

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ**  
(ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ)

**NATURAL AND TECHNOLOGICAL RISKS**  
(PHYSICS-MATHEMATICAL AND APPLIED ASPECTS)

**№ 3 (35) – 2020**

**Редакционный совет**

**Председатель** – доктор химических наук, профессор, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники **Ивахнюк Григорий Константинович**, заведующий кафедрой инженерной защиты окружающей среды Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета).

**Заместитель председателя** – доктор политических наук, кандидат исторических наук, доцент **Мусиенко Тамара Викторовна**, заместитель начальника университета по научной работе.

**Заместитель председателя** (ответственный за выпуск журнала) – доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Медведева Людмила Владимировна**, заведующий кафедрой физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности, руководитель учебно-научного комплекса – 6 «Физико-математическое, инженерное и информационное обеспечение безопасности при ЧС».

**Члены редакционного совета:**

доктор технических наук, профессор **Минкин Денис Юрьевич**, директор Санкт-Петербургского ГУП «Горэлектротранс»;

доктор технических наук, профессор **Шарапов Сергей Владимирович**, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

кандидат юридических наук, доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Грешных Антонина Адольфовна**, декан факультета подготовки кадров высшей квалификации Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Поляков Александр Степанович**, профессор кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

доктор технических наук, профессор, почетный работник науки и техники **Барбин Николай Михайлович**, ведущий научный сотрудник УрИ ГПС МЧС России, директор научно-исследовательского института физико-химических проблем и техносферной безопасности государственного аграрного университета;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, лауреат Государственной премии Российской Федерации и премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники **Потапов Анатолий Иванович**, заведующий

кафедрой «Приборы контроля и систем экологической безопасности» Северо-Западного государственного заочного технического университета Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

кандидат физико-математических наук, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Сильников Михаил Владимирович**, профессор кафедры горноспасательного дела и взрывобезопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

кандидат педагогических наук, доцент **Клюй Валерий Владимирович**, профессор кафедры организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

**Секретарь совета:**

капитан внутренней службы **Домничева Анастасия Вячеславовна**, редактор отделения предпечатной подготовки редакционного отдела центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

## **Редакционная коллегия**

**Председатель** – полковник внутренней службы **Онов Виталий Александрович**, начальник центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

**Заместитель председателя** – майор внутренней службы **Алексеева Людмила Викторовна**, начальник отделения – главный редактор редакционного отделения редакционного отдела центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

**Члены редакционной коллегии:**

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Щербаков Олег Вячеславович**, профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Таранцев Александр Алексеевич**, профессор кафедры организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ;

кандидат технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Антюхов Валерий Иванович**, профессор кафедры системного анализа и антикризисного управления;

кандидат технических наук, доцент **Романов Николай Николаевич**, доцент кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности;

кандидат педагогических наук, доцент **Подружкина Татьяна Александровна**, доцент кафедры прикладной математики и информационных технологий;

кандидат технических наук, доцент **Виноградов Владимир Николаевич**, инженер отдела планирования, организации и координации научных исследований центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

**Секретарь коллегии:**

майор внутренней службы **Болотова Полина Александровна**, редактор редакционного отделения редакционного отдела центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.



## СОДЕРЖАНИЕ

### **МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ**

- Петриева О.В.** Показатели и постановка задачи оценки помехоустойчивости каналов радиосвязи и ее достоверности в условиях чрезвычайной ситуации..... 4  
**Трофимец Е.Н.** К вопросу решения систем нелинейных уравнений в MATHCAD..... 12  
**Троянов О.М.** Международный экологический календарь – июнь 2020 г..... 18

### **ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

- Клюй В.В., Косенко Д.В., Бондаренко Д.С.** О пассивной огнезащите на подземных объектах минерально-сырьевого комплекса..... 26  
**Каменецкая Н.В., Медведева О.М., Шипеев Б.С.** Методика разработки оптимального плана обследования участков района поиска объекта в зоне чрезвычайной ситуации..... 30

### **ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

- Троянов О.М., Елисеев Д.А.** К вопросу о современных образовательных технологиях в дистанционном обучении..... 37  
**Кичигин М.В., Поляков А.С.** О методах сравнения качества пожарных автоцистерн..... 42  
**Константинова А.С., Сергушов М.А., Осмонов Ю.Ю.** Методические аспекты дифференцированного обучения при изучении технических дисциплин в процессе подготовки специалистов пожарно-технического профиля в вузе МЧС России..... 48

- Сведения об авторах** ..... 52  
**Информационная справка** ..... 53  
**Авторам журнала «Природные и техногенные риски» (физико-математические и прикладные аспекты)** ..... 58

Полная или частичная перепечатка, воспроизведение, размножение  
либо иное использование материалов, опубликованных в журнале  
«Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)»,  
без письменного разрешения редакции не допускается

**ББК Ц.9.3.2**  
**УДК 504+614.8(051.2)**

Отзывы и пожелания присылать по адресу: 196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, 149. Редакция журнала «Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)»; тел. (812) 645-20-35. E-mail: redakziaotdel@yandex.ru. Официальный интернет-сайт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: WWW.IGPS.RU

**ISSN 2307-7476**

© Санкт-Петербургский университет Государственной  
противопожарной службы МЧС России, 2020

---

---

# МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

---

---

УДК 681.324.06

## ПОКАЗАТЕЛИ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ КАНАЛОВ РАДИОСВЯЗИ И ЕЕ ДОСТОВЕРНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

**О.В. Петриева, кандидат технических наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены основные задачи и требования для достижения заданного качества связи на основе использования количественных методов оценки помехоустойчивости каналов радиосвязи: своевременности, достоверности (надежности) и безопасности, достигаемых при их использовании. Определен алгоритм и его основные элементы, который реализуется программно-аппаратными способами, на основе чего могут строиться математические модели оценки помехоустойчивости каналов радиосвязи с постоянными и переменными параметрами.

*Ключевые слова:* помехоустойчивость, канал радиосвязи, достоверность связи, показатель эффективности, вероятностно-временные характеристики

## INDICATORS AND STATEMENT OF THE PROBLEM OF ASSESSING THE NOISE IMMUNITY OF RADIO COMMUNICATION CHANNELS AND ITS RELIABILITY IN AN EMERGENCY

O. V. Petrieva. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The main tasks and requirements for achieving a given quality of communication are considered based on the use of quantitative methods for evaluating the noise immunity of radio communication channels: timeliness, reliability and safety achieved when using them. The algorithm and its main elements are defined, which is implemented by hardware and software methods. On the basis of which mathematical models can be built to assess the noise immunity of radio communication channels with constant and variable parameters.

*Keywords:* noise immunity, radio communication channel, communication reliability, efficiency indicator, probability-time characteristics

Важное место в решении задач по обеспечению управления силами занимает изучение средств радиосвязи, предназначенных для быстрого и точного приема сообщений о пожаре, поддержания связи с подразделениями, находящимися в пути и на месте пожара, связи между подразделениями и должностными лицами в ходе тушения пожара, своевременного вызова дополнительных сил, а также все шире внедряемых в пожарной охране автоматизированных систем оперативного управления средствами тушения пожаров и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС). Радиосвязь осуществляется по радиопередачам различных диапазонов волн. При этом передача производится по соответствующим каналам радиосвязи (КРС), основу которых составляют

автоматизированные комплексы связи и каналобразующие радиосредства, развернутые в системы частотно, пространственно и территориально разрозненного приема (передачи) сигналов радиосвязи. Качественные характеристики КРС во многом зависят от правильного выбора их пространственно-энергетических параметров (ПЭП) с учетом требований к вероятностно-временным характеристикам (ВВХ) связи [1].

В практике радиосвязи, организуемой в режиме ЧС, приходится решать две основные задачи. Первая из них состоит в том, чтобы по известным ПЭП КРС оценить его помехоустойчивость в ожидаемой ситуации управления силами и ВВХ связи, вторая – по заданным требованиям к ВВХ и достоверности связи определить требования к ПЭП КРС, при которых будет достигнуто заданное качество связи. Обе эти задачи могут быть правильно решены только на основе использования количественных методов оценки помехоустойчивости КРС, достоверности и своевременности связи, достигаемых при их использовании.

Методика оценки надежности радиосвязи не учитывает в полной мере особенностей КРС (построение трактов разнесенного приема сигналов радиосвязи, алгоритмов их работы и т.п.), что не дает возможности достаточно объективно оценить помехоустойчивость КРС и эффективность мер по её обеспечению. Кроме того, не позволяет определить пороговые характеристики каналов, исходя из заданных требований к достоверности радиосвязи.

Методики оценки ВВХ передачи информации по КРС с учетом особенностей их построения, работы и ПЭП в настоящее время требуют совершенствования.

В самом общем смысле под эффективностью (качеством) радиосвязи понимается совокупность тех её характеристик, к которым предъявлены определенные требования. К радиосвязи в условиях ЧС, также как и к другим родам военной связи, предъявляются требования по своевременности, достоверности и безопасности (скрытности) передачи информации, которые и определяют ее качество. В процессе функционирования системы (канала) радиосвязи за счет воздействия различных факторов качество радиосвязи может отличаться от требуемого. С этой точки зрения и есть смысл говорить об эффективности радиосвязи, как о степени соответствия её реального качества предъявляемым требованиям.

Оценка эффективности радиосвязи может определяться по различным показателям, учитывающим специфику условий ведения связи, тактико-техническим характеристикам средств и комплексов радиосвязи и, наконец, требованиям, предъявляемым к связи, как к процессу передачи информации.

К системам радиосвязи специального назначения помимо качества связи предъявляется целый ряд других требований: живучесть, устойчивость, пропускная способность, разведзащищенность и т.д., что во многом предопределяет все остальные характеристики систем радиосвязи при ЧС. Поэтому качество и эффективность систем (каналов) радиосвязи принято оценивать по показателям, характеризующим своевременность, достоверность и безопасность (скрытность) передаваемых по радиоканалам сообщений.

Своевременность характеризует способность связи обеспечивать передачу (доставку) информации в заданные сроки. Реальное время пребывания сообщений в системе (канале) радиосвязи  $T_d$  включает в себя время выполнения вспомогательных операций: доставки сообщений и их обработки на конечных пунктах, время ожидания передачи и, собственно, время передачи по радиоканалу. Так, время доставки сообщения по тракту, составленному из  $m$  последовательно соединенных каналов, разделенных узлами (станциями), равно:

$$T_d = \sum_{v=1}^m t_v ,$$

где  $t_v = t_{ov} + t_{pv}$  – время прохождения по  $v$ -му участку тракта;  $t_{ov}$ ,  $t_{pv}$  – время ожидания и время передачи по каналу соответственно.

В общем случае величина  $T_d$  случайная, так как складывается из определенного числа отрезков времени случайной длительности и учитывает, в частности, время пребывания сообщения в очереди на передачу.

Сообщение считается доставленным адресату своевременно, если  $T_d \leq T_{\text{доп}}$  и принятое сообщение является достоверным. С точки зрения оценки качества радиосвязи, наибольший интерес представляет время передачи сообщения по радиоканалу  $t_n$ , исчисляемое от момента начала передачи сообщения до момента окончания его приема. При этом считается, что требования к своевременности передачи сообщения по радиоканалу выполняются, если выполняется условие:  $t_n \leq t_{n \text{ доп}}$ , где  $t_{n \text{ доп}}$  – допустимое время передачи сообщения, являющееся одной из составляющих общего допустимого времени пребывания сообщения в системе радиосвязи.

Время передачи сообщений по радиоканалу зависит от объема и скорости его передачи, а также от характеристик канала и средств радиосвязи. Так как сообщение должно быть передано с достоверностью не ниже заданной, то интервалы времени, на которых требования к достоверности не выполняются, относят к задержкам в передаче сообщения.

Достоверность передачи информации (связи) характеризует степень соответствия принятых сообщений переданным.

Достоверность связи зависит от помехоустойчивости канала радиосвязи и определяется:

- физическими свойствами среды распространения радиоволн;
- видами сигналов, способами модуляции и демодуляции, кодирования и декодирования сигналов;
- структурой каналов радиосвязи и совершенством алгоритмов обработки принимаемых сообщений;
- пространственно-энергетическими параметрами линии радиосвязи.

Количественная оценка достоверности передачи дискретных сообщений по каналам радиосвязи может быть произведена на основе оценки вероятности достоверного приема отдельных сообщений  $P_{\text{ПР}}$ :

$$P_{\text{ПР}} = P_{(n_{\text{И}} \leq n_{\text{Д}})} = P_{(K_{\text{ОШ}} \leq \alpha)} b ,$$

где  $n_{\text{И}}$  и  $n_{\text{Д}}$  – число ошибок и его допустимое значение в сообщении объема  $M$  знаков ( $\alpha M$ );  $K_{\text{ОШ}} = \frac{n_{\text{И}}}{M}$  – коэффициент ошибок сообщения, содержащего  $n_{\text{И}}$  искаженных знаков (стираний и трансформаций);  $\alpha$  – допустимое значение коэффициента ошибок, равное допустимой вероятности ошибочного приема знака [ $P_{\text{ОШ доп}}$ ].

В данном случае выполнение условия  $n_{\text{И}} \leq \alpha M$  является критерием достоверного приёма одиночного сообщения объема  $M$ , а величина  $P_{\text{ПР}}$  – показателем достоверности связи. Критерием того, что связь будет достоверной, является выполнение одного из эквивалентных условий:

$$P_{\text{ПР}} \geq \beta, P_{\text{ОШ}} \leq \alpha ,$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – величины, характеризующие требования к достоверности связи.

Полагая ошибки в сообщении независимыми, появляющимися с вероятностью  $P_{\text{ОШ}}$ , для вероятности правильного приема сообщения на выходе канала (у получателя) можно записать следующую формулу:

$$P_{\text{ПР}} = \sum_{j=0}^{[\alpha M]} C_M^j P_{\text{ОШ}}^j (1 - P_{\text{ОШ}})^{M-j} ,$$

где  $[\alpha M]$  – наибольшее целое от величины  $\alpha M$ .

Представляет интерес выяснить при каких условиях неравенство  $K_{\text{ОШ}} \leq \alpha$  возможно заменить на неравенство  $P_{\text{ОШ}} \leq \alpha$ , часто используемое в качестве условия достоверности принятого сообщения. На рис. 1а представлена зависимость вероятности  $P_{\text{ПР}}$  от величин  $P_{\text{ОШ}}$  и  $\alpha M$ .

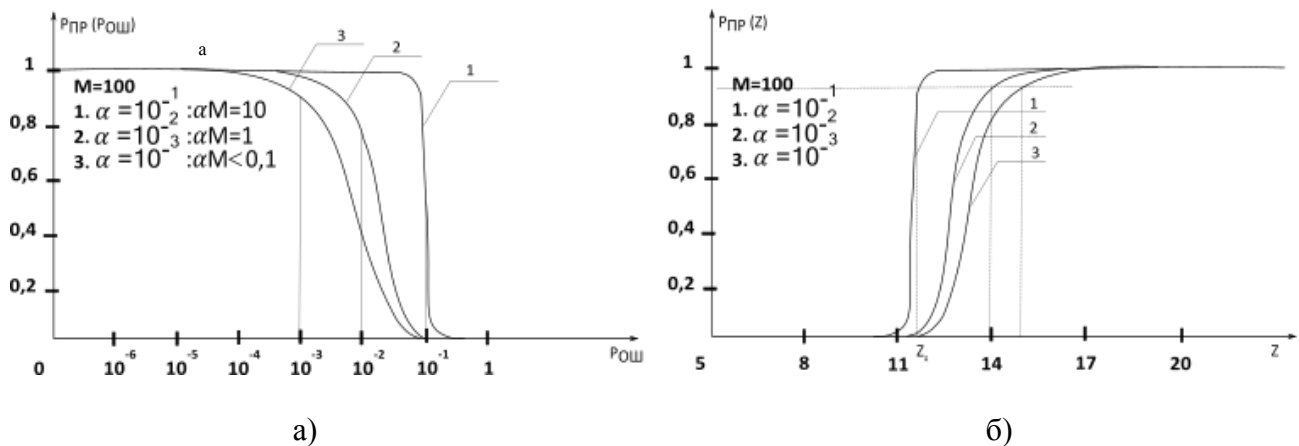


Рис. 1. Зависимость вероятности  $P_{\text{ПР}}$

Непосредственно из графиков можно получить, что для значений  $\alpha M \geq 10$ :

$$P_{\text{ПР}} = \begin{cases} 1, & \text{при } P_{\text{ОШ}} \leq \alpha \\ 0, & \text{при } P_{\text{ОШ}} > \alpha \end{cases}; \quad (1)$$

$$K_{\text{ОШ}} = \alpha = \frac{n_{\text{ОШ}}}{M}, \Rightarrow \alpha M = n_{\text{ОШ}}$$

Таким образом, условие достоверности связи  $P_{\text{ОШ}} \leq \alpha$  можно использовать для оценки достоверности приёма одиночных сообщений, когда  $\alpha M > 10$ .

Например, использование этого условия при оценке достоверности приема сообщений из  $M=100$  знаков при  $\alpha = 10^{-3}$  может привести к существенным погрешностям, а при  $\alpha \geq 10^{-1}$  ошибки невелики.

На рис. 1 изображена зависимость вероятности достоверного приема.

На рис. 1б изображена зависимость вероятности достоверного приема сообщения от превышения сигнал-помеха  $Z$ , из которой видно, что  $P_{\text{ПР}}(Z)$  имеет ярко выраженный пороговый характер при  $\alpha M \geq 10$  и условие (1) можно записать в виде:

$$P_{\text{ПР}} = \begin{cases} 1, & \text{при } Z \geq Z_{\text{д}} \\ 0, & \text{при } Z < Z_{\text{д}} \end{cases},$$

где  $Z_{\text{д}} = P_{\text{ПР}}^{-1}(\beta)$ ;  $\beta$  – заданное значение вероятности правильного приема сообщения.

В каналах с медленными замираниями радиосигналов величины  $Z$  и  $P_{\text{ОШ}}$  становится случайными функциями времени, то есть случайными процессами. В этом случае в качестве показателя достоверности связи можно использовать математическое ожидание вероятности, определяемое по формуле:

$$\bar{P}_{\text{ПР}} = \int_0^1 P_{\text{ПР}}(P_{\text{ОШ}}) \varphi(P_{\text{ОШ}}) dP_{\text{ОШ}} = \int_{-\infty}^{+\infty} P_{\text{ПР}}(Z) \varphi(Z) dZ,$$

где  $\varphi(P_{\text{ОШ}})$ ,  $\varphi(Z)$  – плотности распределения величин  $P_{\text{ОШ}}$  и  $Z$ .

При выполнении условия  $\alpha M > 10$  для нижней границы величины  $\bar{P}_{\text{ПР}}$  справедлива оценка:

$$\bar{P}_{\text{ПР}} \geq \int_0^\alpha \varphi(P_{\text{ОШ}}) dP_{\text{ОШ}} = \int_{Z_d}^{+\infty} \varphi(Z) dZ = H,$$

где  $H$  – функция надежности (коэффициент готовности) канала радиосвязи, часто называемый вероятностью связи с достоверностью не ниже заданной.

При выполнении этого условия в качестве показателя достоверности приема сообщений в канале с замираниями можно использовать показатель надежности радиосвязи  $H$  [2].

Выбор показателя достоверности связи зависит и от вида сообщения.

Рассмотрим два вида дискретных сообщений:

– формализованные (ФС), у которых с целью автоматизации процесса их обработки и сокращения времени доставки служебная и информационная части формализованы, то есть содержат необходимый (строго ограниченный) набор признаков, занимающих определенные позиции в кодограмме;

– неформализованные (НФС), у которых формализуется только служебная часть.

Основными показателями достоверности связи при передаче ФС является вероятность правильного приёма ( $P_{\text{ПР}}$ ) сообщения, вероятность искажения ( $P_{\text{иск}}$ ) знаков сообщения, вероятность трансформации ( $P_{\text{T}}$ ) знаков ФС. В качестве основного показателя используется  $P_{\text{ПР}}$ , под которой, в дальнейшем, будем понимать вероятность отсутствия ошибок (стираний и трансформаций) в принятом ФС.

При оценке достоверности связи при передаче НФС используют чаще всего вероятности ошибочного ( $P_{\text{ОШ}}$ ) и правильного ( $P_{\text{П}}$ ) приёма кодовой комбинации. Однако в отдельных случаях, в частности, при передаче НФС в виде кодограмм, целесообразно в качестве показателя достоверности использовать также вероятность  $P_{\text{ПР}}$ .

Поскольку основные искажения в передаваемый сигнал вносятся в радиоканале, то под достоверностью радиосвязи часто понимают степень точности воспроизведения электрических сигналов на выходе радиолинии. В этом случае для наиболее употребляемых в военной радиосвязи дискретных сигналов (телеграфных, телекодовых, дискретной телефонии и факсимильных) достоверность приёма количественно оценивается вероятностью ошибочного приёма элементов (битов), то есть отношением числа искаженных элементов  $n$  к общему числу переданных элементов  $n$ :

$$p = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n_{\text{иск}}}{n}.$$

Требования, предъявляемые к достоверности приёма дискретных сигналов, вытекают из возможности логического восстановления искаженных сообщений. За допустимое в настоящее время значение вероятности ошибок в приёме элементарных символов принимают  $P_{\text{д}}$ :

$$P_{\text{д}} = \begin{cases} (3...5)10^{-3}, & \text{при приеме НФС} \\ 10^{-5}-10^{-6}, & \text{при приеме ФС} \\ (5...8)10^{-2}, & \text{при приеме сигналов дискретной телефонии и данных} \end{cases}.$$

В общем случае величины  $P_{\text{д}}$  зависят от структуры и параметров конкретного канала радиосвязи и их следует уточнить в каждом конкретном случае. Сложнее обстоит дело с оценкой достоверности приёма непрерывных сигналов.



Критерием достоверности приема телефонных (речевых) сообщений служит артикуляция (разборчивость):

$$A = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n_{\text{п}}}{n} A,$$

где  $n_{\text{п}}$  – количество правильно принятых элементов речи;  $n$  – количество переданных элементов речи.

В настоящее время принято считать качество телефонной связи отличным, если фразовая артикуляция не хуже 99 %, хорошим, если она лежит в пределах 97–99 % и удовлетворительным, если эти пределы составляют 96–97 %.

В случае, если непрерывные сигналы дискретизируются, достоверность их приёма оценивается также как и достоверность дискретных сигналов, то есть вероятностью ошибочного приема элементов или знаков. Принятое сообщение считается достоверным, если потери достоверности  $D$  не превышают допустимых  $D_{\text{доп}}$ , то есть  $D \leq D_{\text{доп}}$ .

Безопасность (скрытность) радиосвязи характеризует её способность сохранить в тайне от противника содержание передаваемой информации и сам факт ее передачи [3].

Требования к безопасности (скрытности), в части скрытия от противника содержания информации, обеспечиваются аппаратурой засекречивания. Удовлетворение требований по обеспечению скрытности факта и места передачи достигается применением различных мероприятий по радиомаскировке, к которым можно отнести сокращение времени работы радиосредств на передачу, использование остронаправленных антенн, работу с минимально необходимой мощностью, применение быстрогодействия и сигналов с расширенным спектром частоты.

Наиболее общим показателем эффективности радиосвязи является вероятность своевременной передачи сообщения с требуемой достоверностью и скрытностью:

$$TP_c = P(T_{\text{п}} \leq T_{\text{п,доп}}; D \leq D_{\text{доп}}; \Pi \leq \Pi_{\text{доп}}). \quad (2)$$

Оценка эффективности радиосвязи по показателю (2) аналитическими методами весьма затруднительна. Кроме того, по его величине трудно судить об отдельных частных характеристиках системы (тракта, канала) радиосвязи. Поэтому на практике обычно пользуются частными показателями эффективности, а обобщенную оценку эффективности радиосвязи производят по совокупности частных показателей.

Одним из важнейших частных показателей эффективности является вероятность своевременной передачи сообщения, определенная без учета выполнения требований по скрытности:

$$P_c = P(T_{\text{п}} \leq T_{\text{п,доп}} | D \leq D_{\text{доп}}).$$

Если принять, что доставленными своевременно могут быть только достоверные сообщения, то:

$$P_{\text{сд}} = P(T_{\text{п}} \leq T_{\text{п,доп}} | D \leq D_{\text{доп}}) = P_{\text{сд}} P(T_{\text{п}} \leq T_{\text{п,доп}}),$$

где  $T_{\text{п}}$  – время доставки достоверных сообщений, вычисленное с учетом возможных повторений;  $P_{\text{сд}}$  – вероятность передачи сообщения с достоверностью не менее заданной.

## Постановка задачи оценки помехоустойчивости каналов радиосвязи и достоверности связи

В большинстве существующих и перспективных автоматизированных системах радиосвязи реализован так называемый сеансный принцип передачи сообщений, в соответствии с которым информация передается в виде радиограмм (РДО) определенного формата, включающих информационную и служебную части. Служебная часть содержит набор команд, обеспечивающих автоматизацию процесса приема сообщения:

- тактовую синхронизацию (синхроимпульсы (СИ));
- цикловое фазирование и запуск (вскрытие) каналов приема (команда автопуска канала);
- фазирование аппаратуры (засекречивающая аппаратура связи (ЗАС));
- раскодирование принятого сообщения;
- закрытие каналов и приведение их в исходное состояние после окончания приема сообщения (команда автостопа – АС).

В зависимости от назначения и принципов построения конкретной системы радиосвязи, количество служебных команд и их назначение может меняться, однако перечисленные выше команды остаются общими для всех систем, в которых синхrofазирование тракта приема осуществляется по принимаемым сигналам [3].

В информационной части РДО передается само сообщение в формализованном или неформализованном виде. Для повышения достоверности передачи информации по радиоканалу, в том числе и служебной, используется ее избыточное кодирование. Секретность передаваемого сообщения достигается его засекречиванием с помощью аппаратуры ЗАС, служебная часть РДО, как правило, передается в открытом виде или может засекречиваться с помощью аппаратуры имитозащиты. Обобщенная структурная схема симплексного КРС для дискретных сообщений приведена на рис. 2.

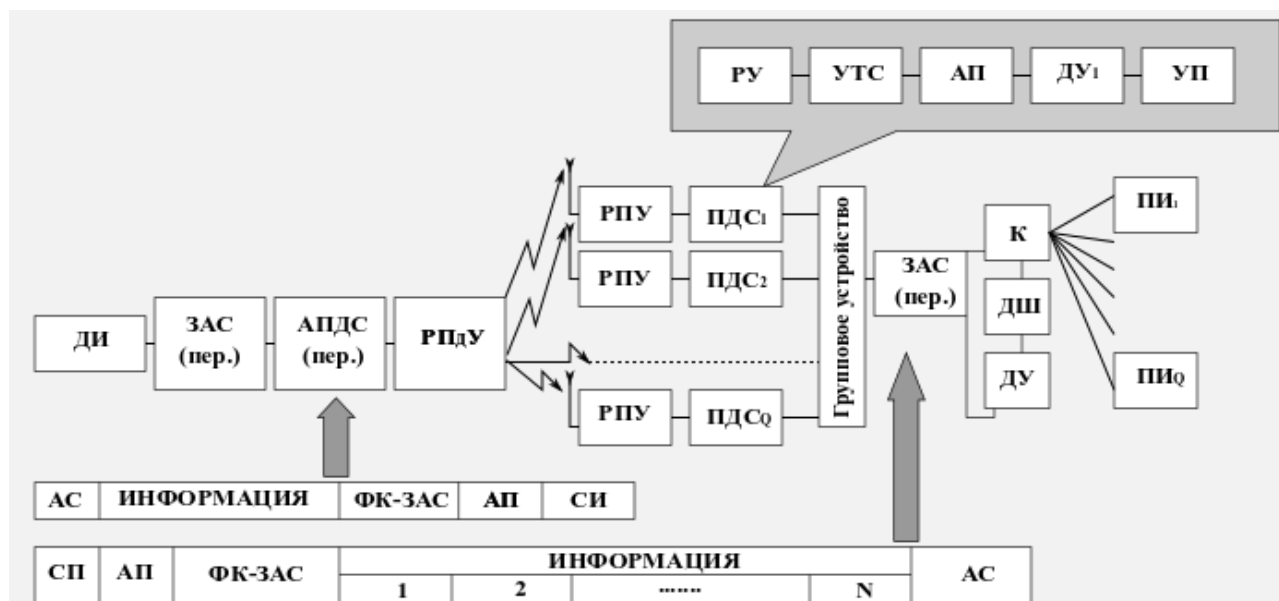


Рис. 2. Обобщенная структурная схема симплексного КРС

Автоматический прием сообщений осуществляется, в общем случае, многоканальным трактом (МТП), включающим радиоприемные устройства (РПУ) и приемники дискретных сигналов (ПДС) в каждом из каналов, групповое устройство, осуществляющее объединение информации из каналов приема и формирование результирующего сообщения, аппаратуру рассекречивания сообщения (ЗАС), декодер внешнего кода (ДУ<sub>2</sub>), дешифратор ФС (ДШ), коммутатор (К) и приемники информации (ПИ). В свою очередь, ПДС состоит из регистрирующего устройства полярностей посылок (РУ), устройства тактовой

синхронизации каналов приема по принимаемому сигналу (УТС), устройства циклового фазирования и автопуска канала (АП), декодера канального (внутреннего) кода (ДУ<sub>1</sub>), устройства приема (УП) [4].

Обработка принятых сигналов в тракте осуществляется по определенному алгоритму, схематично представленному на рис. 3.



Рис. 3. Алгоритм автоматического приема дискретных сообщений

Основными его элементами являются: способы обработки и детектирования сигналов в РПУ, тактовой синхронизации ПДС, регистрации элементов сигнала, межканального и циклового фазирования, декодирования и дешифрования сигнала, использования кодовой избыточности для повышения достоверности сообщения, способа контроля состояния (качества) каналов связи в процессе приема сообщений, способа объединения информации из разнесенных каналов, фазирования аппаратуры и дешифрования сообщений, способа установки каналов приема в исходное состояние.

Алгоритм приема сообщений может быть реализован аппаратными, программными или смешанными (аппаратно-программными) способами [4, 5].

Далее на основе полученных результатов строятся математические модели оценки помехоустойчивости симплексных каналов радиосвязи с постоянными и переменными параметрами, разрабатываются методологические принципы оценки и вычисляются показатели помехоустойчивости.

### Литература

1. Киндеев Е.А. Надежность технических систем и техногенный риск: учеб. пособие. Владимир: изд-во ВлГУ, 2016. С. 1–8.
2. Ермоленко А.А., Мансур И.А., Чемиренко В.П. Модель оценки структурной скрытности информационных сетей / под ред. Н.И. Буренина // Модели и методы исследования информационных сетей. СПб.: Лицей, 2000. Вып. 4. С. 106–116.
3. Мансур И.А. Чемиренко В.П. Исследование влияния неоднородности структур на показатели структурной скрытности сетей связи / под ред. Н.И. Буренина // Модели и методы исследования информационных сетей. СПб.: Лицей, 2000. Вып. 4. С. 125–136.
4. Методы математического моделирования систем и процессов связи / В.Н. Куделя [и др.] / под общ. ред. В.П. Чемиренко. СПб.: изд-во Политех. ун-та, 2009. С. 94–105.
5. Рысев Д.В., Сердюк В.С., Храпский С.Ф. Автоматизированные системы управления и связь: учеб. пособие. Омск.: изд-во ОмГТУ, 2013. С. 12–18.

УДК 381

## К ВОПРОСУ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ В MATHCAD

**Е.Н. Трофимец, кандидат педагогических наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Обоснована возможность и целесообразность использования пакетов прикладных программ в процессе обучения математическим дисциплинам курсантов МЧС России. Фокус внимания смещен на построение математической модели исследуемой системы и её последующий анализ. Данное обстоятельство является исключительно важным при решении практико-ориентированных задач.

*Ключевые слова:* системы нелинейных уравнений, компьютерная математика, математические методы, практико-ориентированные задачи

## ON THE PROBLEM OF SOLVING SYSTEMS OF NONLINEAR EQUATIONS IN MATHCAD

E.N. Trofimets. Saint-Petersburg university of State fire service EMERCOM of Russia

The possibility and expediency of using application software packages in the process of teaching mathematical disciplines to cadets of the Ministry of emergency situations of Russia is proved. The focus is shifted to the construction of a mathematical model of the system under study and its subsequent analysis. This circumstance is extremely important when solving practice-oriented tasks.

*Keywords:* systems of nonlinear equations, computer mathematics, mathematical methods, practice-oriented problems

Для решения систем нелинейных уравнений (СНУ) в Mathcad реализованы различные инструменты и методы. Одним из наиболее популярных инструментов является вычислительный блок **Given/Find** (Дано/Найти).

Блок **Given/Find** состоит из трех частей, идущих последовательно друг за другом:

- **Given** – ключевое слово;
- система, записанная логическими операторами в виде равенств и, возможно, неравенств;
- **Find**( $x_1, \dots, x_n$ ) – встроенная функция для решения системы уравнений относительно переменных  $x_1, \dots, x_n$ .

В функции **Find** реализованы три метода численного решения систем нелинейных уравнений: метод Левенберга-Марквардта, метод сопряженных градиентов и квазиньютоновский метод. По умолчанию в функции **Find** установлена опция автоматического подбора метода. При необходимости пользователь может вручную выбрать требуемый метод.

Наряду с численным решением, функция **Find** позволяет находить для определенных систем, если это возможно, аналитическое решение.

Решение СНУ с использованием вычислительного блока **Given/Find** рассмотрим на примере 1.

Пример 1. Дана система уравнений:

$$\begin{aligned}x_1^3 + x_2^3 - 6x_1 + 3 &= 0, \\x_1^3 - x_2^3 - 6x_2 + 2 &= 0.\end{aligned}$$

Надо решить данную систему с использованием вычислительного блока **Given/Find**.

Основные этапы, на которые стоит сместить фокус внимания обучающихся при решении:

1. Запустите Mathcad и сохраните файл документа с именем *Решение СНУ.xmcd*.

2. Задайте начальные приближения и введите вычислительный блок **Given/Find** (рис. 1).

Замечания:

– для ввода нижнего индекса используйте кнопку **Нижний индекс** на панели **Форматирование** или клавишу  $\langle [ \rangle$  на клавиатуре;

– при вводе переменных  $x_1$  и  $x_2$  в блоке **Given/Find** скобки вводить не надо, они появляются автоматически;

– особенность использования блока **Given/Find** состоит в том, что для записи уравнений используется не оператор численного вычисления (клавиша  $\langle = \rangle$  на клавиатуре), а оператор булевого равенства, расположенный на панели **Булева алгебра** (или комбинация клавиш  $\langle \text{Ctrl} + = \rangle$  на клавиатуре);

– для вставки функции **Find** необходимо выполнить цепочку команд: Вставка – Функция – Решение уравнений – Find.

Пример 1

$$x_1 := 0.55 \quad x_2 := 0.3$$

Given

$$(x_1)^3 + (x_2)^3 - 6 \cdot x_1 + 3 = 0$$

$$(x_1)^3 - (x_2)^3 - 6 \cdot x_2 + 2 = 0$$

$$\text{Find}(x) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0.532 \\ 0.351 \end{pmatrix}$$

Рис. 1. Решение примера 1

Решение системы найдено. Обращаем внимание на то, что функция **Find** как будто бы рассчитала три значения, хотя у нас две искомым переменных –  $x_1$  и  $x_2$ . Дело в том, что при вводе переменных  $x_1$  и  $x_2$  был использован нижний индекс, тем самым сигнализируя Mathcad, что вводится вектор-строка (вектор-столбец) с элементами  $x_i$ . По умолчанию нумерация элементов массивов начинается в Mathcad с 0, поэтому функция **Find** вывела результат, включающий и «пустой» элемент  $x_0$ . Чтобы избежать этого неудобства, достаточно было определить переменные  $x_1$  и  $x_2$  без нижнего индекса, например, как  $x1$  и  $x2$ . В нашем случае, чтобы не менять переменные, изменим значение системной переменной **ORIGIN**, в которой хранится начальный номер, используемый по умолчанию.

Кроме того, для выводимых значений увеличьте до шести число отображаемых десятичных знаков (Формат – Результат – Число десятичных знаков) (рис. 2).

### Пример 1

ORIGIN := 1

$x_1 := 0.55 \quad x_2 := 0.3$

Given

$$(x_1)^3 + (x_2)^3 - 6 \cdot x_1 + 3 = 0$$

$$(x_1)^3 - (x_2)^3 - 6 \cdot x_2 + 2 = 0$$

$$\text{Find}(x) = \begin{pmatrix} 0.53237 \\ 0.351257 \end{pmatrix}$$

Рис. 2. Решение примера 1 после форматирования

Щелкните по функции **Find** правой клавишей мыши. Обратите внимание, что для решения системы по умолчанию использовался метод Левенберга-Марквардта (рис. 3). Выбор другого метода для решения данной системы приводит к тому же результату.

### Пример 1

ORIGIN := 1

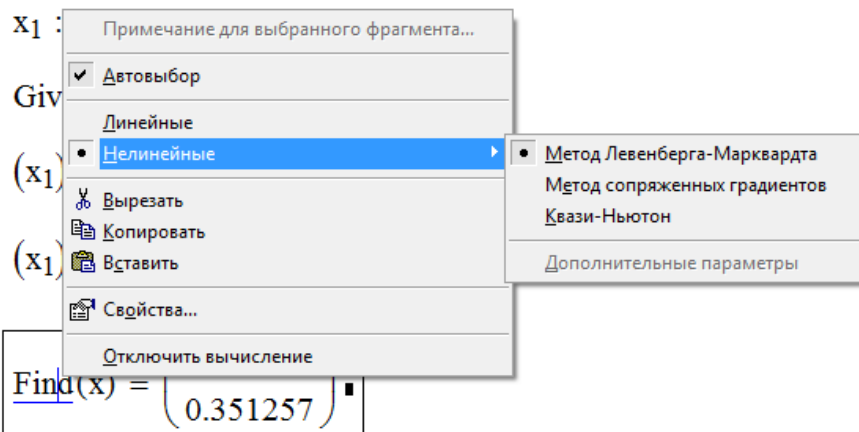


Рис. 3. Просмотр типа использованного метода

Таким образом, можно констатировать, что использование пакетов компьютерной математики позволяет пользователю сосредоточить свое внимание не на алгоритмических особенностях того или иного метода, а на построении математической модели исследуемой системы и её последующем анализе [1, 2]. Данное обстоятельство является исключительно важным при решении практико-ориентированных задач (ПОЗ).

Рассмотрим решение ПОЗ о размерах подводной лодки «Наутилус», описанной в знаменитых романах Жюль Верна «Таинственный остров» и «Двадцать тысяч лье под водой». Вот что можно узнать из разговора капитана Немо с профессором Аронаксом о размерах лодки: «Вот, господин Аронакс, чертежи судна, на котором Вы находитесь. Судно представляет собой сильно удлиненный цилиндр с коническими концами. Площадь его равняется одной тысяче одиннадцати и сорока пяти сотым квадратных метров, объем равен одной тысяче пятистам и двум десятым кубических метров ...»

Найдите длину «Наутилуса» и длину его центрального отсека, если предположить, что лодка имела диаметр 8 м (рис. 4).

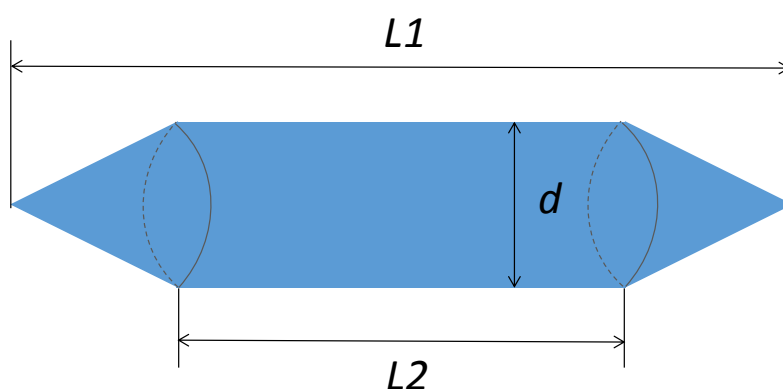


Рис. 4. Внешний вид «Наутилуса»:  $L1$  – длина «Наутилуса»;  $L2$  – длина основного отсека «Наутилуса»;  $d$  – диаметр «Наутилуса»

В качестве начальных приближений задайте значения, представленные на рис. 5.

$d := 8$       диаметр лодки

$L1 := 100$     длина лодки

$L2 := 60$     длина центрального отсека лодки

Рис. 5. Начальные приближения

Замечания:

– площадь боковой поверхности цилиндра:  $S_C = 2\pi R h$  ;

– объем цилиндра:  $V_C = \pi R^2 h$  ;

– площадь боковой поверхности конуса:  $S_K = \pi R \sqrt{R^2 + h^2}$  ;

– объем конуса:  $V_K = \frac{1}{3} \pi R^2 h$  .

Ответ: длина лодки  $L1 \approx 70,4$  м; длина центрального отсека  $L2 \approx 9,6$  м.

Обращаем внимание, что при решении задачи было высказано предположение, что лодка имеет диаметр 8 м. На самом деле диаметр лодки точно не известен, поэтому имеется система двух нелинейных алгебраических уравнений с тремя неизвестными ( $L1$ ,  $L2$ ,  $d$ ). Если же число уравнений алгебраической системы меньше числа неизвестных, то такая система называется *недоопределенной*. Недоопределенные системы имеют бесконечное множество решений.

Полученное решение является частным случаем из множества решений при принятом допущении  $d=8$ . Если, в качестве начального приближения ввести  $d=6$ , то система становится неразрешимой (рис. 6).

$$\text{Find}(L1, L2) = \blacksquare$$

Рис. 6. Неразрешимость системы при  $d=6$

Обращаем также внимание на то, что полученное решение не совсем соответствует описанию «Наутилуса» капитаном Немо. Капитан Немо указывает на то, что «судно представляет собой сильно удлиненный цилиндр с коническими концами...», а в полученном решении цилиндр (центральный отсек лодки) имеет длину всего 9,6 м при общей длине лодки в 70,4 м.

Подберите более подходящее значение  $L2$ . Для этого решите систему относительно  $L1$  и  $d$ . Решение системы при  $L2 = 45$  приведено на рис. 7.

$$\text{Find}(L1, d) = \begin{pmatrix} 56.239 \\ 6.26 \end{pmatrix}$$

Рис. 7. Решение задачи при  $L2=45$

Таким образом, решением рассмотренной системы будут не просто три числа ( $L1$ ,  $L2$ ,  $d$ ), а зависимость двух параметров лодки от третьего, например, длины всей лодки ( $L1$ ) и длины её центрального отсека ( $L2$ ) от диаметра ( $d$ ). Проведем исследование такой зависимости. Для этого устанавливаем начальные приближения в соответствии с рис. 5, а функцию **Find** изменяем на выражение в соответствии с рис. 8.

$$L1\_L2(d) := \text{Find}(L1, L2)$$

Рис. 8. Задание функции  $L1\_L2(d)$

Функция  $L1\_L2(d)$  является векторной, она принимает два значения ( $L1$  и  $L2$ ), рассчитываемых функцией **Find** при заданном значении  $d$ . Для вывода этих значений необходимо использовать нижний индекс в имени функции. Так как ранее нами было определено, что нумерация массивов начинается с 1 (см. значение переменной **ORIGIN** в примере 1), то в качестве индекса будут использоваться значения 1 и 2 (рис. 9).

$$L1\_L2(d) := \text{Find}(L1, L2)$$

$$L1\_L2(d)_1 = 70.393 \quad L1\_L2(d)_2 = 9.572$$

Рис. 9. Значения функции  $L1\_L2(d)$  при  $d=8$



Произведем разделение векторной функции  $L1\_L2(d)$  на две скалярные –  $L1(d)$  и  $L2(d)$  (рис. 10).

$$\underline{L1}(d) := L1\_L2(d)_1 \quad \underline{L2}(d) := L1\_L2(d)_2$$

Рис. 10. Разделение функции  $L1\_L2(d)$

Построим графики функций  $L1(d)$  и  $L2(d)$ , предварительно задав изменение переменной  $d$  в интервале от 0 до 10 с шагом 0,1 (рис. 11).

Замечание:

Переменная, заданная в виде диапазона значений, получила в Mathcad название *ранжированной переменной*. Для задания ранжированной переменной можно воспользоваться кнопкой **Переменная-диапазон** на панели **Матрица**.

$$\underline{d} := 0, 0.1 .. 10$$

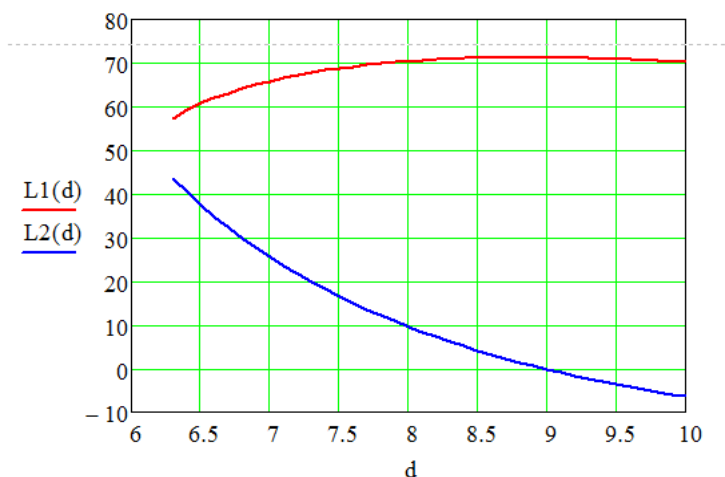


Рис. 11. Графики функций  $L1(d)$  и  $L2(d)$

На построенном графике хорошо видно, что лодка имеет наиболее подходящие размеры ( $L2 > 0,5L1$ ) при  $d \in [6,3; 6,7]$ .

Первоочередной задачей математической подготовки в вузах МЧС России считается обучение будущего специалиста умению видеть и чувствовать возможности построения математических моделей и применения математических методов для решения практико-ориентированных задач будущей профессиональной деятельности с использованием пакетов прикладных программ.

### Литература

1. Медведева Л.В., Сугак В.П. Компьютерное моделирование теплофизических процессов в оценке аварийных рисков ограждающих конструкций // Проблемы управления рисками в техносфере. 2010. № 2 (14). С. 83–90.
2. Трофимец Е.Н. Применение информационных технологий математического моделирования в вузах МЧС России // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2017. № 3 (23). С. 66–70.

УДК 502.34

## **МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ – ИЮНЬ 2020 ГОДА**

**О.М. Троянов, кандидат военных наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Показано значение международного экологического календаря для охраны окружающей среды, формирования экологической культуры, дается информация об июньских международных и национальных экологических датах.

*Ключевые слова:* международный экологический календарь, международный день, всемирный день, охрана окружающей среды, экологическая культура

### **INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL CALENDAR – JUNE 2020**

O.M. Troyanov.  
Saint-Petersburg university of the State fire service of EMERCOM of Russia

This article shows the importance of the international environmental calendar for environmental protection, the formation of environmental culture, and provides information about the June international and national environmental dates.

*Keywords:* international environmental calendar, international day, world day, environmental protection, environmental culture

5 июня в России отмечается День эколога. Это профессиональный праздник всех российских защитников природы, специалистов, а также активистов в области охраны окружающей среды. День эколога считают своим праздником и преподаватели дисциплин экологической направленности, а также обучающиеся учебных заведений по соответствующим специальностям и направлениям подготовки. День эколога в России отмечается во Всемирный день охраны окружающей среды.

В учебных материалах дисциплин экологической направленности, преподаваемых кафедрой сервис безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, называются отдельные международные экологические даты.

В первую очередь упоминается Всемирный день охраны окружающей среды, который отмечается ежегодно 5 июня во всем мире. Дата выбрана не случайно. Она связана с началом работы Стокгольмской конференции Организации Объединенных Наций (ООН) по окружающей среде в 1972 г. Стокгольмская конференция – это первый форум в международном сотрудничестве по проблемам экологии с участием глав государств, на котором были достигнуты договоренности о необходимости решения актуальных экологических проблем, вопросов охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности на правительственном уровне. Всемирный день охраны окружающей среды был учрежден 15 декабря 1972 г. на 27-ой сессии Генеральной Ассамблеи ООН резолюцией №-A/RES/2994 (XXVII) и призван стимулировать соответствующее направление международного сотрудничества.

В экологических дисциплинах упоминается также Международный день лесов (21 марта), Международный день защиты животных (4 октября), Международный день климата и Всемирный день исчезающих видов (15 мая), Международный день биологического разнообразия (22 мая) и другие даты.

Знания о международных экологических датах не только расширяют кругозор и обновляют мировосприятие, но и, главное, способствуют формированию экологической культуры, так необходимой в современных условиях развивающегося экологического

кризиса глобального масштаба. Здесь выполняются требования Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7 «Об охране окружающей среды», в ст. 71 которого поставлена цель формирования экологической культуры.

Предполагалось, что одной статьи будет вполне достаточно для показа международного экологического календаря. Однако при подготовке материалов в статью об экологических датах приятно удивила масштабность международной деятельности в этом конкретном направлении и, безусловно, высота достигнутого уровня понимания необходимости формирования экологической культуры людей для преодоления мирового экологического кризиса. Более 150, а именно 157 дней обозначены на портале «ЭкоДело» под рубрикой «Экологические и близкие к ним социально-экономические, географические, биологические и другие даты, праздники и события 2020 года». Только на июнь месяц приходится тринадцать таких дат как международного, так и национального российского значения [1]. Таким образом, возникла идея о серии статей, раскрывающих наиболее значимые даты международного и российского экологического календаря. Надеемся, что такая информация найдет своих читателей, будет интересной, познавательной и внесет свой вклад в формирование экологической культуры.

Начнем рассматривать экологический календарь с июня 2020 г. Вначале перечислим июньские экологические и близкие к ним социально-экономические, географические, биологические и другие даты, праздники и события 2020 г. [1]:

- Международный день защиты детей (International Children`s Day) – 1 июня;
- День спутникового мониторинга и навигации – 2 июня;
- Всемирный день велосипеда (World Bicycle Day) – 3 июня;
- Всемирный день охраны окружающей среды (World Environment Day), День эколога в России, День создания Государственной службы карантина растений в России, Международный день борьбы с незаконным, несообщаемым и нерегулируемым (ННН) рыбным промыслом (International Day for the Fight against Illegal, Unreported and Unregulated Fishing) – 5 июня;
- Международный день очистки водоемов (International Cleanup Day), День мелиоратора в России – 7 июня;
- Всемирный день океанов (World Oceans Day) – 8 июня;
- Всемирный день ветра (Global Wind Day), День создания юннатского движения в России – 15 июня;
- Всемирный день морских черепах (World Sea Turtle Day) – 16 июня;
- Всемирный день борьбы с опустыниванием и засухой (World Day to Combat Desertification and Drought) – 17 июня;
- Всемирный день защиты слонов в зоопарках (International Day of Action for Elephants in Zoos), Международный день серфинга (International Surfing Day) (проводится в третью субботу июня) – 20 июня;
- Всемирный день жирафа (World Giraffe Day), Всемирный день цветка (World Flower Day) – 21 июня;
- Всемирный день рыболовства (World Fisheries Day), Всемирный день микробиомов (World microbiome Day) – 27 июня;
- Международный день тропиков (International Day of the Tropics) – 29 июня.

Рассмотрим июньский экологический календарь более подробно.

Международный день защиты детей был учрежден решением сессии Международной демократической федерации женщин в ноябре 1949 г. и, на первый взгляд, не связан с экологией. Однако, исходя из того, что цели этого дня призваны напоминать людям о необходимости защищать детей от угрозы войны, от угроз их здоровью, которые имеют, в том числе, и экологическое происхождение, связи защиты детей и защиты окружающей среды становятся очевидными.

День спутникового мониторинга и навигации впервые начали отмечать в России. Этот день получил свое название и был организован по инициативе российской

государственной корпорации «Роскосмос» в 2011 г. Дата 2 июня связана с утверждением в 1955 г. организационных документов работы первого на планете космодрома «Байконур». Дата 2 июня – это официальная дата рождения космодрома «Байконур». В международном масштабе впервые его отметили в 2012 г. Решение международного значения о Дне спутникового мониторинга и навигации было принято в ноябре 2011 г. на форуме компании Gurtam (белорусского разработчика программного обеспечения в области спутникового мониторинга и телематики). Решение было одобрено представителями 46 аналогичных компаний. В настоящее время всем понятно значение спутникового мониторинга, осуществляемого, в том числе, в интересах охраны окружающей среды.

Всемирный день велосипеда, как праздник, по сути, символ человеческого прогресса, одобряют практически все люди на Земле (рис. 1).



Рис. 1. Большой велопарад в Санкт-Петербурге

Велосипед, родившийся двести лет назад, остается дешевым, простым, надежным и самым экологически чистым транспортным средством. Всемирный день велосипеда – молодая экологическая дата, которая была учреждена ООН в апреле 2018 г. Соответствующую резолюцию ООН №-A/RES/72/272 сразу поддержали 56 стран. В нынешнем году Всемирный день велосипеда стал заметным праздником и в Санкт-Петербурге. Велосипед в Санкт-Петербурге становится все более популярным видом транспорта. Уже сейчас в городе на Неве оборудовано более 120 км велодорожек (веломаршрутов), которые в ближайшее время предполагается увеличить вдвое.

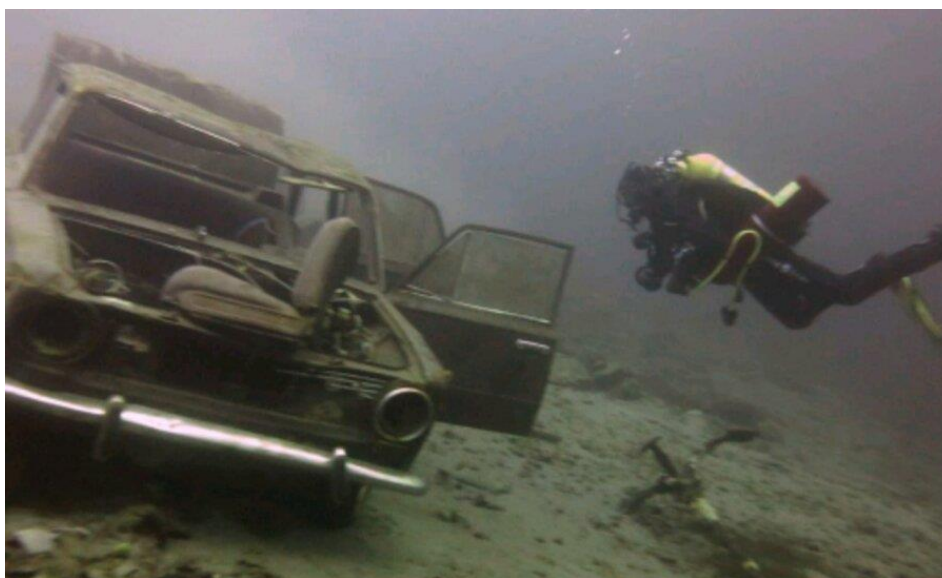
Всемирный день охраны окружающей среды рассматривался выше.

День эколога в России, как отмечалось, празднуется параллельно с Всемирным днем охраны окружающей среды. Инициатором Дня эколога является Комитет по экологии Государственной думы Российской Федерации. День эколога был учрежден 21 июля 2007 г. Указом Президента России № 933. Также 5 июня празднуется День создания Государственной службы карантина растений в России, который пока не утвержден официально. Этот экологический праздник имеет историческое происхождение. В 1931 г., а именно 5 июня, при Народном Комиссариате земледелия СССР была учреждена единая Государственная карантинная служба. В 2005 г. функции по карантину растений были переданы Федеральной службе по ветеринарному и фитосанитарному надзору

(Россельхознадзору), которая входит в состав Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России).

Международный день борьбы с незаконным, несообщаемым и нерегулируемым (ННН) рыбным промыслом впервые отмечался в 2018 г. Основанием для этого экологического праздника стало принятие 5 декабря 2017 г. Генеральной Ассамблеей ООН резолюции об устойчивом ведении рыболовства, предложенной Продовольственной организацией ООН (ФАО).

Международный день очистки водоемов начали отмечать с 1995 г. Этот экологический праздник отмечается во многих странах. По существу, это не столько праздник, сколько экологическая акция глобального масштаба. Инициатором праздничной экологической акции стала американская организация PADI (Professional Association of Diving Instructors) – Ассоциация дайвинг-инструкторов. В России и в странах СНГ эту праздничную экологическую акцию с 2003 г. стали проводить в начале лета из-за суровых климатических условий. В некоторых государствах и, в частности в Соединенных Штатах Америки, Международный день очистки водоемов проводят в начале осени. В связи с Международным днем очистки водоемов невозможно обойти стороной деятельность российских экологов и других людей, небезразличных к природе, прилагающих усилия к обеспечению экологической безопасности российской водной жемчужины – озера Байкал. Здесь необходимо отметить, что в соответствии с приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 21 февраля 2020 г. № 83 «Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, в том числе веществ, относящихся к категориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал» в конце апреля нынешнего года вступили в силу самые жесткие требования к «чистоте», если можно так сказать, сточных вод, попадающих в озеро Байкал [2]. Хорошо известна уникальная экологическая экспедиция по очистке озера Байкал, получившая символическое название «Хрустальная глубина», которая проводилась сотрудниками Байкальского поисково-спасательного отряда МЧС России. В результате проведенных сложных подводных работ со дна Байкала было поднято более 100 наименований затонувших объектов, от самолета и вертолета до мотоциклов и лодок (рис. 2).



**Рис. 2. Автомобиль на дне озера Байкал. Поднят в ходе экологической экспедиции «Хрустальная глубина»**

День мелиоратора в России, так же как и Международный день очистки водоемов, отмечается в первое воскресенье июня. День мелиоратора официально был учрежден 24 мая 1976 г. Указом Президиума Верховного совета СССР «Об установлении ежегодного праздника «Дня мелиоратора». С 1991 г. праздник перестал быть официальным, то есть в календарях не значился, хотя его продолжали отмечать. В Российской Федерации День мелиоратора официально был восстановлен Указом Президента Российской Федерации в 2000 г.

Всемирный день океанов отмечался неофициально во многих странах с 1993 г. Проведение праздника океанов на протяжении ряда лет возглавляли неправительственные международные организации, среди которых следует назвать «Океанический проект», основанный работниками североамериканских аквариумов и к 2000 г. объединивший партнеров из 140 стран, «Сеть Мировой океан», включающая в основном океанариумы, зоопарки, музеи, природные заповедники, а также учебные заведения разных стран, «Глобальный форум по океанам, побережьям и островам (Global forum on oceans, coasts and islands)», саммит по согласованию международных целей и усилий в области охраны Мирового океана. В 1998 г. в Международный год океанов Всемирный день океанов был утвержден как международный экологический праздник Межправительственной океанографической комиссией (МОК) ООН по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО). Официально Всемирный день океанов был признан 5 декабря 2008 г. и учрежден 12 февраля 2009 г. резолюцией №-A/RES/63/111, §171 Генеральной Ассамблеи ООН. Этот международный экологический праздник имеет непреходящее значение. Это напоминание людям о том, что Мировой океан – источник жизни и существования человечества на Земле.

Всемирный день ветра инициировали «Европейская ассоциация ветроэнергетики», формирующая политику развития ветроэнергетической отрасли, включающая более 600 членов из 50 стран, и международная некоммерческая ассоциация «Всемирный совет по энергии ветра», основанная в 2001 г. и имеющая членов в более чем 100 странах. Впервые День ветра отмечался в 2007 г. в Европе. В 2009 г. День ветра отмечало более 30 стран. До 2009 г. День ветра проводился только в европейских странах. В 2009 году этот праздник закономерно преодолел европейские границы, приобрел международный статус и стал называться Всемирным днем ветра.

В нашей стране 15 июня наряду с Всемирным днем ветра отмечается свойственный именно российскому менталитету экологический праздник – День создания юннатского движения в России. Инициаторами праздника юннатского движения, а, по сути, его «родителями» стали учитель биологии Борис Васильевич Всесвятский и детский врач Иван Васильевич Русаков, которые в июне 1918 г. в Сокольниках создали первую в России Станцию юных любителей природы. Цель деятельности создателей станции состояла в приобщении детей к природе, формировании у них биологических знаний, то есть в современной терминологии – в формировании экологической культуры у детей. Открытие Станции юных любителей природы, первое занятие и первая, организованная для детей и их родителей, экологическая экскурсия состоялись 15 июня 1918 г. Отсюда эту дату отмечают как День создания юннатского движения в России. Сегодня деятельность юных натуралистов России осуществляется под эгидой правопреемника и продолжателя дела формирования экологической культуры у детей и приобщения их к экологическим ценностям – Федерального детского эколого-биологического центра (рис. 3), действующего на основании приказа Минобрнауки Российской Федерации от 30 мая 2011 г. № 1947.



Рис. 3. Эколого-биологический центр «Крестовский остров» в Санкт-Петербурге

День черепах впервые отметили в 1990 г. Организатором первого праздника, пропагандирующего дело по защите черепах, стала некоммерческая Американская организация по спасению черепах. Организация была создана в 1990 г. и в этом же году провела первый праздник черепах. В настоящее время информация о сокращении в природе популяции этих животных, связанная с экологически опасным антропогенным воздействием, приобрела глобальное значение. На основе понимания международной общественностью необходимости принятия безотлагательных мер по защите черепах Американская организация по спасению черепах учредила в 2000 г. Всемирный день черепах и стала его главным спонсором.

Всемирный день борьбы с опустыниванием и засухой – это ежегодно отмечаемый во всем мире с 1995 г. экологический праздник. Он проводится в соответствии с резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН от 30 января 1995 г. №-A/RES/49/115. День праздника установлен по дате принятия международным сообществом Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием, голосование по которой состоялось 17 июня 1994 г. Здесь необходимо отметить еще одно важное международное решение, связанное с необходимостью сотрудничества государств в борьбе с опустыниванием и негативными последствиями засух. Одиннадцать лет, с января 2010 г. по декабрь 2020 г., Генеральная Ассамблея ООН своей резолюцией от 2007 г. №-A/RES/62/195 провозгласила годами ООН, которые посвящаются пустыням и борьбе с опустыниванием.

День защиты слонов в зоопарках впервые отметили в Соединенных Штатах Америки в 2009 г. В 2009 г. американская волонтерская компания «В защиту животных» объявила 20 июня днем борьбы с противоправными действиями по отношению к слонам владельцев и персонала зоопарков, дрессировщиков, применяющих жестокие приемы работы со слонами, а также других людей, так или иначе, негативно прямо или косвенно воздействующих на слонов. В настоящее время в День защиты слонов в зоопарках практически во всем мире проводятся мероприятия, направленные на объединение усилий людей в интересах улучшения условий содержания животных в неволе. Таким образом, праздник слонов приобрел международный масштаб и перерос во Всемирный день защиты слонов в зоопарках, однако пока еще не является официальным праздником. Организаторы Всемирного дня защиты слонов в зоопарках и все небезразличные к животному миру люди надеются, что их усилия приведут к желаемому результату и ООН утвердит этот праздник

официально. При этом, следует сказать, что в сентябре международное сообщество отмечает День защиты слонов, который посвящен не только слонам, живущим в зоопарках, но и всем слонам на Земле.

Международный день серфинга, казалось бы, в соответствии с названием посвящен спорту. Однако в этот праздник проводятся также мероприятия по обеспечению устойчивости ресурсов океана. Здесь важную роль играет один из учредителей праздника – Фонд Surfrider – американская некоммерческая экологическая организация, основные задачи которой состоят в охране Мирового океана, поддержании чистоты пляжей и прибрежных зон отдыха, сохранении мест обитания имеющих отношение к морю живых организмов. Фонд Surfrider и американский Журнал Surfing учредили неофициальный праздник серфинга в 2004 г. Уже на следующий год празднование дня серфинга распространилось по всему миру. Международный день серфинга стали отмечать ежегодно 21 июня в день летнего солнцестояния, а в високосные годы – 20 июня.

Всемирный день жирафа отмечается как ежегодный праздник международного масштаба с 2014 г. по инициативе Федерации охраны жирафов, которая была одобрена защитниками животных во многих странах мира. Интересен подход к выбору дня праздника. День жирафа – самого длинношеего животного решили отмечать в самый длинный день года. Всемирный день жирафа – это неофициальный праздник и даже не праздничный день, а день, напоминающий человечеству, что число жирафов на Земле с каждым годом становится все меньше и меньше.

Всемирный день цветка или Международный день цветка отмечается практически в каждой стране мира. В каждой стране праздник цветка нашел свой символ-цветок. Например, в России символом Дня цветка является ромашка, в Белоруссии – василек, в Англии – роза. При высоком всемирном статусе истоки Дня цветка, время и имена людей, основавших этот, один из красивейших экологических праздников, неизвестны. Цветы – это муза для поэтов, писателей, художников, для всех творческих людей. Цветы – это не только символ красоты природы, но и символ Мира. Русский советский писатель и поэт Владимир Алексеевич Солоухин в 1957 г. в своих стихах написал такие строки: «Имеющий в руках цветы плохого совершить не может».

Всемирный день рыболовства отмечается ежегодно с 1985 г. Праздник был учрежден участниками состоявшейся в Риме в июле 1984 г. Международной конференции по регулированию и развитию рыболовства. В России Всемирный день рыболовства также отмечается ежегодно, но проходит он на неофициальном уровне. В нынешнем году этот праздник в России стал 36-м по счету. Важно подчеркнуть, что в России труд рыбаков начали отмечать на пять лет раньше – с 1980 г., во второе воскресенье июля. Более подробная информация об этом празднике будет дана в следующей статье об экологических датах.

Всемирный день микробиомов – это экологический праздник, который начали отмечать всего два года назад в 2018 г. Инициатором Всемирного дня микробиомов выступила Ирландская Ассоциация Микобиома. Ученые микробиологи подсчитали, что в организме человека от полутора до трех килограммов микробов. Множество микроорганизмов, живущих в теле человека, образуют экосистему, которая называется микробиомом (микробиотой, микрофлорой). Сегодня традиционная медицина признает важность микробиома в поддержании здоровья человека. Тема микробиома человека в настоящее время находит все более широкое понимание в научном мире, поэтому Всемирный день микробиомов найдет и приумножит своих сторонников.

Международный день тропиков отмечается с 2016 г. Дата 29 июня объявлена ежегодным Международным днем тропиков 14 июня 2016 г. на 104-м пленарном заседании Генеральной Ассамблеи ООН в резолюции № A/RES/70/267. Дата этого экологического праздника связана с докладом по тропикам 29 июня 2014 г. на Генеральной Ассамблее ООН бирманского и мьянманского политика, лауреата Нобелевской премии мира Аун Сан Су Чжи. Значимость праздника обусловлена не только сегодняшними трудностями людей



тропической части Земли, но и, в большей мере, важной ролью тропических стран в достижении целей устойчивого развития (эксперты ООН предполагают, что к 2050 гг. население тропических стран будет составлять большую часть человечества, включающую две трети всех детей мира) [3].

Заканчивая материал об экологических датах июня 2020 г., автор хочет подчеркнуть, что экологические проблемы от локального до глобального масштаба касаются сегодня всех и каждого. В связи с этим любая экологическая информация, расширяющая экологическое мировоззрение, формирующая экологическую культуру, приобретает в настоящее время непреходящее значение.

### **Литература**

1. Экологические и близкие к ним социально-экономические, географические, биологические и другие даты, праздники и события 2020 г. // Портал экологической сети «ЭКОДЕЛО». URL: <https://ecode.org/info> (дата обращения: 01.08.2020).

2. Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, в том числе веществ, относящихся к категориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал: приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 21 февр. 2020 г. №-83 // Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. Официальный сайт Уполномоченного по правам человека в Рос. Федерации // События/Международная деятельность/30 июня 2017 г. URL: [https://ombudsmanrf.org/news/v\\_mire](https://ombudsmanrf.org/news/v_mire) (дата обращения: 01.08.2020).



---

---

# ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

---

---

УДК 699.812.3

## О ПАССИВНОЙ ОГНЕЗАЩИТЕ НА ПОДЗЕМНЫХ ОБЪЕКТАХ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА

**В.В. Ключ, кандидат педагогических наук, доцент;  
Д.В. Косенко, кандидат технических наук;  
Д.С. Бондаренко.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены статистические данные об авариях на объектах минерально-сырьевого комплекса, в частности на горных предприятиях, приведены виды пожаров. Предложены наиболее эффективные виды пассивной огнезащиты деревянных конструкций в угольных шахтах, материалы, снижающие их пожарную опасность и повышающие антисептические свойства.

*Ключевые слова:* угольная шахта, пассивная огнезащита, антипирен, огнезащитная эффективность

## ABOUT PASSIVE FIRE PROTECTION AT UNDERGROUND FACILITIES OF THE MINERAL RESOURCE COMPLEX

V.V. Kluy; D.V. Kosenko; D.S. Bondarenko.  
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article deals with statistical data on accidents at the objects of the mineral resource complex, in particular at mining enterprises, and describes the types of fires. The most effective types of passive fire protection of wooden structures in coal mines materials that reduce their fire hazard and increase their antiseptic properties are proposed.

*Keywords:* coal mine, passive fire protection, flame retardant, fire protection efficiency

В Российской Федерации эксплуатируется более 95 шахт, 279 разрезов (из них – 245 добывающих), 86 объектов по обогащению угля [1]. Статистика возникновения аварий, пожаров и чрезвычайных ситуаций последних лет показывает, что количество происшествий не так велико, но последствия (материальный ущерб, пострадавшие, погибшие, продолжительность ликвидации, трудоемкость восстановления нормального функционирования) наносят колоссальный урон обществу и государству. В табл. 1–3 приведена статистика аварий, случаев травмирования со смертельным исходом за период с 2013 по 2018 гг.

**Таблица 1. Статистика производственного травматизма со смертельным исходом и аварийности за 2013–2018 гг.**

№ п/п	Год	Количество аварий	Количество смертельно травмированных, чел.
1	2013	11	63
2	2014	8	26
3	2015	8	20
4	2016	8	56
5	2017	3	18
6	2018	5	17

**Таблица 2. Распределение аварий по видам за 2013–2018 гг.**

№ п/п	Вид аварии	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Взрыв (горение, вспышки) газа и угольной пыли	4	3		4		
2	Пожар	4	3	5	-/-/1		4/-/-
3	Горный удар	1					
4	Внезапный выброс угля, породы, газа					1/-/-	
5	Разрушение зданий, сооружений, тех. устройств						
6	Транспорт						
7	Электроток						
8	Машины и механизмы						
9	Падения						
10	Затопления горных выработок, прорыв воды, глины	1	1/-/-	1	1	-/-/1	
11	Обрушение горной массы, крепи	1	-/1/-	-/2/-	1/-/-	1/-/-	
12	Отравления, удушье						
13	Буровзрывные работы						1/-/-
14	Другие виды аварий и травм				1		
	<b>Итого:</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>5</b>

Примечание: количество аварий в дробном числе обозначает место возникновения аварии – подземные/открытые горные работы/поверхность.

**Таблица 3. Распределение несчастных случаев со смертельным исходом по травмирующим факторам за 2013–2018 гг.**

№ п/п	Вид аварии	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1.	Взрыв (горение, вспышки) газа и угольной пыли	27	2		36		
2.	Пожар						
3.	Горный удар						
4.	Внезапный выброс угля, породы, газа					1/-/-	
5.	Разрушение зданий, сооружений, тех. устройств	1/-/-	1/-/-				
6.	Транспорт	5/-/-		3/1/-	3/-/-	3/1/-	3/-/-
7.	Электроток	3/1/-	1/1/-	2/-/-		-/2/-	-/2/-
8.	Машины и механизмы	3/-/3	3/1/2	4/1/-	7/-/-	5/1/1	5/2/-
9.	Падения	1/1/-	3/1/1	-/1/1	-/1/-		

№ п/п	Вид аварии	2013	2014	2015	2016	2017	2018
10.	Затопления горных выработок, прорыв воды, глины	4/-/-	1	2/4/1		1/-/-	
11.	Обрушение горной массы, крепи	13/-/-	6/2/-		7/-/-	2/1/-	4/-/-
12.	Отравления, удушье						
13.	Буровзрывные работы						1/-/-
14.	Другие виды аварий и травм				1/1/-		
	Итого:	63	26	20	56	18	17

Примечание: количество аварий в дробном числе обозначает место возникновения аварии – подземные/открытые горные работы/поверхность.

Рассматривая представленные статистические данные, необходимо отметить положительную динамику по снижению количества аварий, при этом необходимо обратить внимание на нестабильную ситуацию с количеством смертельно травмированных. Следует отметить, что преобладающими видами аварий, приводящими к несчастным случаям со смертельным исходом, являются взрывы и пожары.

Необходимо отметить, что затраты на ликвидацию последствий пожаров на угольных шахтах составляют более 90 % от всех затрат, требуемых на ликвидацию всех остальных видов аварий [2].

Рудничные пожары можно условно разделить на две крупные группы: пожары в выработках (как подземные, так и наземные (например, при открытой добыче) и пожары на поверхности (пожары надшахтных построек, склады и т.п.). Первая группа подразделяется на: экзогенные (возникающие от внешних источников) и эндогенные (произошедшие в результате самовозгорания). Тушение пожара может осуществляться тремя основными способами:

- активный (непосредственное тушение пламени водой, инертными материалами, огнетушителями, заиливанием);
- пассивный (очаг пожара изолируется перемычками, предотвращающими доступ воздуха);
- комбинированный (подразумевает совместное использование вышеуказанных способов).

Учитывая, что грамотное предупреждение, выражающееся в оборудовании системами обеспечения пожарной безопасности, является залогом минимизации вероятности возникновения, в данной статье рассмотрен такой элемент системы, как пассивная огнезащита.

Пассивная огнезащита – это изолирование поверхности строительных конструкций и их элементов огнезащитными покрытиями, защищающее от воздействия открытого огня и теплового потока.

К горючим материалам, участвующим в строительстве и отделке шахт, преимущественно относится дерево. Это обусловлено дешевизной материала, его легкостью, долговечностью, морозоустойчивостью, низкой теплопроводностью, простотой в монтаже. При этом необходимо отметить такие отрицательные стороны, как высокие показатели по распространению пламени, токсичность, горючесть, дымообразующая способность.

В соответствии с требованиями [3] в шахтах должны применяться негорючие и трудногорючие вещества и материалы.

К наиболее часто применяемым способам пассивной огнезащиты древесины относят:

- глубокая пропитка элементов, методом окунания;
- покрытие поверхности огнезащитными лаками и красками;
- монтаж теплозащитных экранов;
- антипирирование.

На применение того или иного способа огнезащиты влияют многие факторы: условия эксплуатации элементов, места их расположения, функциональное назначение. Наиболее эффективным, низкзатратным, менее трудоемким является способ антипирирования – пропитки конструкций составами антипиренов. При этом существует две существенные отрицательные стороны в применение антипиренов: недолговечность сохранения огнезащитных свойств и несовместимость с некоторыми видами антисептических составов.

Недолговечность связана с условиями эксплуатации – повышенная влажность, меняющийся температурный режим, что приводит к снижению огнезащитной эффективности.

Все деревянные конструкции первоначально пропитываются антисептическими составами для исключения влияния окружающей среды (поражение плесневыми и другими грибами, древоточцами, воздействие влаги и температур), что приводит к невозможности дальнейшей их обработки некоторыми видами антипиренов в связи со снижением свойств одного и/или обоих материалов.

На данный момент оптимальным решением по исключению этих двух недостатков является применение огнебиозащитных составов. Огнебиозащита несет в себе не только противопожарные свойства, но и антисептический эффект. Наиболее эффективными огнебиозащитными составами отечественного производства в категории «цена-качество» являются:

- биопирены марки «МИГ®-09», марки «Pirilax®», марки «ОЗОН®-007» (производство ООО «НПО НОРТ») [4];
- огнебиозащитные составы марки «NEOMID» (производство ООО «NEOMID») [5];
- антисептик-антипирен «Родник» (производство ООО «НПО НОРТ») [6].

Основным пробелом в законодательной базе является то, что нормативные требования в области пожарной безопасности, предъявляемые к строительным конструкциям на рассматриваемых объектах, на данный момент отсутствуют.

## **Литература**

1. Ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. URL: [http://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_reports/](http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/) (дата обращения: 20.04.2020).
2. Алехин М.Ю., Янченко А.Ю., Крымский В.В. О прогнозировании экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций // Вестник Санкт-Петербургского ун-та ГПС МЧС России. 2012. № 2. С. 84–89.
3. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах»: приказ Федер. службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 19 нояб. 2013 г. № 550. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Огнебиозащита древесины. URL: <https://www.nort-udm.ru/catalog/ognebiozashchita-drevesiny/> (дата обращения: 22.04.2020).
5. Огнезащитные составы. URL: <https://www.neomid.ru/catalog/ognezashchitnye-sostavy/> (дата обращения: 22.04.2020).
6. Антисептик-антипирен «Родник». URL: <http://www.zaoutro.ru/catalog/ognezashchita-drevesiny/antiseptik-antipiren%20Rodnik.html> (дата обращения: 22.04.2020).

УДК 519.87

## **МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА ОБСЛЕДОВАНИЯ УЧАСТКОВ РАЙОНА ПОИСКА ОБЪЕКТА В ЗОНЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ**

**Н.В. Каменецкая, кандидат технических наук, доцент;**

**О.М. Медведева, кандидат технических наук, доцент;**

**Б.С. Шипеев.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрена возможность использования метода динамического программирования для моделирования процесса выработки управленческих решений в оперативной деятельности МЧС России. Предложена методика разработки оптимального плана обследования участков района поиска объекта в зоне чрезвычайной ситуации. Выработаны практические рекомендации для сокращения времени поиска.

*Ключевые слова:* поиск в зоне чрезвычайной ситуации, оптимизация, обнаружение, катастрофы, подразделения спасателей, динамическое программирование

## **TECHNIQUE FOR DEVELOPING AN OPTIMAL SURVEY PLAN FOR AREAS OF THE SEARCH AREA OF THE OBJECT IN THE EMERGENCY ZONE**

N.V. Kamenetskaya; O.M. Medvedeva; B.S. Shipeev.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The possibility of using the dynamic programming method for modeling the process of developing managerial decisions in the operational activities of EMERCOM of Russia is considered. A technique is proposed for developing an optimal survey plan for areas of the search region of the object in the emergency zone. Practical recommendations have been developed to reduce search time.

*Keywords:* search in the emergency area, optimization, detection, disaster, rescue units, dynamic programming

За последние несколько десятилетий возросли масштабность, частота и тяжесть техногенных катастроф как на суше, так и на море, с увеличением числа пострадавших. По данным Регистра судоходства Ллойда, ежегодно в мировом океане гибнет от 350 до 400 судов и 7–8 тыс. терпят значительные аварии. Человеческие жертвы, включая пропавших без вести, составляют от 10 до 20 тыс. чел. [1].

Документом, регулирующим организацию помощи терпящим бедствие при морских авариях и катастрофах, является принятая в 1979 г. Международная конвенция по поиску и спасению людей на море (САР-79) [2]. В нашей стране основными руководящими документами являются: постановление Правительства Российской Федерации от 26 августа 1995 г. № 834 «О плане взаимодействия федеральных органов исполнительной власти при проведении работ по поиску и спасению людей на море и в водных бассейнах РФ», приказ министра транспорта Российской Федерации от 20 августа 1999 г. № 57 «Об утверждении типовых положений о морском спасательно-координационном центре (МСКЦ) и морском спасательном подцентре (МСПЦ)», приказ от 7 июня 1999 г. № 32 «Об утверждении положения об организации аварийно-спасательного обеспечения на морском транспорте» [3–5]. Комплекс указанных документов и мероприятий предназначен для наиболее действенного и экстренного использования имеющихся сил в ходе обнаружения и спасения терпящих бедствие.

Статистика морских катастроф свидетельствует о том, что фактор времени для спасения пассажиров и экипажа играет чрезвычайно важную роль: от него зависит вероятность гибели судна и людей. Ещё более сложной проблемой является определение точного местоположения потерпевшего крушение или затонувшего судна в зоне катастрофы.

Разработка методики оптимального плана максимально быстрого обнаружения потерпевшего катастрофу объекта – задача, которую можно рассматривать как оптимизационную, а значит решаемую с помощью известных математических методов (методов исследования операций). Эта задача может быть сформулирована следующим образом: определить очерёдность обследования участков района поиска для обеспечения обнаружения объекта в зоне чрезвычайной ситуации (ЧС) в кратчайшие сроки.

Построим математическую модель для прогнозирования различных вариантов развития событий.

При получении сообщения об аварии или катастрофе судна определяется район поиска в зависимости от достоверных данных о первоначальном месте нахождения объекта. Район поиска определяется вокруг исходного места с учётом дрейфа от постоянного морского течения, ветрового и бокового сноса [1].

Пусть район, в котором достоверно находится объект поиска, например, затонувшее судно или потерпевший крушение авиалайнер, состоит из  $N = 5$  участков. Отряд спасателей, которому поручен поиск объекта, должен выполнить задачу максимально быстро. Исходными данными для отыскания оптимальной очерёдности обследования участков являются вероятности  $p_i$  пребывания объекта на  $i$ -ом участке, время  $T_{0i}$  перехода разведчика из исходного пункта к  $i$ -му участку, время  $T_{ij}$  перехода разведчика из  $i$ -го участка в  $j$ -й, среднее время  $T_i$  обследования  $i$ -го участка.

Участок считается обследованным либо при обнаружении объекта, если последний находится на этом участке, либо при констатации факта отсутствия объекта на обследуемом участке.

Для решения сформулированной задачи воспользуемся методом динамического программирования [6, 7]. Перейдём к составлению функционального уравнения.

Процесс планирования разобьём на этапы, число которых равно числу участков  $N$ . На  $n$ -ом этапе ( $n = 1, 2, \dots, N$ ) рассматривается очерёдность обследования последних  $n$  участков при условии, что первые  $N - n$  участков уже обследованы и объекта на них не оказалось. Из общего числа  $N$  участков можно составить  $C_N^n$  различных сочетаний  $n$  участков, которые могут оказаться последними. Обозначим номера участков, входящих в одно из таких сочетаний,  $a_1, a_2, \dots, a_{k-1}, a_k, a_{k+1}, \dots, a_n$ . Из  $n$  элементов может быть составлено  $n!$  последовательностей, различающихся порядковым номером хотя бы одного элемента. Однако метод динамического программирования позволяет ограничиться не всеми  $n!$  вариантами, а только  $n$  вариантами, отличающимися номером участка, обследуемого первым.

Обозначим через  $f_n^{(b_n)}(a_1, a_2, \dots, a_{k-1}, a_k, a_{k+1}, \dots, a_n)$  время обследования  $n$  участков за номерами  $a_1, a_2, \dots, a_{k-1}, a_k, a_{k+1}, \dots, a_n$  в очерёдности, обеспечивающей завершение их обследования в кратчайший срок. Верхним индексом  $b_n$  обозначен номер участка, который в оптимальной очерёдности должен быть обследован первым. Поскольку этот номер до составления плана неизвестен, то нужно перебрать все  $n$  вариантов выбора одного из участков в качестве первого.

Пусть первым обследуется участок за номером  $a_k$ . Для обследования этого участка потребуется в среднем  $T_{a_k}$  единиц времени. Если объекта на участке за номером  $a_k$  нет, то необходимо перейти к обследованию остальных  $n - 1$  участков за номерами

$a_1, a_2, \dots, a_{k-1}, a_{k+1}, \dots, a_n$ . При этом, согласно принципу оптимальности Беллмана программа (очередность) обследования остальных  $n - 1$  участков должна быть оптимальной, на что будет израсходовано  $f_{n-1}^{(b_{n-1})}(a_1, a_2, \dots, a_{k-1}, a_{k+1}, \dots, a_n)$  единиц времени. При этом будет израсходовано  $T_{a_k, b_{n-1}}$  единиц времени для перехода от участка  $a_k$  к участку  $b_{n-1}$ , который в оптимальной очередности последних  $n - 1$  участков должен обследоваться первым.

Вероятность того, что на участке за номером  $a_k$  объекта нет и, следовательно, он находится на одном из оставшихся необследованных  $n - 1$  участков, равна:

$$1 - \frac{P_{a_k}}{\sum_{i=1}^n P_{a_i}}.$$

Минимальное время обследования последних  $n$  участков равно:

$$f_n^{(b_n)}(a_1, \dots, a_n) = \min_{1 \leq k \leq n} \left\{ T_{a_k} + \left( 1 - \frac{P_{a_k}}{\sum_{i=1}^n P_{a_i}} \right) \cdot \left[ f_{n-1}^{(b_{n-1})}(a_1, a_2, \dots, a_{k-1}, a_{k+1}, \dots, a_n) + T_{a_k, b_{n-1}} \right] \right\}.$$

При этом  $b_n$  равно тому значению  $a_k$ , при котором достигается минимум.

Некоторые особенности существуют при  $n = 1$  и при  $n = N$ .

При  $n = 1$  имеется всего один вариант:

$$f_1^{(a_1)}(a_1) = T_{a_1}.$$

В случае  $n = N$  необходимо учесть ещё время прихода на участок, обследуемый первым.

### Пример определения очередности обследования участков района поиска объекта в кратчайшие сроки методом динамического программирования

Числовые значения исходных данных для рассматриваемого примера приведены в табл. 1 ( $p_i, T_{0i}, T_i$ ) и в табл. 2 ( $T_{ij}$ ).

Таблица 1

Номера участков ( $i$ )	1	2	3	4	5
$p_i$	0,2	0,1	0,4	0,1	0,2
$T_{0i}$	2,5	2	2,5	3	2,8
$T_i$	10	7	5	2	4

Таблица 2

$j \backslash i$	1	2	3	4	5
1	–	0,5	1	0,5	0,8
2	0,5	–	0,3	1,2	0,8
3	1	0,3	–	1,5	0,6
4	0,5	1,2	1,5	–	0,5
5	0,8	0,8	0,6	0,5	–



Время обследования двух последних, трёх последних, четырёх последних и всех участков приведено в табл. 3–6, в которых оптимальные очередности, соответствующие минимальному времени  $f_n^{(b_n)}$ , выделены жирным шрифтом.

Таблица 3

Номера участков ( $a_1, a_2$ )	Очередность обследования	$\tau_{k,2}$	Номера участков ( $a_1, a_2$ )	Очередность обследования	$\tau_{k,2}$
1 и 2	<b>1,2</b> 2,1	<b>12,48</b> 14,04	2 и 4	2,4 <b>4,2</b>	8,6 <b>6,1</b>
1 и 3	1,3 <b>3,1</b>	14,02 <b>8,63</b>	2 и 5	2,5 <b>5,2</b>	10,22 <b>6,57</b>
1 и 4	1,4 <b>4,1</b>	10,83 <b>9,04</b>	3 и 4	<b>3,4</b> 4,3	<b>5,7</b> 7,2
1 и 5	1,5 <b>5,1</b>	12,4 <b>9,4</b>	3 и 5	<b>3,5</b> 5,3	<b>6,52</b> 7,75
2 и 3	2,3 <b>3,2</b>	11,24 <b>6,46</b>	4 и 5	4,5 <b>5,4</b>	5,02 <b>4,83</b>

Таблица 4

Номера участков ( $a_1, a_2, a_3$ )	Очередность обследования	$\tau_{k,3}$	Номера участков ( $a_1, a_2, a_3$ )	Очередность обследования	$\tau_{k,3}$
1, 2 и 3	1, (2,3) 2, (3,1) <b>3, (1,2)</b>	15,33 14,65 <b>10,8</b>	1, 4 и 5	1, (4,5) 4, (5,1) <b>5, (1,4)</b>	13,38 9,92 <b>9,72</b>
1, 2 и 4	1, (2,4) 2, (4,1) <b>4, (1,2)</b>	13,3 14,68 <b>11,74</b>	2, 3 и 4	2, (3,4) <b>3, (4,2)</b> 4, (2,3)	11,98 <b>7,51</b> 8,61
1, 2 и 5	1, (2,5) 2, (5,1) <b>5, (1,2)</b>	14,42 15,16 <b>11,97</b>	2, 3 и 5	2, (3,5) <b>3, (5,2)</b> 5, (2,3)	12,87 <b>8,08</b> 9,01
1, 3 и 4	1, (3,4) <b>3, (4,1)</b> 4, (1,3)	14,78 <b>9,53</b> 10,68	2, 4 и 5	2, (4,5) 4, (5,2) <b>5, (2,4)</b>	11,22 7,33 <b>7,3</b>
1, 3 и 5	1, (3,5) <b>3, (5,1)</b> 5, (1,3)	15,64 <b>10,0</b> 10,92	3, 4 и 5	<b>3, (4,5)</b> 4, (5,3) 5, (3,4)	<b>7,34</b> 8,9 8,47

Таблица 5

Номера участков ( $a_1, a_2, a_3, a_4$ )	Очередность обследования	$\tau_{k,4}$	Номера участков ( $a_1, a_2, a_3, a_4$ )	Очередность обследования	$\tau_{k,4}$
1, 2, 3 и 4	1, (2,3,4) 2, (3,4,1) <b>3, (4,1,2)</b> 4, (1,2,3)	16,38 15,6 <b>11,62</b> 12,76	1, 2, 4 и 5	4, (5,1,2) <b>5, (1,2,4)</b>	12,35 <b>12,2</b>
1, 2, 3 и 5	1, (2,3,5) 2, (3,5,1) <b>3, (5,1,2)</b> 5, (1,2,3)	17,08 16,17 <b>12,04</b> 12,89	1, 3, 4 и 5	1, (3,4,5) <b>3, (4,5,1)</b> 4, (5,1,3) 5, (1,3,4)	16,5 <b>10,78</b> 12,24 11,9
1, 2, 4 и 5	1, (2,4,5) 2, (4,5,1)	15,43 15,73	2, 3, 4 и 5	2, (3,4,5) <b>3, (4,5,2)</b> 4, (5,2,3) 5, (2,3,4)	13,69 <b>8,95</b> 10,38 10,08

Таблица 6

Номера участков ( $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ )	Очередность обследования	$\tau_{k,5} + T_{0,a_k}$
1, 2, 3, 4 и 5	1, (2, 3, 4, 5)	20,46
	2, (3, 4, 5, 1)	18,97
	<b>3, (4, 5, 1, 2)</b>	<b>15,18</b>
	4, (5, 1, 2, 3)	17,19
	5, (1, 2, 3, 4)	16,58

Проследим порядок заполнения одной из строк в приведённых таблицах. Для набора участков 1, 2, 3 и 5 (табл. 5) первым может обследоваться любой из этих четырёх участков. Пусть первым будет обследоваться третий участок, на что требуется 5 единиц времени. Вероятность того, что в нём нет объекта поиска, равна:

$$1 - \frac{p_3}{p_1 + p_2 + p_3 + p_5} = 1 - \frac{0,4}{0,9} = 0,56.$$

Эта вероятность рассчитывается из условия, что остальные участки, не входящие в данный набор (в нашем примере – четвёртый участок), уже обследованы, и объекта в них не оказалось.

С вероятностью 0,56 нет объекта и на третьем участке, тогда надо обследовать остальные три участка – 1, 2 и 5. Оптимальная очередность обследования этих трёх участков приведена в табл. 4. Это очередность **5, (1, 2)**, а минимальное время обследования  $f_3^{(5)}(1, 2, 5) = 11,97$ . Кроме того, на переход с третьего участка на пятый будет затрачено  $T_{3,5} = 0,6$  ед. времени. Поэтому для обследования участков 1, 2, 3 и 5, если начать с третьего, а остальные обследовать в оптимальной очередности, потребуется затратить  $5 + 0,56(11,97 + 0,6) = 12,04$  ед. времени.

Оптимальная программа обследования для всех пяти участков получилась следующая: **(3, 4, 5, 1, 2)**. Такая очередность обеспечивает обнаружение объекта за минимальное (в среднем) время, равное **15,18** ед. времени.

В рассмотренной задаче пришлось просчитать довольно много (75) вариантов, хотя и значительно меньше, чем при полном переборе всех возможных очередностей, число которых равно  $5! = 120$  при  $N=5$ . Преимущество метода динамического программирования перед полным перебором резко возрастает с увеличением числа участков  $N$ . Можно показать, что число вариантов для метода динамического программирования равно  $N(2^{N-1} - 1)$ , то есть оно равно 75 при  $N=5$  и 5110 при  $N=10$ . Если при  $N=5$  число вариантов благодаря применению динамического программирования уменьшается в 1,6 раза, то при  $N=10$  оно уменьшается в 710 раз. Тем не менее и метод динамического программирования требует перебора довольно большого числа вариантов при большом  $N$ . При  $N=20$  требуется перебрать девятнадцатизначное число вариантов при полном переборе (так как  $20! = 2432902008176640000$ ) и только семизначное число  $20(2^{19} - 1) = 5242860$  – в методе динамического программирования. Хотя это число намного меньше, но и оно тоже очень велико.

Поэтому естественно стремление к приближённым методам отыскания очередностей, близких к оптимальной. Экспериментально на различных примерах с разными исходными данными можно показать, что если пренебречь различием во времени перехода из исходного пункта на тот или иной участок и во времени перехода из одного участка в другой, а считать главными параметрами вероятности  $p_i$  пребывания объекта на  $i$ -том участке и время  $T_i$  обследования  $i$ -го участка, то первым в любом наборе участков должен быть участок, для

которого отношение  $\frac{P_i}{T_i}$  имеет наибольшее значение. Отсюда следует простой способ отыскания очередности обследования, близкой к оптимальной. Этой очередности соответствует расположение в убывающем порядке отношений  $\frac{P_i}{T_i}$ . В примере, который приведён в статье, эти отношения равны:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{0,2}{10} = 0,02; \quad \frac{P_2}{T_2} = \frac{0,1}{7} = 0,014; \quad \frac{P_3}{T_3} = \frac{0,4}{5} = 0,08;$$
$$\frac{P_4}{T_4} = \frac{0,1}{2} = 0,05; \quad \frac{P_5}{T_5} = \frac{0,2}{4} = 0,05.$$

В порядке убывания этих отношений номера участков приобретают очередность обследования **3, 4, 5, 1, 2** или **3, 5, 4, 1, 2**. Первая из этих очередностей совпадает с найденной выше оптимальной очередностью, учитывающей различие в величинах  $T_{0i}$  и  $T_{ij}$  для различных  $i$  и  $j$ . Можно показать, что вторая из этих очередностей по времени, затрачиваемому на обнаружение объекта, будет лишь незначительно уступать оптимальной очередности. Наличие двух решений в примере связано с тем, что на одном из этапов динамического программирования, а именно на этапе рассмотрения тройки участков 2, 4 и 5 в табл. 4 получилось два почти равных оптимальных решения 7,3 и 7,33, из которых было выбрано одно. При выборе значения 7,33 мы бы пришли ко второй очередности **3, 5, 4, 1, 2**, равнозначной первой, полученной в приведённом примере.

В статье рассмотрена возможность применения метода динамического программирования для разработки оптимального плана обследования участков района поиска объекта в зоне бедствия на море. Эта методика может быть непосредственно использована также для поиска самолета, потерпевшего аварию в труднодоступных районах на суше.

Вообще динамическое программирование может применяться при решении широкого круга задач оперативной деятельности МЧС России, требующих осуществления пошагового поиска оптимального варианта управленческого решения, например, таких, как планирование мероприятий на проведение взрывных работ на реках в паводковый период [8], распределение финансовых средств в интересах эффективной организации радиосвязи [9] и многих других.

### Литература

1. Дунаевский Е.Я., Жбанов А.В. Спасение на море. М.: Транспорт, 1991. 143 с.
2. Международная конвенция по поиску и спасению на море 1979 г. (САР-79) с поправками 2004 г. СПб: ЗАО ЦНИИ МФ, 2005. Вып. 12, серия «Для судовладельцев и капитанов». 38 с.
3. Об утверждении положения об организации аварийно-спасательного обеспечения на морском транспорте: приказ министра транспорта Рос. Федерации от 7 июня 1999 г. № 32. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Об утверждении типовых положений о морском спасательно-координационном центре (МСКЦ) и морском спасательном подцентре (МСПЦ): приказ министра транспорта Рос. Федерации от 20 авг. 1999 г. № 57. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. О плане взаимодействия федеральных органов исполнительной власти при проведении работ по поиску и спасению людей на море и в водных бассейнах Рос. Федерации: постановление правительства Рос. Федерации от 26 авг. 1995 г. № 834. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Наука, 2009. 207 с.
7. Динер И.Я. Исследование операций. Л.: ВМА, 1969. 605 с.
8. Каменецкая Н.В., Медведева О.М., Хитов С.Б. Математическое моделирование при планировании мероприятий на проведение взрывных работ на реках в паводковый период // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 6-1. С. 22–27.
9. Каменецкая Н.В., Медведева О.М., Хитов С.Б. Моделирование процесса распределения финансовых средств в интересах эффективной организации радиосвязи в МЧС России // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2018. № 1 (25). С. 22–28.



---

---

# ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

---

---

УДК 378.147.34

## К ВОПРОСУ О СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

**О.М. Троянов, кандидат военных наук, доцент;  
Д.А. Елисеев, кандидат педагогических наук.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Приводятся организационные и методические приемы подготовки и проведения в дистанционном обучении нетрадиционной формы семинарского занятия, особенности семинара-игры. Также показаны отдельные рекомендации по подготовке и проведению веб-семинаров.

*Ключевые слова:* дистанционное обучение, веб-семинар в рефератно-докладной форме, веб-семинар в вопросно-ответной форме, семинар-игра, веб-семинар-игра, организационные и методические приемы и особенности

## ON THE ISSUE OF MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN DISTANCE LEARNING

O.M. Troyanov; D.A. Eliseev.  
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article presents organizational and methodological methods for preparing and conducting non-traditional forms of seminar classes in distance learning, and features of the seminar-game. The article also shows some recommendations for preparing and conducting web seminars.

*Keywords:* distance learning, web-seminar in abstract-report form, web-seminar in question-and-answer form, seminar-game, web-seminar-game, organizational and methodological techniques and features

В настоящее время, с внедрением в образовательный процесс высшей школы федеральных Государственных образовательных стандартов последнего поколения, реализующих комплексный компетентностный подход, методическая работа в высших учебных заведениях получила мощный импульс к поиску и использованию инновационных образовательных технологий.

Сегодня стремительно развивающаяся и расширяющаяся область необходимых для полноценной практической деятельности специалистов подразделений Государственной противопожарной службы (ГПС) предметных знаний обусловила, во-первых, необходимость формирования компетенций, соответствующих современной практике. Во-вторых, компетентностный подход, в свою очередь, предопределил использование в образовательном процессе современных активных методов формирования компетенций, которые, как правило, не исключая репродуктивный уровень восприятия учебного материала, базируются

на взаимодействии обучающихся на учебных мероприятиях, переводя их деятельность на эвристический и даже творческий уровень.

Здесь не без оснований можно отметить, что современная учебно-лабораторная база, техническое оснащение образовательного процесса в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России, включающее информационную, технологическую, организационную, коммуникационную и методическую составляющие, позволяет с высокой эффективностью использовать дистанционные формы обучения.

В методических пособиях, разработанных в университете, в которых рассматриваются вопросы по организации и методике проведения основных видов занятий, достаточно широко представлен семинар (от латинского *seminarium* – рассадник знаний) как один из основных методов обсуждения учебного материала, когда может достигаться эвристический и творческий уровень обучения.

Семинар в настоящее время не является некой «застывшей» формой учебных занятий. Семинар сегодня в образовательном процессе характеризуется широким спектром разновидностей со своими особенностями проведения. К традиционным разновидностям семинарских занятий, как правило, относят:

- семинар с элементами проблемности;
- семинар с использованием «сократовского» метода обучения;
- семинар с использованием метода «мозговой атаки»;
- семинар с использованием метода «круглого стола»;
- семинар с использованием метода анализа конкретных ситуаций (стандартной ситуации, экстремальной ситуации, ситуации-упражнения, ситуации-иллюстрации, ситуации-проблемы, ситуации-оценки и т.п.).

Традиционно семинары подразделяются на текущие и итоговые в соответствии с предназначением. По порядку отработки (обсуждения) учебного материала семинары, как правило, могут проводиться в рефератно-докладной форме, вопросно-ответной форме, смешанной форме.

Рефератно-докладная форма семинарского занятия, которая предполагает по каждому учебному вопросу заслушивание в начале его обсуждения реферата или доклада, подготовленного одним из обучающихся, после чего организуется развернутая беседа или дискуссия, без особых трудностей реализуется в дистанционном обучении в форме вебинара (веб-семинара). Здесь преподаватель, ведущий веб-семинар, дает возможность обучающемуся выполнить доклад по первому вопросу и далее последовательно каждому обучающемуся участнику дискуссии выступить по первому вопросу (рис. 1). Обсуждение вопроса должно обязательно заканчиваться кратким подведением итогов, которое проводит преподаватель. Таким образом, обсуждаются все учебные вопросы веб-семинара. Этот вариант является достаточно распространенной формой дистанционного обучения.

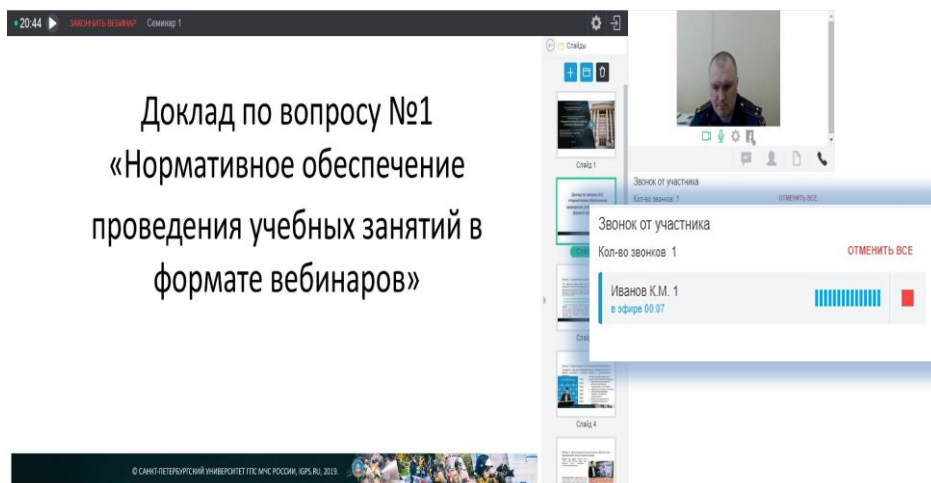


Рис. 1. Звонок обучающегося ведущему веб-семинара

При подготовке веб-семинара в рефератно-докладной форме целесообразно поручать обучающимся заблаговременно разрабатывать материалы рефератов или докладов и предъявлять их преподавателю для проверки и составления эффективного плана проведения веб-семинара. Как правило, рефераты или доклады на веб-семинары должны разрабатываться в виде презентаций.

Вопросно-ответная форма семинара предполагает обсуждение каждого учебного вопроса. Начинать вопросно-ответный семинар целесообразно с краткого выступления одного из обучающихся, который назначается преподавателем (учитывается инициатива обучающихся) заблаговременно в задании на подготовку к семинару или по выбору преподавателя непосредственно при проведении семинара. Далее организуется беседа. Основные участники беседы могут также назначаться преподавателем с учетом инициативы обучающихся заблаговременно в задании на подготовку к семинару или по выбору преподавателя непосредственно при проведении семинара. Если в ходе беседы возникли противоречия или возражения по отдельным обсуждаемым положениям учебных вопросов, возможен переход к дискуссии.

Заблаговременная подготовка веб-семинара в вопросно-ответной форме, включающая разработку обучающимися как основных выступлений, так и выступлений для беседы, должна преимущественно предполагать оформление соответствующих по содержанию и объему презентаций. Кроме того, при составлении плана веб-семинара в вопросно-ответной форме разработки обучающихся должны проверяться преподавателем и при необходимости корректироваться обучающимися. Обучающимся для выступлений преподаватель передает роль ведущего (рис. 2). Веб-семинар в вопросно-ответной форме является динамичной формой, требующей и от преподавателя, и от обучающихся повышенной внимательности. Обучающиеся должны стремиться понятно и, главное, кратко излагать свои аргументы, выводы, знания по учебным вопросам семинара.

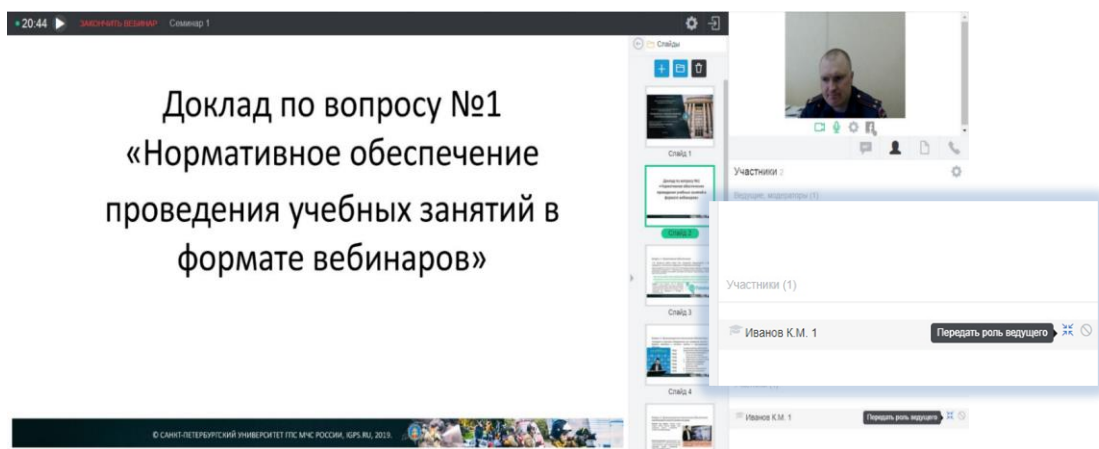


Рис. 2. Передача обучающемуся роли ведущего

Кроме традиционных форм семинарских занятий в дистанционном обучении могут и должны применяться и другие более активные формы семинара. Такой формой может быть, например, семинар-игра. Свое название семинар-игра получил по доминирующему – игровому методу усвоения (обсуждения) учебных материалов.

Семинар-игра характеризуется определенными методическими и организационными особенностями. Очень важно правильно учитывать эти особенности в дистанционном обучении при подготовке и проведении веб-семинара-игры.

Во-первых, семинар-игра, как отмечалось, относится к активной, игровой форме учебных занятий. Основу семинара-игры составляет игровой метод усвоения учебного материала изучаемой темы, игровое его обсуждение или игровая дискуссия.

Во-вторых, семинары-игры должны проводиться с хорошо подготовленной аудиторией, так как эта форма учебного мероприятия предполагает определение ролей, в которых будут находиться обучающиеся на занятии. Высокая организационно-методическая подготовка преподавателя, знания и умения в области информационных технологий, хорошие знания обучающихся являются факторами, определяющими успешность проведения веб-семинара-игры.

В-третьих, семинар-игра требует четкого определения предмета и правил игры, их соответствующего понимания всеми участниками этой формы занятия. Такое понимание приобретает еще более важное значение при подготовке и проведении веб-семинара-игры.

В-четвертых, семинары-игры, веб-семинары-игры должны проводиться преимущественно как подготовительные учебные занятия перед предстоящими сложными формами учебных занятий, например, такими, как деловые игры, командно-штабные игры (учения).

Семинар-игра непростая форма учебного занятия. Эта форма требует более развернутого организационно-методического обеспечения. Поэтому в данной статье семинар-игра раскрывается более подробно. Тем более, что семинар-игра в методических пособиях, разработанных в университете, в которых рассматриваются вопросы по организации и методике проведения основных видов занятий, не представлена.

Предметом семинара-игры является содержание учебного материала, подлежащего углубленному изучению и обсуждению. Предметом игры должен быть тот учебный материал, который непосредственно связан с будущей деятельностью обучающихся в подразделениях МЧС России или по которому в практической или научной сфере существуют в определенной мере отличные точки зрения или взгляды.

Роли на семинаре-игре определяются, в первую очередь, задачами профессиональной деятельности, которые должен будет решать обучающийся в соответствии с видами профессиональной деятельности, которые, в свою очередь, определяются приобретаемыми в процессе обучения компетенциями, то есть соответствующими способностями применять знания, умения, опыт и личные качества в будущей деятельности. Роли на семинаре-игре конкретизируются перечнем компетенций, которые формируются в процессе изучения дисциплины, по учебному материалу которой проводится семинар-игра или веб-семинар-игра. Семинар-игра или веб-семинар-игра может готовиться и проводиться без привязки к конкретным будущим обязанностям обучающегося, а для углубленного изучения отдельных учебных материалов. Для организации и проведения такого семинара-игры или веб-семинара-игры обучающиеся могут назначаться на роли организатора дискуссии, докладчика, визуализатора, эксперта-анализатора, провокатора (лица, провоцирующего дискуссию), оппонента, критика, конформиста, исследователя и др.

При подготовке к занятию обучающиеся должны изучить задание на семинар, свои обязанности по игре, рекомендованную литературу, а также содержание доклада, подготовленного одним из обучающихся учебной группы, исполняющим роль докладчика на семинаре. На основе изучения перечисленных материалов каждый обучающийся-участник семинара-игры (веб-семинара-игры) должен подготовить материалы в соответствии со своей игровой ролью (в соответствии со своими обязанностями на семинаре) для краткого выступления. При подготовке к веб-семинару-игре всем обучающимся – участникам семинара целесообразно готовить свои ролевые (учебные) материалы, в том числе в виде соответствующих по содержанию и объему презентаций.

В зависимости от количества игровых ролей семинары-игры или веб-семинары-игры могут быть двухролевыми и многоролевыми. На двухролевом семинаре-игре (веб-семинаре-игре) к обязательной роли докладчика может быть добавлена роль оппонента или другая роль.

По количеству игровых (играющих) сторон семинары-игры (веб-семинары-игры) могут быть односторонними, двусторонними и многосторонними. Количество игровых ролей и играющих сторон на семинаре определяет преподаватель, исходя из состава учебной



группы и уровня подготовленности обучающихся по изучаемой теме. При этом должен учитываться характер учебного материала, время, отводимое на подготовку и проведение семинара, а также количество преподавателей, которые могут участвовать в разработке необходимых учебно-методических материалов. Здесь важно отметить то, что для руководства и эффективного проведения сложных многоролевых и многосторонних семинаров-игр (веб-семинаров-игр), особенно в качестве подготовительных учебных занятий, например перед деловыми играми или командно-штабными играми (учениями), может потребоваться два преподавателя (рис. 3).

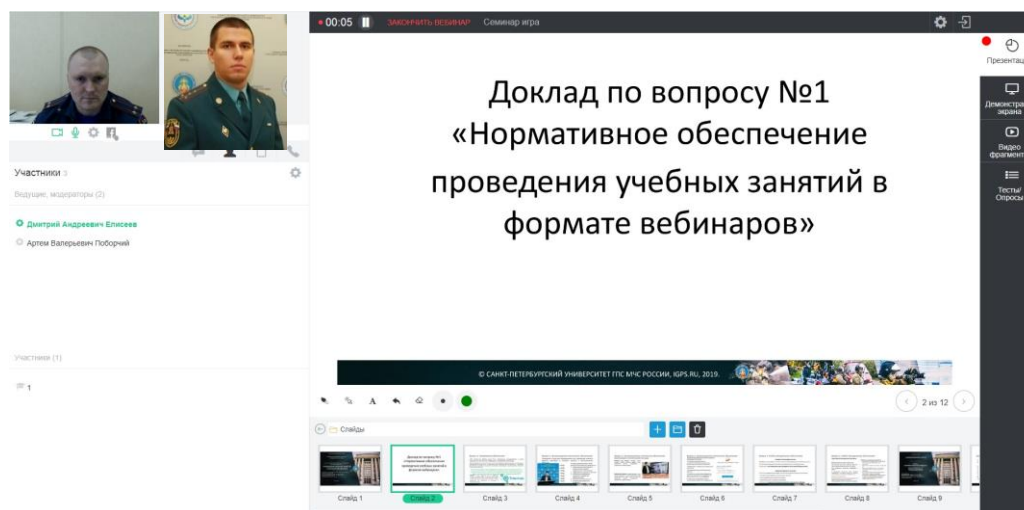


Рис. 3. Проведение семинара-игры

Правила игры на семинаре-игре (веб-семинаре-игре) определяют нормы поведения всех участников учебного занятия, включая преподавателей. Правила игры должны неуклонно соблюдаться в ходе семинара-игры (веб-семинара-игры) всеми участниками. Правила игры устанавливаются ведущим преподавателем и должны быть направлены на то, чтобы розыгрыши или игровые дискуссии были целенаправленными, содержательными, управляемыми и обязательно обеспечивали достижение поставленных на занятии целей (учебных и воспитательных).

На относительно простых семинарах-играх (веб-семинарах-играх) обсуждение учебного материала начинается с заслушивания основного доклада. После этого организуется игровая дискуссия, по возможности с участием всех обучающихся учебной группы. При этом игровая дискуссия предполагает краткие выступления участников игры и их ответы на возникшие вопросы обучающихся и преподавателя. Игровая дискуссия должна предполагать выступления обучающихся, которые не были охвачены конкретными игровыми ролями. Обязательным требованием проведения веб-семинаров-игр должно быть сопровождение докладов и выступлений соответствующими презентациями.

Затруднительно рекомендовать временные параметры докладов и выступлений. Однако для ориентира можно использовать следующие временные характеристики: на основной доклад должно отводиться примерно 10–15 мин, на выступления участников розыгрышей – примерно 5–7 мин, на выступления других обучающихся – примерно до 5 мин.

На двустороннем семинаре-игре (веб-семинаре-игре) вначале целесообразно заслушивать оба основных доклада от обеих сторон и далее организовывать дискуссию по их обсуждению. В ходе дискуссии каждая сторона (каждая учебная группа, если игровые стороны представлены двумя учебными группами) должна будет доказать преимущества своих вариантов решений обсуждаемых проблем или своих вариантов ответов на обсуждаемые вопросы. Такая игровая организация и методика проведения семинара-игры или веб-семинара-игры позволит не только углубить знания, но и существенно расширить

границы знаний по учебному материалу, вынесенному на занятие, границы знаний в изучаемой области.

Преподаватель в ходе семинара-игры или веб-семинара-игры должен стимулировать дискуссию, выступая при необходимости или в роли оппонента, или в роли провокатора, или в роли конформиста, или в другой роли, соответствующей учебной ситуации. Преподаватель должен четко формулировать задаваемые вопросы, затрачивая минимальное время на свои выступления. При этом лучшим способом следует считать такой, когда вопросы преподавателя являются, по сути, подыгрыванием для одной из сторон обучающихся.

В процессе всего семинара-игры или веб-семинара-игры преподаватель должен фиксировать сущность докладов и выступлений, вопросов и ответов обучающихся, постоянно следить за полнотой и глубиной розыгрыша обсуждаемых вопросов (проблем), оперативно и грамотно использовать различные, соответствующие учебной ситуации, организационные и методические приемы для эффективной работы обучающихся на занятии.

Общая оценка работы обучающихся на семинаре-игре или веб-семинаре-игре должна формироваться с учетом оценки за знание необходимого учебного материала и оценки за способность действовать в своей роли на эвристическом или творческом уровне.

В заключении отметим, что конкретные рекомендации по подготовке и проведению различных форм учебных занятий в дистанционном обучении с применением информационных технологий еще требуют серьезной проработки.

### **Литература**

1. Деловая игра в обучении: научно-практическое пособие / В.Н. Ванюшин [и др.]. Дзержинск.: Дзержинский филиал РАНХиГС, 2015. 131 с.
2. Петров В.Н., Куликов Е.М. Игровые формы семинарских занятий // Социологические исследования. 2010. № 5. С. 128–133.
3. Латышев О.М., Григорьев В.К. Методика работы преподавателя по организации и проведению различных видов занятий: учеб. пособие. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2010. 51 с.
4. Вайндорф-Сысоева М.Е., Грязнова Т.С., Шитова В.А. Методика дистанционного обучения: учеб. пособие для вузов / под общ ред М. Е. Вайндорф-Сысоевой. М.: Изд-во Юрайт, 2018. 194 с.

УДК 614.846.63

## **О МЕТОДАХ СРАВНЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОЖАРНЫХ АВТОЦИСТЕРН**

**М.В. Кичигин;**

**А.С. Поляков, доктор технических наук, профессор.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Проведен сравнительный анализ методик определения качества пожарных автоцистерн. Актуальность вопроса вызвана необходимостью регулярного мониторинга свойств пожарных автоцистерн на протяжении всего срока службы. Комплекс современного технологического оборудования пожарных автоцистерн должен обладать стабильными параметрическими характеристиками и функциональными способностями по тушению пожаров.

Для проведения оценки качества допускаемого к работе оборудования, необходим единый стандартный метод.

*Ключевые слова:* стандартизация, автоцистерна, параметр, характеристики, технологическое оборудование

## ABOUT METHODS FOR COMPARING THE QUALITY OF FIRE TANKERS

M.V. Kichigin; A.S. Polyakov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article presents a comparative analysis of methods for determining the quality of fire tankers. The relevance of the issue is caused by the need for regular monitoring of the properties of the fire tankers throughout the entire service life. The complex of modern technological equipment of the fire tankers must have stable parametric characteristics and functional abilities to extinguish fires.

A single standard method is required to evaluate the quality of the equipment allowed to operate.

*Keywords:* standardization, tanker, parameter, characteristics, technological equipment

Согласно международным требованиям, качество продукции и услуг определяется их способностью удовлетворять потребителей и соответствующие заинтересованные стороны. Качество продукции и услуг включает не только выполнение функций в соответствии с назначением и их характеристики, но также и воспринимаемую ценность и выгоду для потребителя [1].

Стандартизация в Российской Федерации направлена на повышение качества продукции, выполнения работ, оказания услуг и повышение конкурентоспособности продукции российского производства [2].

Наряду с другими требованиями, законодательно предусмотрено [3], что техническая документация должна содержать:

- информацию для обучения персонала правилам эффективного применения пожарной техники;
- правила испытаний параметров пожарной техники на соответствие требованиям по методам, установленным нормативными документами по пожарной безопасности.

### Методы сравнения качества

Одной из основных задач материально-технического обеспечения системы МЧС России является организация технически правильной эксплуатации техники и поддержание ее в постоянной готовности к применению по назначению [4, 5], которая организуется его территориальными органами (Главными Управлениями административно-территориальных единиц России).

Основным показателем готовности техники подразделений к применению по назначению является качество, определяемое, главным образом, ее исправностью и надежностью.

Применительно к озаглавленной теме статьи это означает, что качество пожарных автоцистерн (АЦ) не является постоянной величиной. Оно может быть разным на соответствующих этапах эксплуатации. Более того, новые образцы однотипных АЦ, но разных производителей могут различаться метрологическими характеристиками [6]. Из этого следует, что необходимы методики определения и сравнения качества пожарных автоцистерн, в первую очередь, по их главным параметрам.

Главными параметрами АЦ, определяющими их эффективность, являются вместимость (величина запасов) и подача насоса. По величине вместимости различают несколько видов АЦ с емкостями до 2 м<sup>3</sup>; от 2 до 5 м<sup>3</sup>; от 5 до 8 м<sup>3</sup> и свыше 8 м<sup>3</sup> [7]. Показатели насоса стандартизированы, исходя из скорости подачи огнетушащего вещества: 20 л/с; 40 л/с; 70 л/с и 100 л/с [7].

Существуют дополнительные параметры (включая тип базового шасси, вид модели и подобные им), которые могут модифицироваться в зависимости от производителя и особенностей эксплуатационного назначения АЦ.

При обосновании требований показателей назначения выполняют расчеты, связанные с допускаемыми отклонениями параметров от установленных норм, включая [6, 7]:

- вместимость цистерны;
- массу пенообразователя (в зависимости от его производителя и химического состава);
- номинальное число оборотов для подачи насоса;
- забор воды вакуумной системой с высоты;
- подачу с максимальной геометрической высоты всасывания;
- расход водяного, пенного и лафетного стволов;
- углы свеса;
- габаритные размеры АЦ (в том числе, требования к размеру шасси и его соответствие колесной базе пожарного автомобиля-тягача).

Поскольку в статье речь идет о стандартизации сравнения качества, необходимо прийти к единой методике оценки совокупности свойств, которые обуславливают способность функциональной работы оборудования на разных уровнях рассмотрения.

Для оценивания основных вышеперечисленных параметров применяют интегральные, комплексные и единичные показатели [8–10].

Интегральные показатели качества отражают суммарный полезный эффект от эксплуатации изделия и возможные затраты на его изготовление. В данном случае для АЦ его вычисляют по формуле:

$$j_c = \frac{\pi_{\Sigma}}{Z_c \varphi(f') + Z_3},$$

где  $j_c$  – интегральный показатель суммарного эффекта от эксплуатационного изделия;  $Z_c$  – суммарные капитальные затраты на производство изделия;  $Z_3$  – суммарные годовые эксплуатационные затраты;  $\varphi(f')$  – поправочный коэффициент.

Как правило, этот показатель применяют на этапе производства АЦ, когда решают вопрос о целесообразности и будущности их применения.

На этапе эксплуатации, когда производственные затраты уже давно сделаны и, как правило, неизвестны, задачу оценки **величины**  $j_c$  следует выполнять только с учетом суммарных годовых эксплуатационных затрат ( $Z_3$ ). В работах [9, 10] показано, что этой цели соответствуют комплексные показатели, обобщающие единичные показатели АЦ:

$$\pi_{насоса} = \frac{h \cdot p \cdot Q \cdot t^3}{m \cdot d}; \quad \pi_{шасси} = \frac{M \cdot v^3 \cdot V \cdot L}{N \cdot T^2 \cdot D}; \quad \pi_{АЦ} = \frac{h \cdot p \cdot Q \cdot t^3 \cdot M \cdot v^3 \cdot V \cdot L}{m \cdot d \cdot N \cdot T^2 \cdot D}.$$

В этих уравнениях соответствующими символами обозначены все основные нормируемые параметры АЦ.

Для оценки и сравнения качества АЦ в условиях эксплуатации более понятны и удобны единичные показатели, которые рассчитываются по формуле (1):

$$q_i = \frac{F_i}{F_v}, \quad (1)$$

где  $q_i$  – единичный  $i$ -показатель качества;  $i$  – количество оцениваемых показателей качества;  $F_i$  – значение оцениваемого  $i$ -показателя качества;  $F_v$  – значение оцениваемого базового  $v$ -показателя качества.

Формула (1) удобна для сравнения базового и оцениваемого образцов, особенно если результаты расчетов представлены (для наглядности) графически.

Далее в статье использованы фактические данные о наличии и качественном состоянии АЦ Главного управления МЧС России по Иркутской области (на июнь 2020 г.). Всего территориальный орган МЧС России имеет 208 автоцистерн, из которых 167 единиц (80,3 %) находятся в боевом расчете, остальные (19,7 %) – неисправны (9 единиц).

Качественный состав АЦ боевого расчета отражен на рис. 1.

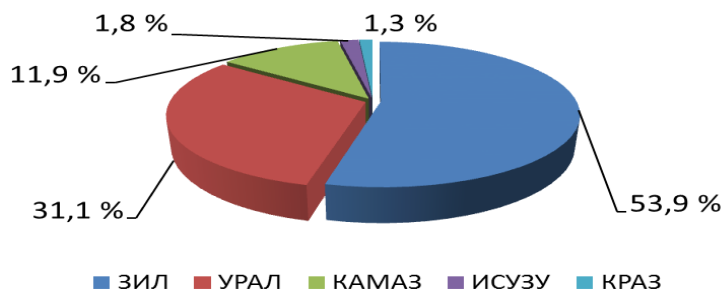


Рис. 1. Распределение исправных автоцистерн по маркам шасси

По годам выпуска автоцистерны распределились следующим образом (рис. 2):

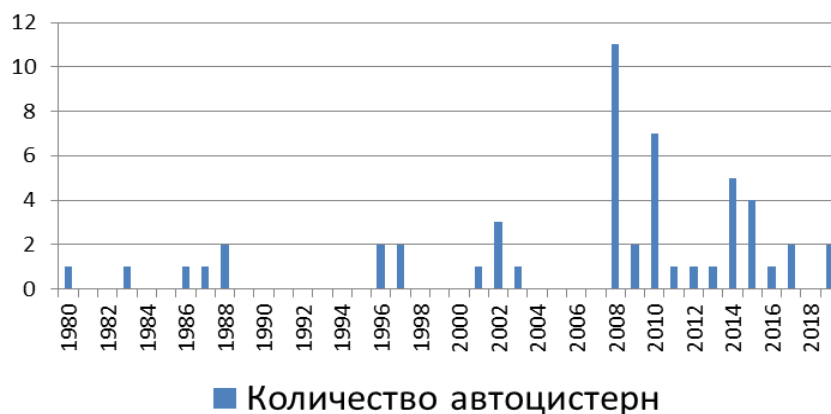


Рис. 2. Распределение автоцистерн по годам выпуска

Автоцистерны марки УРАЛ, стоящие на вооружении, изготовлены производителем на разных моделях шасси (рис. 3).

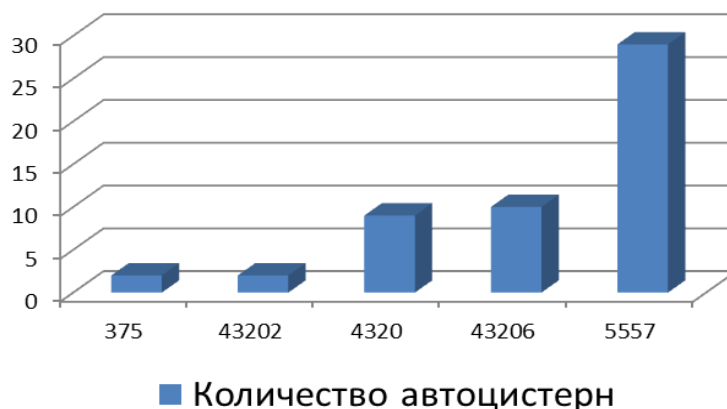


Рис. 3. Распределение автоцистерн по моделям шасси

В связи с этим за базовый образец взята пожарная автоцистерна 2019 г. выпуска марки УРАЛ АЦ 6,0-70 (на базе шасси 5557), качество которой сравнивается с пожарной автоцистерной УРАЛ АЦ-5,5-40 (тоже на базе шасси 5557). Обе сравниваемые модели, согласно действующим нормативным документам, относятся к одной категории автоцистерн.

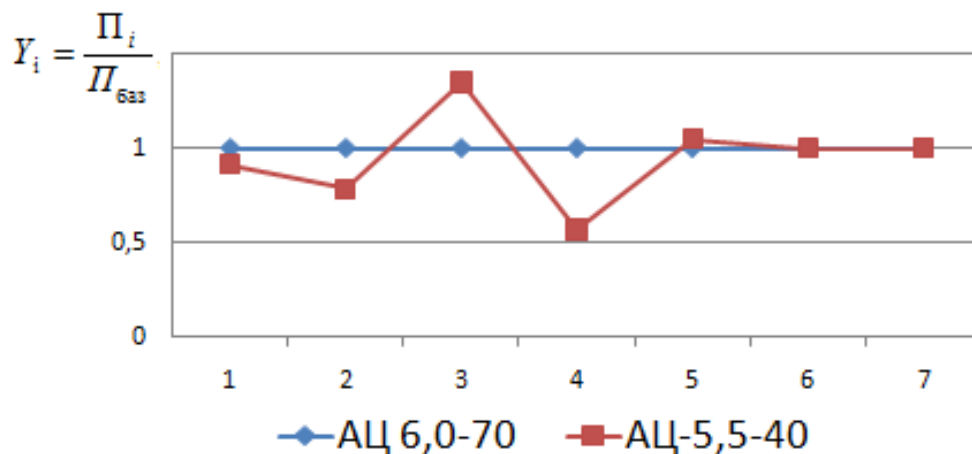


Рис. 4. Изменение показателей качества

На рис. 4 представлены показатели АЦ на номинальном режиме: 1 – вместимость воды (м<sup>3</sup>); 2 – вместимость пенообразователя (м<sup>3</sup>); 3 – номинальная частота вращения вала (об/мин); 4 – подача насоса (л/с); 5 – напор насоса (м); 6 – наибольшая геометрическая высота всасывания (м); 7 – время (с) всасывания с наибольшей геометрической высоты.

При сравнении выбранных моделей следует: по двум показателям (№ № 6, 7) оцениваемая АЦ находится на уровне базового образца, по двум показателям (№ № 3, 5) – превосходит его и по трем показателям (№ № 1, 2, 4) – ниже базового.

Если же оцениваемых образцов АЦ несколько типов, а базовый – один, то задача получения общей картины об их усредненном качестве в подразделении, например, в отряде федеральной противопожарной службы (ФПС) или в пожарной части, усложняется. В этом случае целесообразно использовать иные, более сложные информационные технологии обобщения статистических данных.

Достоверность оценки качества АЦ будет определяться значениями базового показателя. Неизбежно возникает вопрос, какой образец следует считать базовым: нормируемый министерством, региональным управлением или отрядом ФПС МЧС России. Однако и в данном подходе экспертная оценка является субъективной, так как показатели выбираются непосредственно экспертами.

В оценке качества продукции решающая роль принадлежит потребителю и установленным требованиям к ней.

Оценка качества продукции должна быть выполнена компетентно, имея в виду, что оценка его соответствия – прямое или косвенное определение соблюдения требований, предъявляемых к рассматриваемому объекту.

В приведенной экспертной оценке отсутствуют параметры применения технических характеристик дополнительного оборудования, например, эффективности автоматических дозаторов, показателей надежности и др. В то же время сбой в работе именно такого оборудования может негативно сказаться при тушении пожара.

Кроме того, при сравнении методов оценки качества АЦ, не учитываются качественные показатели химического состава пенообразователя [11, 12]: кинематическая вязкость, которая проверяется на ротационном вискозиметре, величина концентрации рабочего раствора, в соответствии с которыми должна рассчитываться сила подачи

пенообразователя, а также его объем при заливке в АЦ. Именно от этих показателей зависит адекватная работа оборудования и его износостойкость. Особенно важно учитывать данные параметры при эксплуатации АЦ в условиях введения режима чрезвычайной ситуации (ЧС).

Показатели по износостойкости оборудования при ЧС не изучены. Экспертная оценка не учитывает применение раствора максимальной вязкости и массы/объема при использовании ньютоновских и неньютоновских жидкостей. Также в стандартизации отсутствуют параметры расчетов, которые могли бы предоставить оценку качества АЦ, исходя из количества фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей целевого назначения, которое необходимо подать путем напора за определенное количество времени.

Особенно важно рассчитать возможности АЦ при использовании их в режиме ЧС в условиях максимальной загрузки.

Для использования пенообразующих жидкостей важно проверять состояние и сохранение эксплуатационных характеристик ряда пенообразователей, которые хранятся в АЦ. Чтобы в рабочем режиме использовать жидкость за короткий промежуток времени, необходимо брать регулярные замеры проб. При добавлении химических растворов и элементов, снижающих свойства пожаротушения, а также при разложении пенообразователя или коррозии цистерны, качество жидкостей может измениться. Именно поэтому данные замеров и их химические показатели также должны учитываться при расчете оценки качества АЦ (например, в виде срока эксплуатации).

Таким образом, можно сделать вывод, что система стандартизации методов качественной оценки АЦ нуждается в уточнении. Целесообразно разработать стандарт организации соответствующего уровня, например, МЧС России или Главного управления МЧС России по Иркутской области, или его учреждений (согласно ГОСТ 1.2–2004).

В данной статье рассмотрены методы определения и сравнения интегрального, комплексного и единичных показателей качества, метод относительной оценки качества. Разрабатываемые методы сравнения должны, по возможности, исключать субъективизм оценок и опираться на измеряемые параметры АЦ. Основным их недостатком является отсутствие параметров износостойкости оборудования, что особенно важно при эксплуатации АЦ в режиме ЧС. Также экспертные оценки не содержат данных по проверке химического состава пенообразователей и их воздействия на АЦ.

### **Литература**

1. ГОСТ ISO 9000–2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.05.2020).
2. О стандартизации в Российской Федерации: Федер. закон Рос. Федерации от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ // Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 11 июля 2008 г. № 123-ФЗ // Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. О техническом регулировании: Федер. закон Рос. Федерации от 28 дек. 2002 г. № 184-ФЗ // Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Об организации материально-технического обеспечения системы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: Приказ МЧС России № 555 от 18 сент. 2012 г. // Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Об обеспечении единства измерений: Федер. закон Рос. Федерации от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ // Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. ГОСТ 34350-2017. Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.05.2020).

8. Сытдыков М.Р., Поляков А.С. Метрология, стандартизация и сертификация. Теоретические и правовые основы: учеб. пособие. СПб.: С-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2016.
9. Дворников А.И. Метод комплексной оценки технических параметров качества пожарных автоцистерн. СПб.: С-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2001.
10. Маркова Н.Б. Методика комплексной оценки эффективности пожарных автомобилей порошкового тушения (применительно к объектам нефтегазового комплекса). СПб.: С-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2016.
11. ГОСТ Р 50588-2012 Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.05.2020).
12. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров / С.Н. Копылов [и др.]. М.: ФГУ «Всероссийский Ордена «Знак почета» НИИ Противопожарной обороны», 2007.

УДК 37.026.3

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВУЗЕ МЧС РОССИИ**

**А.С. Константинова;**

**М.А. Сергушов;**

**Ю.Ю. Осмонов.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрена актуальность применения дифференцированного обучения при изучении курсантами вуза МЧС России технических дисциплин. Выявлены проблемные вопросы учебного процесса, которые могут быть решены посредством дифференциации обучающихся на группы по уровню подготовки. Предложены возможные пути внедрения дифференцированного обучения в вузе МЧС России.

*Ключевые слова:* дифференцированное обучение, дифференциация обучающихся, технические дисциплины, подготовка специалистов пожарно-технического профиля, вузы МЧС России

## **METHODOLOGICAL ASPECTS OF DIFFERENTIAL LEARNING IN THE STUDY OF TECHNICAL SUBJECTS AT THE UNIVERSITY OF EMERCOM OF RUSSIA**

A.S. Konstantinova; M.A. Sergushov; Yu.Yu. Osmonov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article discusses the relevance of the use of differentiated learning in the study of technical disciplines by cadets of a university of the Russian Ministry for Emergencies. The problematic issues of the educational process that can be solved by differentiating students into groups according to the level of training are identified. Possible ways of introducing differential education at the university of the Ministry of Emergencies of Russia are proposed.

*Keywords:* differentiated learning, differentiation of students, technical disciplines, training of fire-technical specialists, universities of EMERCOM of Russia



Технические дисциплины в вузе МЧС России играют ключевую роль, так как невозможно представить квалифицированного специалиста-инженера пожарной безопасности без развитого технического мышления. На начальных курсах эти дисциплины представлены циклом фундаментальных наук (физика, химия, высшая математика), которые закладывают основы для изучения специальных дисциплин при дальнейшем обучении.

Необходимость изучения технических дисциплин отражена в федеральном Государственном образовательном стандарте высшего образования [1], который предусматривает развитие у обучающегося таких компетенций, как:

- способность к решению прикладных задач в профессиональной области, используя теорию и методы фундаментальных наук (ОПК-2);
- способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, охраны труда, измерительной и вычислительной техники при решении типовых задач в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность к формулировке и решению научно-технических задач в области профессиональной деятельности (ОПК-10) и др.

Для успешного освоения технических дисциплин в вузе необходимо наличие у курсантов уверенного владения точными науками в рамках уровня школьной подготовки, развитого аналитического мышления, способности логически мыслить, сообразительности, а также готовности к преодолению трудностей в процессе изучения нового материала. Как показывает практика, этими качествами обладают далеко не все поступающие в технический вуз. В одной учебной группе в подавляющем большинстве случаев обучаются как курсанты со средним уровнем базовой подготовки и аналитических способностей, так и курсанты, достаточно сильно подготовленные по точным наукам и интеллектуально развитые. При этом учебные задания, предусмотренные программой освоения дисциплины, как правило, рассчитаны на обучающихся среднего уровня. В результате в учебной группе при выполнении учебных заданий возникает ситуация, когда курсанты со слабым уровнем подготовки оказываются неспособны их выполнить, в результате чего теряют веру в свои силы, желание продуктивно продолжать работу и самостоятельно искать пути решения предложенной задачи. Такой сценарий приводит к плачевным последствиям – данная категория курсантов никак не повышает уровень своих знаний, умений и навыков в ходе занятия, что сводит на нет саму суть образовательного процесса.

При этом с курсантами, имеющими высокий исходный уровень подготовки, наблюдается обратная ситуация – они справляются с поставленными задачами за короткое время и без значительных усилий. В результате эффективность обучения так же невысока, так как эти обучающиеся так же не выносят для себя новых знаний, умений и навыков из занятия и не развивают свои мыслительные способности.

Отдельно стоит отметить такой критерий готовности курсантов к обучению как мотивация – если у одних курсантов ярко выражено стремление к освоению дисциплины, получению и расширению новых знаний, умений и навыков, то у других преобладающей мотивацией выступает желание лишь выполнить поставленную задачу, зачастую формально, и избежать возможного наказания (неудовлетворительной оценки). Этот фактор не позволяет достаточно эффективно применять практику заданий повышенной сложности для преуспевающих курсантов – большая часть обучающихся, как правило, предпочитает не прилагать дополнительных усилий и сознательно выполнять посильные для себя задания в более медленном темпе, чем позволяют их способности.

Одним из путей решения описанного выше проблемного вопроса может стать внедрение в образовательный процесс вуза системы дифференцированного обучения курсантов. Дифференцированное обучение предполагает такую организацию учебного процесса, при которой обучающихся разделяют на группы в зависимости от наличия у них сходных качеств, важных для учебного процесса (уровень подготовки, мотивация, познавательный интерес и др.). Такое обучение имеет целью обеспечить максимальное

развитие способностей каждого обучающегося с учетом индивидуальных особенностей, склонностей, интересов, качеств личности.

Само слово «дифференциация» (от латинского «differentia» – «различие») обозначает разделение целого на различные части, формы, ступени [2]. Дифференцированное обучение позволяет повысить эффективность образовательного процесса за счет индивидуального подхода к каждому курсанту в соответствии с его способностями и стремлением к познанию изучаемой дисциплины.

Основные идеи дифференцированного обучения были выдвинуты еще несколько веков назад – в XVI в. Франсуа Рабле говорил, что при обучении детей следует делать акцент на их лучшие качества; основоположник педагогики Я.А. Коменский рассматривал понятие природосообразного воспитания, то есть опоры на качества индивида, присущие ему от природы; позже тезис о направленности образования на индивидуальность обучающегося выдвигали Ж.-Ж. Руссо, Эразм Роттердамский, М. Монтень [3].

Критерии дифференциации обучающихся могут быть различными. Например, в работе [4] рассмотрены следующие основы для разделения обучающихся на типологические группы: мотивация, познавательный интерес, межполушарная асимметрия, геометрические умения, творческие способности к математике, темперамент, уровень знаний, общеучебные приемы деятельности.

В настоящее время в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России учебной программой не предусмотрено разделение обучающихся на группы по принципу наличия качеств, важных для обучения. Реализация элементов дифференцированного обучения зависит целиком от инициативы преподавателя. При этом объективные данные об уровне подготовки и мотивированности каждого курсанта отсутствуют, преподаватель может руководствоваться только личными наблюдениями в ходе работы с конкретной группой.

Целесообразно включить в учебный процесс практику предварительного (в начале учебного семестра) разделения курсантов на группы с использованием тестов уровня общего образования (на 1–2 курсе), тестов контроля остаточных знаний по пропедевтическим дисциплинам (начальная профессиональная подготовка и т.п.) перед началом изучения профильных дисциплин (на 3–5 курсах), а также тестов, выявляющих уровень мотивации к освоению той или иной дисциплины (на всех курсах).

Также целесообразно внедрять элементы дифференцированного подхода, используя возможности разных методов решения одной и той же учебной задачи. На примере дисциплины «Физика» это можно реализовать следующим образом (таблица).

**Таблица. Примеры элементов дифференцированного обучения на лабораторных занятиях по дисциплине «Физика»**

Учебная задача	Метод выполнения для курсантов с относительно слабой подготовкой	Метод выполнения для курсантов с относительно сильной подготовкой
Расчет погрешности косвенных измерений	Расчет погрешности косвенных измерений по аналогии с прямыми	Расчет погрешности косвенных измерений с помощью частных производных
Аппроксимация прямой [5]	Графическим методом [5]	По методу наименьших квадратов [5]
Расчет сложных электрических цепей по правилам Кирхгофа	Составление системы уравнений для цепи и решение ее с помощью ЭВМ	Составление и самостоятельное решение системы уравнений для цепи

Кроме того, можно использовать разделение учебной группы на подгруппы, проводящие виртуальные и натурные лабораторные работы, в зависимости от уровня подготовки курсантов: проводить виртуальные лабораторные работы преимущественно со слабо подготовленными обучающимися, так как выполнение натуральных лабораторных работ требует более высокого уровня теоретической подготовки, базовых знаний по предмету, познавательного интереса, сообразительности и способности принимать решения в нестандартных ситуациях.

Таким образом, для повышения эффективности обучения техническим дисциплинам в вузе МЧС России целесообразно внедрять в образовательный процесс элементы дифференцированного обучения, так как оно способствует более продуктивному развитию знаний, умений и навыков обучающихся.

### **Литература**

1. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность (уровень специалитета): приказ Министерства образования и науки Рос. Федерации от 17 авг. 2015 г. № 851 // Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Епишкин Н.И. Исторический словарь галлицизмов русского языка. М.: Словарное издательство ЭТС. 2010. 5140 с.

3. Формирование фонда оценочных средств в условиях дифференцированного подхода к оценке учебных достижений студентов / Тураева Т.Л. [и др.] // Вестник Воронежского гос. ун-та. Серия: проблемы высшего образования. 2019. № 4. С. 76–79.

4. Хабаева Е.В. О формировании типологических групп студентов при реализации уровневой дифференциации // Научный альманах. 2016. № 7–1 (21). С. 323–328.

5. Серюкова И.В., Наслузова О.И. Методика проведения лабораторных занятий по физике в вузе на основе дифференцированного подхода // Вестник Красноярского гос. педагогического ун-та им. В.П. Астафьева. 2017. № 3 (41). С. 88–94.



## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Бондаренко Дмитрий Сергеевич** – студент ин-та безопасн. жизнедеятельности СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Елисеев Дмитрий Андреевич** – зам. нач. отд. технол. открытого образования – нач. отд. дистанц. образоват. технол. ин-та заоч. и дистанц. обучения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук;

**Каменецкая Наталия Владимировна** – доц. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. проц. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

**Кичигин Михаил Владимирович** – студент ин-та заоч. и дистанц. обучения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Клюй Валерий Владимирович** – проф. каф. орг. пожаротушения и провед. авар.-спас. работ СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

**Константинова Алина Станиславовна** – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Косенко Денис Витальевич** – ст. препод. каф. орг. пожаротушения и провед. авар.-спас. работ СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук;

**Медведева Ольга Марленовна** – доц. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. проц. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

**Осмонов Юнус Юсупович** – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Петриева Оксана Владимировна** – доц. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. проц. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

**Поляков Александр Степанович** – проф. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

**Сергушов Максим Алексеевич** – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Трофимец Елена Николаевна** – зав. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. проц. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

**Троянов Олег Михайлович** – доц. каф. сервис безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. воен. наук, доц.;

**Шипеев Бадма Степанович** – студент ин-та заоч. и дистанц. обучения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149).



---

---

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

---

---

Старейшее учебное заведение пожарно-технического профиля России образовано 18 октября 1906 г., когда на основании решения Городской Думы Санкт-Петербурга были открыты Курсы пожарных техников. Наряду с подготовкой пожарных специалистов, учебному заведению вменялось в обязанность заниматься обобщением и систематизацией пожарно-технических знаний, оформлением их в отдельные учебные дисциплины. Именно здесь были созданы первые отечественные учебники, по которым обучались все пожарные специалисты страны.

Учебным заведением за вековую историю подготовлено более 40 тыс. специалистов, которых всегда отличали не только высокие профессиональные знания, но и беспредельная преданность профессии пожарного и верность присяге. Свидетельство тому – целый ряд сотрудников и выпускников вуза, награжденных высшими наградами страны, среди них: кавалеры Георгиевских крестов, четыре Героя Советского Союза и Герой России. Далеко не случаен тот факт, что среди руководящего состава пожарной охраны страны всегда было много выпускников учебного заведения.

Сегодня федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» – современный научно-образовательный комплекс, интегрированный в российское и мировое научно-образовательное пространство. Университет по разным формам обучения – очной, заочной и заочной с применением дистанционных технологий – осуществляет обучение по 25 программам среднего, высшего образования, а также подготовку специалистов высшей квалификации: докторантов, адъюнктов, аспирантов, переподготовку и повышение квалификации специалистов более 30 категорий сотрудников МЧС России.

Начальник университета – генерал-майор внутренней службы, кандидат технических наук Гавкалюк Богдан Васильевич.

Основным направлением деятельности университета является подготовка специалистов в рамках специальности «Пожарная безопасность». Вместе с тем организована подготовка и по другим специальностям, востребованным в системе МЧС России. Это специалисты в области системного анализа и управления, законодательного обеспечения и правового регулирования деятельности МЧС России, психологии риска и чрезвычайных ситуаций, экономической безопасности в подразделениях МЧС России, пожарно-технической экспертизы и дознания. По инновационным программам подготовки осуществляется обучение специалистов по специализациям «Руководство проведением спасательных операций особого риска» и «Проведение чрезвычайных гуманитарных операций» со знанием иностранных языков, а также подготовка специалистов для военизированных горноспасательных частей по специальности «Горное дело».

Широта научных интересов, высокий профессионализм, большой опыт научно-педагогической деятельности, владение современными методами научных исследований позволяют коллективу университета преумножать научный и научно-педагогический потенциал вуза, обеспечивать непрерывность и преемственность образовательного процесса. Сегодня в университете свои знания и огромный опыт передают: 7 заслуженных деятелей науки Российской Федерации, 11 заслуженных работников высшей школы Российской Федерации, 2 заслуженных юриста Российской Федерации, заслуженные изобретатели Российской Федерации и СССР. Подготовку специалистов высокой квалификации в настоящее время осуществляют 56 докторов наук, 277 кандидатов наук, 58 профессоров, 158 доцентов, 12 академиков отраслевых академий, 8 членов-корреспондентов отраслевых академий, 5 старших научных сотрудников, 6 почетных работников высшего

профессионального образования Российской Федерации, 1 почетный работник науки и техники Российской Федерации, 2 почетных радиста Российской Федерации.

В составе университета:

- 32 кафедры;
- Институт безопасности жизнедеятельности;
- Институт заочного и дистанционного обучения;
- Институт нравственно-патриотического и эстетического развития;
- Институт профессиональной подготовки;
- Институт развития;
- Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности;
- Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал университета (ДВПСА);
- пять факультетов: факультет инженерно-технический, факультет экономики и права, факультет подготовки кадров высшей квалификации, факультет пожарной безопасности (подразделение ДВПСА), факультет дополнительного профессионального образования (подразделение ДВПСА).

Институт безопасности жизнедеятельности осуществляет образовательную деятельность по программам высшего образования по договорам об оказании платных образовательных услуг.

Приоритетным направлением в работе Института заочного и дистанционного обучения является подготовка кадров начальствующего состава для замещения соответствующих должностей в подразделениях МЧС России.

Институт развития реализует дополнительные профессиональные программы по повышению квалификации и профессиональной переподготовке в рамках выполнения государственного заказа МЧС России для совершенствования и развития системы кадрового обеспечения, а также на договорной основе.

Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности осуществляет реализацию государственной научно-технической политики, изучение и решение научно-технических проблем, информационного и методического обеспечения в области пожарной безопасности. Основные направления деятельности научно-исследовательского института: организационное и научно-методическое руководство судебно-экспертными учреждениями федеральной противопожарной службы МЧС России; сертификация продукции в области пожарной безопасности; проведение испытаний и разработка научно-технической продукции в области пожарной безопасности; проведение расчетов пожарного риска и расчетов динамики пожара с использованием компьютерных программ.

Факультет инженерно-технический осуществляет подготовку специалистов по специальностям: «Пожарная безопасность» (специализации: «Пожаротушение», «Государственный пожарный надзор», «Руководство проведением спасательных операций особого риска», «Проведение чрезвычайных гуманитарных операций»), «Судебная экспертиза», по направлениям подготовки: «Системный анализ и управление», «Техносферная безопасность».

Факультет экономики и права осуществляет подготовку специалистов по специальностям: «Правовое обеспечение национальной безопасности», «Пожарная безопасность» (специализация «Пожарная безопасность объектов минерально-сырьевого комплекса»), «Судебная экспертиза», «Горное дело» и по направлениям подготовки «Техносферная безопасность» и «Системный анализ и управление».

Факультет подготовки кадров высшей квалификации осуществляет подготовку докторантов, адъюнктов, аспирантов по очной и заочной формам обучения.

Университет имеет представительства в городах: Выборг (Ленинградская область), Вытегра, Горячий Ключ (Краснодарский край), Мурманск, Петрозаводск, Пятигорск, Севастополь, Стрежевой, Сыктывкар, Тюмень, Уфа; представительства университета

за рубежом: г. Алма-Ата (Республика Казахстан), г. Баку (Азербайджанская Республика), г. Бар (Черногория), г. Ниш (Сербия).

Общее количество обучающихся в университете по всем специальностям, направлениям подготовки, среднему общему образованию составляет 7 057 человек. Ежегодный выпуск составляет более 1 100 специалистов.

В университете действует два диссертационных совета по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по техническим и экономическим наукам.

Ежегодно университет проводит научно-практические конференции различного уровня: Всероссийскую научно-практическую конференцию «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы и перспективы», Международную научно-практическую конференцию «Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций». Совместно с Северо-Западным отделением Научного Совета РАН по горению и взрыву, Российской академией ракетных и артиллерийских наук (РАРАН), Балтийским государственным техническим университетом «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова и Российской секцией Международного института горения на базе университета проводится Международная научно-практическая конференция «Комплексная безопасность и физическая защита». Также университет принимает активное участие в организации и проведении Всероссийского форума МЧС России и общественных организаций «Общество за безопасность».

Университет ежегодно принимает участие в выставках, организованных МЧС России и другими ведомствами и организациями. Традиционно большим интересом пользуется выставочная экспозиция университета на Международном салоне средств обеспечения безопасности «Комплексная безопасность», Петербургском международном экономическом форуме, Международном форуме «Арктика: настоящее и будущее».

Международная деятельность вуза направлена на всестороннюю интеграцию университета в международное образовательное пространство. На сегодняшний момент университет имеет 18 действующих соглашений о сотрудничестве с зарубежными учебными заведениями и организациями, среди которых центры подготовки пожарных и спасателей Германии, КНР, Франции, Финляндии.

В университете обучаются иностранные курсанты из числа сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС Кыргызской Республики и Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан в пределах квот на основании межправительственных соглашений и постановления Правительства Российской Федерации от 7 декабря 1996 г. № 1448 «О подготовке лиц офицерского состава и специалистов для правоохранительных органов и таможенных служб государств-участников СНГ в образовательных учреждениях высшего профессионального образования Российской Федерации». В настоящее время в университете проходят обучение 30 сотрудников Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан и 15 сотрудников МЧС Кыргызской Республики.

В соответствии с двусторонними соглашениями университет осуществляет обучение по программам повышения квалификации. Регулярно проходят обучение в университете специалисты Российско-сербского гуманитарного центра, Российско-армянского центра гуманитарного реагирования, Международной организации гражданской обороны, Министерства нефти Исламской Республики Иран, пожарно-спасательных служб Финляндии, Туниса, Республики Корея и других стран.

Преподаватели, курсанты и студенты университета имеют возможность проходить стажировку за рубежом. За последнее время стажировки для профессорско-преподавательского состава и обучающихся в университете были организованы в Германии, Сербии, Финляндии, Швеции.

В университете имеются возможности для повышения уровня знания английского языка. Организовано обучение по программе дополнительного профессионального

образования «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации» студентов, курсантов, адъюнктов и сотрудников.

Компьютерный парк университета составляет более 1 200 единиц. Для информационного обеспечения образовательной деятельности функционирует единая локальная сеть с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, справочно-правовую систему «КонсультантПлюс», систему «Антиплагиат». Компьютерные классы позволяют обучающимся работать в сети Интернет, с помощью которой обеспечивается выход на российские и международные информационные сайты, что позволяет значительно расширить возможности учебного, учебно-методического и научно-методического процесса.

Нарастающая сложность и комплексность современных задач заметно повышают требования к организации образовательного процесса. Сегодня университет реализует программы обучения с применением технологий дистанционного обучения.

Библиотека университета соответствует всем современным требованиям. Фонды библиотеки университета составляют более 350 700 экземпляров литературы по всем отраслям знаний. Они имеют информационное обеспечение и объединены в единую локальную сеть. Все процессы автоматизированы. Установлена библиотечная программа «Ирбис». В библиотеке осуществляется электронная книговыдача. Это дает возможность в кратчайшие сроки довести книгу до пользователя.

Читальные залы (общий и профессорский) библиотеки оснащены компьютерами с выходом в Интернет, Интранет, НЦУКС и локальную сеть университета. Создана и функционирует Электронная библиотека, она интегрирована с электронным каталогом. В сети Интранет работает Единая ведомственная электронная библиотека МЧС России, объединяющая библиотеки системы МЧС России.

В Электронной библиотеке оцифровано 2/3 учебного и научного фонда. К электронной библиотеке подключены: Дальневосточный филиал и библиотека Арктического спасательного учебно-научного центра «Вытегра». Имеется доступ к Президентской библиотеке им. Б.Н. Ельцина. Заключены договоры с ЭБС IPRbooks и ЭБС «Лань» на пользование и просмотр учебной и научной литературы в электронном виде. Имеется 8 000 точек доступа.

В фондах библиотеки насчитывается более 150 экземпляров редких и ценных изданий. Библиотека располагает богатым фондом периодических изданий, их число составляет 8 121 экземпляр. На 2019 г., в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, выписано 80 наименований журналов и газет. Все поступающие периодические издания расписываются библиографом для электронных каталога и картотеки. Издания периодической печати активно используются читателями в учебной и научно-исследовательской деятельности. На базе библиотеки создана профессорская библиотека и профессорский клуб вуза.

Полиграфический центр университета оснащен современным типографским оборудованием для полноцветной печати, позволяющим обеспечивать не только заказы на печатную продукцию университета, но и единый план изготовления печатной продукции МЧС России. Университет издает 8 научных журналов, публикуются материалы ряда международных и всероссийских научных мероприятий, сборники научных трудов профессорско-преподавательского состава университета. Издания университета соответствуют требованиям законодательства Российской Федерации и включены в электронную базу Научной электронной библиотеки для определения Российского индекса научного цитирования, а также имеют международный индекс (ISSN). Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» и электронный «Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России» включены в утвержденный решением Высшей аттестационной комиссии «Перечень рецензируемых научных журналов, в которых публикуются основные научные результаты



диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Курсанты университета проходят обучение по программе первоначальной подготовки спасателей.

На базе Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России 1 июля 2013 г. открыт Кадетский пожарно-спасательный корпус.

Кадетский пожарно-спасательный корпус осуществляет подготовку кадет по общеобразовательным программам среднего общего образования с учетом дополнительных образовательных программ. Основные особенности деятельности корпуса – интеллектуальное, культурное, физическое и духовно-нравственное развитие кадет, их адаптация к жизни в обществе, создание основы для подготовки несовершеннолетних граждан к служению Отечеству на поприще государственной гражданской, военной, правоохранительной и муниципальной службы.

В университете большое внимание уделяется спорту. Команды, состоящие из преподавателей, курсантов и слушателей, – постоянные участники различных спортивных турниров, проводимых как в России, так и за рубежом. Слушатели и курсанты университета являются членами сборных команд МЧС России по различным видам спорта.

Деятельность команды университета по пожарно-прикладному спорту (ППС) включает в себя участие в чемпионатах России среди вузов (зимний и летний), в зональных соревнованиях и чемпионате России, а также проведение бесед и консультаций, оказание практической помощи юным пожарным кадетам и спасателям при проведении тренировок по ППС.

В университете создан спортивный клуб «Невские львы», в состав которого входят команды по пожарно-прикладному и аварийно-спасательному спорту, хоккею, американскому футболу, волейболу, баскетболу, силовым единоборствам и др. В составе сборных команд университета – чемпионы и призеры мировых первенств и международных турниров.

Курсанты и слушатели имеют прекрасные возможности для повышения своего культурного уровня, развития творческих способностей в созданном в университете Институте нравственно-патриотического и эстетического развития. Творческий коллектив университета принимает активное участие в ведомственных, городских и университетских мероприятиях, направленных на эстетическое и патриотическое воспитание молодежи, а также занимает призовые места в конкурсах, проводимых на уровне университета, города и МЧС России. На каждом курсе организована работа по созданию и развитию творческих объединений по различным направлениям: студия вокала, студия танцев, клуб веселых и находчивых. Для курсантов и студентов действует студия ораторского искусства, команда технического обеспечения, духовой оркестр.

На территории учебного заведения создается музей истории Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, в котором обучающиеся и сотрудники, а также гости университета смогут познакомиться со всеми этапами становления учебного заведения – от курсов пожарных техников до университета.

В Санкт-Петербургском университете Государственной противопожарной службы МЧС России созданы все условия для подготовки высококвалифицированных специалистов как для Государственной противопожарной службы, так и в целом для МЧС России.



---

---

# АВТОРАМ ЖУРНАЛА

## «ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ»

### (ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ)

---

---

Материалы, публикуемые в журнале, должны отвечать профилю журнала, обладать несомненной новизной, относиться к вопросу проблемного назначения, иметь прикладное значение и теоретическое обоснование и быть оформлены по следующим правилам:

**1. Материалы** для публикации представляются куратору журнала. Материал должен сопровождаться:

а) для **сотрудников** СПб УГПС – *выпиской* из протокола заседания кафедры о целесообразности публикации и отсутствии материалов, запрещенных к публикации в открытой печати, *рецензией от члена редакционного совета* (коллегии). По желанию прилагается вторая рецензия от специалиста соответствующего профиля, имеющего ученую степень;

б) для авторов **сторонних** организаций – сопроводительным *письмом* от учреждения на имя начальника университета и *разрешением* на публикацию в открытой печати, *рецензией* от специалиста по соответствующему статье профилю, имеющему ученую степень;

в) *электронной версией* статьи, представленной в формате редактора Microsoft Word (версия не ниже 2003). Название файла должно быть следующим:

Автор1, Автор2 – Первые три слова названия статьи.doc, например: **Иванов – Анализ существующей практики.doc**;

г) *плата* с адъюнктов и аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

**2. Статьи**, включая рисунки и подписи к ним, список литературы, должны иметь объем от 8 до 13 машинописных страниц.

#### **3. Оформление текста:**

а) текст материала для публикации должен быть тщательно отредактирован автором;

б) текст на одной стороне листа формата А4 набирается на компьютере (шрифт Times New Roman 14, *интервал 1,5*, без переносов, в одну колонку, *все поля по 2 см*, нумерация страниц внизу посередине);

в) на первой странице авторского материала должны быть напечатаны **на русском и английском языках**: УДК (универсальная десятичная классификация); название (прописными буквами, полужирным шрифтом, без подчеркивания); инициалы и фамилии *авторов (не более трех)*; ученая степень, ученое звание, почетное звание; место работы (название учреждения), аннотация, ключевые слова.

*Требования к аннотации.* Аннотация должна быть краткой, информативной, отражать основные положения и выводы представляемой к публикации статьи, а также включать полученные результаты, используемые методы и другие особенности работы. Примерный объем аннотации 40–70 слов.

#### **4. Оформление формул в тексте:**

а) формулы должны быть набраны на компьютере в редакторе формул Microsoft Word (Equation), размер шрифта эквивалентен 14 (Times New Roman);

б) в формулах рекомендуется использовать буквы латинского и греческого алфавитов (курсивом);

в) формулы печатаются по центру, номер – у правого поля страницы (нумеровать следует только формулы, упоминаемые в тексте).

#### **5. Оформление рисунков и таблиц:**

а) рисунки необходимо выделять отдельным блоком для удобства переноса в тексте или вставлять из файла, выполненного в любом из общепринятых графических

редакторов, под рисунком ставится: Рис. 2. и далее следуют пояснения;

б) если в тексте не одна таблица, то их следует пронумеровать (сначала пишется: Таблица 2, на той же строке название таблицы полужирно, и далее следует сама таблица);

в) если в тексте одна таблица или один рисунок, то их нумеровать не следует;

г) таблицы должны иметь «вертикальное» построение;

д) в тексте ссылки на таблицы и рисунки делаются следующим образом: рис. 2, табл. 4, если всего один рисунок или одна таблица, то слово пишется целиком: таблица, рисунок.

#### **6. Оформление библиографии** (списка литературы):

а) в тексте ссылки на цитируемую литературу обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках;

б) список должен содержать цитируемую литературу, пронумерованную в порядке ее упоминания в тексте.

Пристатейные библиографические списки должны соответствовать ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Примеры оформления списка литературы:

#### **Литература**

1. Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопросы философии. 1992. № 10. С. 76–86.

2. Информационные аналитические признаки диагностики нефтепродуктов на местах чрезвычайных ситуаций / М.А. Галишев [и др.] // Жизнь и безопасность. 2004. № 3–4. С. 134–137.

3. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров: пособ. для лесных пожарных. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ВНИИЛМ, 2002.

4. Грждяну П.М., Авербух И.Ш. Вариант вероятностного метода оценки оползнеопасности территории // Современные методы прогноза оползневого процесса: сб. науч. тр. М.: Наука, 1981. С. 61–63.

5. Минаев В.А., Фаддеев А.О. Безопасность и отдых: системный взгляд на проблему рисков // Туризм и рекреация: тр. II Междунар. конф. / МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 2007. С. 329–334.

6. Белоус Н.А. Прагматическая реализация коммуникативных стратегий в конфликтном дискурсе // Мир лингвистики и коммуникации: электрон. науч. журн. 2006. № 4. URL: [http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5\\_3\\_1.htm](http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5_3_1.htm) (дата обращения: 15.12.2007).

7. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей: Федер. закон Рос. Федерации от 22 авг. 1995 г. № 151-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 1995. № 35. Ст. 3 503.

#### **7. Оформление раздела «Сведения об авторах»**

Сведения об авторах прилагаются в конце статьи и включают: Ф.И.О. (полностью), должность, место работы с указанием адреса и его почтового индекса; номер телефона, адрес электронной почты, ученую степень, ученое звание, почетное звание.

*Статья должна быть подписана авторами и указаны контактные телефоны.*

**Внимание авторов: материалы, оформленные без соблюдения настоящих требований, будут возвращаться на доработку.**

**Редакция оставляет за собой право направлять статьи на дополнительное, анонимное рецензирование.**



**МЧС РОССИИ**  
**ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет**  
**Государственной противопожарной службы»**

Научно-аналитический журнал

**Природные и техногенные риски**  
**(физико-математические и прикладные аспекты)**

**№ 3 (35) – 2020**

Выпускающий редактор  
А.В. Домничева

---

Подписано в печать 25.09.2020. Формат 60×84<sub>1/8</sub>.  
Усл.-печ. 7,5 л. Тираж 1000 экз. Зак. №

---

Отпечатано в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России  
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149