных происшествий, основной причиной большинства из них является человеческий фактор, оказавший влияние на различные элементы СП, определившие наступление негативных последствий. Конструктивные особенности спортивных объектов, качество инвентаря, техника и тактика СП должны учитываться при разработке программ СП. Спортсмены, не прошедшие инструктаж по безопасности, имеющие ограничения по состоянию здоровья, технически не подготовленные, без необходимой экипировки не должны допускаться к выполнению спортивных упражнений. Правила допуска к спортивной подготовке должны содержать необходимые для этого нормы, а также определять лиц, персонально ответственных за безопасность.

Количество случаев причинения вреда, их тяжесть можно снизить путем комплексного подхода к разработке эффективных правил безопасности, контроля их обязательного соблюдения, и использования современных методов прогнозирования возможных рисков процессов СП, гигиенического нормирования и прогнозирования неблагоприятного действия факторов окружающей среды на организм спортсмена [7].

Предлагаемый комплексный подход к оценке безопасности СП позволяет обоснованно

разрабатывать нормы безопасности, условия и правила организации и проведения СП, направленные на сохранение жизни и здоровья людей, материально-технической базы спортивных сооружений, элементов городской инфраструктуры. Эти нормы, будучи установлены федеральными законами и техническими регламентами, могут быть действительно эффективным фактором обеспечения безопасности и должны учитываться при разработке правил, федеральных стандартов, норм, технических требований, которыми подлжит руководствоваться участникам СП.

Качество разработки подобных нормативных документов, правил сертификации спортивных объектов и спортивно-технических изделий, оснащение и компетентность испытательных лабораторий оказывает существенное влияние на безопасность СП. А недооценка важности системы комплексного подхода к обеспечению безопасности приводит к зависимости методов обеспечения безопасности и действующих правил не от определяющих факторов, а лишь от статистики спортивного травматизма. Безусловно, достичь полной безопасности СП невозможно, но используя комплексный подход к обеспечению безопасности, можно существенно снизить риск причинения ущерба здоровью спортсменов, а также спортивным сооружениям и объектам.

Выводы

1. Выделены элементы системы спортивной подготовки, определяющие ее безопасность: 1) функциональные возможности, генетические и антропометрические особенности организма спортсмена; 2) техника выполнения спортивных упражнений; 3) тактика и командное взаимодействие; 4) экипировка, оборудование, инвентарь; 5) спортивный объект, условия СП и особенности окружающей среды; 6) психофизические, медико-биологические, восстановительные мероприятия и спортивная гигиена.

2. Определены уровни безопасности элементов СП: безопасная, небольшая опасность, опасная, повышенная опасность, экстремально опасная.

3. Показана возможность и целесообразность оценки экспертами безопасности элементов СП по отдельным видам спорта; при этом общий уровень безопасности СП по каждому виду спорта или дисциплине рекомендовано определять по максимальному уровню опасности среди всех элементов этого вида спорта.

4. Рекомендовано определять общий уровень безопасности СП на конкретном объекте спорта по максимальному уровню опасности, установленному для всех видов спорта, осуществляющих подготовку на этом объекте.



5. Обосновано, что комплексный подход к обеспечению безопасности СП предполагает использование метода структурирования СП, что позволяет детально оценивать функционирование и механизмы взаимодействия отдельных элементов этой системы между собой и на этой основе разрабатывать нормы и правила обеспечения безопасных условий, организации и проведения СП.

Список литературы

1. **Королёв В. А., Клендар В. А.** Научно-обоснованные подходы к применению средств и методов превентивного купирования морфофункциональных асимметрий у спортсменов в различных видах спорта. — М.: Советский спорт, 2015. — 64 с.
2. **Биотехнические** системы в спорте / В. А. Королёв, Л. А. Калинин, И. В. Юрьева, Е. Р. Зяблова // Вестник спортивной науки. — 2014. — № 6. — С. 36—41.
3. **Особенности** хронобиологической и климатогеографической адаптации высококвалифицированных спортсменов к условиям Рио-де-Жанейро с учетом особен-

ностей видов спорта / Т. Ф. Абрамова, А. О. Акопян, В. А. Клендар, Т. М. Никитина и др. — Москва: ООО Грифон, — 2017. — 708 с.

4. **Практические** рекомендации для спортсменов, тренеров и специалистов спортивных сборных команд России по реализации мер, направленных на оптимизацию адаптации представителей различных видов спорта к условиям Рио-де-Жанейро для планирования заключительного этапа подготовки к играм XXXI Олимпиады / Т. Ф. Абрамова, Е. Р. Яшина, Б. Н. Шустин, К. Е. Лукичев и др. — М.: ООО Вектор, 2016. — 126 с.
5. **Власов А. А.** Чрезвычайные происшествия и несчастные случаи в спорте (причинно-следственные связи, классификация, ответственность): Учебное пособие. — М.: Советский спорт, 2001. — 80 с.
6. **Королёв В. А.** Сборник стандартов и таблицей спортивного оборудования, инвентаря и других спортивно-технологических средств. Часть I. Летние олимпийские виды спорта, 2010. — 112 с. Часть II. Зимние олимпийские виды спорта. — М.: Советский спорт, 2010. — 60 с.
7. **К 130-летию** кафедры общей гигиены Первого московского государственного университета им. И. М. Сеченова / П. И. Мельниченко, Н. И. Прохоров, Н. А. Ермакова, И. В. Юрьева // Гигиена и санитария. — 2014. — Т. 93. — № 4. — С. 127—129.

V. A. Korolev, Director, e-mail: sunday123@mail.ru, Testing Laboratory of Sports Products "VISTI", Moscow, **L. A. Kalinkin**, Professor, Leading Researcher, Federal Scientific Center of Physical Culture and Sport, Moscow, **I. V. Ivanov**, Professor, Senior Researcher, State Scientific Research Institute of the Military Medicine, Saint-Petersburg; **E. V. Koroleva**, Student, Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism, Moscow

Ensuring the Safety of Sports Training: Complex Approach to Solving the Problem

In order to improve the safety of sports training, the following significant elements are highlighted: functional capabilities, genetic and anthropological features of the athlete's body; the technique of performing sports exercises; tactics and teamwork; equipment, inventory; sports facilities, joint venture conditions and environmental features; psychophysical, biomedical, recovery measures and sports hygiene.

The levels of safety of sports training are highlighted: safe, small danger, dangerous, increased danger, extremely dangerous. A comprehensive approach to ensuring the safety of sports training involves the use of elementwise structuring. This allows a detailed assessment of the functioning and mechanisms of interaction of individual elements of the system among themselves and on this basis to develop rules and regulations for ensuring safe conditions, organization and conduct of joint ventures.

Keywords: sports training, health of athletes, elements of the sports training system, safety, safety criteria, safety levels, systems approach

References

1. **Korolev V. A., Klendar V. A.** Scientifically based approaches to the use of tools and methods for preventive relief of morphofunctional asymmetries in athletes in various sports. Moscow: Soviet Sport, 2015. 64 p.
2. **Biotechnical** systems in sports / V. A. Korolev, L. A. Kalinkin, I. V. Yuryeva, E. R. Zhablova, E. R. Muntyan. *Sports science bulletin*. 2014. No. 6. P. 36—41.
3. **Features** of chronobiological and climatogeographic adaptation of highly skilled athletes to the conditions of Rio de Janeiro, taking into account the characteristics of sports / T. F. Abramova, A. O. Akopyan, V. A. Klendar, T. M. Nikitina et al. Moscow: ООО Грифон. 2017. 708 p.
4. **Practical** recommendations for athletes, coaches and specialists of sports teams of Russia to implement measures

aimed at optimizing the adaptation of representatives of various sports to the conditions of Rio de Janeiro for planning the final stage of preparation for the games of the XXXI Olympiad / T. F. Abramova, E. R. Yashina, B. N. Shustin, K. E. Lukichev et al. Moscow: ООО Вектор, 2016. 126 p.

5. **Vlasov A. A.** Incidents and accidents in sports. Moscow: Soviet Sport. 2001. 80 p.
6. **Korolev V. A.** Collection of standards and sheets of sports equipment, equipment and other sports and technological tools. Parts I, II. Moscow: Soviet Sport, 2010. 60 p.
7. **On the 130th anniversary** of the Department of General Hygiene of the I. M. Sechenov / P. I. Melnichenko, N. I. Prokhorov, N. A. Ermakova, I. V. Yureva. *Gigiena i sanitaria*. 2014. Vol. 93. No. 4. P. 127—129.

УДК 697.317.42

А. П. Свинцов, д-р техн. наук, проф., e-mail: svintsovap@rambler.ru,

А. Е. Андросов, студент магистратуры, Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва

Мониторинг оборудования в тепловых пунктах систем централизованного отопления как фактор энергетической безопасности зданий

Представлены результаты оценки показателей надежности оборудования индивидуальных тепловых пунктов в аспекте обеспечения теплоэнергетической безопасности зданий. Анализ технического состояния оборудования выполнен по результатам систематических наблюдений и с использованием метода дерева неисправностей. Такой анализ позволяет давать количественную оценку технического состояния оборудования по неисправностям элементов, которые привели к отказу системы. В рамках мониторинга технического состояния тепловых пунктов выявлены наиболее значимые неисправности оборудования. Предложена математическая модель оценки обеспечения надежности оборудования, установленного в индивидуальных тепловых пунктах систем централизованного теплоснабжения зданий.

Ключевые слова: индивидуальный тепловой пункт, надежность оборудования, безотказность, ремонтпригодность, система централизованного теплоснабжения

Введение

Климатические условия России с ее продолжительной и суровой зимой требуют особого внимания к обеспечению теплоэнергетической безопасности зданий. Функционирование систем централизованного отопления зданий от индивидуальных тепловых пунктов в значительной степени зависит от слаженной работы оборудования, которое характеризуется неоднородностью качественных признаков работоспособности. Важным аспектом обеспечения теплоэнергетической безопасности зданий является эффективный выбор комплекта оборудования и его надежное функционирование в течение всего отопительного периода.

Теплоэнергетическая эффективность функционирования индивидуальных тепловых пунктов в значительной степени зависит от надежности эксплуатируемого оборудования. Исследования российских и зарубежных специалистов направлены на совершенствование технической оснащенности индивидуальных тепловых пунктов и повышение их теплоэнергетической эффективности.

В работах [1, 2] показано, что для обеспечения теплоэнергетической безопасности зданий различного назначения системы отопления автоматическим управлением тепловыми пунктами позволяет повысить эффективность

их функционирования в среднем на 35 %. Для повышения эффективности использования тепловой энергии в системах отопления и горячего водоснабжения предложено использовать блочные тепловые пункты [3], характеризующиеся компактностью конструкции и высоким уровнем автоматизации управления. Это позволяет снизить потребление тепловой энергии более чем на 20 % по сравнению с системами, подключенными к центральному тепловому пунктам. В работах [4–7] отмечена важность применения систем автоматики в управлении оборудованием индивидуальных тепловых пунктов. Показано, что системы автоматизации потребления тепловой энергии позволяют снизить ее расход в течение всего отопительного периода. Результаты исследования преимущества индивидуальных тепловых пунктов, оснащенных отечественным оборудованием, представлены в работе [8]. Показано, что во многих городах страны применяют индивидуальные тепловые пункты блочного типа на базе импортных пластинчатых теплообменников. Отмечено также, что в настоящее время оборудование и автоматика индивидуальных тепловых пунктов отечественного производства значительно эффективнее зарубежных аналогов, так как в их конструкциях учтены особенности принципиально новых технологий их изготовления,



а также условия обеспечения теплоэнергетической безопасности зданий.

Надежность, ремонтпригодность имеют существенное значение для обеспечения работы оборудования [9]. Для исследования показателей надежности использован метод, основанный на анализе дерева неисправностей. Такой анализ позволяет выявить наименее работоспособные элементы и оказывать влияние на их безопасную эксплуатацию. Исследованиями [10] выявлено, что за счет обнаружения и своевременного устранения отказов возможно получить снижение эксплуатационных затрат на 30 %. Оценку показателей надежности теплообменного оборудования целесообразно производить в общем виде и поэлементно [11]. Это позволяет более широко охватить статистическую информацию о системе.

Анализ статистических данных о системе в целом и об ее подсистемах позволяет полнее учитывать имеющиеся резервы надежности энергетического оборудования [12]. Применение теории надежности к оценке технического состояния отопительного оборудования [13, 14] включает определение вероятностей для "средней продолжительности восстановления", "среднего времени между отказами" и "времени принятия решения". Это является очень важным элементом системы эксплуатации теплоэнергетического оборудования.

Анализ научно-технической информации показывает, что изучению надежности тепловых пунктов посвящены много публикаций. Отопление относится к инфраструктурным системам жизнеобеспечения. Это значит, что основные блоки и элементы оборудования должны быть резервированы. Имеющиеся в настоящее время рекомендации по оценке технического состояния оборудования индивидуальных тепловых пунктов не учитывают особенности резервирования насосных групп. Целью исследования является оценка надежности оборудования отопления в индивидуальных тепловых пунктах систем централизованного теплоснабжения зданий. Предложена методика оценки эффективности назначения проектных показателей надежности блоков отопления индивидуальных тепловых пунктов.

Оборудование и методы исследования

К исследованию приняты тридцать два индивидуальных тепловых пункта г. Москвы и четыре индивидуальных тепловых пункта учебных зданий Российского университета дружбы народов. Оборудование индивидуальных тепловых пунктов включает от 100 до 200 элементов. В исследованных индивидуальных тепловых пунктах насосная группа системы водяного отопления выполнена с нагруженным или ненагруженным

резервированием. В насосных группах использованы агрегаты: КМ-80-50-200, ЦМНШ-80-5, Grundfos TP40-180. В табл. 1 представлены данные о количестве оборудования, обследованного в индивидуальных тепловых пунктах Москвы.

Анализ неисправностей оборудования выполнен посредством изучения журналов эксплуатации. Изучение количественных характеристик неисправностей выполнено на основе математической статистики. При анализе данных использованы записи пятилетнего периода наблюдений с учетом профилактических работ, проводимых ежегодно в рамках подготовки оборудования к эксплуатации в зимних условиях. После идентификации неисправностей оборудования выполнен предварительный статистический анализ данных по известным методикам.

Оборудование систем водяного отопления, установленное в индивидуальных тепловых пунктах, относится к восстанавливаемому типу. Элементы оборудования, определяющие надежность блоков отопления в индивидуальных тепловых пунктах, обладают свойством ремонтпригодности. Основные количественные показатели надежности оборудования определены на основе следующих зависимостей [10, 11]:

$$\left. \begin{aligned} P(t) &= e^{-\lambda t} \\ Q(t) &= 1 - e^{-\lambda t} \\ \lambda(t) &= \text{const}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $\lambda(t)$ — интенсивность отказа блоков отопления; $P(t)$ — вероятность безотказной работы блока отопления; $Q(t)$ — вероятность отказа блока отопления; t — время работы до первого отказа.

Использование данной методики для анализа фактического состояния элементов оборудования в процессе эксплуатации в индивидуальном тепловом пункте позволило выполнить оценку его надежности с обеспеченностью не ниже $\gamma = 0,05$.

Оценка достоверности результатов выполнена методом доверительных интервалов. При исследовании к анализу приняты данные о внезапных

Таблица 1

Оборудование систем водяного отопления, установленное в индивидуальных тепловых пунктах

Наименование	Количество
Насосные агрегаты	76
Пластинчатые теплообменники	36
Задвижки	260
Обратные клапаны	76
Контрольно-измерительные приборы	184
Системы автоматического управления и регулирования	36

отказах оборудования, приводящих к остановке соответствующей системы водяного отопления обслуживаемого здания.

Результаты исследования

Одной из важнейших задач службы эксплуатации является обеспечение стабильной работы индивидуальных тепловых пунктов в течение отопительного периода. В связи с этим показатели надежности оборудования систем отопления имеют большое значение в практическом аспекте. В зависимости от функциональной значимости оборудование тепловых пунктов можно разделить на группы:

1) трубопроводы теплоснабжения; задвижки на трубопроводах систем теплоснабжения и отопления, грязевик, обратные клапаны — выход из строя которых приводит к отказу системы отопления в целом;

2) трубопроводы систем отопления; насосные группы системы отопления; задвижки на трубопроводах системы отопления; обратные клапаны — выход из строя которых приводит к отказу той или иной функциональной группы;

3) регуляторы температуры, теплообменники, циркуляционные насосы — отказ которых приводит к нарушению температурных режимов в системах отопления;

4) контрольно-измерительные приборы, сигнализация, освещение — неисправность не приводит к отказу или сбою блоков отопления в индивидуальном тепловом пункте или системы отопления.

Виды неисправностей оборудования индивидуальных тепловых пунктов по результатам

обработки данных журналов регистрации неисправностей:

- насосы — износ вала, износ подшипников, трещина в корпусе, износ торцевого уплотнения, пробой обмоток электродвигателя;
- теплообменники — карбонатные отложения на стенках пластин, негерметичность уплотнений, негерметичность торцевых соединений;
- задвижка — повреждение или износ клина, износ штока, трещины в корпусе, негерметичность уплотнения;
- обратный клапан — трещины в корпусе, неисправность запорного элемента, негерметичность уплотнения.

Качественные характеристики неисправностей оборудования преобразованы в количественные параметры отказов. Анализ данных выполнен методами теории вероятностей и математической статистики. Статистическая оценка показателей надежности оборудования исследованных индивидуальных тепловых пунктов выполнена на основе известных методов теории надежности.

В основу расчета вероятности безотказной работы блоков отопления положена гипотеза об экспоненциальном законе наработки до первого отказа. Достоверность оценки показателей верифицирована посредством критерия Пирсона χ^2 . Проверка по этому критерию показала согласие принятой гипотезы для оценки вероятности безотказной работы блоков отопления. Изменение вероятностей безотказной работы блоков отопления с нагруженным и с ненагруженным резервом насосных групп представлено на рис. 1.

Анализ диаграмм показывает, что насосная группа блока отопления при нагруженном

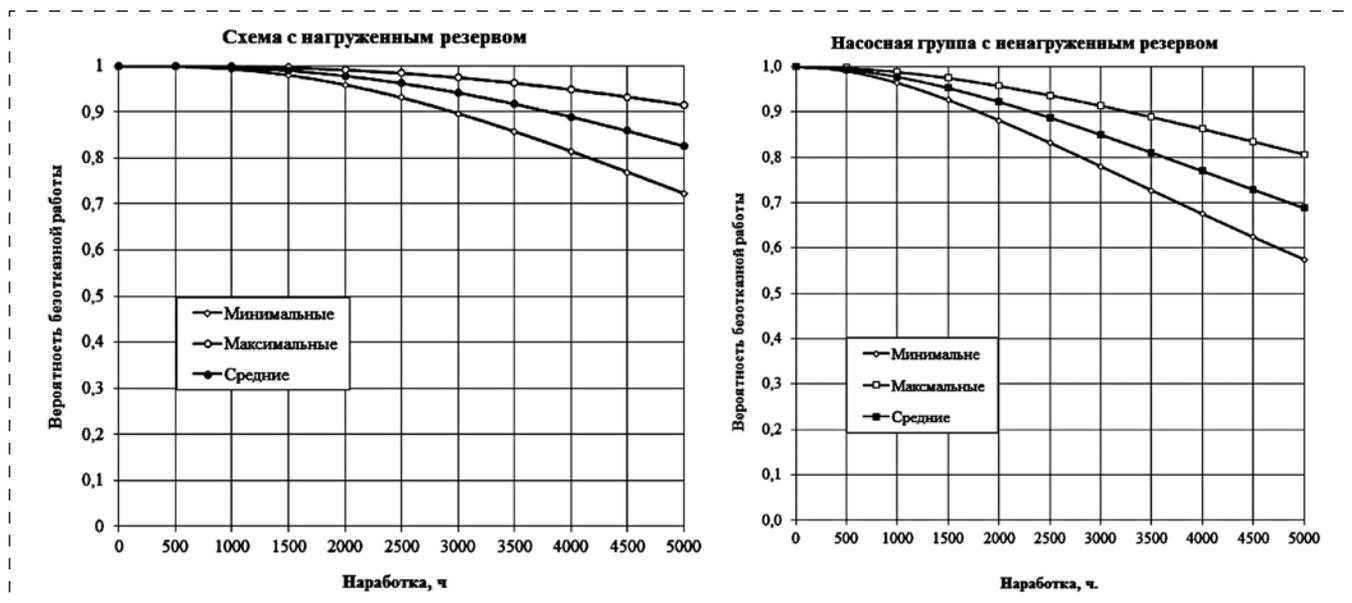


Рис. 1. Изменение вероятностей безотказной работы групп циркуляционных насосов, работающих с нагруженным и с ненагруженным резервом



резервировании с попеременной работой основных насосов и одним резервным позволяет обеспечить высокую вероятность безотказной работы. При интенсивности отказов $\lambda_{\text{средн}} = 0,0000526$ (1/ч) вероятность безотказной работы к концу отопительного периода составляет в среднем $P_{\text{средн}}^I(t) = 0,826$. При резервировании насосных групп ненагруженным резервом к окончанию отопительного сезона вероятность безотказной работы ниже, чем при комбинированном. Вероятность безотказной работы изменяется от $P_{\text{мин}}^{\text{II}}(5000) = 0,689$ до $P_{\text{мин}}^{\text{II}}(5000) = 0,947$ при среднем значении $P_{\text{средн}}^{\text{II}}(5000) = 0,859$.

Обсуждение результатов исследования

Оценка обеспечения надежности блоков отопления позволяет выявить приоритеты в подготовке оборудования к эксплуатации в зимний период года. Это обуславливает различные причины образования повреждений и отказов.

Трубопроводы систем теплоснабжения и отопления транспортируют теплоноситель — специально подготовленную воду. Химический состав воды определяет степень ее коррозионной агрессивности по отношению к материалу трубопровода. Следует отметить, что за период наблюдений в пределах обследованных индивидуальных тепловых пунктов повреждения трубопроводов систем теплоснабжения и отопления не зафиксированы.

Теплообменные аппараты не содержат подвижных элементов. Их техническое состояние определяется, в основном, качеством сборки, соблюдением режимов эксплуатации, а также химическим составом теплоносителя. Химический состав воды

является определяющим фактором карбонатных отложений на стенках теплообменников. В процессе эксплуатации и анализа журналов регистрации повреждений установлено, что пластины в теплообменниках, работающих в системах отопления, имеют незначительные карбонатные отложения на стенках. Персонал службы эксплуатации производит гидравлическую и химическую очистку теплообменников раз в три—четыре года. Такая периодичность очистки устройств признана технически эффективной и обоснована экономически.

Насосы системы отопления имеют движущиеся детали и наиболее подвержены износу. В результате анализа данных журналов эксплуатации установлены наиболее часто встречающиеся неисправности насосов: разрушение подшипника, повреждение торцевого уплотнения, повреждение электродвигателя. Эти неисправности оказывают определяющее влияние на показатели надежности насосных групп и теплового пункта в целом.

Отопление относится к инфраструктуре жизнеобеспечения зданий. В связи с этим элементы, узлы и системы, обеспечивающие его работоспособность, подлежат резервированию. Как известно, резервирование является одним из основных методов повышения надежности оборудования или систем. Резервирование предполагает применение средств и возможностей для обеспечения работоспособности системы отопления при отказе элементов основного оборудования.

Подготовка блоков отопления к работе в зимний период связана с экономическими затратами. Выходной эффект надежности блоков отопления и экономические затраты на ее обеспечение представляют собой безразмерные величины.

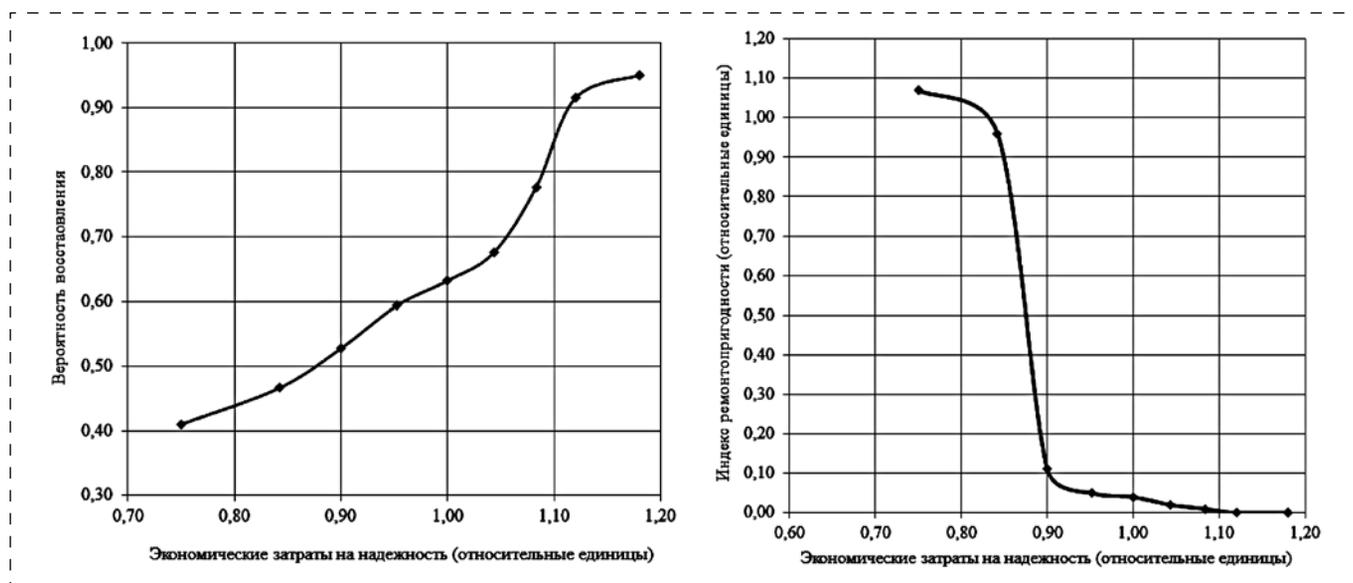


Рис. 2. Влияние экономических затрат на эффективность обеспечения надежности блоков отопления

Продолжительность устранения отказа и восстановление работоспособности блоков отопления имеет ключевое значение в работе системы в течение отопительного периода. На рис. 2 представлены диаграммы изменения выходного индекса надежности блоков отопления R и риска превышения срока восстановления блоков отопления от индикатора экономических затрат на обеспечение надежности оборудования.

Вероятность восстановления работоспособности блоков отопления изменяется по монотонно возрастающей зависимости от экономических затрат на обеспечение надежности. Анализ вероятности восстановления блоков отопления позволяет выявить особенности обеспечения надежности в зависимости от способа резервирования.

В процессе эксплуатации тепловых пунктов возникающие отказы могут привести к существенному снижению температуры воздуха в отапливаемых помещениях. В климатических условиях России возможное снижение подачи теплоты в здания регламентировано значениями, допустимыми в период устранения аварии (табл. 2). При этом максимальная продолжительность устранения аварии не должна превышать 54 ч. В период устранения аварии температура воздуха в отапливаемых помещениях не должна быть ниже $+12\text{ }^\circ\text{C}$ (Свод правил 124.13330.2012. "Тепловые сети").

Уровень надежности блоков отопления, установленных в тепловых пунктах систем централизованного теплоснабжения, должен быть обеспечен не ниже минимального значения, при котором их использование имеет технический смысл. Наиболее значимыми ограничивающими факторами являются: безотказность (с учетом свойства восстановления) и стоимость оборудования. Модель оценки соответствия проектного значения надежности блоков отопления в индивидуальных тепловых пунктах по фактическим данным имеет вид:

$$E \leq R \leq C, \quad (2)$$

где E — индекс ремонтпригодности оборудования; R — индекс надежности блоков отопления;

Таблица 2

Допустимое снижение подачи теплоты в здания

Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, $^\circ\text{C}$	-10	-20	-30	-40	-50
Допустимое снижение подачи теплоты, %, не более	78	84	87	89	91

C — индикатор экономических затрат на обеспечение надежности оборудования.

Модель оценки не зависит от вида показателя надежности, поэтому он обозначен одним общим символом R .

Использование модели (2) напрямую связано с анализом технического состояния оборудования, находящегося в условиях эксплуатации. В связи с этим формула (2) имеет следующий смысл.

Уровень обеспечения надежности определяется по формуле

$$R = r + \frac{R_a - R_f}{R_a}, \quad (3)$$

где R — индекс надежности блоков отопления; R_a , R_f — фактическое и требуемое значения индексов надежности блоков отопления; r — коэффициент соответствия установленного оборудования требуемому уровню надежности, $r = 1$.

Величина R позволяет оценить ошибку, которая может возникнуть при выборе типов и состава оборудования. Чем ближе R к 1, тем больше надежность установленного оборудования соответствует требуемым значениям.

Оборудование блоков отопления должно не только безотказно работать в течение всего отопительного периода, но и быть ремонтпригодным с доступными запасными частями. Критерий оценки эффективности устранения аварии на блоке отопления имеет вид:

$$E = \varepsilon - \frac{\tau_a - \tau_f}{\tau_a}, \quad (4)$$

где E — индекс ремонтпригодности оборудования; ε — коэффициент соответствия продолжительности восстановления оборудования требуемому значению, $\varepsilon = 1$; τ_a , τ_f — фактическая и допустимая продолжительность устранения отказа.

Коэффициент $\varepsilon = 1$ показывает, что продолжительность устранения аварии не превышает нормативное или директивное значение.

Критерий экономических затрат на обеспечение надежности блоков отопления определяется по формуле

$$C = \sigma + \frac{C_a - C_f}{C_a}, \quad (5)$$

где C — индикатор экономических затрат на обеспечение надежности оборудования; σ — коэффициент соответствия экономических затрат требуемому уровню надежности оборудования, $\sigma = 1$; C_a , C_f — фактические и проектные значения индикаторов экономических затрат на обеспечение надежности оборудования.



Таблица 3

Допустимые значения вероятностей безотказной работы

Наименование оборудования	Вероятность безотказной работы
Источник теплоты	0,97
Тепловая сеть	0,90
Потребители теплоты	0,99
Система теплоснабжения в целом	0,86

Обеспечение надежности оборудования связано с экономическими затратами. При полном соответствии затрат обеспечиваемой надежности коэффициент $\sigma = 1$. Как правило, чем выше уровень надежности оборудования, тем больше экономические затраты и наоборот. Формула (2) позволяет давать оценку адекватности выбора оборудования блоков отопления в парадигме "надежность — экономичность".

Блоки отопления, установленные в индивидуальных тепловых пунктах, подвержены наибольшему влиянию эксплуатационных нагрузок. Вероятность безотказной работы системы теплоснабжения представляет собой ее способность не допускать отказов, приводящих к падению температуры воздуха в отапливаемых помещениях зданий ниже нормативных значений. Минимально допустимые значения вероятности безотказной работы представлены в табл. 3 (Свод правил 124.13330.2012. "Тепловые сети").

Возникшие отказы характеризуются различными причинно-следственными особенностями. Наиболее важным фактором является продолжительность устранения аварии. В условиях отопительного периода это является существенным признаком, так как значительное снижение температуры воздуха в отапливаемых помещениях может привести к тяжелым последствиям.

Оценка достоверности результатов выполнена методом доверительных интервалов. Для этого использован алгоритм, основу которого составляет оценка интенсивности отказов оборудования $\lambda(t)$ с последующей оценкой вероятности безотказной работы. Оценка факторного параметра $\lambda(t)$ позволяет учесть работу всех насосов, находящихся в эксплуатации, включая отказавшие и не отказавшие.

Заключение

Индивидуальные тепловые пункты должны обеспечивать бесперебойную подачу тепловой энергии в обогреваемые помещения зданий. Этим обусловлена необходимость оценки надежности оборудования, так как его отказы могут привести к существенному снижению температуры воздуха

в зданиях. Анализ надежности позволяет выявить причинно-следственные связи в парадигме "ремонтпригодность — безотказность — стоимость" и на этой основе выбрать оптимальный вариант оборудования. В связи с этим показатели надежности оборудования систем отопления имеют важное значение в практическом аспекте.

Предложена модель оценки обеспечения надежности блоков отопления, установленных в индивидуальных тепловых пунктах систем централизованного теплоснабжения зданий. Модель позволяет формулировать требование к обеспечению надежности блоков отопления, при котором наибольшая безотказность соответствует наименьшим при данной надежности экономическим затратам. Решение этой задачи осуществляется итерационным методом. Исследование надежности оборудования индивидуальных тепловых пунктов продолжается.

Публикация подготовлена при поддержке Программы РУДН "5-100".

Список литературы

1. **Бобух А. А., Ковалев Д. А.** Повышение энергосбережения закрытого централизованного теплоснабжения города при реконструкции центрального и модернизации индивидуального тепловых пунктов // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. — 2014. — № 3 (121). — С. 12—18.
2. **Курочкина К. Ю., Горшков А. С.** Влияние авторегулирования на параметры энергопотребления жилых зданий // Строительство уникальных зданий и сооружений. — 2015. — № 4 (31). — С. 220—231.
3. **Блочные индивидуальные тепловые пункты** // Сантехника, отопление, кондиционирование. — 2011. — № 11 (119). — С. 58—61.
4. **Индивидуальный тепловой пункт** (концептуальный проект) / Я. А. Кунгс, Н. В. Цугленок, О. Н. Животов, Е. Ю. Таран // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2014. — № 11. — С. 196—199.
5. **Задвинская Т. О., Горшков А. С.** Методика повышения энергоэффективности типового многоквартирного дома путем внедрения систем учета, автоматизации и регулирования тепловой энергии // Строительство уникальных зданий и сооружений. — 2014. — № 8 (23). — С. 79—92.
6. **Сафонов Е. В., Разнополов К. О., Бондарев Ю. Л.** Повышение эффективности использования энергетических ресурсов в системах теплоснабжения зданий за счет выбора стратегии управления тепловыми пунктами // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. — 2012. — № 18. — С. 146—149.
7. **Сафиуллин Д. Х., Ахметова И. Г., Мухаметова Л. Р.** Энергоэффективность индивидуальных тепловых пунктов (ИТП). Переход от ЦТП к ИТП // Сборник трудов Международной научно-технической конференции им. Леонардо да Винчи. — 2013. — Т. 1. — С. 183—185.
8. **Сердюк А. А.** Исследование ряда преимуществ отечественных индивидуальных тепловых пунктов, применяемых в жилищно-коммунальном хозяйстве // Ученые заметки ТОГУ. — 2012. — Т. 3. — № 1. — С. 93—97.

9. **The reliability** of technological systems with high energy efficiency in residential buildings / L. Peruzzi, F. Salata, de Lieto Vollaro A., de Lieto Vollaro R. // *Energy and Buildings*. — 2014. — Vol. 68. — Part A. — P. 19–24.
10. **Sikos L., Klemeš Ji.** Reliability, availability and maintenance optimisation of heat exchanger networks // *Applied Thermal Engineering*. — 2010. — Vol. 30. — Is. 1. P. 63–69.
11. **Свинцов А. П., Гусамов М. Т., Шумилин Е. Е.** Армированная гипсополистиролбетонная смесь как тепловая изоляция трубопроводов тепловых пунктов // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования*. — 2017. — Т. 18. — № 1. — С. 29–39.
12. **Свинцов А. П.** Армированная гипсополистиролбетонная смесь с регулируемым сроком схватывания // *Научный журнал строительства и архитектуры*. — 2017. — № 2 (46). — С. 66–74.
13. **Babiarz B.** An introduction to the assessment of reliability of the heat supply systems // *International Journal of Pressure Vessels and Piping*. — 2006. — Vol. 83. — Is. 4. — P. 230–235.
14. **Reliability** and availability analysis of redundant BCHP (building cooling, heating and power) system / Wang Jiang-Jiang, Fu Chao, Yang Kun, Zhang Xu-Tao, Shi Guo-hua, Zhai John // *Energy*. — 2013. — Vol. 61. — P. 531–540.

A. P. Svintsov, Professor of Department, e-mail: svintsovap@rambler.ru,
A. E. Androsov, Magistr Student, Peoples' Friendship University of Russia
 (RUDN University), Moscow

Monitoring of Equipment in Thermal Points as a Factor of Energy Security of Buildings

Reliability, maintainability are essential to ensure the operation of equipment. Malfunctions of equipment elements arising in the course of individual heat point operation have different meanings in qualitative and quantitative aspects. This type of analysis allows one to quantify the technical condition of the equipment from the faults of the elements that have led to the system's failure. Qualitative characteristics of equipment failures are converted into quantitative parameters of failures. Representing faults in the form of sequences of numbers allows to formalize the analysis and reduce influence of a subjective factor. An important factor in the efficiency of the centralized heat supply system is ensuring the reliability of the equipment in the heat points, while they are economically efficient. The model allows to carry out an objective assessment of the level of ensuring the reliability of heating units in individual heat points of centralized heat supply systems.

Keywords: individual heat point, equipment reliability, reliability, maintainability, centralized heat supply system

References

1. **Bobuh A. A., Kovalev D. A.** Povyshenie energosberezheniya zakrytogo centralizovannogo teplosnabzheniya goroda pri rekonstrukcii central'nogo i modernizacii individual'nogo teplovyh punktov. *Energosberezhenie. Energetika. Energoaudit*. 2014. No. 3 (121). P. 12–18.
2. **Kurochkina K. Yu., Gorshkov A. S.** Vliyanie avtoregulirovaniya na parametry energopotrebleniya zhilyh zdaniy. *Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij*. 2015. No. 4 (31). P. 220–231.
3. **Blochnye** individual'nye teplovye punkty. *Santekhnika, otoplenie, kondicionirovanie*. 2011. No. 11 (119). P. 58–61.
4. **Individual'nyj teplovoj punkt** (konceptual'nyj proekt). Ya. A. Kungs, N. V. Cuglenok, O. N. Zhivotov, E. Yu. Taran / *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014. No. 11. P. 196–199.
5. **Zadvinskaya T. O., Gorshkov A. S.** Metodika povysheniya energoeffektivnosti tipovogo mnogokvartirnogo doma putem vnedreniya sistem ucheta, avtomatizacii i regulirovaniya teplovoj energii. *Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij*. 2014. No. 8 (23). P. 79–92.
6. **Safonov E. V., Raznopolov K. O., Bondarev Yu. L.** Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya energeticheskikh resursov v sistemah teplosnabzheniya zdaniy za schet vybora strategii upravleniya teplovymi punktami. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Energetika*. 2012. No. 18. P. 146–149.
7. **Safiullin D. H., Ahmetova I. G., Muhametova L. R.** Ergoeffektivnost' individual'nyh teplovyh punktov (ITP). Perekhod ot CTP k ITP. *Sbornik trudov Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnichejskoj konferencii im. Leonardo da Vinchi*. 2013. Vol. 1. P. 183–185.
8. **Serdyuk A. A.** Issledovanie ryada preimushchestv otechestvennyh Aindividual'nyh teplovyh punktov, primenyaemyh v zhilishchno-kommunal'nom hozyajstve. *Uchenye zameetki TOGU*. 2012. Vol. 3. No. 1. P. 93–97.
9. **The reliability** of technological systems with high energy efficiency in residential buildings. L. Peruzzi, F. Salata, A. de Lieto Vollaro, R. de Lieto Vollaro. *Energy and Buildings*. 2014. Vol. 68. Part A. P. 19–24.
10. **Sikos L., Klemeš Ji.** Reliability, availability and maintenance optimisation of heat exchanger networks. *Applied Thermal Engineering*. 2010. Vol. 30. Is. 1. P. 63–69.
11. **Svincov A. P., Gusamov M. T., Shumilin E. E.** Armirovannaya gipsopolistirolbetonnaya smes' kak teplovaya izolyciya truboprovodov teplovyh punktov. *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya: Inzhenernye issledovaniya*. 2017. Vol. 18. No. 1. P. 29–39.
12. **Svincov A. P.** Armirovannaya gipsopolistirolbetonnaya smes' s reguliruемым сроком skhvatyvaniya. *Nauchnyj zhurnal stroitel'stva i arhitektury*. 2017. No. 2 (46). P. 66–74.
13. **Babiarz B.** An introduction to the assessment of reliability of the heat supply systems, *International Journal of Pressure Vessels and Piping*. 2006. Vol. 83. Is. 4. P. 230–235.
14. **Reliability** and availability analysis of redundant BCHP (building cooling, heating and power) system. Wang Jiang-Jiang, Fu Chao, Yang Kun, Zhang Xu-Tao, Shi Guo-hua, Zhai John. *Energy*. 2013. Vol. 61. P. 531–540.

УДК 001.4

К. Е. Панкин, канд. хим. наук, доц. кафедры, e-mail: texmexium@mail.ru,
А. В. Тютин, ст. преп., **А. В. Хизов**, канд. техн. наук, доц. кафедры,
Р. Н. Бахтиев, канд. техн. наук, доц. кафедры, Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова

Выработка единого универсального подхода к действиям при пожаре

Представлена и обоснована последовательность действий при обнаружении пожара на объектах бытовой или производственной сфер. В основу предложенной последовательности действий положен принцип первоочередного обеспечения безопасности людей от действия пожара и его поражающих факторов. Применение этой последовательности действий при возникновении пожара рассмотрено на трех примерах, где показана ее универсальность. Обсужден вопрос об участии жильцов и сотрудников предприятий в тушении пожара и показано, что пункт, предполагающий действия по тушению пожара, может иметь обязательное распространение только на специально обученных сотрудников предприятий, в которых крайне необходимо скорейшее тушение пожара.

Ключевые слова: пожар, последовательность действий, действия при тушении пожара

Введение

Пожары и взрывы самые распространенные чрезвычайные ситуации, наносящие значительный ущерб и являющиеся причиной большого числа пострадавших и жертв [1]. Борьба с возникновением и развитием пожаров, снижение ущерба и числа жертв от них входят в перечень первостепенных задач.

Согласно классификации пожар относится к внезапным чрезвычайным ситуациям, причем формирование и распространение его поражающих факторов происходит довольно медленно, что объяснимо низкой величиной атмосферного давления и сравнительно низкой концентрацией кислорода в атмосферном воздухе. В чем же тогда причина большой распространенности пожаров, а также большого ущерба и числа жертв от них?

Большая распространенность пожаров обусловлена широким применением энергетических процессов в хозяйственной деятельности человека: обогрев жилища, приготовление пищи, термическая обработка материалов и т. п. Большинство из подобных процессов обладают высокой энергоемкостью и требуют мощных источников тепла, нередко с применением открытого пламени, полученным при сжигании топлива ископаемого или растительного происхождения.

В России довольно длительный период холодного времени года, требующий применения мощных систем обогрева жилищ или отопления

рабочих помещений. Использование таких источников тепла, с одной стороны, облегчает ведение хозяйственной деятельности, с другой, обуславливает необходимость быть предельно внимательными и осторожными при их эксплуатации. На промышленных предприятиях и в организациях за эксплуатацию энергетических систем отвечает целый штат специалистов, в задачу которых входит обеспечение безаварийной работы энергетических установок, их своевременное обслуживание, ремонт и т. п. Применение централизованной системы отопления зданий и сооружений с использованием в качестве теплоносителя водопроводной воды, нагретой до температуры 60...75 °С [2], или водяного пара, позволило значительно снизить пожарную опасность и число пожаров в холодное время года, так как даже нагретая вода и водяной пар не являются источниками зажигания.

В настоящее время в России осуществляется модернизация энергетических систем, одной из целей которой является снижение пожарной опасности бытовых и производственных процессов. Например, традиционные газовые плиты постепенно вытесняются электроразогревочными или индукционными панелями. На государственном уровне идет обсуждение вопроса о запрете газификации высотных зданий и сооружений и т. п. Из-за своей громоздкости и сложности системы отопления и теплоснабжения зданий и сооружений постепенно децентрализуются, и со временем

вновь возводимые жилые дома могут иметь изолированную систему отопления с собственной автоматизированной котельной. Таким образом, производится попытка одновременного решения нескольких проблем — повышения безопасности и обеспечения комфорта.

Как известно, обеспечением пожарной безопасности должны заниматься профессионалы. Так, эксплуатация автономной системы отопления многоквартирного дома должна полностью находиться в ведении специалистов управляющей компании, имеющих соответствующую подготовку для такого рода деятельности. Совершенно иная ситуация складывается при применении мощных отопительных систем на объектах индивидуального жилищного строительства, которая предполагает возложение всей полноты ответственности за их эксплуатацию на домовладельцев, нередко имеющих поверхностное представление о функционировании газовой колонки или газового котла.

Медленное горение и, вместе с тем, медленное распространение поражающих факторов (главным образом дыма), возможность кумулятивного эффекта (накопление тепла и дыма в помещении) делает возникновение пожара на его ранней стадии незаметным для людей и увеличивает время обнаружения пожара. К тому моменту, когда люди, находящиеся в помещениях здания или сооружения, поймут, что возник пожар и начнут предпринимать какие-либо действия, пожар перейдет в свою вторую фазу — стадию объемного развития пожара: температура внутри помещения поднимается до 250...300 °С, начинает развиваться объемное горение, при этом пламя заполняет весь объем помещения, и процесс распространения пламени происходит уже не поверхностно, а дистанционно, через воздушные разрывы. Через 15...20 мин от начала пожара происходит разрушение остекления и приток свежего воздуха резко увеличивает скорость развития пожара. Скорость увеличения среднеобъемной температуры составляет 50 °С/мин. Температура внутри помещения повышается с 500...600 до 800...900 °С, т. е. интенсивность выделения тепла и дыма близки к максимальным значениям [3].

Несмотря на все применяемые меры по профилактике пожары происходят и в бытовой сфере, и на производстве. В этом случае необходимо осуществлять мероприятия, направленные на снижение числа жертв и ущерба от возникшего пожара и его поражающих факторов. Разработка и обоснование последовательности действий, направленных на снижение количества пострадавших при пожаре, является целью настоящей работы.

Анализ содержания инструкций по пожарной безопасности

Анализ информации, представленной в официальных источниках — официальные сайты штабов гражданской обороны, сайты Главных управлений МЧС России субъектов РФ, отделов пропаганды государственной противопожарной службы, электронных страниц учебных заведений и т. п. [4—8], показывает, что действия при возникновении пожара, согласно разработанным инструкциям, в абсолютном большинстве случаев сводятся к выполнению следующей последовательности действий:

1. Сообщить о пожаре в пожарную охрану (по телефонам 01, 101, 112).
2. Организовать эвакуацию людей и отключение энергетических источников.
3. Приступить к тушению пожара.
4. Сообщить прибывшим сотрудникам пожарной охраны сведения об объекте: наличии людей, опасностей и т. п.

Интересно отметить, что иностранные источники из Республики Беларусь [9], США и Великобритании [10—12] предлагают ту же самую последовательность действий.

Инструкции о действиях при обнаружении пожара в жилых помещениях, находящихся в частной собственности в России, не имеют юридической силы, так как не разработана процедура их утверждения и не сформирован порядок ответственности за неисполнение инструкции. Именно поэтому специально уполномоченные организации по проведению противопожарной пропаганды разрабатывают памятки о действиях при пожаре и распространяют их среди населения [13]. Такие памятки содержат много полезной информации, например, указания на отключение электричества и газоснабжения покидаемого при пожаре помещения, указаны номера телефонов экстренных служб и т. п. Последовательность действий при пожаре в разрабатываемых памятках та же, что и в инструкциях. Это единогласие не удивительно, так как именно такая последовательность изложена в статье 34 Федерального закона № 69-ФЗ от 21 декабря 1994 г. "О пожарной безопасности" [14].

Дело в том, что инструкция, она на то и инструкция, чтобы ее исполнять, т. е. она является законом. Нужно помнить, что инструкции пишут люди и при написании они закладывают в нее определенный принцип. В последовательность действий при обнаружении пожара согласно ст. 34 Закона № 69-ФЗ [14] заложен принцип снижения времени реагирования на пожар. Такой выбор был сделан в пользу предположения, что чем раньше придут профессиональные пожарные к месту происшествия, тем меньше будет ущерб и число



жертв. События, произошедшие в ночном клубе "Хромая лошадь" (05 декабря 2009 г.), торгово-развлекательном центре "Зимняя вишня" (25 марта 2018 г.) и в ряде других случаев, показали, что это далеко не так. При пожаре очень многое зависит от эффективности действий людей в силу обстоятельств, являющихся ответственными за пожарную безопасность на объекте.

При объективном расследовании обстоятельств возникновения пожара, а также выявления меры ответственности за полученный ущерб и жертвы, всегда на первом месте будет установление полноты выполнения действий, направленных на обеспечение безопасности и спасение людей при пожаре, несмотря на то что в инструкции данное мероприятие располагается лишь на втором месте, т. е. согласно применяемому принципу имеет второстепенную важность. Таким образом, возникает методологический конфликт между содержанием инструкции и здравым смыслом.

Ссылки на то, что управлением действиями при пожаре могут заниматься одновременно несколько человек, к примеру, один — сообщает о пожаре в пожарную охрану, другой(гие) занимается(ются) оповещением и эвакуацией — не состоятельны, так как в самой инструкции (памятке) на это нет прямого указания. Там приведена четкая последовательность действий: обнаружение пожара → вызов пожарной охраны → эвакуация → тушение → помощь сотрудникам пожарной охраны.

В практической деятельности, в ситуации возникновения пожара руководитель (или тот, кто принимает решения) должен быть один, чтобы избежать несогласованности действий при одновременном принятии решений несколькими разными людьми, действующими в критической ситуации.

Рассмотрим последовательность действий при пожаре согласно ст. 34 Закона № 69-ФЗ [14], изложенную в инструкциях или памятках. Пожары происходят в любых и часто в самых неподходящих случаях, особенно когда этого не ждешь. Рассмотрим ситуацию с возникновением пожара на трех примерах — пожара в квартире (жилом доме), в офисном помещении предприятия или организации, а также пожара в салоне пассажирского транспорта.

Пожар в квартире (жилом доме). В одной из комнат квартиры (или дома) произошло возгорание, к примеру, телевизора, возле которого сидя на полу играет маленький ребенок. Увидев возникновение пожара, взрослый (отец или мать), согласно инструкции, обязан найти телефонный аппарат, возможно находящийся в другой комнате, оставив при этом маленького ребенка рядом с охваченным пламенем электроприбором, затем, дозвонившись в пожарную охрану, и сообщив о

случившемся, взрослый человек обязан вернуться в комнату, забрать ребенка и других жителей квартиры или дома и вывести их наружу, потом вернуться назад и приступить к тушению пожара.

Пожар в офисном помещении предприятия или организации. Например, возникло возгорание копировального аппарата и сотрудник, обнаруживший это, согласно тем же указаниям ст. 34 Закона № 69-ФЗ [14] должен найти телефонный аппарат и, стоя рядом с горящим прибором, набрать номер 01, 101 или 112 и сообщить о случившемся дежурному диспетчеру, а другие сотрудники, находящиеся в этом же помещении, должны оставаться на своих местах, наблюдать за происходящим и ждать распоряжения на эвакуацию.

Пожар в салоне пассажирского транспорта. Наиболее трагичным выглядит применение указанной последовательности действий при *пожаре в автобусе*. При возникновении пожара водитель автобуса обязан сначала сделать звонок в пожарную охрану и только затем открыть двери и выпустить пассажиров. Можно представить себе, что произойдет с пассажирами автобуса через 2...3 мин после возникновения пожара.

Действительно, трудно себе представить ситуацию, что при возникновении пожара человек сразу же начнет искать способ сообщить о случившемся в пожарную охрану, оставив при этом своих детей, родственников, друзей, подчиненных и т. п. во власти огненной стихии. Тем не менее именно такую последовательность действий и предлагает к исполнению инструкция или памятка [4—13], хотя здравый смысл подсказывает человеку, что в такой ситуации нужно в первую очередь обеспечить безопасность людей, а потом сделать по возможности все остальное. Таким образом, выявлен конфликт между требованиями законодательства и здравым смыслом, да и любое объективное расследование возникновения пожара пойдет по пути выявления полноты мер, принятых в первую очередь к обеспечению безопасности людей при пожаре и, хотя, с другой стороны, человека нельзя осудить за четкое исполнение инструкции.

Указанный методологический конфликт заставляет адаптировать инструкцию о действиях при пожаре под объект, на котором он произошел, таким образом, нарушается принцип единого правового поля, создавая при этом диссонанс в сознании человека. Для того чтобы избавиться от выявленного конфликта, необходимо изменить последовательность действий, выведя на первое место обеспечение безопасности людей, т. е. изменить принцип, заложенный в нее со снижения времени реагирования на пожар — на первоочередное обеспечение безопасности людей.

Разработка универсального алгоритма действий при пожаре

Пожар, как и любая другая чрезвычайная ситуация, представляет собой опасность, которая вызывает у человека определенную ответную реакцию, заложенную в природных механизмах адаптации, а также полученную в ходе воспитания и обучения. Как показывает практика, навыки, заложенные в механизме адаптации выполняются с большей вероятностью и интенсивностью, чем любые другие. Рассмотрим это при разборе ситуации поведения человека при возникновении пожара. При возникновении возгорания там, где его не должно быть, первое, что испытывает человек — это чувство страха за себя и за своих близких. Страх заставляет человека принять решение отойти от внезапно возникшего пламени (или источника интенсивного выделения дыма), подать сигнал тревоги, удалить из опасной зоны людей: детей, родственников, друзей. В меньшей степени человек в данный момент времени думает о том, где находится телефонный аппарат, какой нужно набрать номер и что именно он должен сказать диспетчеру, т. е. именно все то, что указано на первом месте в официально утвержденных инструкциях и памятках [4—13].

После того как человек обезопасил себя и своих близких, он начинает выполнять менее значимые для него действия: находить (или искать) телефонный аппарат, вспоминать (или спрашивать у окружающих) номер телефона экстренной службы, делать попытки сообщить о случившемся специалистам пожарной охраны и т. п. Возвращаться обратно в охваченные пламенем (или задымленные) помещения человек может только в случае крайней необходимости, не совместимой ни с каким другим действием, например, если в здании остались дети, инвалиды, престарелые, т. е. те, кто в пожаре неминуемо погибнут. Взрослый и сильный человек просто обязан в случае крайней на то необходимости применить всю свою силу и храбрость (а довольно часто и сделать то, что ранее считал для себя невозможным) для спасения тех, кто нуждается в помощи. Ни сам человек, ни общество не смогут найти оправдания для того человека, кто мог спасти, но не спас, просто потому, что даже не попытался.

Вступить в борьбу с огнем дело благородное ровно до тех пор пока при тушении пожара не появляются первые пострадавшие или погибшие. Пострадавший в пожаре человек, спасший жизнь другому человеку (даже ценой своей жизни), несомненно, является героем, но является ли героем тот, кто без особой на то необходимости пошел в охваченное пламенем помещение и сам стал его

жертвой, добавив работы и ответственности сотрудникам профессиональной пожарной охраны? Именно поэтому прибывшие к месту тушения пожарные в первую очередь стараются освободить территорию, прилегающую к охваченному пламенем объекту от людей, не участвующих в тушении пожара.

Интуитивно понятную последовательность действий, заложенную в сознание человека самой природой, и нужно использовать для выработки навыков поведения при пожаре, тем более, что на ее заучивание не нужно затрачивать большого количества времени и сил, так как все выполняется инстинктивно. Предлагаемая последовательность действий при обнаружении пожара предполагает:

1. Удалить людей и покинуть самому опасную зону, отключив (по возможности) в помещении источники электроснабжения и газоснабжения и т. п.
2. Оповестить (по возможности) наибольшее количество людей о возникшем пожаре (вручную включить систему пожарной сигнализации).
3. Сообщить о случившемся в службу пожарной охраны (01, 101, 112).
4. В случае крайней необходимости приступить к тушению пожара и содействовать тушению пожара сотрудникам пожарной охраны.

В последовательность действий в п. 1 введено понятие *опасная зона*, которая определена как *территория, находящаяся под непосредственным воздействием поражающих факторов пожара (дыма, высокой температуры, теплового излучения)*. Размер опасной зоны при пожаре меняется с течением времени, с развитием пожара и распространением его поражающих факторов. В начальный период времени не все жилые помещения (квартира/дом) или совокупность производственных (офисных) помещений являются опасной зоной.

Рассмотрим применение предлагаемой последовательности действий на примерах.

Пожар в жилом помещении (квартире/доме).

В комнате произошло возгорание телевизора, около которого на полу играл маленький ребенок, — взрослый должен в первую очередь подбежать к ребенку, взять его на руки и вынести из комнаты — так реализуется действие (1), затем взрослые люди должны привлечь внимание других жителей квартиры или дома (детей, родителей, братьев, сестер друзей, знакомых и т. п.), находящихся в других комнатах, к возникшему пожару и обеспечить их эвакуацию — так реализуется действие (2); потом кто-то из взрослых должен сообщить о пожаре в пожарную охрану — действие (3), набрав на телефоне номер 01, 101, 112 и, на последнем этапе действие (4), в случае крайней необходимости, приступить к тушению пожара, выполняя меры безопасности.



Пожар на объекте хозяйственной деятельности человека (в одном из помещений офисного здания). При возникновении пожара необходимо удалить людей из помещения, в котором это произошло, — так реализуется действие (1); затем необходимо привлечь внимание к пожару людей в других помещениях, проще всего это сделать, включив вручную систему оповещения о пожаре и обеспечить эвакуацию людей из здания — так выполняется действие (2), потом необходимо сообщить о пожаре в пожарную охрану — действие (3), набрав на телефоне номер 01, 101, 112 и на последнем этапе необходимо приступить к тушению пожара — действие (4), соблюдая правила безопасности.

Пожар на объекте пассажирского транспорта (в автобусе). При возникновении пожара или задымления пассажирского салона водитель обязан: остановить транспортное средство, открыть двери, приказать пассажирам покинуть пассажирский салон и, убедившись, что в салоне не осталось людей, закрыть двери в салон — так выполняется действие (1), обеспечить удаление пассажиров и пешеходов на расстояние не менее 50 м от охваченного пламенем транспортного средства — так выполняется действие (2), сообщить о случившемся в пожарную охрану — так выполняется действие (3) и, при необходимости, и учитывая то, что транспортное средство горит 2—3 мин, приступить к тушению пожара — так выполняется действие (4).

Перечисленные выше действия можно выполнить и одновременно, если каждый в семье (или трудовом коллективе) четко знают, что делать или четко выполняют указания старших или руководства. Как видно, приведенная выше схема универсальна и интуитивно понятна: возник пожар → обезопась себя и людей → беги из помещения → привлекли внимание других людей к пожару → сообщи в пожарную охрану о пожаре → успокой дыхание, сосредоточься и приступи к тушению пожара, соблюдая правила безопасности.

Все перечисленные действия можно выполнить очень быстро и не дать возможности пожару свободно развиваться и распространяться его факторам. Предложенная последовательность действий универсальна и распространяется на любой случай возникновения пожара. Действия должны выполняться только в такой последовательности, так как ее нарушение автоматически ведет к нарушению заложенного в нее принципа, задержки в действиях, что закономерно ведет к росту ущерба и количества пострадавших и жертв.

Дискуссионным остается вопрос о содержании п. 4, связанного с тушением пожара — делом трудным и опасным, выполнять которое должны исключительно профессионалы. Согласно

действующему законодательству (ст. 7 Закона № 69-ФЗ [14]) к тушению пожара допускаются только те лица, которые прошли соответствующее обучение и обладают необходимыми качествами и навыками применения средств тушения пожара. Человек не рождается пожарным, профессию пожарного человек получает после долгого практического обучения. Однако нужно помнить, что профессиональные пожарные — это люди, имеющие природную склонность к данной профессии, владеющие мощными системами пожаротушения и другими специальными средствами (лестницами, подъемниками и пр.), обеспечены средствами защиты, обучены стратегии и тактике тушения пожара и т. п. Трудно требовать той же эффективности от обычных граждан (сотрудников предприятий или организаций), хотя они имеют начальную пожарно-техническую подготовку и вооружены маломощными ручными средствами пожаротушения — малообъемными огнетушителями.

При неумелом тушении пожара страдают все: и подчиненные, так как они находятся под действием поражающих факторов, и руководство, не обеспечившее безопасность людей при пожаре, или, что еще хуже, поручившее тушение пожара недостаточно подготовленным людям. Эта ситуация может негативным образом сложиться, к примеру, в учебных заведениях, где ученики (студенты), ознакомившись с инструкцией о действиях при пожаре, могут взять в руки огнетушитель и попытаться применить его на практике, не обладая для этого достаточным уровнем подготовки. С наибольшей вероятностью они могут пострадать сами либо от действий поражающих факторов пожара, либо в результате работы огнетушителя.

В жилом помещении (собственном доме или собственной квартире) наблюдается обратная ситуация и тушить пожар может любой живущий в нем человек, это никак законодательно не регламентируется. Правда логика подсказывает, что привлекать к тушению пожара детей — это преступление, да и взрослые могут это делать только на свой страх и риск, отдавать отчет своим действиям, знать свои физические возможности и помнить, что в случае неблагоприятного исхода "огнеборец" может пострадать или даже погибнуть. В конечном итоге, дом можно построить новый, а жизнь не вернуть. Взрослые люди должны для себя решить, что дороже — человеческая жизнь или имущество. Таким образом, действие (4) должно быть только в инструкциях, предназначенных для предприятий и организаций, производственный процесс в которых требует скорейшего тушения пожаров, а исполнять этот пункт обязаны только специально подготовленные для этого сотрудники.

Заключение

Сформулирована и обоснована интуитивно понятная последовательность действий при пожаре, в основу которой заложено первоочередное обеспечение безопасности людей. Показана универсальность действий при ее реализации в бытовой и производственной сфере. Обоснована обязательность пункта, связанного с тушением пожаров, для особых случаев возникновения пожара в производственной сфере.

Список литературы

1. **Государственный доклад** о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2017 году. URL: http://www.mchs.gov.ru/activities/results/2017_god (дата обращения 15.01.2019).
2. **СанПиН 2.1.4.2496—09**. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Изменение к СанПиН 2.1.4.1074—01. Утвержден

- Главным государственным санитарным врачом РФ 07.04.2009 // Рос. газ. — 2009. — № 92. — 27 апреля.
3. **Бобков С. А., Бабурин А. В., Комраков П. В.** Физико-химические основы развития и тушения пожаров. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. — 210 с.
 4. URL: <https://protivpozgara.com/bezopasnost/povedenie/pri-vozzgoranii> (дата обращения 15.01.2019).
 5. URL: <http://38.mchs.gov.ru/document/1396914> (дата обращения 15.01.2019).
 6. URL: <http://life.mosmetod.ru/index.php/item/pravila-dejstvij-pri-pozhare-v-shkole> (дата обращения 16.01.2019).
 7. URL: <http://my.sfu-kras.ru/safety/fire-building> (дата обращения 16.01.2019).
 8. URL: <http://norilsk-city.ru/administration/subdivision/skill/1205/27893/index.shtml> (дата обращения 16.01.2019).
 9. URL: <https://postavskaya-gimnaziya.schools.by/pages/osnovnye-dejstvija-pri-pozhare> (дата обращения 17.01.2019).
 10. URL: <https://www.gov.je/StayingSafe/FireSafety/Children/Pages/EducationProgramme.aspx> (дата обращения 19.01.2019).
 11. URL: <https://www.safetysignsupplies.co.uk/search/fire-safety/fire-action-signs/> (дата обращения 19.01.2019).
 12. URL: <https://www.mtu.edu/ehs/documents/safety-manual/ch2.html> (дата обращения 18.01.2019).
 13. URL: <http://gps-sakha.ru/deystviya-pri-pozhare/> (дата обращения 21.01.2019).
 14. **Федеральный закон РФ № 69-ФЗ** от 21 декабря 1994 г. "О пожарной безопасности".

K. E. Pankin, Associate Professor, e-mail: texmexium@mail.ru, **A. V. Tutin**, Senior Lecturer, **A. V. Khizov**, Associate Professor, **R. N. Bachtiev**, Associate Professor, Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov

A Development of Universal Approach for Action in the Event of Fire

This work represents and discusses the important action plan when a fire is detected at home, workplace or transport facilities was found. The proposed action plan is based on the principle of ensuring the human safety from fire and its damaging factors. When a fire is found, it is necessary to do next steps: (1) extract the people from the danger zone, (2) notify other people about the fire, (3) make a call to the firefighting service and last step (4) if it ultimate necessary to make an attempt to extinguish of the fire. The application of the proposed action plan in case of a fire is considered on three typical examples, where its universality was clearly shown. The issue of the participation of residents and employees of enterprises in extinguishing a fire was discussed and it was shown that the clause suggesting actions to fire extinguish could only be extended to specially trained employees of enterprises which ultimately need to extinguish a fire.

Keywords: fire, fire fighting actions, sequence of actions

References

1. **Gosudarstvennyj doklad** o sostoyanii zashhity` naseleniya i territorij Rossijskoj Federacii ot chrezvy`chajny`x situacij prirodnogo i tehnogenenogo haraktera v 2017. URL: http://www.mchs.gov.ru/activities/results/2017_god (date of access obrashheniya 15.01.2019).
2. **SanPiN 2.1.4.2496—09**. Gigenicheskie trebovaniya k obepecheniyu bezopasnosti sistem goryachego vodosnabzheniya. Izmenenie k SanPiN 2.1.4.1074—01. Utverzhden Glavny`m gosudarstvenny`j sanitarny`m vrachom RF 07.04.2009.
3. **Bobkov S. A., Baburin A. V., Komrakov P. V.** Fiziko-ximicheskie osnovy` razvitiya i tusheniya pozharov. M.: Akademiya GPS MChS Rossii, 2014. 210 s.
4. URL: <https://protivpozgara.com/bezopasnost/povedenie/pri-vozzgoranii> (date of access 15.01.2019).
5. URL: <http://38.mchs.gov.ru/document/1396914> (date of access 15.01.2019).
6. URL: <http://life.mosmetod.ru/index.php/item/pravila-dejstvij-pri-pozhare-v-shkole> (date of access 16.01.2019).
7. URL: <http://my.sfu-kras.ru/safety/fire-building> (date of access 16.01.2019).
8. URL: <http://norilsk-city.ru/administration/subdivision/skill/1205/27893/index.shtml> (date of access 16.01.2019).
9. URL: <https://postavskaya-gimnaziya.schools.by/pages/osnovnye-dejstvija-pri-pozhare> (date of access 17.01.2019).
10. URL: <https://www.gov.je/StayingSafe/FireSafety/Children/Pages/EducationProgramme.aspx> (date of access 19.01.2019).
11. URL: <https://www.safetysignsupplies.co.uk/search/fire-safety/fire-action-signs/> (date of access 19.01.2019).
12. URL: <https://www.mtu.edu/ehs/documents/safety-manual/ch2.html> (date of access 18.01.2019).
13. URL: <http://gps-sakha.ru/deystviya-pri-pozhare/> (date of access 21.01.2019).
14. **O pozharnoj bezopasnosti:** feder. Zakon Ros. Federacii ot 21 dekabrya 1994 № 69-FZ prinyat Gos. Dumoj Feder. Sobr. Ros. Federacii 18 dekabrya 1994; odobr. Sovetom Federacii Feder. Sobr. Ros. Federacii 21 dekabrya 1994. *Ros. gazeta*. 1994. 26 dekabrya.

УДК 614.8.084

С. Н. Масаев¹, канд. техн. наук, доц., e-mail: faberi@list.ru,
В. Н. Масаев², канд. пед. наук, зав. кафедрой, **А. Н. Минкин**¹, канд. техн. наук,
доц., зав. кафедрой, **Д. А. Едимичев**¹, канд. техн. наук, доц.,
Д. Ю. Мочалов³, зам. начальника

¹ Сибирский федеральный университет, Институт Нефти и Газа, Красноярск

² Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Красноярск

³ Главное управление МЧС России по Красноярскому краю, пожарная часть 2 ГПС МЧС, Красноярск

Функционально-стоимостный анализ выбора аварийно-спасательной техники для обеспечения проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ на малообъемных и рассредоточенных объектах

Статья посвящена возможности использования функционально-стоимостного анализа как одного из методов эвристического подхода, цель которого заключается в выборе оптимального варианта аварийно-спасательной техники для выполнения задач по предназначению на рассредоточенных и малообъемных объектах при минимальных затратах.

Ключевые слова: выбор оптимального варианта, аварийно-спасательная техника, аварийно-спасательные и другие неотложные работы, малообъемные и рассредоточенные объекты, функционально-стоимостный анализ

Введение

В послевоенные годы родилось самостоятельное направление технико-экономического анализа. В 1940-х годах американский ученый Л. Д. Майлс предложил методику "функционально-стоимостного анализа" (ФСА). В течение более чем 40 лет методика ФСА использовалась в различных областях промышленности: на предприятиях Минуглепрома, Минэлектротехпрома, Минстанкопрома, Минприбора и других министерств бывшего СССР. Разработкой теоретической базы применения ФСА занимались ученые М. Г. Карпунин, Н. К. Моисеева, Ю. М. Соболев и др. [1–3]. При проведении ФСА необходимо иметь четкое значение разграничений понятий "цель", "результат", "действие", "элемент", "связь", "функция", "свойство". Практика применения ФСА в различных странах показала его эффективность, целесообразность и возможность применения в различных областях промышленности.

Оптимальный выбор современной аварийно-спасательной техники (АСТ) и оперативное выполнение аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) формируют ключевые затраты в ФСА. В задачах, решаемых с применением

ФСА, пока еще отсутствуют вопросы повышения эффективности эксплуатации АСТ. В условиях применения АСДНР эта задача весьма актуальна [3–5].

Целью исследования является: обозначить влияние выбора оптимального варианта АСТ для комплексной механизации АСДНР, позволяющего успешно достигать минимальных стоимостных затрат за счет ФСА. Для этого были выполнены следующие **задачи**: поиск оптимального варианта АСТ, обозначение факторов, влияющих на АСДНР, применение ФСА.

Факторы, влияющие на проведение АСДНР

На оперативность проведения АСДНР влияют: характер разрушения, тип сооружения, объем и ряд других второстепенных факторов. В каждом конкретном случае сроки проведения АСДНР формируют требования к АСТ. Например, в одном случае это спасение людей из-под обломков зданий, в другом — скорейшая ликвидация завалов для предотвращения развития катастрофических последствий, взрывов и разрушений. Малообъемные и рассредоточенные работы имеют значительный удельный вес в различных видах АСДНР.



Таблица 1

Общие объемы погрузочно-разгрузочных и демонтажных работ при АСДНР на малообъемных объектах

Малообъемный объект (группа зданий)	Погрузочно-разгрузочные работы, т	Демонтажные работы		Число сборных элементов, шт.	Площадь выполненных АСДНР, м ²
		Масса сборных элементов, кг			
		Наибольшая	Наименьшая		
Жилые здания (одно-, двух-, трехэтажные)	350...3300	3000	20	120...2800	20...1000
		(наибольшее число элементов массой до 0,5 т)			
Гражданские здания (одно-, двухэтажные)	330...3300	1500	80	До 3000	15...2700
		(наибольшее число элементов массой до 0,5 т)			
Сельскохозяйственные здания	230...4000	3700	30	125...4500	15...700
		(наибольшее число элементов массой до 0,5 т)			

Термины "рассредоточенный объект" и "малообъемный объект" характеризуют тип здания и сооружения по следующим характеристикам: нахождение отдельных однотипных и разнотипных объектов, отдельно стоящих, но расположенных на относительно небольшом расстоянии друг от друга объектах (автодорог, железных дорог, трубопроводов и т. п.), однотипные повторяющиеся объекты (жилые малоэтажные поселки и т. д.).

Для выбора технологии проведения АСДНР необходимо представить завал геометрической

фигурой через расчет параметров: дальность разлета обломков, высоту завала, объемно-массовые характеристики завалов, структуру завала по весу обломков, строительных элементов и арматуры, показатели, характеризующие обломки завала (вес обломков, геометрические размеры, структуру и содержание арматуры) [6]. В табл. 1 и 2 приведены показатели, характеризующие завал и обломки завала при АСДНР на малообъемных объектах.

Таблица 2

Примерные объемы демонтажных АСДНР на малообъемных объектах различного назначения, выполняемые за одну смену

Группа зданий	Этажность	Степень сборности	Подъемно-транспортные (демонтажные) работы		Демонтаж конструкций и вертикальный транспорт, т	Погрузочно-разгрузочные работы, м ³	Погрузочно-разгрузочные работы, т
			Наибольший вес элементов, т	Наибольшая высота подъема грузов, м			
Жилые дома	1	Сборные, неполносборные	0,5	5	20	30	30
		Несборные	0,1	5	20	30	30
	2	Сборные, неполносборные	1,5	11	25	30	35
		Несборные	0,5	11	20	30	30
	3	Сборные, неполносборные	3	14,5	25	50	40
		Несборные	0,5	14,5	20	50	40
Медицинские учреждения	3	Несборные	1,5	13,5	20	100	25
		Несборные	0,5	9	20	100	25
Учебные учреждения	2	Несборные	1,5	12	40	100	50
		Несборные	0,5	12	35	100	40
Культурно-зрелищные учреждения	2	Несборные	1,5	16	30	100	35
		Несборные	3,5	7	25	85	25
Боксы, автомастерские	2	Несборные	2	7	20	150	25
		Несборные	0,3	7	15	150	50
Склады	2	Несборные	0,1	12	20	150	40
		Несборные	1,5	13,5	20	100	25



Поиск оптимального варианта АСТ

Обзор наличия доступной АСТ позволяет сделать вывод о том, что достигнуты серьезные результаты для оперативного выполнения АСДНР.

Появление и внедрение совершенно новых, качественно отличных конструкций не приводит к скачкообразному изменению характеристик техники, и темпы этих изменений не велики и постоянны.

По мере накопления суммы малых сдвигов происходят изменения в характеристиках

АСТ. Эти изменения имеют уже эволюционный характер. Поэтому основные тенденции развития конструкций АСТ являются стабильными, а общее развитие идет по эволюционному коридору, хотя и выражается техническими изменениями большего или меньшего значения.

Согласно проведенным исследованиям необходимо отметить основные тенденции развития, сформировавшиеся к настоящему времени в мировой практике машиностроения (табл. 3).

Таблица 3

Анализ развития АСТ

Направление	Характеристика	Вывод
Поиск принципиально новых технических решений	Разработка принципиально новых конструкций (рабочих органов, силовых трансмиссий, двигателей и других элементов) и технологических процессов составляет главное направление в конструировании	Наиболее перспективный, именно такие решения создают общий прогресс и задают темп эволюции техники
Разработка принципиально новых, отличных от традиционных, компоновочных схем	Полноприводные шасси. Шарнирно сочлененная рама. Гусеничный движитель	Преимущества по устойчивости, тяговому усилию, долговечности и плавности хода и приемлемым тягово-динамическим качествам
Гидрофицирование силовых трансмиссий	Мехатроника (mechatronics) — результат слияния механики, гидравлики, электроники и информационных технологий с целью разработки передовой продукции, процессов и систем	Снижение габаритов соответствующих систем, упрощение кинематических схем привода исполнительных устройств и механизмов, обеспечение высоких рабочих усилий и бесступенчатого изменения скоростей и показателей ремонтпригодности
Комплексная автоматизация техники и технологических процессов. Использование системы управления в виде микропроцессоров, микро-ЭВМ или аналоговых вычислительных устройств	Автоматизация систем управления несколькими параметрами, такими как курсовая устойчивость, стабилизация позиционирования рабочих органов для обеспечения продольных и поперечных уклонов, заданной технологической скоростью перемещения, оптимальной загрузкой ДВС при минимальном расходе топлива и другими параметрами, определяющими функциональное назначение	Снижение психофизических нагрузок операторов, повышение производительности. Контроль за работой различных узлов и агрегатов. Система управления работой дизеля и коробкой передач. Система топливоподачи и нейтрализации отработавших газов при адаптации ДВС к параметрам силовых нагрузок выполняемого СДМ рабочего процесса
Интенсификация технологических процессов	Увеличение производительности спецтехники и улучшение качества реализации технологических операций	Увеличение скорости (рабочие, холостые) рабочих органов
Повышение универсальности	Увеличение числа сменных рабочих органов для выполнения разных работ одной и той же моделью. Универсальность достигается также установкой на одном шасси нескольких рабочих органов или видов рабочего оборудования, позволяющих одновременно или поочередное их использование. Рост числа моделей и типоразмеров	Использование модульных принципов, совершенствования методов конструктивной унификации. Создание многофункциональных и многоцелевых моделей. Создание многоцелевого рабочего органа к базовому шасси, способного выполнять функции двух-трех специализированных единиц. Разработка комплекта сменных рабочих органов, легко навешиваемых на базовое шасси, в зависимости от характера выполняемых работ
Унификация	Эффективный и экономичный метод создания конструктивно унифицированных рядов одинакового или различного функционально-эксплуатационного назначения, объединенных на основе конструктивной общности их сборочных единиц (узлов, агрегатов, модулей) и деталей	Сокращение номенклатуры запасных частей выпускаемых изделий. Сокращение продолжительности ремонтных работ. Снижение объема и стоимости резервного фонда запасных частей

Направление	Характеристика	Вывод
Специализация производства	Специализированные производства стандартных сборочных единиц и деталей с высокой степенью взаимозаменяемости узлов и агрегатов АСТ: двигатели внутреннего сгорания (ДВС), гидрокомпоненты (насосы, моторы) и контрольно-распределительные элементы, узлы трансмиссий и ходовых систем, а также элементная база систем управления и др.	Высокий технический уровень, качество и надежность изделий. Инженерная техника, используемая при строительстве домов и дорог, может успешно использоваться для ведения аварийно-спасательных работ
Повышение надежности и безопасности конструкции	Изменение требований по улучшению сервиса и технического обслуживания	Внедрение электронной системы контроля предупреждения о неисправностях, выявленных электронными датчиками управления всех главных систем
Эргономическое и эстетическое совершенствование	Учет антропометрических, эргономических и психологических факторов, влияющих на внимание оператора. Используются различные технические решения	Повышение управляемости и производительности. Повышение комфортабельности
Экологичность	Снижение техногенного воздействия на окружающую среду	Защита окружающей среды от вредного воздействия на экосистему, заключающегося в генерации отработавших газов ДВС, высоком уровне шума и вибрации. Также защита оператора АСТ
Стоимость	Снижение расходов на эксплуатацию АСТ, их ремонт и техническое обслуживание	Повышение надежности узлов и агрегатов АСТ, сопровождаемое снижением или, по крайней мере, стабилизацией удельных расходов на единицу производимой работы

Использование АСТ в процессе проведения АСДНР обусловлено необходимостью повышения эффективности работ. Практика отвергает все неэффективное. Новые идеи, удачные решения постепенно побеждают в естественной конкуренции и распространяются в определенной сфере деятельности, имеющей определенную специфику.

По мере возрастания требований к специальной технике производители гибко меняют свою стратегию, учитывая многообразие факторов, в том числе возможность использования в смежных направлениях. Прогнозируя тенденции развития конструкций и параметров специальной техники, которая может быть использована в качестве АСТ, необходимо отметить внедрение новых прогрессивных направлений в их развитие.

Одним из главных направлений технической политики при разработке и создании новых видов АСТ становится системная унификация. Стандартизация и унификация, особенно в части системной проработки требований и формирования модульных стратегий, находит применение в реализации модульных конструкций.

Оценка эффективности использования АСТ учитывает варианты технических решений с позиций экономики труда и всех других видов ресурсов, обусловленных их эксплуатацией.

Количественный анализ сравнительной экономичности состоит в расчете и сравнении по

вариантам технических решений, соответствующих частных и обобщающих показателей затрат. Анализ соответствующей технической литературы [7] показал, что предлагались следующие критерии: минимум приведенных затрат, максимум роста производительности.

Впервые детальный анализ экономической эффективности применения специальной техники дается в работе С. Е. Конторера [7]. С учетом обобщений основные направления повышения эффективности использования АСТ при ликвидации ЧС, могут быть сведены к достижению экономического эффекта за счет:

— снижения затрат на эксплуатацию АСТ в установленный промежуток времени [7]:

$$\mathcal{E}_{\text{год.з}} = K'_H \left[\frac{H_{\text{ам}} C_6 \chi_M K_{\text{го}}}{100} \left(1 - \frac{1}{K_{\text{гв}}} \right) + (C_{\text{р.о}} + \rho C_{\text{тсм.о}}) (K_{\text{ср.ч}} - 1) \right], \quad (1)$$

где K'_H — коэффициент накладных расходов на затраты по эксплуатации АСТ; $H_{\text{ам}}$ — нормативы в % амортизационных отчислений на затрачиваемый временной промежуток; C_6 — балансовая стоимость АСТ; χ_M — число АСТ; $K_{\text{го}}$ — степень увеличения годовых объемов работ; $K_{\text{гв}}$ — коэффициент, учитывающий увеличение нормативной годовой работы АСТ; $K_{\text{ср.ч}}$ — коэффициент увеличения среднечасовой выработки АСТ; $C_{\text{р.о}}$ — стоимость ремонта оснастки; $C_{\text{тсм.о}}$ — стоимость



топлива, смазочных и обтирочных материалов, израсходованных за фактический промежуток времени при проведении АСДНР;

— сокращения продолжительности работ на объекте [7]:

$$\Theta_n = H_p q_{y-n} (1 - 1/K_{гв}), \quad (2)$$

где H_p — накладные расходы; q_{y-n} — условно-постоянная часть накладных расходов.

В общем случае сравнение различных видов АСТ производится по результатам их применения на однотипных малообъемных объектах, т. е. по схожему объему и характеру выполненной работы [8–10]:

$$Z_y = Z/P_3, \quad (3)$$

где Z — приведенные затраты, руб./год; P_3 — эксплуатационная производительность АСТ.

Приведенные затраты определяют по зависимости:

$$Z = U + K(P + E_n) + E_n K_3, \quad (4)$$

где U — текущие затраты на эксплуатацию АСТ без учета отчислений на реновацию, руб./год; K — капитальные затраты, связанные с вводом в эксплуатацию АСТ, включающая: инвентарно-расчетную стоимость АСТ, руб., и норму амортизационных отчислений от стоимости АСТ; P — доля отчислений от суммы капитальных затрат на реновацию; $E_n = 0,15$ — нормативный коэффициент эффективности; K_3 — сопутствующие капитальные вложения, связанные с созданием нормальных условий эксплуатации АСТ.

Зависимость (4) не учитывает время работы АСТ на конкретном объекте, затраты, связанные с перебазировкой, и др. Детальный анализ эффективности эксплуатации специальной техники с учетом указанных факторов дан в работах Е. М. Кудрявцева [8–10]. Приведенные затраты рекомендуется определять по формуле [8–10]:

$$Z = C_0 + E_n K T_0 / T_n, \quad (5)$$

где C_0 — себестоимость механизированных работ на конкретном объекте АСДНР с учетом всех элементов себестоимости работы АСТ на объекте, единовременных затрат на монтаж/демонтаж АСТ в руб., накладных расходов на зарплату персонала, занятого управлением АСТ, часовой заработной платы вспомогательного персонала, участвующего в механизированном процессе, прямых расходов на эксплуатацию АСТ; T_0 и T_n — соответственно время работы на объекте и время работы АСТ в течение требуемого промежутка времени.

Экономический эффект от применения новой или модернизированной АСТ, находящейся в эксплуатации, определяется по формуле [8–10]:

$$\Theta_r = (Z'_y - Z''_y) P''_3, \quad (6)$$

где Z'_y и Z''_y — соответственно удельные приведенные затраты по базовой и модернизированной АСТ; P''_3 — эксплуатационная производительность модернизированной АСТ.

При расчете режима времени работы АСТ в условиях проведения АСДНР необходимо учитывать особенности технического обслуживания и ремонта: заправку горюче-смазочными материалами; необходимую замену рабочих узлов и агрегатов АСТ; перерывы в работе, не связанные с ремонтом; количество смен работы в сутки; продолжительность смены [11].

С увеличением объема АСР на объектах расширяется область эффективного применения АСТ и $Z \rightarrow \min$, так как затраты времени на перерывы сокращаются, время работы АСТ возрастает.

Для получения максимальной эффективности необходимо произвести их оптимальное распределение по объектам АСДНР и обеспечивать непрерывное время использования АСТ.

Необходимо учесть, что на малообъемных объектах имеется значительное многообразие работ, заключающихся в разборке образовавшегося завала, погрузке, разгрузке, расчистке и складировании строительного боя бетона, кирпича, арматур. Специфика условий выполнения АСДНР на малообъемных и рассредоточенных объектах имеет много общего независимо от конкретных конструктивных решений, конфигураций, габаритов и др., что определяется: технологической организацией производства АСДНР, не требующей сооружения временных баз для стоянки, хранения и обслуживания, преимущественным использованием универсальных АСТ с широкой номенклатурой и многофункциональностью рабочих органов, применением мобильной или легко транспортируемой АСТ, использованием широкой номенклатуры малогабаритной АСТ, комплектацией АСТ по показателям надежности, эффективности и энергосбережения.

Погрузочные операции в первую очередь зависят от выбора способа погрузки и типа АСТ по наиболее часто встречающимся материалам, убираемым с объекта АСДНР, которые можно классифицировать: сыпучие (бой кирпича, бетона и т. п.), объемные элементы строительных конструкций (плиты перекрытия, панели, металлопрокат и т. п.).

АСДНР являются одним из направлений деятельности ГПС МЧС, подчиняются общим законам и направлениям технического развития. Несмотря на серийную концепцию специализированной техники (по назначению, конструктивному исполнению и др.), существуют общие принципы, подходы, методы и закономерности, которые могут быть применены при выборе любой единицы техники в качестве АСТ.

Применение ФСА

Изменяющиеся условия проведения АСДНР (характер и объем работ на объектах, дальности их расположения друг от друга), а также имеющаяся номенклатура АСТ и их состояние требует оценки их эффективного использования с помощью

ФСА. На рисунке приведена схема проведения ФСА для выбора оптимального варианта АСТ для малообъемных и рассредоточенных объектов при АСДНР [12].

На основе количественного анализа проще всего использовать ФСА для выбора АСТ, так как

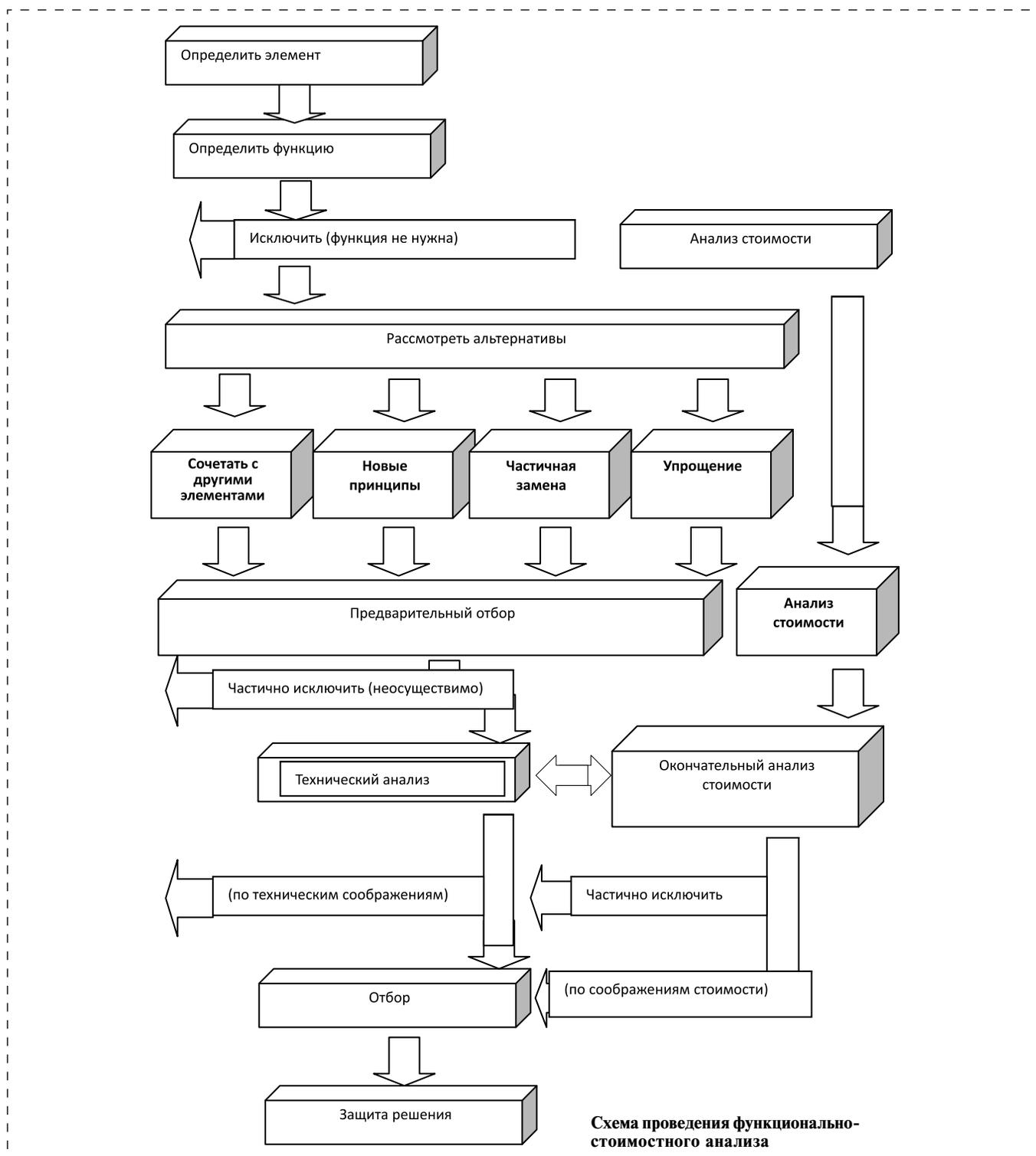


Схема проведения функционально-стоимостного анализа



рассчитывается критерий минимума приведенных затрат через решение следующих вопросов:

- составление всевозможных комплектов или отдельных АСТ для выполнения заданного технологического процесса;
- определение временного режима работ комплекта АСТ;
- расчет капитальных затрат; расчет текущих издержек;
- расчет приведенных затрат по всем вариантам;
- расчет сравнительного временного экономического эффекта.

Выводы

Для выбора оптимальной модификации АСТ для оперативного проведения АСДНР можно использовать ФСА как один из наиболее результативных инструментов экономии ресурсов. Использование ФСА позволяет решать задачи эффективной эксплуатации АСТ в зависимости от оптимального выбора используемого АСТ для минимизации финансовых и временных затрат с учетом влияющих на АСДНР факторов. Следовательно, цель, поставленная в начале статьи, достигнута.

Список литературы

1. **Справочник** по функционально-стоимостному анализу / А. П. Ковалев, Н. К. Моисеева, В. В. Сысун и др. Под ред. М. Г. Карпунина, Б. И. Майданчик. — М.: Финансы и статистика, 1988. — 432 с.
2. **Соболев Ю. М.** Конструктор и экономика: ФСА для конструктора. — Пермь, 1987. — 102 с.
3. **Куликов Я. В.** Особенности развития функционально-стоимостного анализа в России // "Вестник Пермского университета". Экономика. — 2011. — Вып. № 4 (11). — С. 57—63.
4. **Масаев В. Н., Минкин А. Н., Сергеев И. Ю.** Аварийно-спасательная техника для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ на малообъемных и рассредоточенных объектах // Научно-аналитический журнал "Сибирский пожарно-спасательный вестник". — 2018. — № 1. — С. 23—26. — URL: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2018/v8/N8_23-26.pdf (дата обращения 20.06.2018).
5. **Масаев В. Н., Бушуев Р. С.** Определение критерия выбора аварийно-спасательного инструмента для проведения аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях // Научно-аналитический журнал "Сибирский пожарно-спасательный вестник". — 2017. — № 2. — С. 14—19. — URL: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2017/v5/N5_14-19.pdf (дата обращения 28.06.2018).
6. **Масаев В. Н., Москвин Н. В., Масаев С. Н.** Пожарная тактика: Учебное пособие. — Красноярск.: Библиотечный издательский комплекс Сибирского федерального университета, 2017. — 286 с.
7. **Конторер С. Е.** Методы обоснования эффективности применения машин в строительстве. — М.: Стройиздат, 1969. — 235 с.
8. **Кудрявцев Е. М.** Строительные машины и оборудование: Учебник. — М.: Издательство АСВ, 2012. — 328 с.
9. **Кудрявцев Е. М.** Комплексная механизация строительства. Учебник. Издание 3-е, перераб. и доп. — М.: Издательство АСВ, 2010. — 464 с.
10. **Кудрявцев Е. М.** GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. — М.: ДМК Пресс, 2004. — 332 с.
11. **МДС 12—13.2003.** Механизация строительства. Годовые режимы работы строительных машин.
12. **Система функционально-стоимостного анализа.** Основные положения (РД 16 60.001—85. — Отраслевая система функционально-стоимостного анализа).

S. N. Mashaev¹, Associate Professor, e-mail: faberi@list.ru,
V. N. Mashaev², Head of Department, **A. N. Minkin¹**, Associate Professor, Head of Chair,
D. A. Edimichev¹, Associate Professor, **D. Yu. Mochalov³**, Deputy of Head,

¹ Siberian Federal University, Oil and Gas Institute, Krasnojarsk

² Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Krasnojarsk

³ Main Directorate of the Ministry for Emergency Situations of Russia for the Krasnoyarsk Territory, Fire Department 2 Rescue EMERCOM of Russia

Functional-Cost Analysis of the Choice of Emergency Rescue Equipment in Carrying out Rescue and other Urgent Work on Low-Volume and Dispersed Objects

The article is devoted to the possibility of using functional-cost analysis as one of the methods of heuristic analysis, the purpose of which is to select the optimal version of emergency rescue equipment for performing tasks for the intended use in dispersed and low-volume facilities at minimum costs.

In each case, the timing of emergency rescue and other urgent work form requirements for emergency rescue equipment, for example, in one case it is the rescue of people from under the rubble of buildings, in another the

speedy elimination of debris to prevent the development of catastrophic consequences, explosions and destruction. Low-volume and dispersed works have a significant share in various types of ASDNR.

The authors use the FSA, as one of the most effective tools for saving resources, it allows to solve the problems of efficient operation of AST depending on the search for the optimal option used by AST, taking into account the factors affecting ASDNR.

Keywords: choosing the best option, emergency rescue equipment, emergency rescue and other urgent work, small-volume and dispersed objects, functional and cost analysis

References

1. **Spravochnik** po funkcional'no-stoimostnomu analizu / Kovalev A. P., Moiseeva N. K., Sysun V. V. et al. Pod redakciej M. G. Karpunina, B. I. Majdanchik. Moscow: Finansy i statistika, 1988. 432 p.
2. **Sobolev Yu. M.** Konstruktor i ekonomika: FSA dlya konstruktora. Perm', 1987. 102 p.
3. **Kulikov Ya. V.** Osobennosti razvitiya funkcional'no-stoimostnogo analiza v Rossii. *Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika*. 2011. Vyp. № 4 (11). С. 57–63.
4. **Masaev V. N., Minkin A. N., Sergeev I. Yu.** Avarijno-spasatel'naya tekhnika dlya provedeniya avarijno-spasatel'nyh i drugih neotlozhnyh rabot na maloob'emnyh i rassredotochennyh ob'ektah. *Nauchno-analiticheskij zhurnal "Sibirskij pozharno-spasatel'nyj vestnik"*. 2018. № 1. С. 23–26. URL: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2018/v8/N8_23-26.pdf (date of access 28.06.2018).
5. **Masaev V. N., Bushuev R. S.** Opredelenie kriteriya vybora avarijno-spasatel'nogo instrumenta dlya provedeniya avarijno-spasatel'nyh rabot pri dorozhno-transportnyh proisshes'tviyah. *Nauchno-analiticheskij zhurnal "Sibirskij pozharno-spasatel'nyj vestnik"*. 2017. № 2. С. 14–19. URL: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2017/v5/N5_14-19.pdf, svobodnyj. (date of access 28.06.2018).
6. **Masaev V. N., Moskvina N. V., Masaev S. N.** Pozharnaya taktika: Uchebnoe posobie. Krasnoyarsk.: Bibliotekhnij izdatel'skij kompleks Sibirskogo federal'nogo universiteta. 2017. 286 p.
7. **Kontorer S. E.** Metody obosnovaniya effektivnosti primeneniya mashin v stroitel'stve. Moscow: Strojizdat, 1969. 235 p.
8. **Kudryavcev E. M.** Stroitel'nye mashiny i oborudovanie: Uchebnyk. Moscow: Izdatel'stvo ASV, 2012. 328 p.
9. **Kudryavcev E. M.** Kompleksnaya mekhanizaciya stroitel'stva: Uchebnyk. Izd. 3-e, pererab. i dop. Moscow: Izdatel'stvo ASV, 2010. 464 p.
10. **Kudryavcev E. M.** GPSSWorld. Osnovy imitacionnogo modelirovaniya razlichnyh sistem. Moscow: DMK Press, 2004. 332 p.
11. **MDS 12—13.2003.** Mekhanizaciya stroitel'stva. Godovye rezhimy raboty stroitel'nyh mashin.
12. **Sistema** funkcional'no-stoimostnogo analiza. Osnovnye polozeniya (RD 16 60.001—85. — Otrasleyaya sistema funkcional'no-stoimostnogo analiza).

Информация

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

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

Подписной индекс по Объединенному каталогу
"Пресса России" — 79963

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

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

УДК 628.54

Б. С. Ксенофонтов, д-р техн. наук, проф., e-mail: kbsflot@mail.ru,
Р. А. Таранов, канд. техн. наук, доц., **А. С. Козодаев**, канд. техн. наук, доц.,
М. С. Виноградов, ассистент, **Е. В. Сеник**, канд. техн. наук, доц., Московский
государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Мониторинг подтопления территорий с использованием средств дистанционного зондирования Земли

Рассмотрены вопросы мониторинга подтопления территорий с использованием средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Показано, что предметами исследований и изучения в задачах мониторинга объектов и природной среды являются объекты хозяйственной деятельности в целях их выявления, отождествления и определения геометрических характеристик, а также природные процессы и явления. Установлено, что оптические снимки позволяют дешифрировать кромку "вода — лед" и отличать чистую воду от обводненного снега. Отмечено, что особый интерес представляют многоспектральные снимки с инфракрасными каналами как источник информации о состоянии льда, особенно непосредственно перед вскрытием реки. В целом отмечается, что система мониторинга с использованием средств ДЗЗ является одним из самых эффективных средств снижения риска подтопления территорий.

Ключевые слова: мониторинг подтопления территорий, средства дистанционного зондирования Земли, оптические снимки, инфракрасные каналы

Мониторинг чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, включая землетрясения, извержения вулканов, наводнения, подтопления территорий, цунами, сели, крупные промышленные и транспортные аварии, большие разливы нефти, химическое заражение местности, пожары и т. д., имеет исключительно важное экономическое и социальное значение. Это связано с тем, что оперативные данные о произошедшей чрезвычайной ситуации, характере и размерах разрушений, обнаруживаемых с помощью космических аппаратов (КА), позволяют на 10...20 % сократить ущерб за счет своевременно принятых мер по его уменьшению и спасению людей.

Известно, что мониторинг опасных природных процессов и явлений представляет систему регулярных наблюдений и контроля за развитием опасных природных процессов и явлений в окружающей природной среде, за факторами, обуславливающими их формирование и развитие, проводимых по определенной программе, выполняемых с целью своевременной разработки и проведения мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с опасными природными процессами и явлениями, или снижению наносимого их воздействием ущерба.

Прогнозирование опасных гидрологических процессов и явлений связано с определением вероятности возникновения и динамики развития опасных гидрологических процессов и явлений, оценкой их масштабов и риска возникновения чрезвычайных ситуаций.

Учитывая, что глобальные потери от всех видов чрезвычайных ситуаций за год измеряются сотнями миллиардов рублей, становится очевидной потенциальная важность космической системы (КС) дистанционного зондирования Земли в части обнаружения и оценки масштабов чрезвычайных ситуаций. Вместе с тем практическое решение проблемы мониторинга чрезвычайных ситуаций с помощью космических аппаратов в настоящее время может быть достигнуто лишь частично, так как для полного ее решения требуется обеспечить ежесуточное наблюдение за районами вероятного возникновения чрезвычайных ситуаций с высоким разрешением на местности до 3...5 м и в широком спектральном диапазоне длин волн (радиолокационном, инфракрасном, видимом, ультрафиолетовом). Ввиду того, что съемочная аппаратура, позволяющая вести зондирование земной поверхности с такой детальностью, будет иметь относительно узкие полосы

захвата, потребуется наличие большого количества КА.

Для мониторинга природных чрезвычайных ситуаций целесообразно использовать космические аппараты КС ДЗЗ, предназначенные для регулярного наблюдения за земной поверхностью и атмосферой в глобальном, региональном и локальном масштабах в целях решения социально-экономических и научных задач мониторинга объектов и природной среды. Предметами исследований и изучения в задачах такого мониторинга являются объекты хозяйственной деятельности в целях их выявления, отождествления и определения геометрических характеристик (конфигурации, относительного распределения, координатной привязки и др.) и физико-химического состояния (температуры, влажности, состава и др.), а также природные процессы и явления.

В настоящее время для дистанционного зондирования Земли из космоса используются космические аппараты военного, гражданского и двойного назначения. Для мониторинга природных чрезвычайных ситуаций с помощью космических средств могут использоваться все группы КА. Так, проведенный анализ материалов открытой печати показал, что существующие КА предназначены для решения задач оценки запасов природных ресурсов и их состояния, океанографии и обеспечения рыболовного промысла, метеорологии, создания и поддержания геоинформационных систем, фундаментальных исследований Земли в целях выявления и изучения закономерностей и эволюции глобальных процессов в атмосфере и других земных сферах (литосфере, гидросфере, биосфере, ионосфере и др.).

Следует отметить, что особое значение имеет прогноз развития подтопления и затопления как селитебных, так и не селитебных территорий [1–7]. Средства наблюдения за наводнениями можно разделить на две группы: контактные (наземные); безконтактные (дистанционные).

К контактным средствам можно отнести наземные наблюдения сети гидрологических постов

и инструментальные обследования затопляемых территорий. К дистанционным средствам относят аэрофотосъемку, аэрогидрометрию, аэровизуальные наблюдения, дистанционное зондирование Земли из космоса. Сравнительная характеристика измерительных средств мониторинга дана в табл. 1.

Из таблицы видно, что космические средства являются наиболее производительными и экономичными, а наземные имеют преимущество в комплексности и точности проводимых наблюдений, но обширность речных пойм и быстрота протекающих на них процессов затопления и опорожнения и недостаточная густота сети гидрологических постов затрудняют получение необходимых сведений о наводнениях наземными средствами. Авиационные средства по всем показателям занимают промежуточное положение, в связи с чем очевидным способом повышения эффективности мониторинга природной среды является оптимальное сочетание всех рассмотренных средств.

Применение космических снимков открывает новые возможности в исследовании потенциально опасных природных объектов во время стабилизации их состояния, позволяя прогнозировать их поведение в дальнейшем и минимизировать дорогостоящие аэронаблюдения.

Для всестороннего анализа развития и последствий затопления территорий необходимо привлечение большого объема пространственной информации: о регионе в целом, затопляемых территориях и об объектах, подверженных затоплению. Для обработки такого рода информации необходимо использовать геоинформационные системы (ГИС), так как они объединяют в себе возможности автоматизированных картографических редакторов и систем управления базами данных.

Структурная схема космического мониторинга состоит из трех основных компонентов (рис. 1): блок оперативного картирования, блок прогноза (моделирования), блок верификации.

Таблица 1

Сравнительная характеристика измерительных средств мониторинга

Типы измерительных средств	Показатели качества измерений					
	Обзорность	Пространственное разрешение	Точность	Комплексность	Производительность	Экономичность
Космические средства	+++	+	+	+	+++	+++
Авиационные средства	+	++	++	+	++	++
Наземные средства	–	+++	+++	+++	+	+
Комплексная система	+++	+++	+++	+++	+++	++

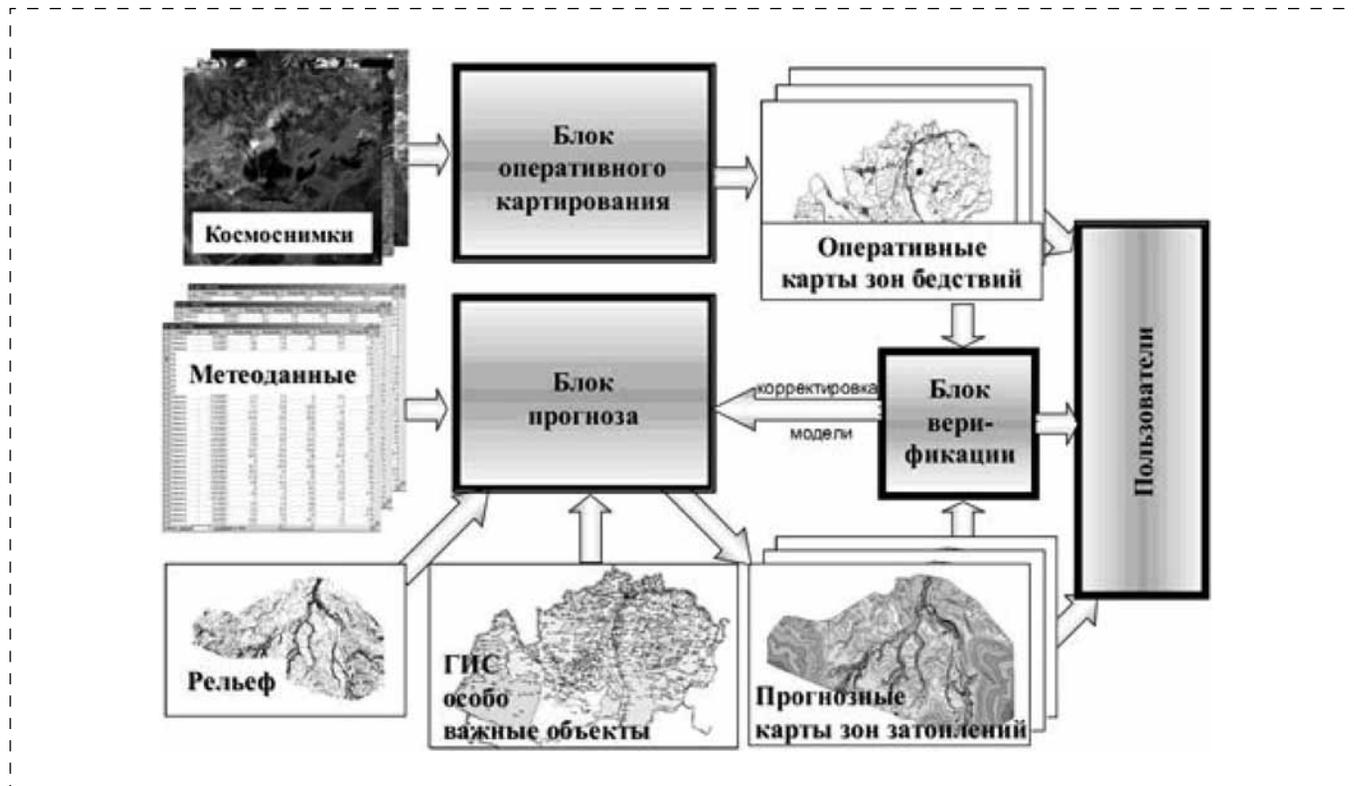


Рис. 1. Структурная схема космического мониторинга паводков и наводнений

Блок оперативного картоирования зон затопления использует ежедневные съемки русел рек. Для мониторинга наводнений используются ночные снимки NOAA (AVHRR) (разрешение 1,1 км), Aqua (MODIS) и Terra (MODIS) (разрешение 250 м, 500 м, 1 км) в инфракрасном диапазоне, а также дневные снимки Aqua (MODIS) и Terra MODIS (разрешение 250 м, 500 м, 1 км).

Блок прогноза служит для прогноза развития ситуации на особо опасных участках.

Блок верификации осуществляет сравнение результатов прогноза и оперативных карт зон затопления, построенных на соответствующую дату (время). По результатам сравнения выявляются различия, определяются причины ошибок и осуществляется корректировка модели.

Материалы дистанционного зондирования получают в результате неконтактной съемки с летательных воздушных и космических аппаратов [8—15]. Получаемые документы очень разнообразны по масштабу, разрешению, геометрическим, спектральным и иным свойствам. Все зависит от вида и высоты съемки, применяемой аппаратуры, а также от природных особенностей местности, атмосферных условий и т. п.

Съемки ведут в видимой, ближней инфракрасной, тепловой инфракрасной, радиоволновой и ультрафиолетовой зонах спектра. При

этом снимки могут быть черно-белыми, цветными, цветными спектрально-зональными и даже — для лучшей различимости некоторых объектов — ложноцветными, т. е. выполненными в условных цветах. Следует отметить особые достоинства съемки в радиодиапазоне. Радиоволны, почти не поглощаясь, свободно проходят через облачность и туман. Ночная темнота тоже не помеха для съемки, она ведется при любой погоде и в любое время суток.

Главные достоинства аэроснимков, космических снимков и цифровых данных, получаемых в ходе дистанционного зондирования:

обзорность и одномоментность: снимки покрывают обширные, в том числе труднодоступные, территории в один момент времени и в одинаковых физических условиях;

высокая детальность: снимки дают интегрированное и вместе с тем генерализованное изображение всех элементов земной поверхности, что позволяет видеть их структуру и связи;

повторность съемок: фиксация состояния объектов в разные моменты времени и возможность прослеживания их динамики.

Основные недостатки применения изображений Земли из космоса для мониторинга паводков и наводнений:

ограничение частоты повторения спутниковой съемки конкретных затопляемых территорий

(целесообразно использовать информацию с различных отечественных и зарубежных космических систем);

наличие облачности; для исключения этого фактора возможно применение радиолокационных съемок (КА RADARSAT), но эти данные более дорогие и для работы с ними необходимо специализированное программное обеспечение.

Итак, важными преимуществами методов дистанционного зондирования являются возможность регулярного отслеживания состояния земной поверхности, большая обзорность, высокая оперативность получения информации об интересующем районе и интеграция в геоинформационные системы. Генерализация деталей на изображениях Земли из космоса обеспечивает исследование разных по охвату регионов и позволяет проследить за наиболее характерными процессами прохождения половодья по всей длине реки от истока до устья. Номенклатура контролируемых параметров природных чрезвычайных ситуаций (ЧС) приведена в табл. 2, а характеристики спутников, используемых для мониторинга наводнений и подтоплений территории, — в табл. 3.

Принципиальную структуру мониторинга природных чрезвычайных ситуаций можно представить в виде, приведенном на рис. 2.

Полученная с помощью систем ДЗЗ информация о состоянии территории в процессе возникновения чрезвычайной ситуации должна быть использована для принятия решений по локализации и ликвидации последствий чрезвычайной ситуации. Для этого необходимо провести обработку

такой информации, которая включает следующие этапы (на примере мониторинга половодья).

В процессе подготовки к проведению ДЗЗ необходимо выполнить следующие мероприятия:

- подготовить цифровую карту спутниковых снимков на регион половодья для обеспечения оперативной привязки новых снимков, дешифрирования и идентификации объектов на них;

- подготовить векторную карту русла реки в межень период, уточненную по данным актуальных спутниковых съемок; карта русла реки необходима для оперативной оценки территорий и площади подтопления;

- подготовить геосервис и FTP сайт для оперативной передачи продуктов заказчику.

В целях моделирования подъема уровня реки на опасных участках необходимо создать цифровую модель рельефа (ЦМР).

Заслуживает внимания планирование спутниковых съемок. Спутниковая аппаратура съемки высокого и среднего пространственного разрешения (3...60 м) в отличие, например, от датчиков MODIS (250 м...1 км), имеет ограниченную полосу захвата и большой период повторного просмотра (2...5 суток и более). Поэтому для обеспечения гарантированной ежесуточной съемки необходимо планировать координированную работу 6...8 спутников ДЗЗ с оптической и радиолокационной аппаратурой.

Задача спутникового слежения за продвижением ледохода по рекам протяженностью 500 км и более требует внесения изменений в связи с быстро меняющейся обстановкой.

Таблица 2

Номенклатура контролируемых параметров природных ЧС

Чрезвычайная ситуация	Объект мониторинга	Контролируемые параметры	Способ определения (физические принципы)	Спектральный диапазон работы средств наблюдения (измерения)
Гидрологические опасные явления (подъем воды, наводнения и затопления)	Поймы рек, водохранилища, дамбы, плотины, морские прибрежные зоны	Координаты зоны ЧС. Высота подъема воды, площадь водной поверхности. Площадь затопления. Интенсивность осадков. Высота снежного покрова	Видеонаблюдение. Видеосъемка. СВЧ радиометрия	Миллиметровый диапазон

Таблица 3

Характеристики спутников, используемых для мониторинга наводнений и подтоплений территории

Наименование продукции	Тип спутника	Периодичность	Уровень обработки
Карты разливов рек и водоемов (в период половодий и паводков)	«Метеор», «Океан», «Ресурс», NOAA	1—2 раза в сутки	2
Тематические карты районов наводнений	«Ресурс», «Океан», NOAA, SPOT	1 раз в сутки	3

МОНИТОРИНГ УГРОЗ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА НА ОСНОВЕ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЗЗ И НАВИГАЦИОННО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

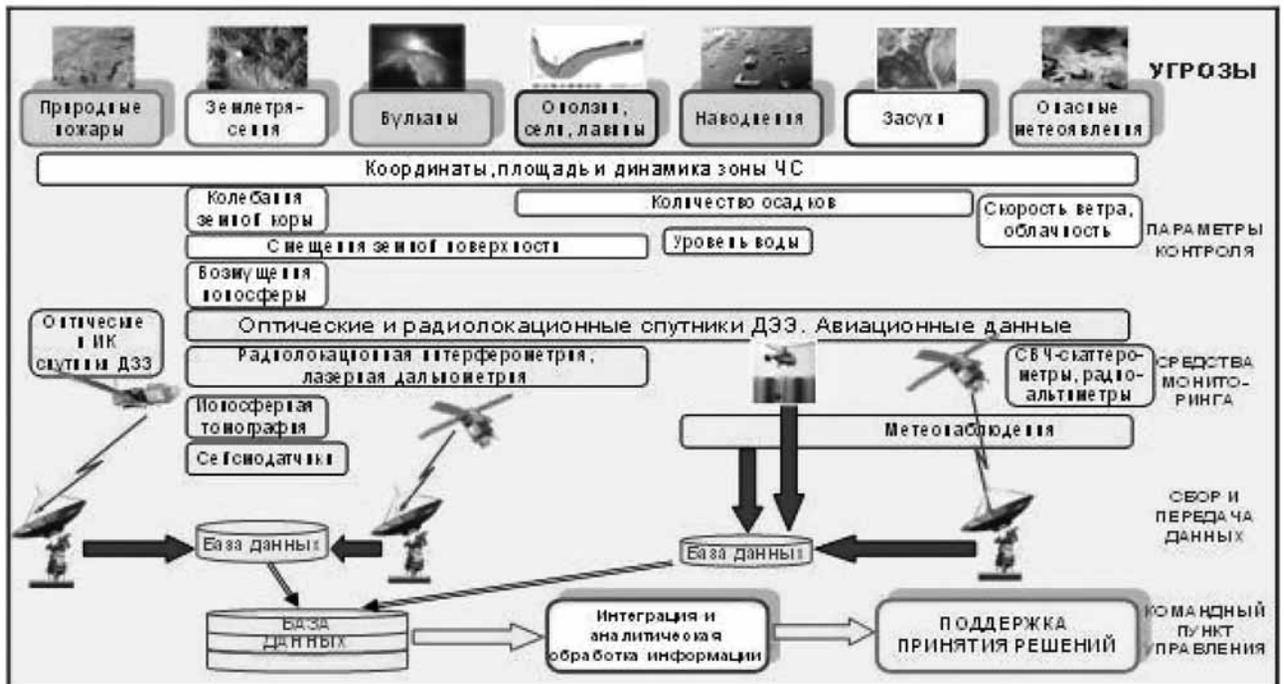


Рис. 2. Структура мониторинга природных угроз с помощью космических систем ДЗЗ и навигационно-геодезических систем

Одним из способов зондирования Земли из космоса является зондирование с применением радиолокационных систем, размещаемых на космических аппаратах (КА), — радиолокаторов с синтезированной апертурой (РСА) космического базирования. По сравнению с другими видами средств наблюдения радиолокационная съемка выгодно отличается.

Наиболее эффективными средствами на сегодняшний день зарекомендовали себя радиолокаторы с синтезированной апертурой (РСА) спутника RADARSAT-1 (режим съемки SCANSAR Narrow) и широкополосный многоспектральный датчик AWiFS спутника IRS-P6 (период повторного обзора 1–2 суток для северных широт). Перечисленные средства позволяют гарантированно получить РСА снимки районов половодья за 3 суток до пролета без переплаты даже при грубых прогнозах, а в случае благоприятных метеоусловий — получать оптические снимки с периодичностью 1–2 суток.

Рассмотрим многоканальный потоковый прием и обработку съемок половодья. Программные средства приема и первичной потоковой обработки должны обеспечивать:

- нарезку на кадры, формирование метаданных и каталогизацию изображений из "сырого" потока данных маршрутной оптической съемки;
- просмотр уменьшенных копий принятых изображений заданных участков мониторинга и первичную оценку качества снимков;
- извлечение из потока по команде оператора и синтез изображения района мониторинга стандартного уровня обработки;
- геометрическую и радиометрическую коррекцию;
- передачу снимков для дальнейшей тематической обработки.

В силу специфики РСА изображения сложны для восприятия даже опытных гидрологов. Необходимый опыт дешифровки можно получить при сопоставлении квазисовременных оптических и радиолокационных снимков одного и того же района. При РСА съемке целесообразно использовать сигналы горизонтальной поляризации НН или нескольких поляризаций, включая НН, для уверенного выделения границы "вода — лед" и подтопленных районов. При сравнении оптического и РСА изображений видно, что лед и снег отображаются светло-серым тоном, более темные

тона РСА снимка соответствуют обводненным участкам льда, участки открытой воды (полыньи, промоины) на РСА снимках отображаются черным цветом в силу зеркального отражения водной поверхностью радиосигналов. На снимках выделяются также участки торошения льда. При затруднении в дешифрировании РСА снимков надежным информативным признаком наличия ледяного покрова на реке является сохранение ледовых переправ через реку у населенных пунктов, которые видны на снимках в виде белых полос. Неоспоримым преимуществом радиолокационной съемки является гарантированное предоставление в заявленные сроки данных, позволяющих извлекать количественные и качественные характеристики гидрологической обстановки, основными среди них являются:

— общая качественная характеристика состояния ледовой поверхности на реке (неподвижный лед, обводнение и дефрагментация льда, наличие и расположение промоин и полыньи, районы ледохода и свободной от льда воды);

— граница "вода — лед", твердый сухой лед, обводненный лед и открытая вода, процентное соотношение "вода — лед" в пределах заданного участка русла;

— наличие участков торошения и ледовых заторов (в отдельных случаях);

— наличие факта подтопления по сравнению с межнным периодом, площадь подтопления;

— динамика процессов вскрытия, подтопления и спада половодья (при сравнительном анализе снимков из временной серии).

Представляет большой практический интерес тематическая обработка и интерпретация оптических многоспектральных съемок половодья. В процессе комплексной обработки оптические снимки высокого разрешения необходимы в качестве важнейшего источника информации о характеристиках ледяного покрова, получаемых в температурно зависимых спектральных каналах съемки инфракрасного (ИК) диапазона, а также как инструмент для облегчения процессов дешифрирования и идентификации процессов на РСА изображениях.

Оптические многоспектральные снимки, несмотря на зависимость работы оптической аппаратуры от погодных условий, дают возможность получать количественные и качественные характеристики гидрологической обстановки:

— общая качественная характеристика состояния ледовой поверхности на реке, в том числе неподвижный лед, обводнение и дефрагментация льда, наличие промоин и полыньи, ледоход, чистая вода;

— граница "вода — лед", твердый сухой лед, обводненный лед и открытая вода, процентное

соотношение "вода — лед" в пределах заданного участка русла;

— наличие участков торошения и ледовых заторов в отдельных случаях;

— наличие факта подтопления по сравнению с межнным периодом, площадь подтопления;

— динамика процессов вскрытия, подтопления и спада половодья при сравнительном анализе снимков из временной серии.

Оптические снимки позволяют дешифрировать кромку "вода — лед" и отличать чистую воду от обводненного снега. Особый интерес представляют многоспектральные снимки с ИК каналами как источник информации о состоянии льда, особенно непосредственно перед вскрытием реки.

Перечень продуктов, разрабатываемых на основе спутниковых снимков, определяется информативными параметрами, которые можно оценить или рассчитать по спутниковым снимкам. К наиболее значимым параметрам, которые свойственны описанному методу комплексного оперативного мониторинга половодья и которые не определяются по съемкам низкого разрешения, следует отнести:

1) характеристики состояния льда, наличие, число промоин и открытой воды, влагосодержание или обводнение льда, классификация льда, оценка процентного соотношения площади тонкого мокрого льда и толстого заторного льда в заданных сегментах русла;

2) наличие и состояние ледяных заторов, контроль результатов взрывных работ и работы ледоколов по подготовке русла к ледоходу, оценка эффективности принятых мер по спуску льда;

3) динамика развития ледохода и продвижение кромки льда, наличие льда в руслах рукавов, образование ледовых заторов и начало подтопления поймы;

4) оценка территории подтопления и общей площади, залитой водой в заданных сегментах территории; оценка границ максимального распространения воды;

5) оценка инфраструктуры, попавшей в район подтопления, включая дороги, мосты, зоны застройки и населенные пункты, сельхозугодья.

Важным компонентом схемы космического информационного обеспечения является наличие обратной информационной связи в виде уточненных прогнозов гидрологической обстановки, данных контактных измерений и результатов авиаразведки, передаваемой в адрес специалистов тематической обработки спутниковых изображений и планирования съемок [8—11].

При дешифрировании космических снимков в целях локализации затопленных территорий важно точно провести границу раздела



"вода — суша". Для этого необходимо использовать несколько правил.

1. В видимом диапазоне спектра (VIS) вода имеет более высокий коэффициент поглощения. На дневных снимках водные поверхности темнее, чем земля.

2. В ближнем инфракрасном диапазоне (NIR) отражательная способность воды ниже, чем в видимом (VIS), поэтому индекс вегетации $NDVI = (NIR - VIS)/(NIR + VIS)$ для воды имеет отрицательные значения, а для мокрой земли — близкие к нулю.

3. Вода обладает более высокой тепловой инерцией, поэтому водные поверхности ночью теплей, а днем холодней, чем почва. Нужно отметить, что в реальных условиях построению точных границ зон затопления препятствует целый ряд факторов. В первую очередь это облачный покров, который часто сопутствует наводнениям. Дополнительные помехи создают тени от облаков и солнечные блики на поверхности воды. Кроме того, нужно знать нормальное состояние водных объектов, чтобы регистрировать отклонения в их расположении.

Таким образом, система мониторинга с использованием средств ДЗЗ является одним из самых эффективных средств снижения риска подтопления территорий.

Следует особо отметить, что изложенные материалы имеют не только научное значение, но и представляют интерес для учебного процесса бакалавров и магистров, обучающихся практически по всем специальностям направления "Техносферная безопасность".

Список литературы

1. Анализ риска подтопления и затопления селитебных территорий в случаях выпадения сильных ливней.

- Часть 1 / Б. С. Ксенофонтов, Р. А. Таранов, А. С. Козодаев, А. А. Балина // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 6. Приложение к журналу. — С. 1—24.
2. Анализ риска подтопления и затопления селитебных территорий в случаях выпадения сильных ливней. Часть 2 / Б. С. Ксенофонтов, Р. А. Таранов, А. С. Козодаев, А. А. Балина // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 7. Приложение к журналу. — С. 1—24.
3. Оценка риска подтопления автомобильных тоннелей / Б. С. Ксенофонтов, Р. А. Таранов, А. С. Козодаев, А. А. Воропаева, М. С. Виноградов, Е. В. Сенник // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 8. — С. 40—44.
4. Проблемы подтопления и затопления селитебных территорий: возможные пути решения / Б. С. Ксенофонтов, Р. А. Таранов, А. С. Козодаев, А. А. Воропаева, М. С. Виноградов, Е. В. Сенник // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 7. — С. 23—27.
5. Сравнение методов расчета поверхностного стока селитебных территорий / Б. С. Ксенофонтов, Р. А. Таранов, А. С. Козодаев, А. А. Воропаева, М. С. Виноградов, Е. В. Сенник // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 2. — С. 49—57.
6. О возможностях предотвращения подтопления и затопления территорий / Б. С. Ксенофонтов, Р. А. Таранов, А. С. Козодаев, М. С. Виноградов, Е. В. Петрова, А. А. Воропаева // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 6. — С. 24—28.
7. Проблемы подтопления и затопления селитебных территорий: европейский опыт / Б. С. Ксенофонтов, Р. А. Таранов, А. С. Козодаев, А. А. Воропаева, М. С. Виноградов, Е. В. Сенник // Безопасность жизнедеятельности. — 2017. — № 1. — С. 29—36.
8. Шахраманьян М. А. Новые информационные технологии в задачах обеспечения национальной безопасности России (природно-техногенные объекты). — М., 2003. — 398 с.
9. Справочник потребителя спутниковой информации / Под ред. В. В. Асмуса, О. Е. Милехина. — Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2002.
10. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Выпуск 3. Том 1. Российская академия наук. — М.: ООО "Азбука-2000", 2006.
11. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Выпуск 3. Том 2. Российская академия наук. — М.: ООО "Азбука-2000", 2006.

B. S. Ksenofontov, Professor, e-mail: kbsflot@mail.ru, **R. A. Taranov**, Associate Professor, **A. S. Kozodayev**, Associate Professor, **M. S. Vinogradov**, Assistant, **E. V. Senik**, Associate Professor, Bauman Moscow State Technical University

Monitoring of Flooding of Territories with Use of Remote-Sensing Instruments of Earth

In work questions of monitoring of flooding of territories with use of means of the distatsionny sounding of Earth (DSE) are considered. It is shown that objects of researches and studying in problems of monitoring of objects and the environment are objects of economic activity, for the purpose of their detection, identification and definition of geometrical characteristics and also natural processes and the phenomena. It is established that optical pictures allow to decode an edge "water — ice" and to distinguish clear water from the flooded snow. It is noted that multispectral pictures with infrared channels as a source of information on a condition of ice,

especially just before opening of the river are of special interest. In general it is noted that the system of monitoring with use of means of DSE is one of the most effective remedies of reduction of risk of flooding of territories.

Keywords: monitoring of flooding of territories, means of distatsionny sounding of Earth, optical pictures, ifrkrasny channels

References

1. **Analiz** riska podtopleniya i zatopeniya selitebnykh territoriy v sluchayakh vypadeniya silnykh livney. Chast 1. B. S. Ksenofontov, R. A. Taranov, A. S. Kozodayev, A. A. Balina. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti*. 2013. No. 6. Prilozheniye. P. 1–24.
2. **Analiz** riska podtopleniya i zatopeniya selitebnykh territoriy v sluchayakh vypadeniya silnykh livney. Chast 2. B. S. Ksenofontov, R. A. Taranov, A. S. Kozodayev, A. A. Balina. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti*. 2013. No. 7. Prilozheniye. P. 1–24.
3. **Otsenka** riska podtopleniya avtomobilnykh tonney / B. S. Ksenofontov, P. A. Taranov, A. S. Kozodayev, A. A. Voropayeva, M. S. Vinogradov, E. V. Senik. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti*. 2015. No. 8. P. 40–44.
4. **Problemy** podtopleniya i zatopeniya selitebnykh territoriy: vozmozhnyye puti resheniya. B. S. Ksenofontov, P. A. Taranov, A. S. Kozodayev, A. A. Voropayeva, M. S. Vinogradov, E. V. Senik. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti*. 2015. No. 7. P. 23–27.
5. **Sravneniye** metodov rascheta poverkhnostnogo stoka selitebnykh territoriy. B. S. Ksenofontov, P. A. Taranov, A. S. Kozodayev, A. A. Voropayeva, M. S. Vinogradov, E. V. Senik. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti*. 2015. No. 2. P. 49–57.
6. **O vozmozhnostyakh** predotvrashcheniya podtopleniya i zatopeniya territoriy. B. S. Ksenofontov, P. A. Taranov, A. S. Kozodayev, M. S. Vinogradov, E. V. Petrova, A. A. Voropayeva. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti*. 2014. No. 6. P. 24–28.
7. **Problemy** podtopleniya i zatopeniya selitebnykh territoriy: evropeyskiy opyt. B. S. Ksenofontov, R. A. Taranov, A. S. Kozodayev, A. A. Voropayeva, M. S. Vinogradov, E. V. Senik. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti*. 2017. No. 1. P. 29–36.
8. **Novyye** informatsionnyye tekhnologii v zadachakh obespecheniya natsionalnoy bezopasnosti Rossii. Pod redakciey M. A. Shakhramanian. Moscow, 2003.
9. **Spravochnik** potrebitelya sputnikovoy informatsii. Pod redakciey V. V. Asmusa. O. E. Milekhina. Sankt-Peterburg: Gidrometeoizdat, 2002.
10. **Sovremennyye problemy** distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. Vypusk 3. Vol. 1. Rossiyskaya akademiya nauk. Moscow: OOO "Azbuka-2000", 2006.
11. **Sovremennyye problemy** distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. Vypusk 3. Vol. 2. Rossiyskaya akademiya nauk. Moscow: OOO "Azbuka-2000", 2006.

УДК 621.184.82:621.182:504.5

Р. В. Долгов, ст. преподаватель кафедры, **В. Д. Катин**, д-р техн. наук, проф. кафедры, **М. Х. Ахтямов**, д-р биол. наук, зав. кафедрой, e-mail: bgd@festu.khv.ru, Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск

Разработка новых конструкций циклонов для очистки дымовых газов котельных от пыли и золы на предприятиях железнодорожного транспорта

Статья посвящена решению одной из наиболее актуальных в современных условиях научно-технических проблем охраны воздушного бассейна от загрязнения твердыми частицами, в том числе сажистыми, золовыми и пылевыми. Приведены данные анализа состояния вопросов загрязнения атмосферного воздуха выбросами вредных веществ от стационарных источников промышленных предприятий и объектов железнодорожного транспорта. Определены направления повышения эффективности работы золо- и пылеулавливающих устройств с экологической точки зрения, направленные на повышение степени очистки дымовых газов и модернизацию действующих конструкций аппаратов циклонного типа. Разработаны и предложены к применению в котельных, работающих на твердом и жидком топливе, принципиально новые конструкции циклонов, отличающиеся от действующих золо- и пылеуловителей оригинальностью их устройства и повышенной степенью очистки газов. Подробно описаны устройства предлагаемых к внедрению циклонных аппаратов и показаны их эколого-технические достоинства и преимущества перед зарубежными и отечественными аналогами. Приведены практические рекомендации по эксплуатации новых конструкций циклонов, защищенных авторскими патентами на изобретения, на предприятиях железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: предприятия железнодорожного транспорта, котельные, пыле- и золоуловители, циклоны, твердые частицы, пыль, зола, очистка дымовых газов, экологическая эффективность, снижение вредных выбросов



Введение

Результаты исследований [1] пыле- и золоулавливающих устройств на промышленных предприятиях, включая предприятия железнодорожного транспорта, показали, что они характеризуются недостаточной экологической эффективностью, что не отвечает жестким экологическим требованиям к техническому оборудованию, сформулированным в Федеральном законе РФ № 7-ФЗ от 10.01.2002 г. "Об охране окружающей среды". В связи с этим в воздушный бассейн городов нашей страны только от стационарных источников загрязнения поступает при сжигании топлива более 6 млн т в год твердых частиц (пыли, золы и сажи). В соответствии с данными работы [2] было предусмотрено снижение выбросов вредных веществ, в том числе взвешенных частиц на 20...25 %, что почти в 3 раза уменьшает число городов с высоким уровнем загрязнения атмосферы.

Следует отметить, что около трети населения России проживает в условиях с плохим состоянием окружающей среды и прежде всего атмосферного воздуха. Проблема повышения эффективности очистки выбрасываемых дымовых газов и воздуха от твердых частиц в котельных является весьма актуальной и в настоящее время.

Особенностью городских поселений и сельской местности Дальневосточного федерального округа (ДФО) является то, что территории промышленных площадок находятся в непосредственной близости от селитебной зоны и выбросы предприятий и генерирующих мощностей оказывают непосредственное негативное влияние на загрязнение атмосферного воздуха в жилой застройке. Это актуально также и для предприятий железнодорожного транспорта, часто выступающих в роли градообразующих предприятий.

В соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2014 г. № 473-ФЗ "О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации" на территории ДФО созданы и функционируют территории опережающего социально-экономического развития, на которых уже размещается более 50 резидентов. Запланировано введение в действие еще нескольких крупных добывающих, перерабатывающих комплексов, что не может не сказаться на экологическом состоянии атмосферного воздуха городов.

Для повышения эффективности природоохранной деятельности предприятий железнодорожного транспорта разработана Экологическая стратегия развития ОАО "РЖД" на период до 2015 года и на перспективу до 2030 года [3]. Данным документом четко определены направления решения проблемы загрязнения атмосферного воздуха от стационарных

источников выброса путем проведения реконструкции действующего пылезолоулавливающего оборудования, а также внедрения новых технологий очистки дымовых газов от твердых веществ.

Анализ действующих конструкций циклонов-золоуловителей и направления их модернизации

Анализ предлагаемых решений позволяет сделать вывод о тенденции совмещения нескольких способов обеспыливания в одном корпусе циклонного аппарата. Совмещение очистки в циклоне с фильтрованием газов реализовано, например, в устройствах конструкции Зашигина М. Г., Алешенко И. С., Зиганшина А. М., Павлова Л. В. [4]. В конструкциях электрофильтра Коваленко А. И., Порсева Е. Г. [5], а также в устройстве очистки негорючих газов Погосова Д. Б. [6] находит развитие идея использования сил электрического взаимодействия, совместно с центробежными силами в корпусе циклонного аппарата.

Основным и приоритетным направлением в решении поставленной задачи можно считать разработку новых конструкций золо- и пылеуловителей для ТЭС и котельных на твердом топливе. Данная статья посвящена принципиально новым подходам к решению проблемы путем разработки и внедрения высокоэффективных конструкций циклонных аппаратов золо- и пылеочистки в угольных котельных на предприятиях железнодорожного транспорта.

Самую многочисленную группу среди конструкций золо- и пылеуловителей составляют инерционные аппараты-циклоны — более 90 % от общего числа применяемых в промышленности аппаратов газоочистки, и ими улавливается более 80 % от общей массы уловленной пыли всеми очистными установками [7, 8].

Наибольшее распространение получили циклоны конструкции МИОТа, ЛИОТа, СИОТа, ВЦНИИОТа, Гипродревпрома и циклоны группы ЦН (циклоны НИИОГАЗ). Результаты сравнительных испытаний циклонов [8, 9] позволяют сделать вывод, что по комплексу параметров более предпочтительными для использования в промышленных условиях считаются циклоны группы ЦН.

По мнению авторов, приоритетными направлениями повышения эффективности работы золо- и пылеулавливающих устройств с экологической точки зрения являются [1]:

— повышение степени очистки дымовых газов и увеличение КПД работы пыле- и золоуловителей циклонного типа;

— внедрение на предприятиях и в котельных ступенчатых систем очистки пылегазовых

выбросов с применением пылеосадительных камер и циклонных аппаратов усовершенствованных типов;

— оснащение действующих котельных, работающих без очистных установок, модернизированными пыле- и золоулавливающими аппаратами, защищенными авторскими патентами на изобретения [10, 11].

Разработка новых конструкций циклонов и их эколого-технические достоинства

Для повышения эффективности очистки уходящих газов от пыли мелкого дисперсного состава предлагается циклон принципиально новой конструкции (рис. 1) [1]. В качестве прототипа был использован пылеулавливающий аппарат

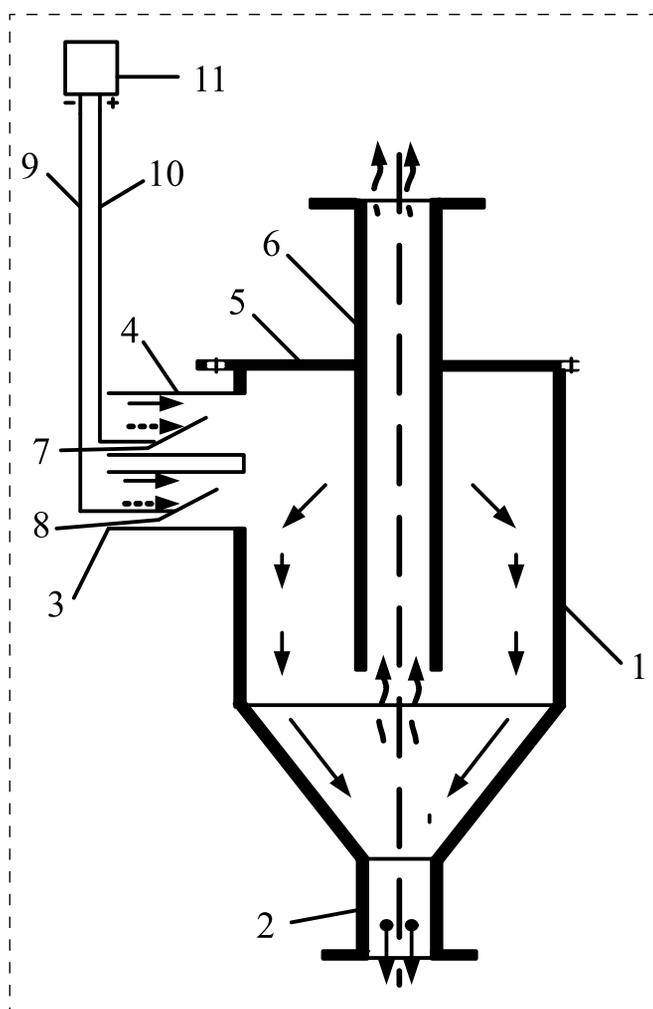


Рис. 1. Схема циклона-электрофильтра:

1 — вертикальный цилиндрикоконический корпус; 2 — патрубок для удаления пыли; 3, 4 — патрубки для подачи в аппарат запыленного газового потока, расположенные тангенциально к корпусу; 5 — крышка; 6 — выхлопная труба; 7, 8 — токоподводящие пластины; 9, 10 — проводники с контактами; 11 — источник тока

циклонного типа, разработанный сотрудниками ВГТУ [12, 13].

Предлагаемый циклон-электрофильтр (рис. 1) работает следующим образом. Вначале токоподводящие пластины 7 и 8, установленные внутри входных патрубков, соединяются с контактами источника тока 11 посредством проводников 9, 10 и заряжаются. Токоподводящая пластина 7 приобретает отрицательный заряд, а пластина 8 — положительный. Затем в патрубки 3 и 4 подается пылегазовый поток, который, проходя по этим патрубкам, соударяется с токоподводящими пластинами 7, 8, в результате чего пылевые частицы приобретают положительный или отрицательный заряд соответственно. Далее пылегазовые потоки попадают внутрь цилиндрикоконического корпуса 1. В цилиндрической части корпуса 1 газовый поток, насыщенный разноименно заряженными частицами, смешивается.

Под действием сил электрического взаимодействия частицы пыли слипаются, теряя электрический заряд и увеличивая свою массу. Запыленный газовый поток проходит по окружности вокруг выхлопной трубы 6 и движется спирально вниз, обеспечивая отделение крупных частиц дисперсной фазы от дисперсионной среды (газа). В нижней части корпуса поток теряет скорость и меняет свое направление, вследствие чего происходит отделение средних и мелких взвешенных частиц, и удаление их через патрубок 2. Очищенные от крупной, средней и мелкой дисперсной пыли газы движутся по восходящей спирали и поступают в выхлопную трубу 6, откуда удаляются из циклона.

Для повышения эффективности очистки уходящих газов от пыли мелкого дисперсного состава предлагается циклон новой конструкции (рис. 2) [10].

Данный циклон-фильтр работает следующим образом. По подводящему патрубку 4 пылегазовый поток подается в цилиндрикоконический корпус 1. Запыленный газовый поток проходит по окружности вокруг выхлопной трубы и движется спирально вниз. Под действием центробежной силы частицы пыли отбрасываются к стенкам циклона. Часть пылегазового потока, содержащая мелкие частицы пыли, проникает через поры стенок цилиндрической части 2 корпуса циклона. Мелкие частицы пыли оседают на фильтрующем материале 7. Из-за снижения объема воздуха в циклоне увеличивается концентрация пылевых частиц, что увеличивает вероятность их столкновения, укрупнения, увеличения массы частиц. Под действием центробежной силы крупные и средние частицы пыли отбрасываются к стенкам циклона, соударяются с ними и под действием

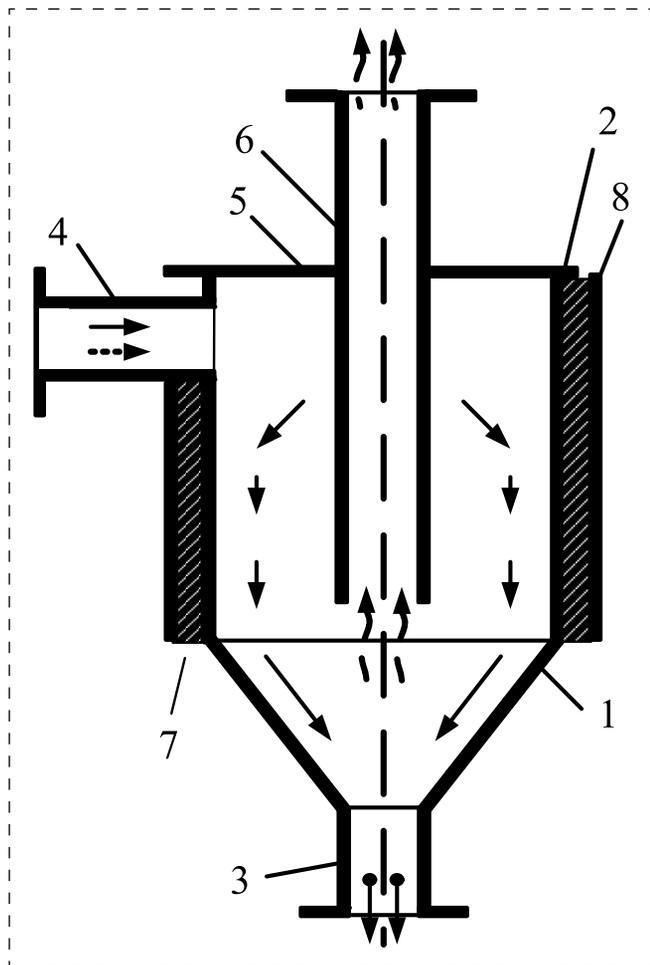


Рис. 2. Схема циклона-фильтра:

1 — вертикальный цилиндрикоконический корпус; 2 — цилиндрическая часть цилиндрикоконического корпуса, выполненная из пористого, пропускающего воздух материала; 3 — патрубок для удаления пыли; 4 — патрубок для подачи в аппарат запыленного газового потока, расположенный тангенциально к корпусу; 5 — крышка; 6 — выхлопная труба; 7 — фильтровальный материал; 8 — кожух

сил гравитации опускаются вниз. В нижней части корпуса поток теряет скорость и меняет свое направление, вследствие чего происходит отделение средних частиц пыли. Очищенные газы движутся по восходящей спирали к выхлопной трубе 6, через которую выводятся из циклона. Удаление уловленных частиц происходит через патрубок 3. При загрязнении фильтровального материала мелкой пылью производят его замену.

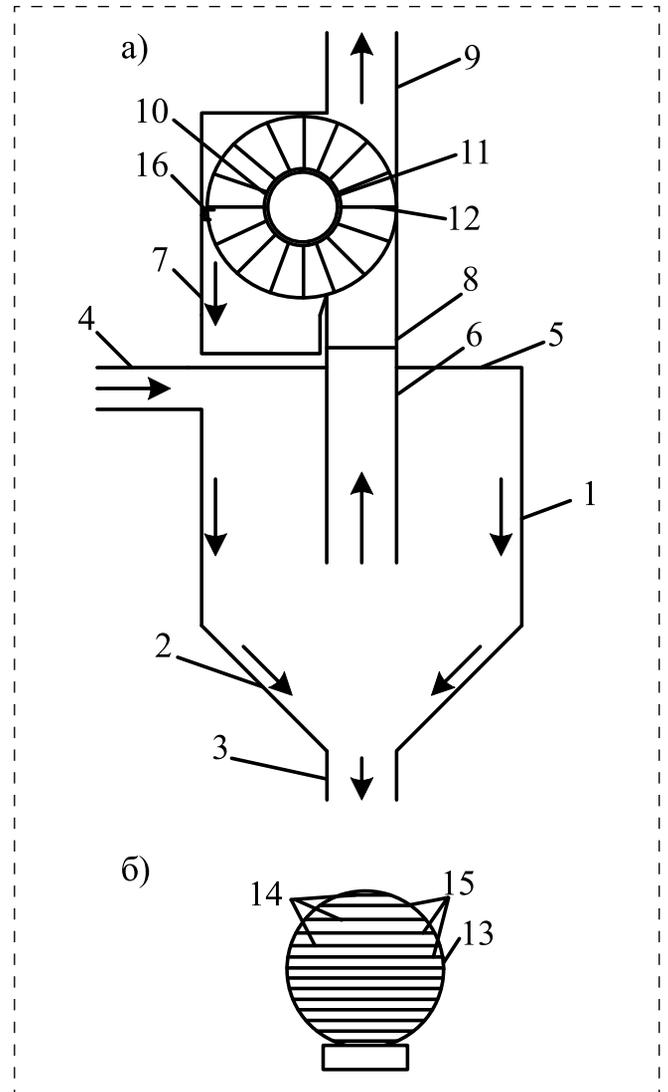


Рис. 3. Схема циклона новой конструкции ДВГУПС:

а — схема конструкции циклонного аппарата; б — схема конструкции лопасти; 1 — вертикальный цилиндрический корпус; 2 — коническое днище цилиндрического корпуса; 3 — патрубок для удаления пыли; 4 — патрубок для подачи в аппарат запыленного газового потока, расположенный тангенциально к корпусу; 5 — крышка; 6 — выхлопная труба; 7 — бункер для сбора уловленной пыли; 8 — патрубок для ввода очищаемого газа в корпус; 9 — патрубок для удаления очищенного газа; 10 — электрофильтр; 11 — барабан; 12 — лопасти; 13 — рамка; 14 — коронирующие электроды; 15 — осадительные электроды; 16 — встряхивающий механизм

В целях увеличения степени очистки и повышения экологичности аппарата разработана и предложена к применению принципиально новая конструкция циклона (рис. 3) [11].

Этот циклон работает следующим образом. Пылегазовый поток по тангенциальному входному патрубку 4 попадает внутрь цилиндрикоконического корпуса 1 и движется по спирали вниз. Под действием центробежных сил

крупные и средние дисперсные частицы пыли отбрасываются к стенкам корпуса, соударяются с ними и скатываются вниз. Пылегазовый поток в нижней точке конической части корпуса 2 под действием разности давления разворачивается и устремляется восходящим вихревым потоком в выхлопную трубу 6. В момент смены направления движения пылегазового потока из него выделяются пылевые частицы средней и крупной дисперсной фракции. Эти частицы средней и крупной дисперсной фракции удаляются через патрубок 3.

Пылегазовый поток, очищенный от крупной и средней дисперсной фракции пыли, поднимается вверх по выхлопной трубе 6 и патрубку 8 для подачи очищаемого газа, проходит сквозь лопасти 12 электрофильтра 10.

Электроны и ионы газового потока, образующиеся в коронном разряде между коронирующими 14 и осадительными электродами 15, сталкиваются с частицами и капельками мелкой дисперсной фракции, заряжают их и заставляют под действием электрического поля оседать на осадительных электродах 15. В то же время очищаемый газовый поток приводит во вращение барабан 11 электрофильтра 10.

При вращении барабана 11 электрофильтра лопасть 12, загрязненная осевшей на ней мелкой дисперсной фракции пыли или жидкости, поворачивается и уходит из области движения газового потока, а ее место занимает незагрязненная. При дальнейшем вращении лопасть 12 взаимодействует со встряхивающим механизмом 16 в виде механического ударника, закрепленного на внутренней стороне бункера для сбора пыли 7. При этом взаимодействии на рамку 13 передается вибрация от встряхивающего механизма 16. Пыль и жидкость мелкой фракции, осевшие на осадительных электродах 15 рамки 13, отделяется от электродов и попадает в нижнюю часть бункера для сбора пыли 7. Очищенный от крупной, средней, мелкой дисперсной фракции газовый поток удаляется через патрубок 9. Рассмотренный циклон позволяет производить эффективную очистку дымовых газов от частиц крупной, средней и мелкой дисперсной фракции без прерывания процесса очистки.

Выводы

Предлагаемые в данной статье новые конструкции эффективных пыле- и золоулавливающих устройств были одобрены Центром охраны окружающей среды Дальневосточной железной дороги и включены в план реального применения природоохранных мероприятий для предприятий железнодорожного транспорта на Дальнем Востоке. Разработка и практическое использование высокоэкологических циклонов позволит улучшить и оздоровить экологическую обстановку на Дальнем Востоке и в целом по стране.

Список литературы

1. Катин В. Д., Ахтямов М. Х., Долгов Р. В. Модернизация и разработка новых эффективных золо- и пылеуловителей для защиты среды обитания человека. — М.: Спутник+, 2015. — 116 с.
2. Донской С. Е. Охрана окружающей среды: программа до 2020 года // Экология производства. — 2012. — № 12. — С. 3—10.
3. Экологическая стратегия ОАО "Российские железные дороги" на период до 2015 года и на перспективу до 2030 года. Утверждена Распоряжением ОАО "РЖД" 13.02.2009 г. № 293р // ОАО "Российские железные дороги": официальный сайт компании. — Режим доступа: <http://doc.rzd.ru> (дата обращения 20.12.2018).
4. Циклон-фильтр. Патент № 2361678 (РФ). МПК В04С 9/00 (2006.01), МПК В01Д 50/00 (2006.01) / М. Г. Зашигин, И. С. Алешенко, А. М. Зиганшин, Л. В. Павлов. Оpubл. 20.07.2009. Бюл. № 20.
5. Электрофильтр. Патент № 163132 (РФ). МПК В03С 3/14 (2006.01) / А. И. Коноваленко, Е. Г. Порсев. Оpubл. 10.07.2016. Бюл. № 19.
6. Устройство очистки негорючих газов. Патент № 2544659 (РФ). МПК В04С 9/00 (2006.01), МПК В03С 3/16 (2006.01) / Погосов Д. Б. Оpubл. 20.03.2015. Бюл. № 8.
7. Буренин В. В., Иванниа Е. С. Очистка отходящих дымовых газов ТЭС, работающих на угле // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 7. — С. 28—36.
8. Коузов П. А. Сравнительная оценка циклонов различных типов. — М.: Металлургия, 1995. — 138 с.
9. Коузов П. А., Малыгин А. Д., Скрыбин Г. М. Очистка газов и воздуха от пыли в химической промышленности. — М.: Химия, 2003. — 320 с.
10. Циклон-фильтр. Патент № 100737 (РФ). МПК В04С 9/00 (2006.01) / Р. В. Долгов, М. Х. Ахтямов. Оpubл. 27.12.2010. Бюл. № 36.
11. Циклон. Патент № 2426600 (РФ). МПК В04С 5/04 (2006.01) / Р. В. Долгов. Оpubл. 20.02.2011. Бюл. № 5.
12. Сафонов Е. В. Снижение негативного воздействия на окружающую среду пыли производства строительных изделий на основе асбеста: дис. ... канд. техн. наук. — Волгоград, 2004. — 135 с.
13. Циклон. Патент 2187382 РФ. МПК В04С 5/20. А. Б. Голованчиков, Н. С. Кузнецова, Е. В. Сафонов, В. Н. Азаров, В. Г. Романова. Оpubл. 20.08.2002. Бюл. № 19.



R. V. Dolgov, Senior Lecturer, **V. D. Katin**, Professor, **M. Kh. Akhtyamov**, Head of the Chair, e-mail: bgd@festu.khv.ru, Far Eastern State University of Communications, Khabarovsk

Development of New Designs of Cyclones for Dusty Gases Cleaning from Dust and Ash at the Enterprises of Railway Transport

The article is devoted to one of the most actual in modern conditions of scientific and technical problems of air protection from pollution with particulate matter, including soot, ash and dust. The analysis of the state of air pollution issues verbose harmful substances from stationary sources of industrial enterprises and railway transport. Identified ways of increasing the effectiveness of solo and the dust removal devices from an environmental point of view, proven to increase the degree of purification of dusty gases and modernization of existing designs of apparatus of the type cyclone. The authors have developed and proposed for use in boilers for solid and liquid fuel, a radically new design of cyclones, different from existing ash — and dust collectors originality of their devices and the high degree of purification of gases. Described devices from implementation of the proposed cyclone apparatus, and illustrates their ecological and technical advantages over foreign and domestic analogues. Practical recommendations on use of new designs of cyclones, are protected by copyright and patents for inventions, enterprises of railway transport.

Keywords: enterprises of rail transport, boiler, dust — precipitators, cyclones, particulate matter, dust, ash, flue gas treatment, environmental efficiency, reduction of harmful emissions

References

1. **Katin V. D., Akhtyamov M. Kh., Dolgov R. V.** Modernizatsiya i razrabotka novykh effektivnykh zolo- i pyleuloviteley dlya zashchity srede obitaniya cheloveka. Moscow: Sputnik+, 2015. 116 p.
2. **Donskoy S. Ye.** Okhrana okruzhayushchey srede: programma do 2020 goda. *Ekologiya proizvodstva*. 2012. No. 12. P. 3—10.
3. **Ekologicheskaya strategiya** OAO "Rossiyskiye zheleznyye dorogi" na period do 2015 goda i na perspektivu do 2030 goda. Utverzhdena Rasporyazheniyem OAO "RZHD" 13.02.2009 No. 293r // OAO "Rossiyskiye zheleznyye dorogi": ofitsial'nyy sayt kompanii. URL: <http://doc.rzd.ru> (date of access 20.12.2018).
4. **Tsiklon-fil'tr.** Patent No. 2361678 (RF); MPK B04C 9/00 (2006.01) MPK B01D 50/00 (2006.01). M. G. Zashigin, I. S. Aleshchenko, A. M. Ziganshin, L. V. Pavlov. Opubl. 20.07.2009. Byul. No. 20.
5. **Elektrofil'tr.** Patent No. 163132 (RF). MPK B03C 3/14 (2006.01). A. I. Konovalenko, Ye. G. Porsev. Opubl. 10.07.2016. Byul. No. 19.
6. **Ustroystvo** ochistki negoryuchikh gazov. Patent No. 2544659 (RF). MPK B04C 9/00 (2006.01). MPK B03C 3/16 (2006.01). D. B. Pogosov. Opubl. 20.03.2015. Byul. No. 8.
7. **Burenin V. V., Ivanina Ye. S.** Ochistka otkhodyashchikh dymovykh gazov TES, oborudovaniya na ugle. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2015. No. 7. P. 28—36.
8. **Kouзов P. A.** Sravnitel'naya otsenka tsiklonov razlichnykh tipov. Moscow: Metallurgiya, 1995. 138 p.
9. **Kouзов P. A., Malygin A. D., Skryabin G. M.** Ochistka gazov i vozdukhа ot pyli v promyshlennoy promyshlennosti. Moscow: Khimiya, 2003. 320 p.
10. **Tsiklon-fil'tr.** Patent No. 100737 (RF). MPK B04C 9/00 (2006.01) / R. V. Dolgov, M. Kh. Akhtyamov. Opubl. 27.12.2010. Byul. No. 36.
11. **Tsiklon.** Patent No. 2426600 (RF). MPK B04C 5/04 (2006.01). R. V. Dolgov. Opubl. 20.02.2011. Byul. No. 5.
12. **Safonov Ye. V.** Snizheniye negativnogo vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu, proizvodstvo stroitel'nykh izdeliy na osnove asbesta: dis. ... Kand. tekhn. nauk. Volgograd, 2004. 135 p.
13. **Tsiklon.** Patent No. 2187382 (RF), MPK7 V04S 5/20. (RF); VGTU (RF) № 2001114160/12; zavavl. 23.05.2001; A. B. Golovanchikov, N. S. Kuznetsova, Ye. V. Safonov, V. N. Azarov, V. G. Romanova. Opubl. 20.08.2002. Byul. No. 19.

УДК 631.416:504.73

В. Г. Двуреченский, канд. биол. наук, доц., e-mail: dvu-vadim@mail.ru,
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)

Почвенно-экологическая характеристика городских агломераций юга Кузбасса

Представлена почвенно-экологическая характеристика урбанизированных экосистем на примере г. Междуреченска Кемеровской области. Определен состав почвенного покрова. Проведены исследования физико-химических свойств и засоленности почв, формирующихся в городских условиях. Дана экологическая оценка городских ландшафтов.

Ключевые слова: урбанизированная экосистема, почвенно-экологическое состояние ландшафта, почвенный покров, эмбриоземы, техноземы

В городских экосистемах изначально нарушены практически все связи между различными природными компонентами. Поэтому городские ландшафты отличаются от естественных коренным образом. Процессы агломерации, как и урбанизации, всегда вызывают деградацию и гибель флоры, фауны и почв; вырубку девственных лесов; загрязнение подземных вод и рек; накопление огромного количества бытовых и строительных отходов с образованием полигонов твердых бытовых отходов, санкционированных и несанкционированных свалок. Жизнедеятельность огромного количества людей, находящихся на относительно небольшой по площади территории, создает опасную экологическую обстановку на юге Кузбасса.

Для правильной оценки экологических проблем, связанных с процессами агломерации и урбанизации, которые без сомнения приводят к загрязнению окружающей среды, необходимо учитывать следующее.

1. Неблагоприятное экологическое воздействие на население городов и близлежащих населенных пунктов происходит постоянно и имеет значительные масштабы.

2. В результате работы различных предприятий и автотранспорта загрязняются водоемы, подземные воды, почва, воздух; деградируют естественные ландшафты, окружающие города [1]. В связи с подобными загрязнениями, а также учитывая природно-биологические зональные особенности, можно предположить сопоставимость экологической обстановки в различных городах юга Кузбасса.

3. Междуреченск, Таштагол, Мыски, Осинники, Прокопьевск, Новокузнецк возникли

в результате притока и концентрации рабочей силы для добычи и переработки полезных ископаемых (железных руд, каменного угля) и возведения объектов энергетики. Города юга Кузбасса имеют практически одинаковое происхождение и возраст. На их территории работают шахты, разрезы, агломерационные фабрики, горно-обогательные фабрики, электростанции и т. д.

Цель исследования: дать почвенно-экологическую характеристику городских экосистем юга Кузбасса.

Задачи исследования:

1. Оценить экологическую обстановку.
2. Определить состав почвенного покрова.
3. Оценить свойства почв, формирующихся в городских условиях.
4. Выявить степень засоления почв водно-растворимыми солями.

Объекты и методы исследования

В пределах муниципального образования г. Междуреченска в результате добычи угля и золота нарушено более 6,6 тыс. га лесных земель [2], которые утратили природно-биологические свойства и, соответственно, хозяйственную ценность. В результате многолетних исследований данных местообитаний [3, 4] выявлено, что территории с уничтоженным лесом и деградированными почвами являются источником отрицательного воздействия на естественные, нетронутые ландшафты. Негативное воздействие распространяется далеко за границы земельных и горных отводов предприятий, которые включены в категорию земель промышленности.



Предприятия угольной промышленности г. Междуреченска нерационально используют земли при формировании отвалов вскрышных и вмещающих пород вопреки действующим техническим регламентам, а также утвержденным проектам. Рекультивация нарушенных земель проводится не в срок, и не по условиям, указанным в проектах. Часто нарушенные земли оставляют под самозаращение, ограничиваясь горнотехническим этапом рекультивационных работ.

В г. Междуреченске при добыче каждого миллиона тонн угля (27,5...28,8 млн т в год) ежегодно нарушается более 5 га лесных почвенных ресурсов. Кемеровская область в целом на каждый добытый миллион тонн угля теряет порядка 15 га в год. Это не только лесной фонд, но и лучшие пахотные земли с черноземами выщелоченными. В результате добычи золота данный показатель составляет: на 1 кг химически чистого золота — 1 га лесных земель, которые имеют статус склонозащитного и защитного назначения, так как находятся в узких долинах горных ручьев, рек и рек [2].

В горно-таежной природно-климатической зоне Кузбасса, в которой расположен г. Междуреченск, основными видами техногенных ландшафтов являются: внешние и внутренние породные отвалы, сформированные в результате карьерных выемок при добыче угля открытым способом; поверхности с провальными формами рельефа, возникающие при шахтной подземной добыче угля; отстойники, гидроотвалы обогатительных фабрик. Фактические площади нарушений почвенного покрова значительно больше, так как в статистические сведения не вносятся земли: 1) не учтенные в документах ведомственного производственного земельного контроля: нарушенные, загрязненные, ранее отработанные, такие как участки земель, загрязненные токсичными веществами, отстойники карьерной воды, повторно нарушаемые; 2) с рекультивацией, некачественно проведенной; 3) под свалками с производственными отходами; 4) шахт, без видимых воронок, трещин, провалов на поверхности; 5) шахт с погибшей растительностью, т. е. с нарушенным гидрогеологическим режимом; 6) закрытых и (или) ликвидированных добывающих предприятий. Все вышперечисленное позволяет говорить о повсеместном несоблюдении предприятиями проектов земельных отводов.

В административных границах Междуреченского городского округа разведаны месторождения различных полезных ископаемых: каменных углей энергетических и коксующихся марок; марганцевых и железных руд; строительных материалов (гравия, глины, мрамора, бутового камня, кварцита, гранита, диабазы), россыпного золота;

нерудных полезных ископаемых (вермикулита, талька, фосфорита, мусковита). Промышленность города имеет многоотраслевую структуру, но угольная отрасль является градообразующей.

В пределах г. Междуреченска добычей и переработкой полезных ископаемых в недавнем прошлом занимались 19 предприятий, в том числе: 6 шахт, 5 разрезов добывали каменный уголь, 5 фабрик каменный уголь обогащали, 2 старательские артели добывали золото и 1 предприятие — тальк [5]. В настоящее время разрабатываются новые участки старых разрезов. Добыча талька приостановлена. В связи с усовершенствованием техники и технологии добычи карьеры углубляются, что ведет к выносу коренных пород на поверхность и к уничтожению все новых естественных экосистем. Нарушена геохимическая обстановка в регионе.

Не относящиеся к угольной промышленности предприятия коммунального хозяйства, металлообработки, машиностроения, пищевой промышленности, деревообработки, стройиндустрии Междуреченска развиты слабо.

По предоставленной информации Междуреченского комитета по охране окружающей среды и природопользованию 01.01.2010 г. площадь земель, занятых горнодобывающими предприятиями, составляла 13,353 тыс. га. Площадь земель, нарушенных горными работами (инженерные и транспортные коммуникации угольных разрезов, карьерные выемки, внешние отвалы, траншеи, отстойники, котлованы), составляла 5,973 тыс. га [5].

Город Междуреченск расположен между отрогами гор Кузнецкого Алатау и Горной Шории вдоль течения рек Томь и Уса и занимает площадь 33,4 тыс. га, в том числе: площадь городских лесов 17,0 тыс. га, под промышленными и жилыми объектами — 16,4 тыс. га. Общая протяженность набережных, улиц, проездов — 223,4 км, в том числе с твердым покрытием — 117,0 км. Плотность населения — 307 человек на 1 км². Численность сельского и городского населения города составляла на 01.01.2009 г. примерно 106 тыс. человек. Из этого числа: городское население — 104 тыс. человек; сельское — 2 тыс. человек. В различных отраслях экономики занято 44,4 тыс. человек. Экономический потенциал города представлен 1450 хозяйствующими субъектами [2].

Объектами исследования послужили эмбриоземы и техноземы (согласно классификации почв техногенных ландшафтов [6]), формирующиеся в течение 18—20 лет на территориях, прилегающих к автотранспортному предприятию и электроподстанции вблизи горно-обогатительной фабрики.

Отбор и подготовка проб к анализам произведены в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01—83 [7].

Средняя проба составлена из индивидуальных проб, отобранных равномерно со всей площади участков. Определение физико-химических свойств почв проводилось общепринятыми методами исследования, руководствуясь ГОСТами [8–10]. Водно-растворимые соли определялись весовым и титриметрическими методами, при соотношении почвы и воды 1:5.

Результаты исследования

Урбанизированный ландшафт — это эколого-географический комплекс, определяемый совокупностью взаимообусловленных и взаимосвязанных явлений и предметов, развивающихся в результате антропогенеза. В подобном ландшафте основные почвообразовательные факторы находятся в сложнейшем взаимодействии, образуя, по условиям развития, однородную, единую систему. Городским ландшафтом является созданная человеком конкретная территория с единым геологическим фундаментом (материнской породой), общим климатом, однотипным рельефом, одинаковым сочетанием типов почв, биоценозов, гидротермических условий. Урбанизированный ландшафт — это такой ландшафт, который преобразовался человеком настолько, что в нем разорвались и изменились связи природных компонентов, т. е. это ландшафты, утратившие функции воспроизводства здоровой среды [11].

Важнейшим индикатором экологического состояния ландшафта является почвенный покров. В исследуемых ландшафтах развитие почв и восстановление почвенного покрова происходило по двум направлениям.

1. Создание техноземов путем рекультивации. Техноземы создавались в два этапа: первый этап — выравнивание участка, второй этап — отсыпка плодородного слоя почвы. Соответственно данные почвы приобрели двухслойный профиль: минеральный субстрат (нижний слой), плодородный слой почвы — верхний слой. На участках с двухслойным профилем формируются техноземы гумусогенные (мощность отсыпанного верхнего слоя до 35 см); на участках, на которых проводилась только планировка территории, формируются техноземы литогенные.

2. Образование эмбриоземов в результате естественного восстановления растительности. В эмбриоземах почвенные режимы и свойства находятся на начальной стадии. При самозарастании, сингенетично с развитием растительности, формируется почвенный покров, в составе которого преобладают эмбриоземы двух типов: органо-аккумулятивные и инициальные, которым соответствует простая и пионерная стадия развития растительных сукцессий [12].

Таким образом, на территории проводимых исследований определены следующие почвы: техноземы литогенные и гумусогенные, эмбриоземы органо-аккумулятивные и инициальные.

Определив физико-химические свойства почв, можно отметить следующие особенности. В эмбриоземах органо-аккумулятивных и инициальных гигроскопическая влага, емкость катионного обмена (ЕКО), содержание обменных магния и кальция по профилю слабо дифференцированы (табл. 1). Это свидетельствует о том, что: а) субстрат недостаточно преобразован; б) процессы почвообразования находятся на начальных стадиях генезиса. В органо-аккумулятивных эмбриоземах значения рН указывают на слабокислую реакцию и во всем профиле одинаковы. В инициальных эмбриоземах значения рН изменяются по профилю вниз — от слабокислых до кислых значений. В органо-аккумулятивных эмбриоземах во всем профиле гидролитическая кислотность не дифференцирована. В инициальных эмбриоземах показатели гидролитической кислотности вниз по профилю увеличиваются.

В отличие от эмбриоземов, в профилях литогенных и гумусогенных техноземов происходит дифференциация физико-химических свойств. Гидролитическая кислотность в техноземах снижается с глубиной и ее значения выше, чем в эмбриоземах. Показатели рН становятся слабокислыми и кислыми. Сравнив ЕКО в гумусогенных и литогенных техноземах, выявлено, что ЕКО выше в гумусогенных техноземах. Но в данных техноземах дифференциация показателей ЕКО по профилю одинакова — в верхних горизонтах высокая, с последующим снижением с глубиной. Это объясняется тем, что техноземы состоят из двух слоев, верхний из которых содержит гумус, находившийся в материале плодородного слоя почвы. Следует отметить и постоянное поступление на поверхность почв угольной пыли из ближайших угольных разрезов, где добыча производится открытым способом. А гумус и угольные частицы, как любые органические соединения, считаются хорошими катионообменниками [3].

В отличие от эмбриоземов, в профилях техноземов содержание обменных магния и кальция снижается. Снижение связано со сдвигом значений рН в кислую сторону, а соединения магния и кальция в кислой среде хорошо растворяются.

Таким образом, наиболее качественными физико-химическими свойствами обладают гумусогенные техноземы; менее качественными — инициальные эмбриоземы.

Основным критерием оценки почв является степень их засоленности. Для оценки засоленности определяют анионы (SO_4^{2-} ; CO_3^{2-} ; Cl^- ; HCO_3^{3-}) и



Таблица 1

Физико-химические свойства почв

Глубина, см	Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г	рН		Гигроскопическая влага, %	ЕКО	Са обм.	Mg обм.
		H ₂ O	KCl			мг-экв/100 г	
Инициальный эмбриозем							
C ₁ (1...18)	1,5	7,3	5,6/6,1	0,98	26,3	22,1	7,1
C ₂ (18...35)	4,7	6,8	5,9/6,3	0,98	37,2	19,3	5,4
C ₃ (35...45)	7,3	5,1	5,6/6,3	0,99	46,1	18,7	6,2
Органо-аккумулятивный эмбриозем							
C ₁ (3...16)	1,7	7,2	5,7/6,4	0,99	54,4	33,8	4,8
C ₂ (16...25)	0,5	7,5	5,3/7,0	0,98	48,1	24,4	3,0
C ₃ (25...40)	1,4	7,3	6,1/5,4	0,99	52,6	17,5	6,3
Литогенный технозем							
C ₁ (1...18)	7,6	5,4	5,0/5,7	0,98	12,7	8,7	7,2
C ₂ (18...35)	4,1	6,8	5,1/5,4	0,99	11,0	14,9	5,1
C ₃ (35...45)	1,8	5,9	4,5/5,1	0,99	3,1	19,3	8,9
Гумусогенный технозем							
A _{tex} (2...20)	5,7	6,7	4,3/4,3	0,99	37,1	17,4	3,6
A _{tex} (20...35)	4,1	5,4	5,9/5,8	0,98	44,0	15,1	3,8
C (35...45)	0,6	7,0	5,9/6,0	0,98	36,0	17,6	3,3

катионы (K⁺; Na⁺; Mg²⁺; Ca²⁺) легкорастворимых солей.

Исследования содержания водно-растворимых солей в почвах выявили следующее. Соли в инициальных эмбриоземах распределены хаотично в связи с недифференцированным профилем данных почв (табл. 2). Упорядоченность начинает проявляться в эмбриоземах органо-аккумулятивных. В техноземах гумусогенных и литогенных содержание солей увеличивается по профилю снизу-вверх. Подобное распределение связано с тем, что соли содержатся в материале плодородного слоя почвы, т. е. в горизонте, унаследованном от естественной почвы.

Изучаемые почвы относятся к незасоленным, так как сумма солей не превышает 1 %. С большой долей вероятности можно утверждать, что соли либо поступают из близкозалегающих к поверхности грунтовых вод, либо унаследованы от почвообразующей породы. В составе легкорастворимых солей присутствуют сульфаты, хлориды, калий и натрий (табл. 2).

В городских условиях за 20 лет эмбриоземы эволюционировали, согласно стадиям

сингенетической сукцессии, от инициальных до органо-аккумулятивных. На некоторых участках почвы так и остались на инициальной стадии. Исходя из условий и факторов почвообразования, при благоприятных условиях к 15—20 годам должны сформироваться эмбриоземы дерновые и наиболее генетически развитые гумусово-аккумулятивные. Гумусово-аккумулятивная стадия почв антропогенных экосистем свидетельствовала бы о квазистационарном (метастабильном) состоянии ландшафта. Но в данный момент почвенный покров находится на начальных этапах развития — на инициальной и органо-аккумулятивной стадиях. Следовательно, и сам ландшафт только начинает формироваться.

Абиотические и биотические процессы в урбанизированных экосистемах развиваются в направлении устойчивых в данной природной зоне почвенных образований, т. е. стремятся к зональному типу. Зональными почвами принято считать дерновые глубокоподзолистые, фоновыми — бурые таежные [3]. Предполагается, что такие почвообразовательные процессы, как подзолообразование, буроземообразование, оглинивание,

Содержание водно-растворимых солей в почвах (мг-экв/100 г почвы)

Глубина, см	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na + K	Σ солей, %
Инициальный эмбриозем								
C ₁ (1...18)	0	0,08	8,00	8,00	0,70	0,80	12,58	0,83
C ₂ (18...35)	0	0,08	10,40	10,40	0,80	0,80	15,28	0,91
C ₃ (35...45)	0	0,16	7,20	7,20	0,80	0,70	11,86	0,68
Органо-аккумулятивный эмбриозем								
C ₁ (3...16)	0	0,10	9,00	2,40	0,80	0,65	10,05	0,70
C ₂ (16...25)	0	0,32	9,20	3,01	1,70	0,65	10,18	0,77
C ₃ (25...40)	0	0,20	10,80	2,76	1,40	0,45	11,91	0,84
Литогенный технозем								
C ₁ (1...18)	0	0,10	9,40	9,40	0,50	0,40	12,20	0,81
C ₂ (18...35)	0	0,08	9,80	9,80	0,45	0,25	11,98	0,98
C ₃ (35...45)	0	0,08	9,80	9,80	0,30	0,85	13,35	1,15
Гумусогенный технозем								
A _{тех} (2...20)	0	0,10	6,60	1,97	0,50	0,40	7,77	0,53
A _{тех} (20...35)	0	0,12	7,60	3,08	0,75	0,90	9,15	0,66
C (35...45)	0	0,14	8,80	6,62	1,50	1,20	12,86	0,98

должны происходить и в эмбриоземах, и в техноземах. Тем не менее, в результате влияния лимитирующих факторов, таких как состав субстрата, степень антропогенного воздействия, дефицит влаги и т. д., эмбриоземы и техноземы имеют присущие только им характерные особенности.

Для ускорения формирования экосистемы территории предприятий и прилегающие к ним нарушенные участки должны быть рекультивированы согласно разработанным техническим заданиям и под контролем соответствующих специалистов. Рекультивация в ряду природоохранных мероприятий является одним из основных мероприятий по охране земель, так как естественные экосистемы горно-таежной зоны восстанавливаются довольно долго. Экосистема хвойных среднегорных лесов, при благоприятных условиях, самостоятельно полностью восстановиться сможет через 250–300 лет [13].

Необходим постоянный мониторинг почв урбанизированных территорий не только по степени засоления и изменения физико-химических свойств, но и по загрязнению тяжелыми металлами, фенолами, нефтепродуктами и т. д., так как

почвенный покров является индикатором любого ландшафта. Систематический мониторинг городских ландшафтов имеет не только экологическое и научное, но и экономическое и социальное значение.

Выводы

1. Экологическая ситуация в пределах Междуреченского городского административного округа характеризуется как достаточно напряженная, но стабильная.

2. В составе почвенного покрова в пределах промышленных зон определяются органо-аккумулятивные и инициальные эмбриоземы, литогенные и гумусогенные техноземы.

3. Наибольшим количеством почвенно-экологических функций, следовательно, наиболее качественными физико-химическими свойствами, обладают гумусогенные техноземы. Эмбриоземы органо-аккумулятивные и инициальные по физико-химическим параметрам наименее качественные.

4. Засоление почв не происходит.



5. Почвенно-экологическое состояние ранее нарушенных ландшафтов, формирующихся в городской среде, неудовлетворительное, так как ландшафты, по истечении 20 лет, находятся на начальных этапах развития.

Список литературы

1. Двуреченский В. Г., Благодатнова А. Г. Мониторинг экологического состояния рекреационных объектов города Новосибирска // Безопасность жизнедеятельности. — 2018. — № 8. — С. 58—63.
2. Государственный доклад "О состоянии и охране окружающей природной среды Кемеровской области в 2008 году". URL: <http://doc.knigi-x.ru/22raznoe/483169-1> (дата обращения 13.01.2019).
3. Двуреченский В. Г. Географо-генетическая характеристика форм железа в эмбриоземах Кузбасса: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2011. — 19 с.
4. Двуреченский В. Г., Середина В. П. Характеристика почвенного покрова техногенных ландшафтов Красногорского каменноугольного разреза // Вестник Томского государственного университета, 2014. — № 387. — С. 257—265.
5. Доклад "О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2012 году". URL: <http://www.ecoindustry.ru/gosdoklad/view> (дата обращения 13.01.2019).
6. Курачев В. М., Андроханов В. А. Классификация почв техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. 2002. — № 3. — С. 255—261.
7. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб: Государственный стандарт 17.4.3.01—83. URL: <http://docs.cntd.ru/search/> (дата обращения 10.11.2018).
8. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки: Государственный стандарт 26423—85. URL: <http://www.consultant.ru/search/> (дата обращения 10.09.2018).
9. Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО: Государственный стандарт 26212—91. URL: <http://docs.cntd.ru/search/> (дата обращения 10.09.2018).
10. Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена: Государственный стандарт 27821—88. URL: <http://www.g-ost.ru/28667.html> (дата обращения 10.09.2018).
11. Вронский В. А. Прикладная экология. — Ростов н/Д.: Изд-во "Феникс", 1996. — С. 65—67.
12. Андроханов В. А., Курачев В. М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. — 224 с.
13. Баранник Л. П., Кандрашин Е. Р. Лесообразование на породных отвалах угольных разрезов Южного Кузбасса // Почвообразование в техногенных ландшафтах. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. — С. 172—179.

V. G. Dvurechensky, Associate Professor, e-mail: dvu-vadim@mail.ru, Novosibirsk State Architectural and Construction University

Soil-Ecological Characteristics of Urban Agglomerations of the South of Kuzbass

The soil-ecological characteristics of urbanized ecosystems are presented on the example of the city of Mezhdurechensk, Kemerovo Region. The composition of the soil cover was determined. Studies have been carried out on the physicochemical properties and salinity of soils forming in urban conditions. An environmental assessment of urban landscapes is given.

Objective: to give a soil-ecological characteristic of urban ecosystems in the south of Kuzbass.

Conclusions:

1. The environmental situation within the Mezhdurechensk urban administrative district is characterized as rather tense, but stable.

2. As part of the soil cover within the industrial zones, organ-accumulative and initial embryozems, lithogenic and humusogenic technozems are determined.

3. The greatest number of soil-ecological functions, therefore, the most qualitative physical and chemical properties are possessed by humusogenic technozems. The organo-accumulative embryozems and the least qualitative in terms of physico-chemical parameters are in the initial stages of development.

4. Salinization of soils does not occur.

5. The soil-ecological state of previously disturbed landscapes, which are being formed in the urban environment, is unsatisfactory, since landscapes, after 20 years, are in the initial stages of development.

Keywords: *urbanized ecosystem, soil-ecological state of the landscape, soil cover, embryozems, technozems*

References

1. **Dvurechenskij V. G., Blagodatnova A. G.** Monitoring je- kologicheskogo sostojanija rekreacionnyh ob"ektov goroda Novosibirska. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2018. No. 8. P. 58—63.
2. **Gosudarstvennyj doklad** "O sostojanii i ohrane okruzhajushhej prirodnoj sredy Kemerovskoj oblasti v 2008 godu". URL: <http://doc.knigi-x.ru/22raznoe/483169-1> (date of access 13.01.2019).
3. **Dvurechenskij V. G.** Geografo-geneticheskaja harakteristika form zheleza v jembriozemah Kuzbassa: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Novosibirsk, 2011. 19 p.
4. **Dvurechenskij V. G., Seredina V. P.** Harakteristika poch- vennogo pokrova tehnogennyh landshaftov Krasnogorskogo kamennougol'nogo razreza. *Vestnik Tomskogo gosudarstven- nogo universiteta*. 2014. No. 387. P. 257—265.
5. **Doklad** "O sostojanii i ohrane okruzhajushhej sredy Ke- merovskoj oblasti v 2012 godu". URL: <http://www.ecoindustry.ru/gosdoklad/view> (date of access 13.01.2019).
6. **Kurachev V. M., Androhanov V. A.** Klassifikacija pochv tehnogennyh landshaftov. *Sibirskij jekologicheskij zhurnal*. 2002. No. 3. P. 255—261.
7. **Ohrana prirody**. Pochvy. Obshhie trebovanija k otboru prob: Gosudarstvennyj standart 17.4.3.01—83. URL: <http://docs.cntd.ru/search/> (date of access 10.11.2018).
8. **Pochvy**. Metody opredelenija udel'noj jelektricheskoj pro- vodimosti, pH i plotnogo ostatka vodnoj vytjazhki: Gosu- darstvennyj standart 26423—85. URL: <http://www.consultant.ru/search/> (date of access 10.09.2018).
9. **Pochvy**. Opredelenie gidroliticheskoj kislotnosti po metodu Kappena v modifikacii CINA0: Gosudarstvennyj standart 26212—91. URL: [http:// docs.cntd.ru/search/](http://docs.cntd.ru/search/) (date of access 10.09.2018).
10. **Pochvy**. Opredelenie summy pogloshhennyh osnovanij po me- todou Kappena: Gosudarstvennyj standart 27821—88. URL: <http://www.g-ost.ru/28667.html> (date of access 10.09.2018).
11. **Vronskij V. A.** Prikladnaja jekologija. Rostov na-Dony: Feniks, 1996. P. 65—67.
12. **Androhanov V. A., Kurachev V. M.** Pochvenno-jekolog- icheskoje sostojanie tehnogennyh landshaftov: dinamika i ocenka. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, 2010. 224 p.
13. **Barannik L. P., Kandrashin E. R.** Lesoobrazovanie na porodnyh otvalah ugol'nyh razrezov Juzhnogo Kuzbassa. *Pochvoobrazovanie v tehnogennyh landshaftah*. Novosibirsk: Nauka. Sibirskoe otdelenie, 1979. P. 172—179.

XXIII Международная выставка средств обеспечения безопасности государства "INTERPOLITEX—2019".

22—25 октября 2019. ВДНХ. Павильон 75

Экспозиция Международной выставки средств обеспечения безопасности государства "ИНТЕРПОЛИТЕХ" представляет собой выверенное сочетание взаимосвязанных выставок и специализированных тематических экспозиций, взаимодополняющих друг друга:



ВЫСТАВКА ПОЛИЦЕЙСКОЙ ТЕХНИКИ



ВЫСТАВКА "РОСГВАРДИЯ"



ВЫСТАВКА "ГРАНИЦА"



ФОРУМ НЕГОСУДАРСТВЕННОЙ СФЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ "БЕЗОПАСНАЯ СТОЛИЦА"

Разделы форума:

- Охранное телевидение и наблюдение
- Механические системы обеспечения безопасности
- Пожарная безопасность
- Средства спасения
- Защита информации (система защиты данных)
- Индивидуальные приборы электронных систем безопасности
- Спецтранспорт и оборудование для него
- Борьба с терроризмом и предупреждение катастроф/измерительное оборудование и др.

Подробности: <http://www.interpolitex.ru/>

УДК 378

А. А. Пилипчук, канд. воен. наук, доц., e-mail: aa93p@yandex.ru,
Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма

Современный подход к пониманию социальных опасностей и их возможная классификация

Приведены данные анализа имеющихся подходов к определению категории "социальная опасность". Определены существенные признаки данной категории и на этом основании предложено выражение данной категории через "проявление насилия в общественных отношениях". Такое определение позволяет выстроить более четкую классификацию и учесть многие виды социальных опасностей, не рассматривавшихся ранее.

Ключевые слова: опасность, социальная опасность, социум, насилие в общественных отношениях, классификация социальных опасностей

Появление в образовательном процессе учебной дисциплины "Опасные ситуации социального характера и защита от них" ставит перед научным сообществом необходимость всестороннего исследования категории "социальная опасность". Введение учебной дисциплины связано с осознанием того, что именно социальные опасности в наибольшей степени угрожают человечеству. Способствовали акцентированию внимания по этим вопросам мировые демографические процессы, современные аварии и катастрофы по вине человека, всплеск экстремизма и терроризма, преступности, растущее число вооруженных конфликтов, высокая смертность от иных негативных социальных проявлений.

Категории "социальная опасность" предшествуют категории "опасность", "опасность природного характера", "опасность техногенного характера", которые, как считается, наиболее полно разработаны и имеют свое определенное нормативное оформление.

ГОСТ Р 22.0.02—94 "Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий" различает чрезвычайные ситуации по характеру источника на природные, техногенные, биолого-социальные и военные, т. е. стандарт вообще не выделяет категорию "социальных" чрезвычайных ситуаций, а значит, и социальных опасностей. Однако к настоящему времени имеется достаточное число научных и учебных изданий, акцентирующих внимание именно на категории "социальная опасность".

Очевидно, что социальные опасности генерируются самим социумом, т. е. это опасности, исходящие из определенного поведения индивидов, групп людей, коллективов, классов, слоев, общества в целом или его отдельных институтов, ухудшающие условия жизнедеятельности определенных индивидов, групп или общества в целом. В то же время и так называемые антропогенные опасности также генерируются социумом и необходимо выделить отличительные признаки именно социальных опасностей.

Первым отличительным признаком можно считать то, что социальные опасности проявляются в системе "человек — социальная среда", а антропогенные опасности воздействуют на более общую систему "человек — биосфера", как результат жизнедеятельности человека. Вторым отличительным признаком следует признать, что антропогенные опасности в основном возникают как ошибка деятельности, как результат обеспечения условий жизнедеятельности, в то время как социальные опасности, в основном, являются результатом возможного целенаправленного воздействия на себя подобных.

Исходя из этого, более корректным будет определение социальной опасности "как неблагоприятного процесса или явления, возникающего между людьми в обществе и представляющие угрозу для жизни или здоровья людей, их имущества, прав и законных интересов" [1].

В учебной литературе встречается понятие социальной опасности в несколько ином

значении — как нарушение процесса социального обеспечения, т. е. проблемы в сфере предоставления материальной и иной помощи нуждающимся категориям граждан, поскольку понятие "социальная безопасность" за рубежом ассоциируется с понятием "социальное обеспечение" [2]. Очевидно, что социальную опасность в таком понимании следует рассматривать как один из видов социальных опасностей.

Предпосылками социальных опасностей является нерешенность человечеством каких-то политических, экономических, социальных, культурно-этических, конфессиональных и иных проблем, или как отмечается в большинстве научной литературы — противоречий в человеческих отношениях. На каждом новом этапе развития некоторые социальные проблемы, противоречия становятся все острее, вследствие чего проявление социальной опасности близко к реальности, начинает представлять угрозу, что заставляет человека постоянно искать механизмы защиты и противодействия социальным опасностям.

Носителями социальных опасностей являются человек, социальные группы, социум в целом или его институты. Особенность социальных опасностей состоит в том, что они всегда угрожают большому числу людей, даже если конкретно направлены против одного человека. К примеру, человек, употребляющий наркотики, тянет за собой своих родных и близких людей, обрекая их на страдания, потерю работы, бедность и другие социальные угрозы. Человек, потерявший работу, обрекает всю семью на голод и нищету и т. д. Распространение социальных опасностей обусловлено поведенческими особенностями людей, отдельных социальных групп.

Определений понятия "социальная опасность" применительно к конкретным условиям взаимодействия между людьми в научной и учебной литературе также встречается достаточно. Однако понятие "социальная опасность" до сих пор не регламентировано в официальных документах, вследствие чего существует большая путаница даже между социальной опасностью и опасной ситуацией социального характера.

К настоящему времени сложилось два основных подхода к пониманию сущности категории "социальная опасность".

Первый подход изложен в значительной части учебной литературы по дисциплинам "Безопасность жизнедеятельности" [3] и "Опасные ситуации социального характера и защита от них" [4], согласно которому сущность социальной

опасности составляют социальные противоречия и конфликты: "Социальные опасности — это результат имеющихся и формирующихся в самом обществе, в межгосударственных отношениях противоречий, без выявления и решения которых никакая безопасность обеспечена быть не может, ибо они перерастают в конфликты и приводят к эскалации социального насилия в различных формах (социальным взрывам)" [4].

К социальным опасностям, в соответствии с таким подходом, относят "различные, в том числе и узаконенные формы насилия (войны, вооруженные конфликты, террористические акты, массовые беспорядки, репрессии, криминал (бандитизм, воровство, мошенничество) и др.); употребление веществ, нарушающих психическое и физическое состояние человека (алкоголь, наркотики, никотин, в отдельных случаях и лекарственные препараты), суициды и т. д." [4].

Исходя из этого, можно выделить следующие группы социальных опасностей по одному из квалифицирующих признаков — по природе (хотя более корректно — по способу воздействия на объект защиты):

а) связанные с физическим насилием (войны, вооруженные конфликты, террористические акты, экстремизм власти, репрессии, массовые беспорядки, разбой, бандитизм, изнасилование и т. д.);

б) связанные с психическим воздействием на человека (вымогательство, мошенничество, воровство, шарлатанство и т. д.);

в) связанные с употреблением веществ, негативно действующих на психическое и физическое состояние организма человека (наркомания, алкоголизм, табакокурение и т. д.);

г) связанные с массовыми заболеваниями (СПИД, венерические заболевания, инфекционные заболевания и т. д.);

д) связанные с суицидами (самоубийствами).

В то же время ряд специалистов войну, вооруженный конфликт, суицид, наркоманию, алкоголизм и т. д. рассматривают как уже свершившийся факт, т. е. как реализованную опасность, вследствие которой складывается опасная или чрезвычайная ситуация.

Второй подход предлагает положить в основу понятия сущности социальной опасности нарушение, **неурегулированность общественных отношений**, ибо противоречия и конфликты — это результат неурегулированности (нарушения) общественных отношений.

Такой же вывод просматривается в научной и учебной литературе, когда некоторые специалисты



отмечают, что "в основе возникновения и развития чрезвычайных ситуаций социального характера лежит нарушение в силу различных причин **равновесия общественных отношений** — экономических, политических, межэтнических, конфессиональных, вызывающих серьезные противоречия, конфликты и войны" [4], однако в конечном выводе все же закладывают в сущность социальной опасности противоречия и конфликты.

Обратимся еще к одному определению опасности как центральному изучаемому понятию дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" — "потенциальное свойство среды обитания, ее отдельных компонентов, проявляющееся в нанесении вреда объекту защиты, в качестве которого может выступать и сам источник опасности" [3].

Из определения видно, что важнейший отличительный признак опасности — потенциальное свойство среды обитания, способное причинить вред. Например, в природных опасностях таким потенциальным свойством является то, что причиняет вред (ущерб) — град, сверхвысокая температура, извержение вулкана, колебания поверхности земли, огонь и др.

В техногенных опасностях — это то, что причиняет вред техническим системам: короткое замыкание в электрической цепи, радиация, различные виды СВЧ излучений, износ, старение, усталость конструкций, сбой, ненадежность оборудования и техники, несвоевременность обслуживания, неопытность эксплуатирующего персонала, ошибки проектирования и др., следствием чего являются аварии и катастрофы.

Исходя из этого, опасностью является не авария или катастрофа, а результат действия, реализации опасности, следовательно, авария или катастрофа — это уже опасная ситуация, сложившаяся в результате воздействия опасности.

В социальных опасностях потенциальным свойством социальной среды, способным причинить вред, является то, что исходит от человека, группы, слоя, класса, общества или его институтов, человечества и направлено против другого человека, группы, слоя, класса, общества, человечества. Исследуем вопрос, что же исходит от одних, что причиняет вред другим?

В социуме воздействие на человека различных факторов (в первую очередь, исходящих от конкретных людей или социума) приводит к нарушению общественных отношений. Неурегулированность общественных отношений в результате своего дальнейшего развития (эскалации) вызывает определенное воздействие на урегулирование

отношений противоположной или третьей стороны. Результат воздействий, вызванный неурегулированностью общественных отношений, может причинить определенный вред (ущерб).

Таким образом, исходящий от одного человека негатив, определенные действия, направленные на ухудшение условий жизнедеятельности другого человека (определенные ограничения, ущемления прав, свобод, потребностей человека, его интересов, ценностей, взглядов, суждений и т. д.) приводят к нарушению общественных отношений, восстановление которых связано также с определенным воздействием. Различного рода ограничения, ущемления в общественных отношениях могут достигаться только в результате насилия.

То, что ущемления в общественных отношениях могут достигаться только в результате насилия, подтверждает вторая часть определения понятия "социальная опасность" при первом подходе [4], в которой говорится "...они перерастают в конфликты и приводят к эскалации социального насилия в различных формах (социальным взрывам)".

О насилии говорят авторы первого подхода, определяя статический аспект механизма реализации социальной опасности, в котором, выделяя источник опасности, объект опасности, средства воздействия и раскрывая средства, с помощью которых субъект воздействует на объект опасности, утверждают, что таковыми могут быть "те или иные формы насилия" [4].

Логически рассуждая, можно утверждать, что социальная опасность — это неурегулированность общественных отношений, проявляющаяся в результате определенного воздействия различных форм насилия, исходящего от человека, группы, слоя, класса, общества и причиняющего вред социуму.

Из теории насилия [5, 6] известно, что "насилие — это такой тип общественных отношений, в ходе которого одни индивиды (группы людей) с помощью внешнего принуждения, представляющего угрозу жизни вплоть до ее разрушения, подчиняют себе других, их способности, производительные силы, собственность (узурпируют их свободную волю)".

Резюмируя вышесказанное, применительно к социальным опасностям, можно утверждать:

1) определенное воздействие на человека, социальную среду приводит к нарушению общественных отношений (неурегулированности общественных отношений);

2) неурегулированность общественных отношений приводит к противоречиям и конфликтам в обществе, следствием чего является причинение определенного вреда;

3) причинение вреда (определенные ограничения, ущемления прав, свобод, потребностей человека, его интересов, ценностей, взглядов, суждений и т. д.) достигается определенной степенью насилия одних членов социума по отношению к другим.

Приведенные выше утверждения позволяют сделать вывод, что социальная опасность — это возможность проявления насилия в общественных отношениях.

По взглядам различных специалистов, насилие имеет столь же многообразную типологию, как и формы взаимодействия людей. Однако в контексте рассматриваемого вопроса более продуктивным является подход к классификации насилия, в основе которого лежит разграничение насилия на три основных вида, наиболее полно сформулированные скандинавским профессором Й. Галтунгом [7].

1. Прямое насилие (направленное на поругание основных потребностей других). Прямое насилие предполагает непосредственное воздействие субъекта на объект (убийство, телесные повреждения, задержание, изгнание, эксплуатация и т. д.). При этом прямое насилие подразделяется на физическое, экономическое, психологическое.

2. Структурное насилие (когда попрание прав других встроено в социальные и государственные структуры, государственный строй).

3. Культурное (социокультурное) насилие, касающееся духовной сферы, религиозных предпочтений, информации, бытующих в обществе стереотипов и норм. Это принуждение, направленное на ущемление ценностных интересов личности и корректировку его моральных убеждений в интересах субъекта принуждения.

В соответствии с приведенной классификацией насилия опасности социального характера можно классифицировать следующим образом:

1) опасности как возможность проявления прямого насилия в общественных отношениях:

а) опасности как возможность проявления физического насилия:

— опасности как возможность проявления военного насилия (войны всех видов, вооруженные конфликты, гражданские войны, восстания, мятежи, революции и т. д.);

— опасности как возможность проявления межэтнического насилия (межэтнические

конфликты, геноцид, нацизм, расизм, дискриминация, сепаратизм, шовинизм, фашизм и т. д.);

— опасности как возможность проявления насилия в форме массовых беспорядков (в политической, экономической, социальной сферах и т. д.);

— опасности как возможность проявления криминального физического насилия (убийства, бандитизм, похищение человека, изнасилования, грабежи, разбои, пиратство и т. д.);

— опасности как возможность проявления насилия в форме экстремизма;

— опасности как возможность проявления насилия в форме терроризма;

— опасности как возможность проявления насилия в семье;

— опасности как возможность проявления школьного насилия;

— опасности как возможность проявления насилия в форме суицида;

— опасности как возможность проявления социального насилия над организмом (наркомания, токсикомания, алкоголизм, табакокурение, интернет-зависимость, другие виды зависимости и т. д.);

— опасности как возможность проявления биологического насилия над организмом (например, инфекционные заболевания);

б) опасности как возможность проявления психологического насилия:

— опасности как возможность проявления психологического насилия в криминальной сфере (воровство, мошенничество, вымогательство без физического насилия и т. д.);

— опасности как возможность проявления психологического насилия в некриминальной сфере (некриминальное мошенничество, шарлатанство, знахарство, ясновидцы, маги, колдуны, гадалки и другие "специалисты" паранормальных способностей);

— опасности как возможность проявления духовно-психологического насилия по принуждению к работе наемного работника;

— опасности как возможность проявления психологического насилия в информационной сфере (страх, паника, зомбирование, манипулирование сознанием, обольщение рекламой и т. д.);

— опасности как возможность проявления психологического насилия в социальных конфликтах (травля в коллективе, противостояние в профессиональных коллективах, унижение, оскорбление, сексуальные домогательства и т. д.);

— опасности как возможность проявления психологического насилия в гибридных войнах;



— опасности как возможность проявления психологического насилия в форме политехнологий скрытого управления обществом и т. д.;

в) опасности как возможность проявления экономического насилия:

— опасности как возможность проявления экономического насилия с точки зрения "устойчивого развития";

— опасности как возможность проявления экономического насилия в форме проникновения новейших технологий в быт;

— опасности как возможность проявления насилия в форме социально-экономического кризиса (безработица; забастовки, пикеты; социальный взрыв (национальные и другие виды конфликтов); нищета, маргинализация; миграция; беженцы, переселенцы; проституция и т. д.);

— опасности как возможность проявления негативных последствий современных рыночных отношений (рейдерство; эксплуатация; рабский труд; посягательство на экономические (базисные) устои общества; посягательство на права работников; санкции, экономические блокады; фальсификация товаров, системные платежи как средство дополнительной эксплуатации; лоббирование интересов, бездумное истощение природных ресурсов, рэкет, коллекторство и т. д.);

2) опасности как возможность проявления структурного насилия:

— опасности как возможность проявления структурного насилия со стороны государства: несовершенство форм правления; несовершенство судебной системы; самоустранение от решения насущных проблем общества; бюрократия; административный ресурс; репрессии, изгнание, преследование инакомыслящих; коррупция; продажность элит; дискриминация; политика двойных стандартов; социальные конфликты; подавление оппозиции; превышение полномочий органов власти (в том числе силовых структур); посягательство на социальное положение граждан; отсутствие или низкий уровень социального обеспечения; либеральная демократия (псевдодемократия) и т. д.;

— опасности как возможность проявления насилия со стороны политических партий и движений (слабость партий в выражении интересов общества; отсутствие острой политической борьбы; самопиар партий; аморфность партий в экономической и политической жизни страны и т. д.);

— опасности как возможность проявления насилия со стороны общественных объединений

(слабость общественных движений в защите интересов общества; двуличность общественных организаций; прикрытие антинародной политики "карманными" общественными организациями и т. д.).

3) опасности как возможность проявления социокультурного насилия:

— опасности как возможность проявления насилия в форме современных субкультур (разврат, культ животных удовольствий и развлечений; школьная программа полового воспитания; ювенальная юстиция; алчность, жестокость; демонстративное потребление; всепроникающий культ денег и потребительства; разрушающие психику компьютерные игры; однополые браки; пропаганда наркотиков; сатанизм и т. д.);

— опасности как возможность проявления насилия при столкновении старой и новой систем ценностей (культурный шок): нивелирование роли семьи и родительства; социокультурное одиночество (провоцирует явления невротического типа, массовые депрессии и даже шизофрению); низкий уровень качества образования и здравоохранения; неприемлемость многих принципов рыночной экономики; отторжение таких ценностей, как патриотизм, честность, порядочность, добросовестный труд; травля в трудовом коллективе и т. д.);

— опасности как возможность проявления насилия СМИ: пропаганда насилия, жестокости; подмена ценностей; продажность СМИ в достоверности информации; разрушение культурной идентичности российского общества; лоббирование интересов олигархии; контроль над обществом; реклама как абсурд; пропаганда развлечений и т. д.

Приведенная классификация ни в коей мере не противоречит уже известной классификации В. И. Ярочкина [8], согласно которой социальные опасности можно группировать по следующим признакам:

— по объектам воздействия — человек, общество, государство, а также среда обитания социума;

— по отношению к объектам воздействия — внутренние и внешние;

— по сферам человеческой деятельности — экономические, социальные, политические, военные, культурологические, информационные, экологические и т. д.;

— по масштабам — глобальные, региональные, национальные, локальные, местные и т. д.;

— по способам и формам проявления — заявления, конкретные действия, совокупность

обстоятельств, которые могут породить опасность в перспективе и требуют защитного реагирования и т. д.;

— по ожиданию воздействия на объект — внезапные, неожиданные; ожидаемые с малым временем задержки или с большим временем задержки;

— по умыслу — правомерные, вытекающие из реализации правовых норм; противоправные; внеправовые;

— по форме — прямые, косвенные, завуалированные, латентные, несформировавшиеся;

— по времени — мгновенные, длительные, дискретные;

— по последствиям — необратимые, обратимые, мутагенные, доминантные, катализирующие;

— по значению — допустимые, недопустимые;

— по составу — разовые, бинарные, кумулятивные, диффузные;

— по актуализации — вероятные (весьма вероятные, маловероятные), потенциальные, реальные, осуществленные;

— по причинам появления — закономерные, случайные, стихийные, преднамеренные;

— по ущербу — материальный, моральный;

— по величине ущерба — предельный, значительный, незначительный;

— по характеру воздействия — активные, пассивные и т. д.

Не противоречит данная классификация и модели В. В. Сапронова [9] о взаимовложенных объектах и позволяет выделять следующие основные уровни опасностей:

— уровень социальных опасностей индивидуального характера (человек);

— уровень социальных опасностей общественного характера (общества);

— уровень социальных опасностей глобального характера (мира).

Согласуется предложенная классификация и с классификацией В. В. Гафнера [1], развивающей модель В. В. Сапронова [9]:

а) к опасностям индивидуального характера можно отнести возможность проявления насилия, приводящая к лишению жизни, здоровья, дееспособности; разрушению сложившегося и навязыванию чуждого мировоззрения; манипулированию сознанием, поведением; нравственному развращению и физическому растлению;

ограничению или лишению международно-признанных прав и свобод; насильственному подчинению преступным группировкам и делам; использованию человека как средства обогащения другого; формированию покорности любым порядкам и идеологиям и т. д.;

б) к опасностям общественного характера можно отнести возможность проявления насилия в сфере духовной жизни общества; в сфере социальной жизни общества; в сфере экономической жизни общества; в сфере политической жизни общества и т. д.;

в) к опасностям глобального характера можно отнести возможность проявления насилия: человеком по отношению к человечеству; социальной группой по отношению к человечеству; человечеством по отношению к человеку; человечеством по отношению к социальной группе; человечеством по отношению к человечеству.

Таким образом, предложенное определение социальной опасности как возможности проявления насилия в общественных отношениях, позволяет уточнить сущность данной категории, выстроить более четкую классификацию и учесть многие виды социальных опасностей, не рассматривавшихся ранее.

Список литературы

1. **Гафнер В. В., Петров С. В., Забара Л. И.** Опасности социального характера и защита от них: Учебное пособие. — Екатеринбург: Урал. гос. пед. ун-т, 2010. — 264 с.
2. **Зеркалов Д. В.** Социальная безопасность: Монография. — Киев: Основа, 2012. — 532 с.
3. **Безопасность жизнедеятельности:** Учебник для вузов. / Под ред. Л. А. Михайлова. 2-е изд. — СПб.: Питер, 2012. — 461 с.
4. **Губанов В. М., Михайлов Л. М., Соломин В. П.** Чрезвычайные ситуации социального характера и защита от них: Учебник. — М.: Дрофа, 2007. — 288 с.
5. **Козырев Г. И.** Проблема насилия в теории, в массовом сознании и реальной жизни // Вестник Московского университета. — 2000. — № 6. — С. 85–100.
6. **Красиков В. И.** Насилие в эволюции, истории и современном обществе: Очерки. — М.: Водолей, 2010. — 198 с.
7. **Галтунг Й.** Культурное насилие // Социальные конфликты: экспертиза, прогнозирование, технологии разрешения. — 1995. — № 8. — С. 37–39.
8. **Ярочкин В. И.** Секьюритология — наука о безопасности жизнедеятельности. — М.: Ось-89, 2000. — 400 с.
9. **Безопасность жизнедеятельности.** Современный комплекс проблем безопасности: Учебно-методическое пособие / Л. М. Власова, В. В. Сапронов, Е. С. Фрумкина, Л. И. Шершнева. Под ред. В. В. Сапронова. — М., 2009. — 110 с.



A. A. Pilipchuk, Associate Professor, e-mail: aa93p@yandex.ru, Smolensk State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism

Modern Approach to Understanding Social Dangers and Their Possible Classification

The article analyzes the existing approaches to the definition of the category "social danger". The essential features of this category are defined and on this basis the expression of this category through "manifestation of violence in public relations" is offered. This definition allows for a clearer classification and takes into account many types of social hazards not previously considered.

Keywords: danger, social danger, society, violence in public relations, classification of social dangers

References

1. **Gafner V. V., Petrov S. V., Zabara L. I.** Opasnosti social'nogo haraktera i zashchita ot nih: Uchebnoe posobie. Ekaterinburg: Uralskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet, 2010. 264 p.
2. **Zerkalov D. V.** Social'naya bezopasnost': monografiya. Kiev: Osnova, 2012. 532 p.
3. **Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti:** uchebnik dlya vuzov / Pod red. Mihajlova L. A. 2-e izd. Saint-Petersburg: Piter, 2012. 461 p.
4. **Gubanov V. M., Mihajlov L. M., Solomin V. P.** Chrezvychnajnye situacii social'nogo haraktera i zashchita ot nih: uchebnik. Moscow: Drofa, 2007. 288 p.
5. **Kozyrev G. I.** Problema nasiliya v teorii, v massovom soznanii i real'noj zhizni. *Vestnik Moskovskogo universiteta*. 2000. No. 6. P. 85—100.
6. **Krasikov V. I.** Nasilie v ehvolyucii, istorii i sovremennom obshchestve: Ocherki. Moscow: Vodolej, 2010. 198 p.
7. **Galtung J.** Kul'turnoe nasilie. *Social'nye konflikty: ehksper-tiza, prognozirovanie, tekhnologii razresheniya*. 1995. No. 8. P. 37—39.
8. **Yarochkin V. I.** Sek'yuritologiya — nauka o bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti. Moscow: Os'-89, 2000. 400 p.
9. **Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti.** Sovremennyy kompleks problem bezopasnosti: Uchebno-metodicheskoe posobie. L. M. Vlasova, V. V. Sapronov, E. S. Frumkina, L. I. Sher-shneva; Pod. red. V. V. Sapronova. Moscow, 2009. 110 p.



12-я Каспийская Международная Выставка

"Охрана, Безопасность и Средства Спасения"

22—25 октября 2019. Баку

Экспо Центр Кавказского региона
в индустрии охраны, безопасности и средств спасения

Разделы выставки:

Технические средства обеспечения безопасности
Охранное телевидение и наблюдение
Пожарная безопасность. Аварийно-спасательная техника. Охрана труда
Защита информации. Смарт карты. ID-Технологии. Банковское оборудование

Подробности: <https://www.cips.iteca.az/>

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 29.04.19. Подписано в печать 21.06.19. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ BG719.

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