

ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ (ВИНИТИ)

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Научный информационный сборник

Издается с 1990 г.

№ 1

Москва 2015

Сборник включен в Перечень ведущих научных изданий ВАК Минобрнауки РФ, публикующих статьи по материалам выполняемых научных исследований, в т.ч. на соискание ученой степени кандидатов и докторов наук.

Полнотекстовую электронную версию с отставанием на один год можно посмотреть на сайте ВИНТИ РАН <http://www.viniti.ru>

Библиографии, аннотации и ключевые слова на русском и английском языках размещены на сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU

СОДЕРЖАНИЕ

Основы национальной политики в области безопасности

Прелов В.В. Об эффективности сделок на FX и оценке рисков 3

Правовое регулирование в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

Сломацкий В.П., Глебов В.Ю., Азанов С.Н. О проблемах совершенствования нормативной правовой базы в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций 8

Назаренко Е.К., Савченков С.Н. Вопросы совершенствования нормативной правовой базы, регламентирующей создание и функционирование системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте 11

Федосеева О.С. Вопросы кодификации нормативных и нормативных правовых документов в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций 17

Научно-теоретические и инженерно-технические разработки

Махутов Н.А., Ахметханов Р.С., Дубинин Е.Ф., Кукова В.И. Резерв времени как важный параметр защищенности критически важных объектов и задачи диагностики по его обеспечению 21

Деева В.С., Слободян С.М. Смена принципа действия индукционной катапульты при замыкании витков 35

Кириллов С.Н., Матвеева А.А., Ершов А.И. Проблемы обеспечения экологической безопасности на региональном трубопроводном транспорте 43

Петров М.Н., Анаров М.Ж. Применение волоконно-оптических датчиков при контроле надёжности наноспутников 55

<i>Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Виноградов А.В.</i> Анализ современного состояния мониторинга лесных пожаров в Российской Федерации	58
<i>Куранов П.Н.</i> Критерии районирования градопромышленных территорий по уровню опасности при загрязнении нефтепродуктами.....	64
<i>Подрезов Ю.В.</i> Анализ исторических аспектов работ по воздействию на атмосферные процессы	74
<i>Сулейманов Т.И., Исмаилов К.Х., Сафаралиев З.Г.</i> Новые методы дистанционного обнаружения лесных пожаров с использованием эмиссионных линий калия	81
Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций	
<i>Добровольский В.С.</i> Проблемы и особенности обеспечения безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций объектов экономики	87

Contents

<i>Prelov V.V.</i> On the efficiency of FX dealings and risk estimation.....	3
<i>Slomyanskiy V.P., Glebov V.Yu., Azanov S.N.</i> Problems of improvement of normative legal base in the field of protection of population and territories from emergency situations	8
<i>Nazarenko E.K., Savchenkov S.K.</i> Questions to improving the regulatory frameworks governing the establishment and operation a system of protection against emergency situations of natural and technogenic character, informing and alerting the public on transport.....	11
<i>Fedoseeva O.S.</i> Codification of regulatory and legal documents in the field of civil defense and protection of population and territories from emergency situations	17
<i>Makhutov N.A., Akhmetkhanov R.S., Dubinin E.F., Kuksova V.I.</i> Time reserve as an important parameter of engineering protection of critical facilities and diagnostic tasks for its solution	21
<i>Deeva, V.S., Slobodyan S.M.</i> Change principle actions of induction catapult by coil turns.....	35
<i>Kirillov S.N., Matveeva A.A., Ershov A.I.</i> Problems of ecological security in the regional pipeline transport	43
<i>Petrov M.N., Anarov M.J.</i> Use of fiber and optical sensors at control of na-dyozhnosti of nanosatellites	55
<i>Ageev S.V., Podrezov J.V., Vinogradov A.V.</i> Analysis of current status of monitoring of forest fires in the Russian Federation	58
<i>Kuranov P.N.</i> Criteria of urban areas zoning of the risk level of hydrocarbon pollution	64
<i>Podrezov J.V.</i> Analysis of the historical aspects of the work on effects on atmospheric processes.....	74
<i>Suluymenov T.I., Safaraliev Z.G., Ismailov K.H.</i> New methods for remote detection of forest fires using the potassium emission lines.....	81
<i>Dobrovolsky V.S.</i> On some issues and features for security and protection from emergency situations of economic facilities	87

Научный редактор – заслуженный деятель науки и техники РФ, академик РАТ,
доктор технических наук, профессор Резер С.М.

Выпускающий редактор: Тимошенко З.В.

Адрес редакции: ВИНТИ: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20.

Тел.: (499) 155-44-26

Факс: (495) 943-00-60, **E-mail: tranbez@viniti.ru**

Адрес сайта: www2.viniti.ru

Отдел подписки: Тел: (499) 155-45-25

УДК 330.46; УДК 336.764

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ СДЕЛОК НА FX И ОЦЕНКЕ РИСКОВ

Кандидат физ.-мат. наук *В.В. Прелов*

Рабочая группа при президенте РАН по анализу риска и проблемам безопасности;
ИМАШ РАН

Ожидаемый в ближайшие годы переход российского рубля к режиму свободного плавления и конвертируемости через международный валютный рынок FX ставит ряд специфических задач, связанных как с расчетом сроков и целей «стресс-тестирования» нашей валюты, так и с расчетом ожидаемых внешним участником результатов такой новеллы. В условиях растущей геополитической неопределенности основным бенефициаром выведения рубля на мировой рынок может оказаться транснациональный спекулятивный капитал, возможности которого превышают российские финансовые ресурсы [1,2]. В работе заявлен несложный инструмент для оценки как текущих операций на российском финансовом рынке, так и потенциала атак на рубль со стороны внешнего участника.

Ключевые слова: анализ информационных потоков, эффективность финансовых операций, курсовой риск.

ON THE EFFICIENCY OF FX DEALINGS AND RISK ESTIMATION

Ph.D. (Phys.-Mat.) *V.V. Prelov*

Working group on Risk Analysis & Emergency Problems under the RAS President;
IMASH RAN

Expected in the coming years, the transition of the Russian ruble to the floating rate regime and its convertibility through the FX market poses a number of problems associated with calculation both the terms and purposes of "stress tests" over our currency, and with the estimation of the expected results of such a novel with an external participant. While the growing geopolitical uncertainty, the primary beneficiary of the ruble removal to the global market would be a transnational speculative capital, the possibilities of which exceed the local Russian financial resources [1, 2]. We offer a simple tool to assess the operations on the Russian financial market and to estimate potential threats to the ruble from the external cash flow.

Key words: information analysis, dealing efficiency, exchange risk.

ВВЕДЕНИЕ

В работе проанализированы суточные флуктуации цен на финансовых рынках, в т.ч. колебания основного актива валютной секции МБ, рубля, рассмотренные через аналитические разрезы внутренней микроструктуры современного биржевого потока. Мы исследовали реальную доходность операций всей совокупности участников финансово-рыночного процесса биржевого ценообразования (от спекулянтов, или даже скальперов, до стратегических инвесторов) через параметр мгновенной доходности r . Связанный с ним параметр эффективности рыночной транзакции $\bar{E}$ был определен как среднее значение отношения r/R , где R - теоретически доступный результат рассматриваемого инвестиционного горизонта. Во время обработки протоколов сделок был установлен устой-

чивый феномен по всей линейке торгуемых инструментов. При этом мы оперируем лишь минимальным стандартным набором доступных параметров, таких как значения Open/High/Low/Close, цена сделки и ее объем, оборот в деньгах и в бумагах. Базы данных пополнялись из открытых источников, доступных в сети Интернет [3-5].

ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОСНОВНОЙ РЕЗУЛЬТАТ

Рассматриваются, без потери общности, однодневные операции на FX на горизонте S_k , $k \in Z$ на стандартном контракте с единичным шагом цены, и анализируется числовой ряд $p_i^k = p_0^k + i, i = 0 \dots N_k, N_k \rightarrow \infty$, где обозначения p_0^k и $p_{N_k}^k = p_0^k + N_k$ введены для Low/High цен базового актива. Пусть величина D_k означает количество двусторонних анонимных сделок по этому активу за указанный период S_k .

Def.1. Тиком $t_j = (p_{t_j}, V_{t_j}, T_{t_j}), j = 1 \dots D_k$ – называется стандартная векторная запись сделки, где $p_{t_j}, V_{t_j}, T_{t_j}$ – цена актива, объем и оборот соответственно.

Def.2. Оборот в деньгах и бумагах T^{S_k} и V^{S_k} для данного S_k обозначим

$$T^{S_k} = \sum_{t_j} T_{t_j}, \quad V^{S_k} = \sum_{t_j} V_{t_j}^k.$$

Def.3. Номинальная текущая доходность

$$R_k = N_k / p_0^k.$$

Модель рынка. Предполагается двусторонняя игра на рынке одного актива и отсутствие открытого интереса по итогам торговой сессии S_k . Это означает, что T^{S_k} исчерпывает всю активность за период. Для победившего участника D_k даем

Def.4. Итоговая доходность сессии в моменте

$$r_k = T^{S_k} / \sum_{\leq \mu_k} p_i^k V_i^k,$$

где $V_i^k = \sum_{t_j} V_{t_j}^k \delta(p_i^k)$, $i = 0 \dots N_k$, $\delta(*)$ – стандартная δ – функция и μ_k – медиана текущего распределения V_i^k .

Далее, введем

Def.5. Эффективность сделки в моменте

$$\overline{E} = \lim_{k \rightarrow \infty} \sum_k \overline{E_k}, \text{ где } E_k = r_k / R_k$$

Основным результатом исследования дилерских операций является

Теорема об эффективности сделок

$$\overline{E} = \int_{\Omega} \frac{[(\beta N - \ln \frac{e^{\beta N} + 1}{2}) - e^{-\beta N} \ln \frac{e^{\beta N} + 1}{2}]}{(\beta(p - N) + \ln \frac{e^{\beta N} + 1}{2} + 1) - e^{-\beta N} (\beta(p + N) - \ln \frac{e^{\beta N} + 1}{2} + 1)} d\Omega \approx 0.37816720$$

где $\beta \in [0; 1]$ – параметр распределения Больцмана.

Действительно, пусть текущая сессия S_k завершена (далее индекс k можно опустить). Таким образом, обороты T и V фиксированы. Для вычисления ключевого параметра r мы ищем распределение V_i максимальной вероятности, т.е. решаем задачу минимизации $\sum_i V_i \ln V_i$ при условиях $\sum_i p_i V_i = T$, $\sum_i V_i = V$ с хорошо известным классическим результатом [6] $V_i = \alpha e^{-\beta p_i}$, $i=0 \dots N$, где $\alpha, \beta - \text{const}$, $\beta \in [0; 1]$. Зафиксируем микросостояние рынка. Для получения μ дискретный рынок заменяем непрерывным, без потери общности, в результате чего после преобразований легко находим

$$\mu = \frac{1}{\beta} \ln \frac{e^{\beta N} + 1}{2}.$$

Подстановка μ в r после рутинных вычислений дает утверждение теоремы.

Для вычисления $\bar{E}$ рассматриваем T и V в первом квадранте, т.е. имеем дело с правой частью условий Больцмана $T = T(S_k), V = V(S_k), k \rightarrow \infty$. Принимая во внимание, что $\text{card } S = \text{card } \beta$ для E_k , очевидно, получаем

$$E_k = f\left(\sum_{\geq \mu_k} p_i^k V_i^k / \sum_{\leq \mu_k} p_i^k V_i^k\right),$$

что (после нормализации и усреднения по единичному кубу) и дает точное выражение для нашей константы. На рис.1 приведена поверхность $E = E(p, N)$ для $\beta \in [0; 1]$.

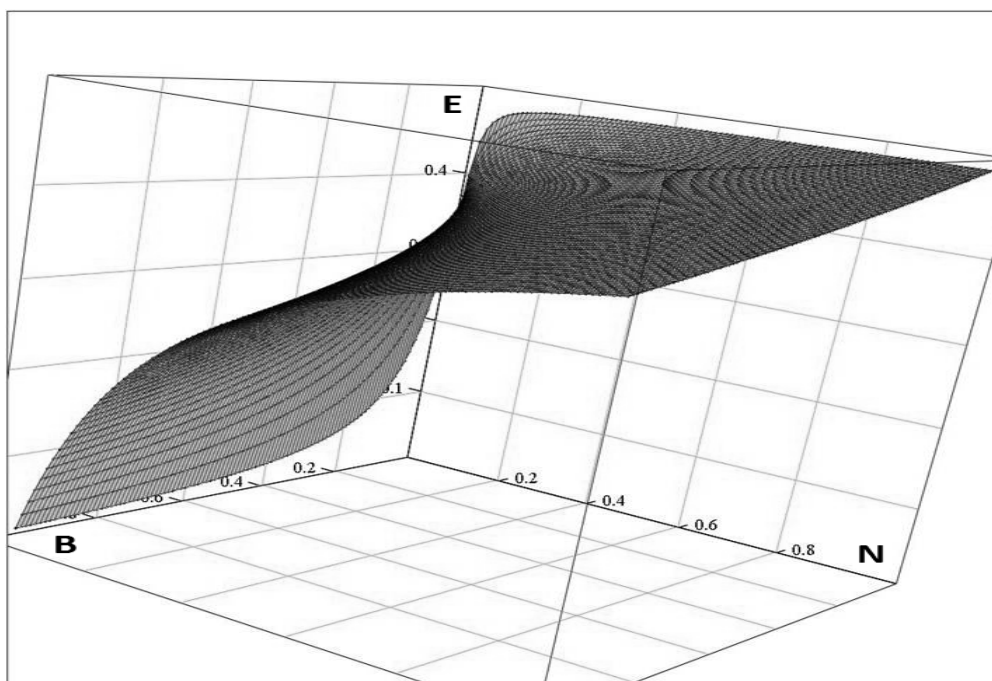


Рис.1. Поверхность эффективности операций на международных финансовых рынках

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТА И ГИПОТЕЗА

Численное значение интеграла получено компьютерным способом. Найти какую-либо замкнутую формулу для подсчета параметра эффективности не представляется возможным, однако, разложением по степеням малого параметра β получен результат, приемлемый для оценки как текущего микросостояния рынка, так и эффективности управления активами.

Наш параметр принимает вид

$$E(p, N, \beta) \sim \frac{p/18}{(N+4p)^3} [36(N+4p)^2 + 12(N+4p)N^2\beta + (N^2 - 18Np - 24p^2)N^2\beta^2]$$

$$\Rightarrow \bar{E} \sim \frac{157}{1080} + \frac{25}{18} \ln 5 - \frac{26}{9} \ln 2 \approx 0.37827562.$$

Сравнивая с реальными суточными данными валютных торгов на МБ за период с 2007 года, мы получили менее чем 0,03% (!) расхождение итоговой величины эффективности E со своим теоретическим значением на нескольких миллионах транзакций. Заметим, что найденное значение находится между «золотым сечением» $\phi = 1 - (\sqrt{5} - 1)/2 \approx 0,381966$ и обратной экспонентой $1/e \approx 0,367879$. Сходимость параметра эффективности к данной константе показана на рис. 2 для совокупности высоколиквидных инструментов мирового и российского рынков (в т.ч. SBER, LKOH, USDRUB). Выдвигая естественную в данном случае проективно-геометрическую гипотезу о том, что

$\bar{E}$ является решением проективного соотношения $\frac{\bar{E} - 1/e}{\phi - \bar{E}} = e$,

или $\bar{E} = \frac{1 + e^2\phi}{e(e+1)} \approx 0.37817755$, – получаем расхождение всего в 0,003% (!).

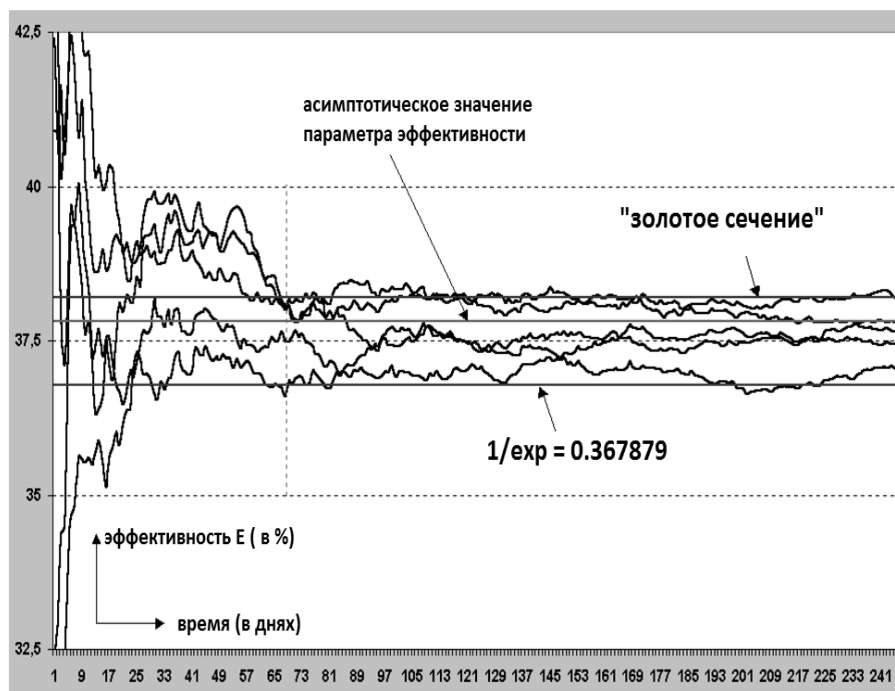


Рис.2. Динамика параметра эффективности операций на международных рынках

ВЫВОДЫ

- предложенная рыночная константа носит универсальный характер.
- подтверждены аргументы о существенности термодинамического подхода при исследовании рисков на финансовых рынках [7].
- полученная величина является индикатором эффективности управления текущей валютной позицией с точки зрения риск-менеджмента в условиях нарастающей глобальной неопределенности.
- наиболее перспективным для прогнозирования мгновенных рисков и получения соответствующих количественных характеристик является сопоставление проективно-геометрических свойств и отношений [8] различных корзин рыночных активов.
- особый интерес представляет задача классификации как отдельных торгуемых инструментов так и их корзин по степени случайности. Параметр E свидетельствует, на наш взгляд, о явной неслучайности процессов биржевого ценообразования, связанной с устойчивостью бинормализованного параметра стохастичности [9]. В частности, можно показать, что валютная корзина стран BRICS на 20-летнем горизонте (с 1995 года по настоящее время) дает значение указанного параметра 1,1-1,5, очень близкое к единице, опровергающее тем самым широко известную теорию «случайного блуждания» (random walk) на финансовых рынках.

Литература

1. Махутов Н.А., Прелов В.В. Анализ процессов и критериев финансовой безопасности. \\\ Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. - 2014, №3, стр. 19-26.
2. Прелов В.В. Риски и цели «свободного плавания» рубля. \\\ Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. - 2014, №5.
3. Официальный сайт ЦБРФ. http://cbr.ru/currency_base/dynamics.aspx
4. Официальный сайт ФРС США. <http://federalreserve.gov/releases/h10/hist/>
5. Официальный сайт инвестиционной компании ФИНАМ. <http://www.finam.ru/analysis/profile041CA00007/default.asp>
6. Boltzmann L. – Wien. Ber. - 1877, Bd. 76, s. 373– 435.
7. Niederhoffer V., Kenner L. – Practical Speculation. John Wiley & Sons Inc. - 2003.
8. Гильберт Д., Кон-Фоссен С. Наглядная геометрия. – М.-Л.: ОГИЗ. – 1951, 352 с.
9. Арнольд В.И. Группы Эйлера и арифметика геометрических прогрессий. – М.: МЦНМО. - 2003. – 44 с.

Сведения об авторе

Прелов Владимир Вячеславович, - с.н.с., ИМАШ РАН, 101990 г. Москва, Малый Харитоньевский пер., 4. Тел.: +7(916)705-0577, e-mail: vvp2@psk-net.ru

УДК 614.8:331.4

О ПРОБЛЕМАХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМАТИВНОЙ ПРАВОВОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Кандидат техн. наук *В.П. Сломьянский*, кандидат техн. наук *В.Ю. Глебов*,
С.Н. Азанов

ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Описываются результаты проведения научно-практической конференции по проблемам совершенствования нормативной правовой базы в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций, нормативная правовая база.

PROBLEMS OF IMPROVEMENT OF NORMATIVE LEGAL BASE IN THE FIELD OF PROTECTION OF POPULATION AND TERRITORIES FROM EMERGENCY SITUATIONS

Ph. (Tech.) *V.P.Slomyanskiy*, Ph. (Tech.) *V.Yu.Glebov*, *S.N.Azanov*

FC VNII GOChS Emercom of Russia

Describes the results of the scientific-practical conference on problems of improvement of normative legal base in the field of protection of population and territories from emergency situations.

Key words: emergency prevention and liquidation of emergency situations, the legal base.

В условиях обострения угроз техногенного и природного характера, усиления террористических проявлений в Российской Федерации особое значение приобретает проблема обеспечения защищенности населения и территорий страны на требуемом уровне.

За истекший 2013 год на территории Российской Федерации произошло 332 чрезвычайных ситуации (далее – ЧС), в том числе 39 региональных и 4 федеральных чрезвычайных ситуации. В результате ЧС пострадало более 200 тысяч человек [1].

Совершенствование нормативной правовой базы в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от ЧС является одним из приоритетных направлений государственной политики. В этой области МЧС России активно сотрудничает с Институтом законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации.

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), как головная научная организация МЧС России по проблемам гражданской обороны, защиты населения и территорий от ЧС осуществляет комплекс научных исследований, результатами которых являются, в том числе:

разработка предложений по внесению изменений и дополнений в действующую нормативную правовую базу, регулирующую отношения в рассматриваемой области;

разработка комплектов нормативно-технических и методических документов.

Особое внимание уделяется нормативному обеспечению функционирования сил гражданской обороны (далее – ГО), вопросу оказания материальной помощи пострадавшим

в ЧС и терактах, транспортной безопасности, снятию избыточных административных барьеров на пути развития предпринимательства.

С целью обмена мнениями специалистов, выработки приоритетных направлений совершенствования нормативной правовой базы в области ГО, защиты населения и территорий от ЧС МЧС России совместно с Институтом законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации была организована и 1 октября 2014 г. проведена научно-практическая конференция «Органы государственной власти и местного самоуправления в предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

В работе конференции приняли участие представители Аппарата Правительства Российской Федерации, Федерального Собрания Российской Федерации, органов государственной власти Российской Федерации (Министерство иностранных дел Российской Федерации, Министерство обороны Российской Федерации, Министерство экономического развития Российской Федерации, Министерство внутренних дел Российской Федерации, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации, Министерство транспорта Российской Федерации, Министерство культуры Российской Федерации и др.), более 40 субъектов Российской Федерации, ведущих научных и учебных организаций Евразийского региона. Всего в научно-практической конференции приняли участие более 200 человек.

В ходе конференции обсуждались пути совершенствования системы управления и правового регулирования в сфере ГО и защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера в мирное и военное время; состоялся обмен мнениями о современных мерах по повышению способности государства противостоять внешним и внутренним угрозам; рассматривались задачи по обеспечению безопасности страны, общества, граждан, а также актуальные вопросы правоприменительной практики относительно реализации полномочий органами государственной власти и местного самоуправления; был проанализирован опыт применения и осуществления мер по обеспечению безопасности критически важных объектов; выработаны рекомендации по дальнейшему совершенствованию правового регулирования и правоприменительной практики в области ГО и защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера в мирное и военное время.

По итогам работы научно-практической конференции были определены приоритетные направления совершенствования нормативной правовой базы, в том числе[2]:

обеспечение системного подхода к правовому регулированию вопросов защиты населения и территорий от ЧС на федеральном, региональном и муниципальном уровнях с учетом дифференциации способов и механизмов предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций с учетом природно-климатических и социально-экономических условий;

дальнейшее разграничение полномочий между федеральными органами государственной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления;

совершенствование надзорной и контрольной деятельности;

упорядочение лицензионной деятельности в области предупреждения и ликвидации ЧС природного и техногенного характера;

организация информирования населения в области защиты от ЧС природного и техногенного характера;

повышение уровня безопасности критически важных и потенциально опасных объектов;

использование механизмов государственно-частного партнерства для обеспечения безопасности жизнедеятельности населения;

оптимизация процедуры организации и проведения государственного надзора в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера, главным образом, за счет сокращения количества проверок в отношении объектов малого и среднего бизнеса, упрощения форм и процедуры подготовки декларации безопасности, внедрения независимой оценки рисков, расширения публичной отчетности контрольно-надзорных органов об итогах проверок, а также затраченных на их проведение ресурсов;

совершенствование нормативно-правового и методического обеспечения в области повышения антитеррористической защищенности критически важных и потенциально опасных объектов и др.

Литература

1. Ежегодный государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2013 году. М.: МЧС России. - 2014.

2. Органы государственной власти и местного самоуправления в предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций: материалы научно-практической конференции (Москва, 1 октября 2014 г.) / отв. ред. В.И. Лафитский, Л.К. Терещенко. – М.: Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации. - 2014. 294 с.

Сведения об авторах

Сломацкий Виталий Павлович, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, Москва, ул. Планерная, 12-252 т. раб./факс 449-99-77

Глебов Владимир Юрьевич, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7, т. раб. (499) 445-31-37 (доб. 175)

Азанов Сергей Николаевич, - ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, Москва, ул. Твардовского, 31-417, т. раб. 8 (499) 233-25-47 (доб. 160); e-mail: 14_otdel@mail.ru

УДК: 614.84

**ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМАТИВНОЙ ПРАВОВОЙ БАЗЫ,
РЕГЛАМЕНТИРУЮЩЕЙ СОЗДАНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
ЗАЩИТЫ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕН-
НОГО ХАРАКТЕРА, ИНФОРМИРОВАНИЯ И ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ
НА ТРАНСПОРТЕ**

Е.К. Назаренко, С.Н. Савченков

Анализируется состояние нормативной правовой базы, регламентирующей создание и функционирование системы защиты от чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте (СЗИОНТ). Рассмотрены основные направления деятельности по совершенствованию нормативной правовой базы, регулирующей отношения в обозначенной предметной области.

Ключевые слова: нормативная правовая база, система защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте (СЗИОНТ).

**QUESTIONS TO IMPROVING THE REGULATORY FRAMEWORKS GOVERNING
THE ESTABLISHMENT AND OPERATION A SYSTEM OF PROTECTION
AGAINST EMERGENCY SITUATIONS OF NATURAL AND TECHNOGENIC
CHARACTER, INFORMING AND ALERTING THE PUBLIC ON TRANSPORT**

E.K. Nazarenko, S.K. Savchenkov

Analyzes the state of the legal framework regulating the creation and functioning of the system of protection from emergency situations of natural and technogenic character, informing and alerting the public transport. The basic directions of activities on improvement of the legislation regulating relations in the designated subject area.

Key words: legal and regulatory framework, the system of protection from emergency situations of natural and technogenic character, informing and alerting the public transport.

Система защиты от ЧС природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте (далее – СЗИОНТ) представляет собой государственную информационную систему, предназначенную для обеспечения безопасности населения на транспорте.

В целях повышения эффективности обеспечения транспортной безопасности необходимо формирование нормативной правовой базы для создания, развертывания и эксплуатации СЗИОНТ, включающей наряду с актами федерального законодательства, нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации.

За последние годы на федеральном уровне приняты нормативные правовые акты, имеющие непосредственное отношение к данной проблеме.

Так, правовой основой создания рассматриваемой системы является Указ Президента Российской Федерации от 31 марта 2010 г. № 403 «О создании комплексной системы обеспечения безопасности населения на транспорте». Распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2010 г. № 1285-р утверждена Комплексная программа обеспечения безопасности населения на транспорте, которая предусматривает создание

пилотных зон сегментов защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте в центрах управления кризисными ситуациями (информационный центр «ОКСИОН») – МЧС России.

В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 августа 2011 г. № 1372-р одним из направлений данной программы является совершенствование законодательства Российской Федерации в области обеспечения транспортной безопасности, а также создания и функционирования комплексной системы обеспечения безопасности населения на транспорте.

Концепцией создания комплексной системы информирования и оповещения населения при угрозе и возникновении ЧС, принятой протоколом заседания Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности от 18 июня 2013 г. № 4 предусматривается на втором этапе (2014-2015 годы) продолжить работу по совершенствованию нормативной правовой базы.

Нормы федерального законодательства, затрагивающие вопросы обеспечения безопасности населения на транспорте, получили развитие в законодательстве субъектов Российской Федерации.

Так, постановлением Правительства Москвы от 19 мая 2009 г. № 447-ПП были утверждены «Положение об организации оповещения населения города Москвы о чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени», а также «Концепция развития и совершенствования централизованного оповещения населения города Москвы по сети проводного радиовещания». Аналогичные нормативные правовые акты и методические документы действуют и в других субъектах Российской Федерации.

В то же время действующее законодательство не устанавливает четкого разграничения полномочий между федеральными органами государственной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления в сфере защиты от ЧС природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте. Это сдерживает возможности по созданию многоуровневой системы защиты от ЧС природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте, определённой Указом Президента Российской Федерации от 31.10.2010 г. № 403 «О создании комплексной системы обеспечения безопасности населения на транспорте».

Необходимо отметить, что в большинстве субъектов Российской Федерации разрабатываются и принимаются нормативные правовые акты, касающиеся обеспечения безопасности населения в условиях угрозы возникновения или возникновения ЧС. Так, приняты законы о защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера, имеются различные акты подзаконного уровня в сфере обеспечения указанной защиты, в том числе и по вопросам организации оповещения населения о ЧС природного и техногенного характера.

В отдельных субъектах Российской Федерации и муниципальных образованиях действуют целевые программы, определяющие комплекс мероприятий в сфере обеспечения защиты населения от чрезвычайных ЧС природного и техногенного характера. В то же время в указанных актах почти не содержатся специальные нормы, направленные на обеспечение транспортной безопасности и только в некоторых субъектах Российской Федерации приняты положения об органах транспортного обеспечения ликвидации ЧС.

Таким образом, в настоящее время отсутствует системный подход, который бы обеспечивал на всех территориальных уровнях как правовое, так и институциональное регулирование такой специфической сферы отношений, как транспортная безопасность.

В связи с этим, для устранения указанных пробелов и совершенствования положений действующего законодательства необходимо определение правового статуса СЗИОНТ, а также полномочий каждого уровня осуществления публичной власти в данной системе.

В данном направлении такая работа уже проводится: в ходе научных исследований разработаны концептуальные, нормативные правовые, нормативно-технические документы; проведено научно-методическое сопровождение работ, связанных с созданием системы СЗИОНТ.

В результате проведённой работы созданы Концепция создания СЗИОНТ, комплект справочных материалов по совершенствованию нормативной правовой и нормативно-технической базы в субъектах Российской Федерации.

Подготовлен целый ряд проектов документов, предназначенных для территориальных органов подведомственных агентств и службы Минтранса России, территориальных органов МЧС России, МВД России и ФСБ России, при организации создания и эксплуатации СЗИОНТ.

Кроме этого разработаны проекты документов о внесении изменений и дополнений в действующие нормативные правовые акты, направленные на организацию мероприятий по созданию и функционированию СЗИОНТ: в федеральные законы от 6 октября 2003 года № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», от 9 февраля 2007 года № 16-ФЗ «О транспортной безопасности»; в Указ Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 года № 868; в Положение о Минтрансе России, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. № 295, и в Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003 г. № 794.

Согласование и утверждение указанных выше документов, доработанных с учетом замечаний заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, позволит повысить эффективность создания и использования СЗИОНТ в целях защиты людей на объектах транспортной инфраструктуры.

Актуальной задачей в области методического обеспечения СЗИОНТ является разработка и утверждение перечня нормативных правовых, нормативно-технических, методических документов, которыми следует руководствоваться при создании, эксплуатации и развитии данной системы.

Примерный перечень нормативных правовых, нормативно-технических, методических документов, которыми следует руководствоваться при создании, эксплуатации и развитии СЗИОНТ (по результатам проведённых исследований) охватывает более ста документов.

Он включает федеральные законы, указы Президента Российской Федерации, постановления Правительства Российской Федерации, приказы МЧС России, совместные приказы МЧС России, МВД России, ФСБ России, Мининформсвязи России и Минкультуры России; национальные стандарты Российской Федерации; своды правил; методические рекомендации.

Среди них следует отметить федеральные законы: от 27 декабря 1991 г. № 2124-1 «О средствах массовой информации»; от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»; от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»; от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»; от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне»; от 6 октября 1999 г. № 184-ФЗ «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации»; от 7 июля 2003 г. № 126-ФЗ «О связи»; от 6 октября 2003 г. № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».

В указанный перечень также входят указы Президента Российской Федерации: от 31 марта 2010 г. № 403 «О создании комплексной системы обеспечения безопасности на-

селения на транспорте» и от 13 ноября 2012 г. №1522 «О создании комплексной системы экстренного оповещения населения об угрозе возникновения или возникновении чрезвычайных ситуаций».

Кроме этого, в данный перечень входят постановления Правительства Российской Федерации: от 1 марта 1993 г. № 178 «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов»; от 1 марта 1993 г. № 177 «Об утверждении Положения о порядке использования действующих радиовещательных и телевизионных станций для оповещения и информирования населения Российской Федерации в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени»; от 9 июня 1995 г. № 578 «Об утверждении Правил охраны линий и сооружений связи Российской Федерации»; от 24 марта 1997 г. № 334 «О порядке сбора и обмена в Российской Федерации информации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»; от 30 декабря 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»; от 31 декабря 2004 г. № 894 «Об утверждении перечня экстренных оперативных служб, вызов которых круглосуточно и бесплатно обязан обеспечить оператор связи пользователю услугами связи, и о назначении единого номера вызова экстренных оперативных служб»; от 31 декабря 2004 г. № 895 «Об утверждении Положения о приоритетном использовании, а также приостановлении использования любых сетей связи и средств связи во время чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и др.

Очевидно, что при применении такого большого числа документов (многие из которых имеют косвенное отношение к данной предметной области) у должностных лиц территориальных органов исполнительной власти и организаций в процессе создания и использовании СЗИОНТ, возникают сложности, связанные с выбором нужного документа на том или ином этапе (создания, эксплуатации или развития) СЗИОНТ.

Для решения этих вопросов и в целях обеспечения необходимой справочной нормативной правовой информацией территориальных органов МЧС России, должностных лиц заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и организаций, участвующих в создании и использовании сегментов СЗИОНТ, а также совершенствования правоприменения, разработаны Методические рекомендации по применению нормативных правовых и нормативно-технических документов при создании, эксплуатации и развитии СЗИОНТ (далее - рекомендации).

Рекомендации имеют прикладную направленность и адаптированы к основным задачам территориальных органов МЧС России в данной предметной области, предназначены для должностных лиц заинтересованных органов государственной власти, органов местного самоуправления и организаций, участвующих в создании и эксплуатации сегментов СЗИОНТ. Они включают основные положения федеральных законов, указов и распоряжений Президента Российской Федерации, постановлений Правительства Российской Федерации, руководящих документов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, а также нормативно-технических документов, в части касающейся СЗИОНТ на этапах создания, эксплуатации и развития данной системы.

В рекомендациях указано, что толкование правовой нормы необходимо для принятия правильного решения должностными лицами территориальных органов заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и организаций, участвующих в создании и использовании сегментов СЗИОНТ.

Материалы рекомендаций могут быть полезны как на этапе организации создания СЗИОНТ, так и на этапах проектирования, строительно-монтажных и пуско-наладочных работ, эксплуатации сегментов СЗИОНТ.

Так, при организации создания СЗИОНТ в части, касающейся использования терминологического аппарата, могут быть применены нормы статьи 1 Федерального закона от 9 февраля 2007 г. № 16-ФЗ «О транспортной безопасности», где юридически закреплены основополагающие термины по данному вопросу, а также основные принципы обеспечения транспортной безопасности, которые могут быть применены при создании СЗИОНТ.

При организации создания СЗИОНТ в части, касающейся требований к государственным информационным системам, понятийному аппарату, правовой основе их создания, могут применяться нормы статьи 3 Федерального закона от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».

В части, касающейся полномочий органов государственной власти и органов местного самоуправления, а также обязанностей организаций и граждан в области информирования и оповещения населения о чрезвычайных ситуациях, могут быть применены положения статьи 1 Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

При создании и поддержания в постоянной готовности систем оповещения, могут быть применены положения статей 7 и 8 Федерального закона от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне».

Положения п.8 Комплексной программы обеспечения безопасности населения на транспорте, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2010 г. № 1285-р. рекомендуется использовать в части, касающейся создания пилотных зон сегментов СЗИОНТ в центрах управления кризисными ситуациями.

Положения «Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по исполнению государственной функции по организации информирования населения через средства массовой информации и по иным каналам о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях и пожарах, мерах по обеспечению безопасности населения и территорий, приемах и способах защиты, а также пропаганде в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах», утвержденного приказом МЧС России от 29.06.2006 № 386 могут быть применимы при создании СЗИОНТ в части, касающейся организации информирования населения через средства массовой информации.

При организации создания СЗИОНТ в части, касающейся систем оповещения, могут быть применены нормы «Положения о системах оповещения населения», утвержденного приказом МЧС России, Минкомсвязи России и Минкультуры России от 25.07.2006 № 422/90/376.

При проектировании и строительстве локальных систем оповещения на действующих потенциально опасных объектах, могут быть применены положения пунктов 1 - 4 постановления Совета Министров Правительства Российской Федерации от 1 марта 1993 г. № 178 «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов».

В части, касающейся регулирования организации системы сертификации в области связи, могут быть использованы положения приказа Мининформсвязи России от 31.01.2000 № 10 «Об утверждении Административного регламента Федерального агентства связи по исполнению государственной функции по организации системы сертификации в области связи, включающей в себя органы по сертификации, испытательные лаборатории (центры) независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности».

Вывод:

Применение системного подхода в области нормативного правового регулирования, который бы обеспечивал на всех территориальных уровнях как правовое, так и институциональное регулирование транспортной безопасности позволит повысить эффективность создания и использования СЗИОНТ в целях защиты людей на объектах транспортной инфраструктуры.

Для устранения пробелов и совершенствования положений действующего законодательства необходимо определение правового статуса СЗИОНТ, а также полномочий каждого уровня осуществления публичной власти в данной системе.

Актуальной задачей в области методического обеспечения СЗИОНТ является разработка и утверждение перечня нормативных правовых, нормативно-технических, методических документов, которыми следует руководствоваться при создании, эксплуатации и развитии данной системы, а также совершенствование методических подходов к применению вышеназванных документов.

Литература

1. Комплексная программа обеспечения безопасности населения на транспорте, утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2010 г. № 1285-р
2. Глебов В.Ю., Азанов С.Н., Назаренко Е.К., Савченков С.Н. «Совершенствование нормативной правовой базы, регулирующей отношения, связанные с созданием системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте» // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. - 2011, № 3. с. 32-38.
3. Методические рекомендации территориальным органам МЧС России по применению нормативных правовых и нормативно-технических документов при создании, эксплуатации и развитии системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте / Москва: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). - 2013. — 74 с.

Сведения об авторах

Назаренко Елена Константиновна, - ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), с. н. с., 121352, г. Москва, Давыдовская ул., д. 7, Тел.: (499) 233-25-74 (доб. 143), E-mail: 14_otdel@mail.ru

Савченков Сергей Николаевич, - ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), с. н. с. 121352, г. Москва, Давыдовская ул., д. 7, Тел.: (499) 233-25-74 (доб. 143), E-mail: 14_otdel@mail.ru

УДК 614(083):355.244.2

ВОПРОСЫ КОДИФИКАЦИИ НОРМАТИВНЫХ И НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ ДОКУМЕНТОВ В ОБЛАСТИ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ И ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

О.С. Федосеева
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Представлен информационно-справочный материал о проведённых научно-исследовательских разработках в области ГО и ЗНТЧС.

Проведен мониторинг нормативных и правовых документов в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, и представлена кодифицированная электронная версия базы нормативных и нормативных правовых документов в указанной области.

Ключевые слова: нормативная правовая база, программное средство, информационно-справочная база.

CODIFICATION OF REGULATORY AND LEGAL DOCUMENTS IN THE FIELD OF CIVIL DEFENSE AND PROTECTION OF POPULATION AND TERRITORIES FROM EMERGENCY SITUATIONS

O.S. Fedoseeva
FC VNII GOChS Emercom of Russia

Article on the current topic, information is provided for reference on the conducted research and development in the subject area.

Monitoring of regulations and regulatory documents in the field of civil defense and protection of population and territories from emergency situations and presented codified electronic version of the regulatory framework and legal documents in this area.

Key words: regulatory and legal framework, the software, information and referral base.

Эффективность решения задач, связанных с подготовкой и ведением мероприятий по гражданской обороне, защитой населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в значительной степени зависит от состояния нормативной правовой базы, регулирующей правоотношения в рассматриваемой области.

В основу совершенствования нормативной правовой, нормативно-технической и методической базы в области гражданской обороны должны быть положены следующие основные принципы развития гражданской обороны нашей страны на современном этапе:

- необходимая достаточность при организации и выполнении мероприятий по гражданской обороне;
- использование новых форм и методов защиты населения и территорий от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, а также при чрезвычайных ситуациях;
- рациональное расходование средств на основе критерия «затраты - эффективность».

Для решения проблемы ведения и анализа автоматизированных баз данных ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) регулярно проводится мониторинг нормативной и нормативной правовой базы, который направлен на повышение эффективности информирования специалистов МЧС России, заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и населения по вопросам нормативного правового обеспечения в области ГО и ЗНТЧС [1].

Разработку и внедрение унифицированного программного средства информационно-справочной базы нормативных и нормативных правовых документов в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций своевременна, и актуальна, четко укладывается в рамки процесса становления нового облика системы РСЧС и ГО[2].

Кодификация состояния нормативной правовой базы проводится с использованием дифференцированного подхода, с учетом характера и целевой направленности законодательных и иных нормативных правовых актов по следующим группам:

- законодательные акты, регулирующие отношения в области гражданской обороны;
- законодательные акты, регулирующие отношения в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- иные нормативные правовые акты в области гражданской обороны;
- иные нормативные правовые акты в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- ненормативные правовые документы в области гражданской обороны;
- ненормативные правовые документы в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

В результате проведенной работы создан кодифицированный перечень действующих нормативных и ненормативных правовых документов по вопросам ГО и ЗНТЧС, необходимых для наполнения информационно-справочной базы:

- Основы единой государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2020 года утверждены Президентом Российской Федерации от 3 сентября 2011 г. № Пр-2613.
- Федеральные конституционные законы:
 - от 30 мая 2001 года № 3-ФКЗ «О чрезвычайном положении»;
 - от 30 января 2002 года № 1-ФКЗ «О военном положении»;
 - от 17 декабря 1997 г. № 2-ФКЗ «О Правительстве Российской Федерации».
- Федеральные законы:
 - от 28 декабря 2010 года № 390-ФЗ «О безопасности»;
 - от 29 декабря 1994 года № 79-ФЗ «О государственном материальном резерве»;
 - от 22 августа 1995 года № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей»;
 - от 12 февраля 1998 года № 28-ФЗ «О гражданской обороне»;
 - от 31.05.1996 г. № 61-ФЗ «Об обороне»;
 - от 6 октября 1999 г. № 184-ФЗ «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации»;
 - от 26 февраля 1997 г. № 31-ФЗ «О мобилизационной подготовке и мобилизации в Российской Федерации».
- Постановления Правительства Российской Федерации:
 - от 3 октября 1998 г. № 1149 «О порядке отнесения территорий к группам по гражданской обороне»;

- от 10 июля 1999 г. № 782 «О создании (назначении) в организациях структурных подразделений (работников), уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны»;
 - от 29 ноября 1999 г. № 1309 «О порядке создания убежищ и иных объектов гражданской обороны»;
 - от 16 марта 2000 г. № 227 «О возмещении расходов на подготовку и проведение мероприятий по гражданской обороне»;
 - от 27 апреля 2000 г. № 379 «О накоплении, хранении и использовании в целях гражданской обороны запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств»;
 - от 2 ноября 2000 г. № 841 «Об утверждении положения об организации обучения населения в области гражданской обороны»;
 - от 26 ноября 2007 г. № 804 «Об утверждении положения о гражданской обороне в Российской Федерации»;
 - от 21 мая 2007 г. № 305 «Об утверждении положения о государственном надзоре в области гражданской обороны».
- Приказы МЧС России:
 - от 27 мая 2003 г. № 285 «Об утверждении и введении в действие Правил использования и содержания средств индивидуальной защиты, приборов радиационной, химической разведки и контроля»;
 - от 21 июля 2005 г. № 575 «Об утверждении Порядка содержания и использования защитных сооружений гражданской обороны в мирное время»;
 - от 31 июля 2006 г. № 440 «Об утверждении Положения об уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны структурных подразделениях (работниках) организаций».

Систематизированные результаты проведенного анализа нормативных правовых документов по вопросам ГО и ЗНТЧС размещены на ресурсах разработанной информационно-справочной базы нормативных и нормативных правовых документов в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (ИСБ ГО ЗНТЧС).

ИСБ ГО ЗНТЧС представляет собой программное средство для информационного и аналитического обеспечения деятельности должностных лиц МЧС России по вопросам нормативного правового обеспечения в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Кодифицированная информационно-справочная база нормативных и нормативных правовых документов в области ГО и ЗНТЧС содержит перечень документов, систематизированных как по уровню значимости, так и по предметной области их использования, имеет удобный интерфейс с отражением тематических модулей, гипертекстовый поиск по заданным параметрам, возможность контентного обновления, размещения в сетях открытого доступа.

Программное средство ИСБ ГО ЗНТЧС позволяет получать доступ к тексту хранящихся в базе данных документов с помощью иерархической структуры, выраженной в виде дерева единиц хранения [3].

ИСБ ГО ЗНТЧС обеспечивает, в том числе обновление базы данных по ТСР/IP - совместимой вычислительной сети (Интернет или ведомственные локальные вычислительные сети) с сервера обновлений. Администрирование сервера обновлений осуществляется централизованно специалистами МЧС России [4].

Созданная программа имеет две версии: для пользователя и администратора. Для пользователей в программе отсутствуют возможности добавления и изменения базы дан-

ных документов, редактирования тегов и присваивания связей документов к тегам. Дистрибутив для администраторов включает в себя перечисленные выше функции, а также позволяет формировать и выкладывать на сервер пакеты обновлений в автоматизированном режиме [5].

Ожидаемый эффект от внедрения данного программного продукта заключается в упрощении и оптимизации деятельности специалистов МЧС России, заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ и населения по вопросам анализа и ведения нормативного правового регулирования в области ГО и ЗНТЧС, а также создания условий для ознакомления и применения нормативных правовых документов в обозначенной области.

ВЫВОД:

Результаты проведенной научно-исследовательской работы могут использоваться в рамках реализации информационно-аналитического и правового обеспечения деятельности специалистов МЧС России, заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и населением в области ГО и ЗНТЧС.

Литература

1. Шураков В.В., Алферов В.В., Лихачева Г.Н. Программное обеспечение ЭВМ, - М.: Статистика. - 1979, - 376 с.
2. Средства информационной техники. Справочник под ред. Г.Т. Артамонова, - М.: Энергия. - 1980, - 376 с.
3. Пономарева, Кузьмин Л.Г., Морев В.Н. Информационное обеспечение АСУ. – М.: 1981 - - 245с.
4. Межгосударственный стандарт ГОСТ 34.003-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения» (утв. постановлением Госстандарта СССР от 27 декабря 1990 г. № 3399).
5. Межгосударственный стандарт ГОСТ 34.603-92 «Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем» (утв. постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 17 февраля 1992 г. № 161).
6. Отчет о работе «Разработка специального программного обеспечения информационно-справочной базы нормативных и нормативных правовых документов в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций»

Сведения об авторе

Федосеева Ольга Сергеевна, - младший научный сотрудник 13 научно-исследовательского отдела 1 научно-исследовательского центра, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, 8(499)233-25-47.

УДК 614.824(082)

РЕЗЕРВ ВРЕМЕНИ КАК ВАЖНЫЙ ПАРАМЕТР ЗАЩИЩЕННОСТИ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ОБЪЕКТОВ И ЗАДАЧИ ДИАГНОСТИКИ ПО ЕГО ОБЕСПЕЧЕНИЮ

Чл.-корр. РАН, доктор техн. наук *Н.А. Махутов*, доктор техн. наук *Р.С. Ахметханов*,
Е.Ф. Дубинин, кандидат эконом. наук *В.И. Кукова*
Институт машиноведения им. Благонравова А.А. РАН

Создание систем комплексной защиты критически важных объектов на основе управления рисками предполагает обеспечение заданного уровня защищенности этих объектов на всех стадиях жизненного цикла. В решении этой задачи важное значение имеют системы диагностики и мониторинга рисков, позволяющие использовать резерв времени на принятие управленческих решений в качестве важнейшего параметра защищенности. При создании систем диагностики необходим правильный выбор упреждающих диагностических параметров, учитывающих скоростные особенности диагностируемого объекта. Это позволит выработать и реализовать на аппаратном и программном уровнях требования к системе аварийного останова объекта в случае угрозы возникновения аварии.

Ключевые слова: защищенность объекта, критически важный объект, система диагностики и мониторинга, резерв времени для принятия решения, система аварийного останова.

TIME RESERVE AS AN IMPORTANT PARAMETER OF ENGINEERING PROTECTION OF CRITICAL FACILITIES AND DIAGNOSTIC TASKS FOR ITS SOLUTION

Corresponding member of the RAS, Dr. (Tech.) *N.A. Makhutov*,
Dr. (Tech.) *R.S. Akhmetkhanov*, *E.F. Dubinin*, Ph.D. (Econ.) *V.I. Kuksova*
Institute of Machine Sciences. Russian Academy of Sciences

Creating a system of comprehensive protection of critical facilities on the basis of risk management involves ensuring a specified level of protection of these objects at all stages of the life cycle. In solving this problem are important diagnostic systems and risk monitoring, allowing using a reserve time for management decisions as an important parameter of security. Creation of a diagnostic system requires the right choice of proactive diagnostic parameters which take into account the speed characteristics of the diagnosed object. This will allow develop and implement the hardware and software levels System Requirements Emergency Stop of critical facilities in case of a threat of an accident.

Key words: protection of object, critical facilities, system of diagnostics and monitoring, the time reserve for a decision, emergency stop system.

Защищенность КВО и ее обеспечение по стадиям жизненного цикла

Защищенность критически важных объектов (КВО) характеризуется комплексом запасов по прочности, ресурсу, надежности и живучести, определяемых как отношения предельных характеристик в аварийном или катастрофическом состоянии к соответствующим

щим характеристикам на заданной стадии функционирования объекта [1]. В качестве интегрального показателя защищенности может использоваться индекс защищенности КВО, представляющий собой отношение установленного законодательно допустимого значения интегрального риска для рассматриваемого объекта $[R]$ к текущему значению интегрального риска $\|\bar{R}\|$:

$$Z = \frac{[R]}{\|\bar{R}\|} \quad (1)$$

Комплексное обеспечение защищенности КВО требует разработки системного подхода, который базируется на управлении интегральным риском для КВО, и предусматривает действия по снижению трех факторов риска:

- 1) угроз природно-техногенного характера, которым подвергаются объекты;
- 2) уязвимости КВО по отношению к указанным угрозам;
- 3) ущербов при авариях на КВО.

При этом угроза для критически важного объекта рассматривается как вероятностная характеристика, определяющая возможность воздействия на объект поражающих факторов некоторого опасного события, которое может произойти как на самом объекте, так и во внешней среде.

Понятие риска R включает в себя две составляющие:

- вероятность наступления опасного нежелательного события (в частности, ЧС);
- размер последствий (ущерба U) реализации такого события.

$$R = \{P \cdot U\}. \quad (2)$$

Достижение приемлемых рисков можно осуществить комплексом мероприятий с эффективными затратами на заданное одновременное снижение вероятностей $P(\tau)$ и ущербов $U(\tau)$.

Общий контекст анализа риска для рассматриваемой технической системы предполагает последовательный анализ угроз, которым подвергается система, анализ уязвимостей системы по отношению к этим угрозам, и оценку ущербов от аварий, реализующихся в тех случаях, когда система оказалась уязвима к действующим на нее угрозам.

Для анализа, обеспечения и повышения безопасности КВО с применением критериев интегральных рисков и с учетом времени τ вводятся следующие их основные уровни – категории:

- пренебрежимые риски $R_n(\tau)$;
- приемлемые риски $[R(\tau)]$;
- допускаемые риски $R_o(\tau)$;
- критические риски $R_c(\tau)$;
- неприемлемые риски $R_n(\tau)$.

Заданный уровень защищенности КВО определяется на основе приемлемых рисков $[R(\tau)]$ по выражению:

$$\left. \begin{aligned} Z(\tau) = n_R(\tau) &= \frac{R_c(\tau)}{R(\tau)} \\ [Z(\tau)] &= [n_R(\tau)] = \frac{R_c(\tau)}{[R(\tau)]} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где $n_R(\tau)$ – коэффициент безопасности по рискам; $[n_R(\tau)]$ – требуемый заданный уровень запасов по рискам.

Если риски $R(\tau)$ ниже приемлемых $[R(\tau)]$, то заданный уровень защищенности обеспечен; если расчетные риски выше приемлемых, то защищенность считается необеспеченной.

Обеспечение защищенности $Z_\kappa(\tau)$ можно охарактеризовать выражением

$$\left. \begin{aligned} Z_\kappa(\tau) &\geq [Z_\kappa(\tau)] \\ n_\sigma &\geq [n_\sigma] \\ n_l &\geq [n_l] \\ n_r &\geq [n_r] \\ n_R &\geq [n_R] \end{aligned} \right\}. \quad (4)$$

Система неравенств (4) означает, что защищенность $Z_\kappa(\tau)$ КВО в нормальных условиях и при возникновении аварийных ситуаций можно считать обеспеченной, если уровень защищенности выше приемлемого $[Z_\kappa(\tau)]$ и удовлетворяется комплекс требований к запасам n_σ прочности, трещиностойкости n_l , ресурса n_r и рисков n_R для наиболее опасных моментов возникновения и развития аварий [2].

Комплексная безопасность потенциально опасных объектов S включает механическую S_m , радиационную S_p , пожарную S_n , химическую S_x , биологическую S_b и экологическую S_3 безопасность, взрывобезопасность S_b .

Введение приемлемых уровней риска $[R(\tau)]$ устанавливается через критические (неприемлемые) риски $R_c(\tau)$ и запасы по величинам рисков n_R :

$$[R(\tau)] = \frac{1}{n_R} R_c(\tau). \quad (5)$$

Управление рисками $R(\tau)$ до достижения их приемлемых значений $[R(\tau)]$ на всех стадиях жизненного цикла объектов требует реализации комплекса мероприятий на разных уровнях, что в свою очередь требует определенных затрат с заданным уровнем их эффективности.

Если принять, что относительные риски $\bar{R}(\tau)$ с течением времени увеличиваются за счет естественных процессов старения, деградации, накопления повреждений, а уровень безопасности $\bar{S}(\tau)$ зависит от относительной защищенности $\bar{Z}(\tau)$

$$\bar{S}(\tau) = F_S \{ \bar{R}(\tau), \bar{Z}(\tau) \}, \quad (6)$$

то возникновение аварий и катастроф соответствует условию

$$\bar{S}(\tau) = \bar{R}(\tau) / \bar{Z}(\tau) \leq 1. \quad (7)$$

Комплексное повышение безопасности КВО, а также опасных производственных объектов (ОПО) и объектов технического регулирования (ОТР) с учетом опасных внешних и внутренних процессов должно обосновываться через комплексное повышение характеристик прочности, ресурса, надежности и живучести. Это позволит снизить системные риски возникновения аварийных и катастрофических ситуаций за счет снижения вероятностей и ущербов от этих ситуаций.

Сложившиеся к настоящему времени подходы к определению безопасности $S(\tau)$ КВО, анализ защищенности $Z(\tau)$ и стратегия ее обеспечения должны проводиться для четырех

основных стадий их жизненного цикла во времени τ с различным уровнем требуемой защищенности.

Новые условия являются базовыми для обеспечения защищенности КВО на всех стадиях жизненного цикла. При этом сам уровень заданной $[Z(\tau)]$ защищенности КВО, что эквивалентно достижению заданного уровня безопасности $[S(\tau)]$, определяется через приемлемые уровни рисков $[R(\tau)]$. Это требует существенного усложнения анализа безопасности $S(\tau)$, рисков $R(\tau)$ и защищенности $Z(\tau)$ КВО для всех стадий жизненного цикла.

В системе мероприятий по достижению приемлемых рисков $[R(\tau)]$ при одновременном снижении вероятностей $P(\tau)$ и ущербов $U(\tau)$ важная роль принадлежит системам диагностики, мониторинга и автоматизированной защиты. Для безопасного функционирования КВО необходимо снизить возможность неконтролируемых выходов потенциально опасных веществ W , энергий E и потоков информации I , а также риски аварий и катастроф. Это и достигается построением систем мониторинга, диагностики и защиты [3]. Вследствие этого одной из важных научных проблем является развитие методов и создание систем оперативной диагностики и мониторинга аварийных ситуаций и поврежденных состояний КВО в случае возникновения аварий и катастроф.

Системы диагностики как элемент мониторинга рисков на КВО

Научно-методической основой создания систем технической диагностики ОПО и КВО, их защиты, является теория риска. Основными задачами систем диагностики и защиты в стратегии управления рисками $R(\tau)$ и $R_C(\tau)$ являются:

- уменьшение вероятностей $P(\tau)$ и $P_C(\tau)$ возникновения опасных состояний в создаваемых и функционирующих системах;
- снижение ущербов $U(\tau)$ и $U_C(\tau)$ в тех случаях, когда всем комплексом различных мероприятий избежать аварий и катастроф не удалось [4].

Процесс диагностирования $D_R(\tau)$ состояния систем по параметрам рисков R состоит в обеспечении заданных рисков

$$D_R(\tau) = F_{DR} \{R(\tau), R_C(\tau)\} = F_D \{R_N(\tau), R_T(\tau), R_S(\tau)\} = F_D \{P(\tau), P_C(\tau), U(\tau), U_C(\tau)\}. \quad (8)$$

Здесь индексами N , T и S обозначены соответственно население, объект и окружающая среда; R_C – риски для социальной сферы (населения); P_C – вероятности появления неблагоприятных событий в социальной сфере; U_C – ущербы, наносимые социальной сфере; $R_N(\tau)$, $R_T(\tau)$ и $R_S(\tau)$ – составляющие рисков $R(\tau)$.

Сами вероятности $P(\tau)$ и $P_C(\tau)$ и ущербы $U(\tau)$ и $U_C(\tau)$, в свою очередь, зависят от базовых параметров поражающих факторов. Так, если иницирующими факторами аварий и катастроф являются штатные и нештатные воздействия $V(\tau)$ со стороны человека, технических объектов и окружающей среды, а также реакции $R_V(\tau)$ объектов регулирования рисков на эти воздействия в штатных и нештатных ситуациях, то при диагностировании устанавливаются соответствующие функциональные зависимости параметров $D_P(\tau)$

$$D_P(\tau) = F_{DP} \{V(\tau), R_V(\tau)\} = F_{DP} \{V_N(\tau), V_T(\tau), V_S(\tau), R_{VN}(\tau), R_{VT}(\tau), R_{VS}(\tau)\}. \quad (9)$$

В зависимости от режима функционирования объекта техническая диагностика делится на два класса:

- штатная диагностика, обеспечивающая штатное функционирование сложных социально-природно-техногенных систем при соблюдении заданного уровня безопасности по критериям рисков – $R(\tau) \leq R_C(\tau)$;

- аварийная диагностика, проводимая при переходе от штатных к аварийным и катастрофическим ситуациям.

По типу исполнения системы диагностики бывают:

- встроенными и работающими при штатных и аварийных ситуациях;
- мобильными, объектовыми и неobjектовыми – для аварийных ситуаций.

При функционировании объекта в штатном режиме контролируются характеристики его состояния: напряжения σ (деформации ϵ), температура t , размеры, формы и места возникновения дефектов (трещин) l и др. В аварийных ситуациях контролируются также параметры поражающих воздействий: неконтролируемое высвобождение энергии E ; опасных веществ W ; нарушенные потоки информации I . При этом задача состоит в представлении информации о текущем состоянии объекта и уровне воздействия поражающих факторов P на персонал и население (N), сам объект (T) и окружающую среду (S) для оценки ситуации и принятия экстренных мер по локализации аварии:

$$D(\tau) = F_D \{W(\tau), E(\tau), I(\tau)\}; P(\tau) = F_P \{N(\tau), T(\tau), S(\tau)\} . \quad (10)$$

Здесь очень важен переход от обнаружения нештатной ситуации к определению ее вида и степени опасности, т.е. от мониторинга к диагностике.

Основными требованиями к системам мониторинга и диагностики являются:

- достаточное быстродействие (с учетом измерения, анализа и постановки диагноза);
- гарантируемые полнота обнаружения и идентификация основных потенциально опасных дефектов и отказов на ранней стадии их развития;
- минимальная вероятность ошибок;
- стойкость к воздействию поражающих факторов;
- соответствие определяющих параметров систем мониторинга и диагностики классу опасности объекта, на котором они применяются;
- минимальные затраты на систему и ее эксплуатацию.

Как отмечалось ранее, общие принципы обеспечения безопасности сложных технических систем, включая критически важные объекты, должны учитываться на всех стадиях их жизненного цикла.

Базовыми принципами построения систем мониторинга, диагностики и защиты являются: снижение рисков инициирующих воздействий; снижение рисков развития чрезвычайных ситуаций (ЧС); срабатывание систем защиты и возвращение функционирующих систем на меньший уровень опасности.

Для защиты КВО от инициирующих воздействий и развивающихся чрезвычайных ситуаций применяются следующие виды защит: жесткая; постоянно действующая функциональная; естественная; комбинированная; охранная.

Использование систем функциональной защиты позволяет в случае аварий активно воздействовать на процессы, протекающие в сложных технических системах, в частности выводить из технологической цепочки аварийные участки. Охранная защита представляет собой комплекс мероприятий по отражению террористических угроз. Снижение рисков $R(\tau)$ для КВО, как правило, достигается применением комплекса всех перечисленных систем защиты. Система диагностики входит в состав функциональной защиты КВО.

При нарастании рисков $R(\tau)$ до предельных значений (по сигналам, полученным от систем технической диагностики и мониторинга) необходимо принятие оперативных решений: регулирование и срабатывание систем защиты; останов процесса и объявление тревоги.

Задачи диагностического контроля состояния объектов могут решаться посредством:

- диагностики – эпизодического определения наиболее важных параметров;
- мониторинга – непрерывного слежения за наиболее информативными параметрами.

В число основных видов мониторинга на опасных производственных и критически важных объектах входят: охранный мониторинг; мониторинг оборудования и технологических процессов; мониторинг сооружений и конструкций; мониторинг природных воздействий.

Система диагностики штатных и аварийных ситуаций должна предусматривать:

- 1 - последовательные и систематические измерения определенных параметров, определяющих опасность возникновения ЧС;
- 2 - регистрацию параметров, вышедших за штатное значение и переход системы в аварийное состояние;
- 3 - выявление изменений этих параметров в ходе аварии и сравнение их с исходными;
- 4 - прогнозирование течения аварии и ее последствий;
- 5 - способы обеспечения живучести аварийных средств диагностики;
- 6 - разработку рекомендаций по предотвращению аварий на объекте и рекомендаций по достижению штатных значений параметров.

Повышение резерва времени для реагирования на аварийную ситуацию на основе анализа предвестников аварий

Ранняя диагностика, мониторинг «он-лайн» и оповещение о возможных проблемах позволяют обнаружить и исправить ситуации, которые могут привести к выходу из строя оборудования или нарушению технологического процесса, аварийному останову или самой аварии. При этом значительно увеличивается резерв времени ($\Delta\tau_1 > \Delta\tau_2$) для принятия обоснованных решений (рис. 1). Становится возможным менять параметры процессов (переходить на более мягкие режимы) для недопущения поломок [5]. В случае полного отсутствия систем диагностики и мониторинга сложных технических систем (СТС) резерв времени $\Delta\tau = 0$.

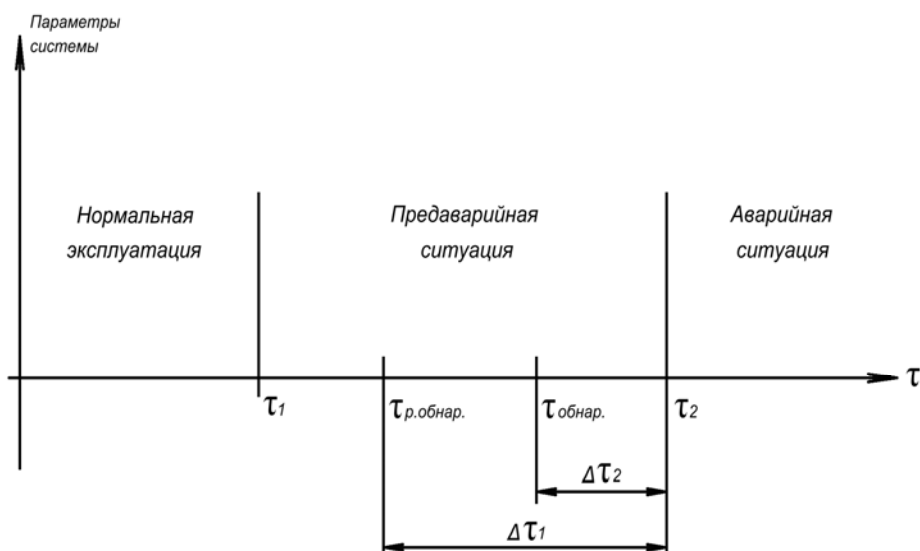


Рис. 1. Обнаружение предаварийной ситуации: τ_1 — начало предаварийной ситуации; τ_2 — начало аварии; $\tau_{обнар.}$ — момент обнаружения предаварийной ситуации обычными средствами диагностики и мониторинга; $\tau_{р.обнар.}$ — момент обнаружения предаварийной ситуации средствами ранней диагностики и мониторинга (анализ предвестников); $\Delta\tau_1$, $\Delta\tau_2$ — резерв времени для реагирования на аварийную ситуацию ($\Delta\tau_1 > \Delta\tau_2$)

Ранняя диагностика и мониторинг сложной технической системы позволяют создать временную избыточность для принятия необходимых мер в условиях надвигающегося отказа, что существенно повышает безопасность и снижает риск аварий и катастроф. Создаваемый при этом резерв времени $\Delta\tau$ можно рассматривать как один из важных параметров защищенности $Z(\tau)$ наряду с запасами n_σ прочности, трещиностойкости n_l , ресурса n_r и рисков n_R для наиболее опасных моментов возникновения и развития аварий.

Очевидно, что резерв времени $\Delta\tau$ является функционалом от состава и вида применяемых систем диагностики и мониторинга D :

$$\Delta\tau = F_D \{D\} . \quad (11)$$

Система ранней диагностики и мониторинга состояния систем базируется на использовании научно обоснованных методов оценки и управления рисками и безопасностью в целом. Для управления рисками используют:

- технологии обеспечения безопасности систем;
- профилактику опасных ситуаций;
- системы раннего обнаружения аварийных ситуаций;
- контроль над рабочими параметрами технологических процессов, сигнализацию и оповещение об аварийных ситуациях;
- меры, направленные на смягчение последствий аварий;
- подготовку персонала к быстрому реагированию.

Выявление и анализ предвестников аварий для своевременного распознавания назревающей аварийной ситуации является частью эффективно действующей системы упреждающей диагностики. При этом диагностический комплекс должен включать в себя информационные базы данных о состояниях систем при нормальном функционировании, при выходе в аварийные состояния, при развитии аварии. Анализ информационной базы данных позволяет выделить такие сочетания параметров или скоростей их изменения, которые могут однозначно определяться как предвестники аварийных ситуаций.

Появление предвестников аварийных ситуаций является сигналом для своевременного срабатывания систем аварийной защиты. Раннее обнаружение предвестников аварий становится важной целью функционирования системы штатной и аварийной технической диагностики.

С информационной точки зрения техническое диагностирование представляет собой процесс получения последовательности измеренных через определенные промежутки времени диагностических параметров разнообразного характера, – временных рядов. При их изучении важно определить характер, содержание, количественные характеристики степени нерегулярности изучаемых процессов за счет использования новых подходов к сущности диагностических сигналов и новых видов их математической обработки [6]. Это позволит существенно повысить информативность применяемых диагностических методов исследования поведения технических систем.

Упреждающая диагностика и прогнозирование состояния опасных объектов. Параметры упреждения в системах диагностики и их выбор

Целью упреждающей диагностики является не фиксация дефекта как уже возникшего отклонения от нормируемого параметра, а исследование и регистрация физических и других эффектов, *предшествующих* времени перехода материала или объекта в «дефектное» состояние [5,7].

Анализ статистических данных диагностики позволяет судить о неполадках элементов объекта. Прогнозирование будущих отказов включает расчетное время до отказа и может помочь определить момент проведения техобслуживания, избежать отказов и аварий. При отсутствии тревожных тенденций периоды между остановкой объекта на профилактику могут рационально увеличиваться, устраняя процедуры техобслуживания.

Априорные данные о технических характеристиках объекта можно получать от средств функционального и тестового диагностирования. Тем самым при достаточно «хороших» средствах функционального и тестового диагностирования и при условии организации накопления и обработки выдаваемой ими информации имеется возможность в любой период времени жизненного цикла конкретного экземпляра объекта иметь не только абсолютные фактические значения интенсивностей отказов и прогнозирующих параметров, но также динамику их изменения.

Значения прогнозных оценок развития анализируемых процессов в системах являются основой принятия решений по управлению системами.

Однако практическая реализация теоретически строгих постановок задач прогнозирования технического состояния сложных объектов встречается с трудностями и ограничениями. Опасные объекты функционируют в условиях действия значительного числа факторов, в том числе случайных. Поэтому прогнозирование поведения таких объектов наиболее эффективно с использованием вероятностных категорий. Иначе говоря, для ожидаемых событий могут быть указаны лишь вероятности их наступлений, а относительно значений тех или иных величин зачастую приходится ограничиваться законами их распределения или другими вероятностными характеристиками: средними значениями, дисперсиями и т.д. [7].

Для качественного диагностирования технического состояния КВО необходимо получить обширную информацию о физических параметрах процессов различной природы. Кроме того, должна осуществляться комплексная обработка и анализ измеряемой диагностической информации с использованием математических моделей взаимосвязи различных физических процессов с учетом факторов, влияющих и непосредственно обуславливающих развитие дефектов и неисправностей.

Наилучшим математическим аппаратом для прогноза таких объектов являются математико-статистические методы обработки временных рядов и соответствующие модели диагностируемых объектов.

Если построена адекватная модель, с ее помощью можно интерпретировать имеющиеся данные, проводить интерполяцию и экстраполяцию ряда на основе найденной модели, т.е. предсказать его пропущенные и будущие значения.

При выборе параметров упреждения в системах диагностики важно учитывать скорость изменения технических характеристик объектов диагностирования под действием различных процессов, сопровождающих функционирование технологических систем и вызывающих повреждения. В настоящее время существуют различные подходы к определению «скоростных групп» технологических процессов. Так, в работах [5,8,9] выделены три скоростные группы: быстропротекающие, средней скорости и медленные процессы.

На рис. 2 приведены временные характеристики каждой скоростной группы процессов и соответствующих им повреждений.

Правильный выбор параметров упреждения в каждом конкретном случае должен решаться с учетом скоростных особенностей диагностируемого объекта. Учет управляемых параметров упреждения для критически важных объектов можно представить следующей схемой (рис. 3).

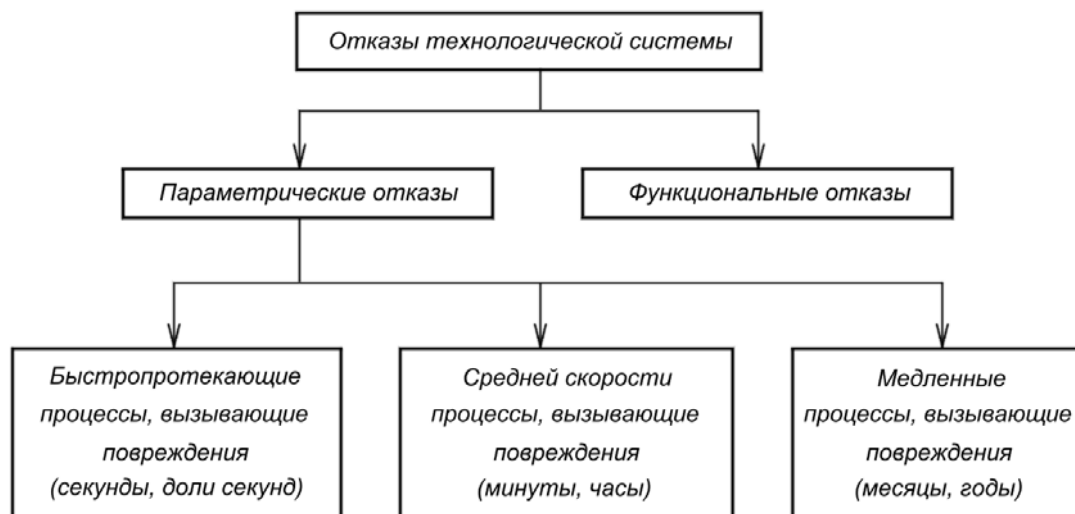


Рис. 2. Отказы технологической системы и скорость протекания процессов, вызывающих повреждения

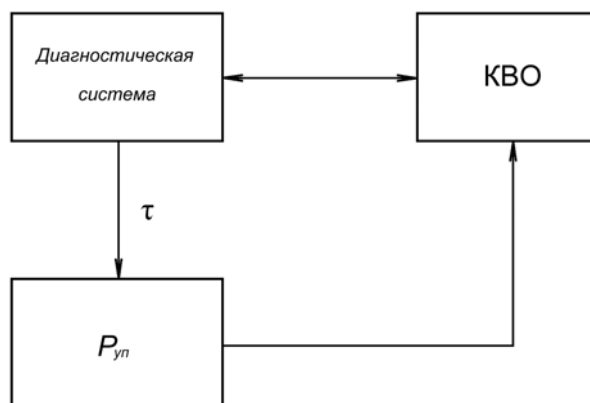


Рис. 3. Выбор параметров упреждения КВО: КВО – критически важный объект; τ – время упреждения; $P_{уп}$ – управляемые параметры упреждения

В общем случае управляемые параметры упреждения $P_{уп}$ в зависимости от вида КВО представляют функционал от требуемого времени упреждения τ и потоков энергии E , вещества W , информации I :

$$P_{уп} = F \{ \tau, E, W, I \}. \quad (12)$$

На рис. 4 [10] показано изменение по времени работы ЖРД диагностического параметра Пд, в качестве которого используется один из штатных (рабочих) параметров тур-

бонасосных агрегатов (ТНА) (давление компонентов топлива, обороты, температура рабочего тела и т.п.). В первом случае (кривая 1) изменения рабочих параметров ТНА (например, температуры) успевают корректировать с относительно медленно протекающими процессами разрушения (точка 3) конструкции. После достижения диагностическим параметром P_d предельно допустимого значения $P_{dкр}$ он продолжает увеличиваться, но время $\Delta\tau_1$ его увеличения до момента разрушения ТНА достигает секунд, а в ряде случаев и сотен секунд. Поскольку время выключения ЖРД даже с тягой в сотни тонн не превышает 0,2 с, рабочие параметры ТНА могут успешно использоваться как диагностические в соответствующих системах аварийной защиты (САЗ). Команда аварийного выключения двигателя (АВД) в этих случаях выдается в момент достижения текущим значением параметра P_d критического допустимого значения $P_{dкр}$.

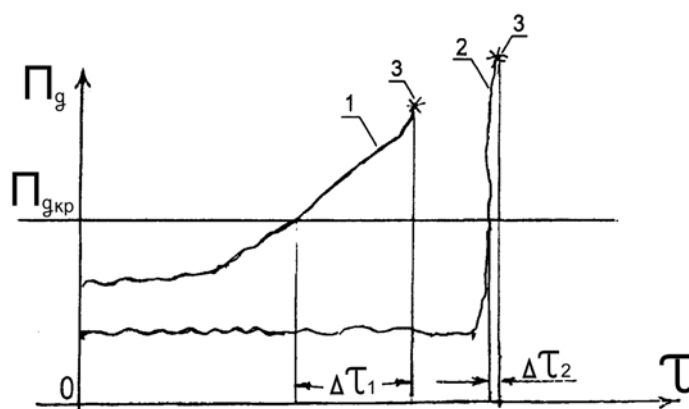


Рис. 4. Изменение по времени работы ЖРД диагностического параметра P_d и варианты развития аварий (трендовый и срыва) [10]

Для КВО, характеризующихся медленно протекающими процессами, постепенное ухудшение (деградация) основных рабочих параметров происходит в течение всего периода эксплуатации (дни, месяцы и годы) [11]. Очевидно, в этом случае время упреждения τ_1 достаточно велико (дни, месяцы), а основной задачей упреждающего управления является своевременное распознавание предотказового состояния и проведение ремонтно-профилактических работ на объекте с целью продления срока его безопасной эксплуатации. Параметрами упреждения в этих случаях могут быть, например, показатели вибрационных процессов (спектры, амплитуды); изменения трендов характеристик рабочих процессов; количество загрязняющих частиц в рабочих жидкостях и т.п.

Для КВО, характеризующихся быстропротекающими процессами (секунды и доли секунды, кривая 2), время упреждения τ_2 очень мало и основной задачей упреждающего управления является своевременное распознавание приближения аварийной ситуации и включение аварийной защиты (прекращение протекания опасных процессов). Параметрами упреждения в этом случае могут быть давления, температуры рабочих жидкостей, скорости их изменения, спектры вибраций узлов конструкций и т.п. Так, например, для ракетно-космической системы «Энергия-Буран» была создана и отработана система диагностики сложных жидкостных и водородных двигательных энергоустановок. При этом нормальные, предаварийные и аварийные состояния оценивались за весьма ограниченное

время (от 0,01 до 0,5 с) по сопоставлению мгновенных значений спектральных характеристик для быстроменяющихся вибрационных состояний, обусловленных вращением роторов, пульсациями давлений, вибрациями оболочек и трубопроводов. Специальные алгоритмы и соответствующее программное обеспечение (ПО) позволили получить диагностические параметры, которые изменялись в 100-1000 раз при переходе от штатного к аварийному состоянию. В это же время традиционные характеристики (типа амплитуд, скоростей изменения амплитуд) изменялись существенно (на порядки) меньше. Реализованные методы позволили принимать правильные оперативные решения по включению аварийной защиты [10].

Таким образом, решение задачи правильного выбора параметров упреждения сопряжено с большими трудностями, особенно в части диагностики быстропротекающих процессов, когда ситуация осложнена дефицитом времени в связи с быстрым развитием аварийных процессов. Общих решений таких задач для разных типов КВО нет. В каждом случае, используя общую процедуру создания диагностической системы, необходимо формировать индивидуальную структуру трендовых и случайных параметров каждого КВО.

Разработка требований к системе аварийного останова. Безопасное время процесса

В процессе изучения опасностей, которым подвергаются КВО как сложные технические системы, необходимо выработать требования к системе аварийного останова (САО), которая является важным компонентом САЗ. При этом ключевыми являются три вопроса [12]:

- что рассматривается в качестве САО (это может быть часть системы управления, реализующая сигнализацию, или часть большей САО, или система блокировок);
 - какая информация требуется для того, чтобы оценить реализуемость и стоимость решения проблемы риска в виде САО;
 - возможные решения проекта САО, включая датчики и исполнительные устройства.
- Для оценки реализуемости САО необходима следующая информация:
- сводная таблица опасностей;
 - дерево ошибок или логических событий, приводящих к опасности;
 - частота незащищенного риска;
 - частота допустимого риска (по каждой функции и каждой подсистеме);
 - уровни защиты;
 - безопасные состояния процесса;
 - действия, требуемые от САО, чтобы привести процесс в безопасное состояние;
 - безопасное время процесса;
 - допустимая частота ложных срабатываний.

Одна из сложностей в установлении целевого значения допустимой частоты риска появляется в тех случаях, когда объект характеризуется наличием многочисленных опасностей и состоит из большого числа подсистем. Тогда допустимая частота риска для всего объекта определяется суммой потенциальных «вкладов» всех подсистем в появление опасного события, при этом допустимая частота для каждой отдельной подсистемы оказывается значительно ниже. Это соображение надо принимать во внимание при выборе заданного значения риска.

Очевидно, что действие срабатывающей системы аварийного останова должно приводить опасный процесс в безопасное состояние. При изучении опасности следует установить, каким должно быть это состояние, и проверить, не возникают ли новые опасности в связи со срабатыванием.

Функциональные требования к срабатыванию должны быть тщательно сформулированы для того, чтобы на стадии определения минимизировать возможность появления систематической ошибки. Для достижения возможно более полной ясности следует использовать дерево ошибок или схемы логики срабатывания.

Безопасное время процесса является важнейшим показателем САО. В международном стандарте МЭК 61508 этот показатель определяется следующим образом: «Период времени между отказом управляемого объекта или его системы управления (при возможности привести к опасному событию) и появлением опасного события, если функция безопасности не выполняется». На рис. 5 [12] показана типичная ситуация повышения давления в технологическом процессе, когда между событием, способствующим возникновению ненормальных условий, и самим опасным событием проходит конечное время.

Безопасное время процесса – показатель, определяющий скорость реакции логической решающей части САО, оказывающий существенное влияние на выбор датчиков и стоимость предохранительных устройств. Поэтому при изучении опасности следует иметь ясность по вопросу о времени реакции САО.

Обнаружение опасности, принятие решения и реакция исполнительного устройства – все эти события должны произойти в пределах безопасного времени процесса.

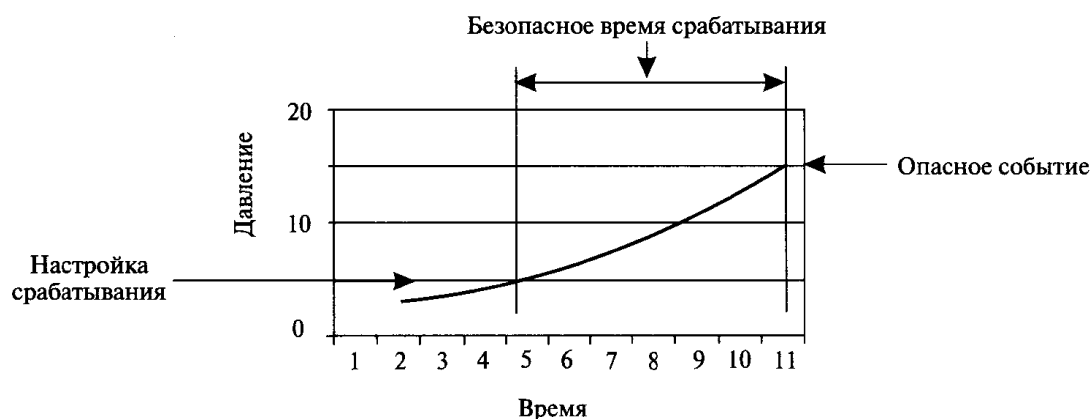


Рис. 5. Пример безопасного времени процесса

Для предупреждения развития аварии и из определения безопасного времени процесса следует, что САЗ должна выполнить свои измерения и сформировать логическую реакцию на них за время, меньшее, чем безопасное время процесса. При этом часть свободного времени в пределах безопасного времени процесса может быть использована для проведения диагностических тестов, как это показано на рис. 6 [12].

При решении проблем ранней диагностики аварийных состояний важное значение имеет проблема обработки больших массивов диагностических данных и данных мониторинга.

Современный уровень развития аппаратных и программных средств обеспечивает возможность создания и ведения баз данных оперативной информации большой информационной емкости в разных сферах деятельности и на разных уровнях управления.

В настоящее время накоплены огромные массивы диагностической информации, относящейся к функционированию опасных производственных объектов. Применение но-

вых технологий и методов аналитической обработки диагностических данных может позволить выявить новые закономерности и особенности в динамике состояний сложных технических систем, в частности, определить предвестники чрезвычайных ситуаций. Обладание новыми знаниями о поведении КВО снижает степень неопределенности при управлении, и позволяет принимать более обоснованные решения, снижающие риск возникновения чрезвычайных ситуаций.

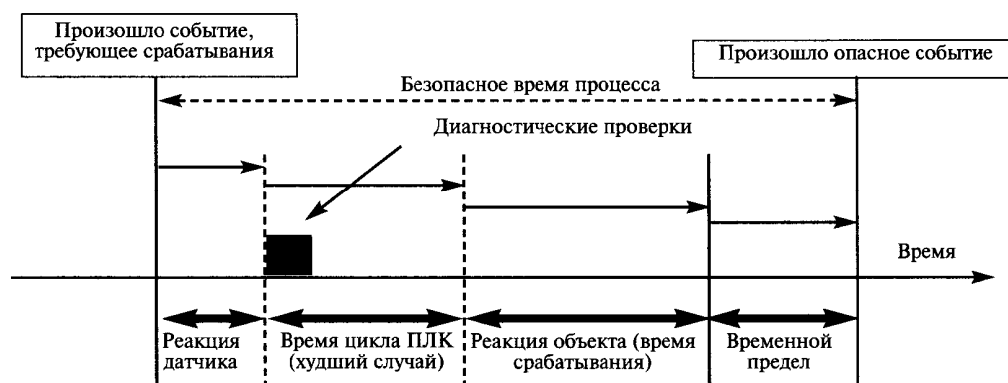


Рис. 6. Время устойчивости к отказу или безопасное время процесса (ПЛК – программируемый логический контроллер)

Современные технологии аналитической обработки данных

Характерной чертой последних тенденций компьютерного анализа, интерпретации данных и принятия решений является развитие технологий и средств «извлечения» знаний из данных, интеллектуального анализа данных [13].

Современные концепции хранения и анализа данных включают следующие основные взаимосвязанные компоненты:

- 1) Хранилища данных, или склады данных (Data Warehouse);
- 2) Оперативная аналитическая обработка (On-Line Analytical Processing, OLAP);
- 3) Интеллектуальный анализ данных – ИАД (Data Mining).

Data Mining как метод находится на пересечении нескольких областей, главные из которых – системы баз данных, статистика и искусственный интеллект; в ходе исследований анализируются не только цифровые данные, но и текст, изображения, звук и т.д. Новая и быстро растущая часть Data Mining – это анализ связей между данными (link analysis), которая имеет приложения в таких разных областях, как биоинформатика, цифровые библиотеки и защита против терроризма.

В общем случае процесс ИАД состоит из трёх стадий [14]:

- выявление закономерностей (свободный поиск);
- использование выявленных закономерностей для предсказания неизвестных значений (прогностическое моделирование);
- анализ исключений, предназначенный для выявления и толкования аномалий в найденных закономерностях.

Иногда в явном виде выделяют промежуточную стадию проверки достоверности найденных закономерностей между их нахождением и использованием (стадия валидации).

Целью применения технологии ИАД (Data Mining) является нахождение в исследуемых данных таких моделей, которые не могут быть найдены обычными методами. С точки зрения применения ИАД выделяют обычно два вида моделей: предсказательные и описательные [15]. Для построения рассмотренных моделей используются различные методы и алгоритмы ИАД.

Таким образом, обеспечение безопасности КВО на заданном уровне по значению допустимого (приемлемого) риска реализуется при наличии необходимого уровня защищенности КВО, обеспечении системами диагностики и мониторинга с возможностью ранней диагностики аварийных ситуаций и возможности своевременного срабатывания САЗ.

Литература

1. Махутов Н.А. Конструкционная прочность, ресурс и техногенная безопасность. Часть 2. Обоснование ресурса и безопасности. Новосибирск, Наука. – 2005, 610 с.
2. Безопасность России. Безопасность и защищенность критически важных объектов. Часть 1. Научные основы безопасности и защищенности критически важных для национальной безопасности объектов. М.: МГОФ «Знание». – 2012, 896 с.
3. Махутов Н.А., Гаденин М.М. Научные исследования и подготовка специалистов по обеспечению защищенности критически важных объектов. Машиностроение и инженерное образование. - №1, 2004. С.19-32.
4. Безопасность России. Анализ риска и проблем безопасности. Ч2. Безопасность гражданского и оборонного комплексов и управление рисками. - М.: МГФ «Знание». - 2006. – 752 с.
5. Махутов Н.А., Петров В.П., Ахметханов Р.С., Дубинин Е.Ф., Куксова В.И. Некоторые вопросы развития систем упреждающей диагностики. Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. - №4, 2010. - С.22-48.
6. Ахметханов Р.С., Дубинин Е.Ф., Куксова В.И. Анализ временных рядов в диагностике технических систем. Машиностроение и инженерное образование. - Вып.2, 2013.
7. Саркисян С.А., Голованов Л.В. Прогнозирование развития больших систем. – М.: Статистика. - 1975. 192 с.
8. Машиностроение. Энциклопедия /Ред. совет: К.В.Фролов (пред.) и др. – М.: Машиностроение. - 1996. Измерения, контроль, испытания и диагностика. Т. III-7 / В.В.Клюев, Ф.Р.Соснин, В.Н.Филинов и др. Под общ. ред. В.В.Клюева. – 464 с.
9. Синопальников В.А., Григорьев С.Н. Надежность и диагностика технологических систем. – М.: Высшая школа. - 2005. 343 с.
10. Безопасность России. Функционирование и развитие сложных народно-хозяйственных, технических, энергетических, транспортных систем, систем связи и коммуникаций. Раздел второй. М.: МГФ «Знание». - 1998 г., 416 с.
11. Махутов Н.А., Петров В.П., Ахметханов Р.С., Дубинин Е.Ф., Дворецкая Т.Н. Особенности сценарного анализа возникновения и развития техногенных катастроф. Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. - №3, 2007. - С. 3-28.
12. Макдональд Д. Промышленная безопасность, оценка риска и системы аварийного останова / Дейв Макдональд [пер. с англ. Л.О.Хвилевичко, А.Я.Серебрянского]. – М: ООО «Группа ИДТ». - 2007. – 416 с.
13. Шапот М. Интеллектуальный анализ данных в системах поддержки принятия решений // Открытые системы. - 1998. - № 1. - С. 30-35
14. <http://inftech.webservis.ru/it/conference/scm/2000/session8/gubarev.htm>.
15. <http://www.knu-evrazit.kg/evrazit-291108/e-material/isaeva/hddd-contents.htm>.

Сведения об авторах

Махутов Николай Андреевич, - главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова (ИМАШ РАН). E-mail: safety@imash.ru, тел. +7 (499) 135-77-71.

Ахметханов Расим Султанович, - заведующий лабораторией «Перспектив развития безопасных машин и процессов» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова (ИМАШ РАН). E-mail: mibsts@mail.ru, тел. +7 (495) 623-57-55.

Дубинин Евгений Федорович, - научный сотрудник лаборатории «Перспектив развития безопасных машин и процессов» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова (ИМАШ РАН). E-mail: mibsts@mail.ru, тел. +7 (495) 623-57-55.

Куксова Варвара Игоревна, - старший научный сотрудник лаборатории «Перспектив развития безопасных машин и процессов» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова (ИМАШ РАН). E-mail: barbara-ik@mail.ru, тел. +7 (495) 624-91-54.

УДК 621.3:629. 4

СМЕНА ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ ИНДУКЦИОННОЙ КАТАПУЛЬТЫ ПРИ ЗАМЫКАНИИ ВИТКОВ

Кандидат техн. наук **В.С. Деева**, доктор техн. наук **С.М. Слободян**
Томский политехнический университет

Рассмотрен новый метод оценки безопасности действия индукционной катапульты при повреждении топологии витков. Метод основан на контроле её параметров. Исследована индуктивность индукционной катапульты как модели однородной топологии индуктивной структуры, проводящей ток, с нарушенной однородностью замыканием витков.

Ключевые слова: безопасность, индукция, индуктивность, преобразование, замыкание, виток, модель.

CHANGE PRINCIPLE ACTIONS OF INDUCTION CATAPULT BY COIL TURNS

Ph. D. (Tech.) **V.S. Deeva**, Dr. (Tech.) **S.M. Slobodyan**

A new construction method of estimation safety for induction catapult was proposed. It realize on the basis of the control of the catapult parameters. The inductance of induction catapult as a model of current-conductive inductive structure with the violated circuit topology via short circuit of coil turns is investigated.

Key words: safety, induction, inductance, conversion, closing, turn, model, inductive.

Усложнение компьютерных технологий приводит к тому, что сложность технических систем, в том числе с интеллектуальными возможностями, возрастает по закону прогрессии. Тенденция роста сложности систем выдвигает на первый план проведение научно-теоретических и инженерно-технических разработок по решению проблем безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Это определяет важность разработки практических методов оценки состояния не только самих объектов и прогнозирования чрезвычайных ситуаций в них, но и состояния отдельных базовых элементов составляющих сложную систему, особенно, космических и оборонных средств [1–8].

Электромагнитные ускорители метания тел до скоростей 10 км/с и более, базовая основа которых индуктивный элемент – индуктивность индуктора (соленоида), находят весьма широкое применение для решения различных задач: совершенствования технологий плазмохимического напыления, управляемого разгона плазменных поршней, в решении задач модификаций поверхности и получения наноразмерных материалов и т.п. [9–10]. Проблемы высокоскоростного метания определены высокой интенсивностью нагрузок, как самих разгоняемых тел, так и базовых элементов – индукторов индукционной катапульты, поскольку актам процесса метания тел и плазменных поршней присуща высокая интенсивность давлений и перегрузок, действующих на все элементы катапульты, включая индуктивную основу индуктора – соленоид. Индуктивные структуры служат базовым элементом в решении тех задач, где речь идет о динамическом движении тел и управляемом их разгоне, часто, в режиме реального времени, например, в устройствах электромагнитного или индукционного разогрева сред, электромагнитного тормоза подъёмных механизмов и в других устройствах, использующих электромагнитное поле – элемент физического воздействия на среды, в том числе в задачах электроимпульсной технологии.

Указанные обстоятельства определяют цель и задачи изложенного ниже анализа, и приводят к необходимости изучения особенностей преобразования замыканием витков однородной индуктивной структуры резонансного индуктора с целью определения связи его параметров и закономерностей их изменения в трансформированной замыканием витков индуктивной структуре с исходно однородной топологией витков. Это же обстоятельство определяет и актуальность задачи исследования влияния возникновения аварийных ситуаций, например, замыканий в топологии индуктивной структуры устройства катапульты на эффективность принципа действия индуктивности индуктора катапульты [8–11].

Ниже в кратко изложены результаты исследования изменения функции преобразования индуктивной структурой с исходно однородной топологией витков при возникновении её нарушения замыканием витков, изменяющим топологию индуктивности.

Анализ источников [1–15], показал, что замыкания в индуктивных структурах снижают величину к.п.д., эффективность резонансного индуктора, в энергетике называемого реактором, и многое другое при решении других задач; они могут приводить к полному аварийному отказу практически во всех задачах [6–13]. Поведение индуктивности типа резонансной структуры для решения задач резонансного шунтирования, в идеализированном представлении впервые были рассмотрены У. Петерсеном в 1916 г. [12–13]. Влияние замыканий витков на свойства и эффективность выполнения функций преобразования энергии, задаваемых индуктору в резонансном режиме работы, исследователями оставлены без надлежащего внимания. Физическая модель протекания процессов преобразования энергии для формирования электромагнитного воздействия на среды и материалы и объяснения закономерности изменения этих процессов будет совершенно иная и

часто при наличии замыкания к анализируемому явлению электромагнитного воздействия может оказаться не применимой.

Сущность резонансного шунтирования за сто лет не претерпела заметных изменений: параметры шунта, как правило, индуктивной топологии выбираются так, чтобы при возникновении замыкания в цепях нагрузки шунт настраивался в резонанс с учетом емкости нагрузки. Формулировка правила Петерсена имеет вид:

$$\omega L_0 = \left[\sum_i \omega C_i \right]^{-1} \quad (1)$$

или задается в виде условия:

$$\omega^2 L_0 \sum_i C_i = 1, \quad (2)$$

где: ω – частота воздействия сигнала; L_0 – исходная величина индуктивности индуктора; C_i – емкости, вносимые в электрическую цепь индуктора элементами цепи, включая емкости межвитковой топологии. Приведённые соотношения отражают идею заземления электрического центра тяжести эквивалентной электрической цепи через эквивалентное реактивное сопротивление $Z_0 = \omega L_0$ резонансного индуктора.

При анализе изменения емкостей цепей нагрузки $\sum_i C_i$, считают, что резонансный шунт настроен «более – менее точно» по условию резонанса (2). Известные методики оценки качества работы шунта не учитывают факт и физику явлений возможного замыкания в результате нарушения топологии самой индуктивности [9–11]. Влияние возможного нарушения её исходной топологии на условия резонанса упускается практически всеми исследователями. По-видимому, считают, что отмеченное обстоятельство не скажется на результатах и полноте анализа устройств, а если нарушение и происходит, то его проявление считают малосущественным.

Нарушение топологии индуктивной структуры, в зависимости от ранга нарушения может приводить к разным явлениям: росту тока утечек через слой изоляции, снижению свойств материала изоляции между витками, очагам ионизации – источнику частичных разрядов, образованию с большим переходным сопротивлением контакта витков, полному замыканию витков с малым сопротивлением контакта и, наконец, образование парных замыканий в топологии индуктивности [8–9]. В результате возникновения замыкания витков резонансный индуктор может произвольно случайным образом трансформироваться в высокочастотный (с некоторой частотой среза) заградитель, который будет выполнять совершенно противоположную функцию, а именно, препятствовать развитию наибольшей эффективности электромагнитного воздействия поля индуктора на объект воздействия. Проявление функции противоположной основному назначению индуктора обусловлено нарушением топологии его витков, и изменения величины его индуктивности и схемы по линии ее преобразования в полосовой сложный фильтр. Такой фильтр в полосе подавления имеет большое сопротивление (активное сопротивление изменённой его структуры снижает коэффициент передачи на несколько порядков). Активное сопротивление и коэффициент передачи при нарушении топологии витков индуктора сильно зависят от типа замыкания витков структуры (Γ -, T - или Π -фильтра) с произвольно образованными элементами его частотной настройки. Может образоваться много вариантов структур с ослабленным основным резонансом: двух- и многочастотная резонансная; двух-, трех- или многоконтурная широкополосная структуры фильтров и т.п.

Если следовать условию возникновения резонанса $Z_C = Z_L$, то можно найти емкость или частоту формы сигнала, при которой преобразованная структура в большей или

меньшей мере сможет выполнять основную, предназначенную ей при проектировании, роль – резонансного индуктора:

$$C' = (4\pi^2 f^2 L_T)^{-1} \text{ и } f_T = (4\pi^2 C' L_T)^{-1/2}$$

При замыкании витков топологии образуется структура полосового двухчастотного фильтра. Значение емкости, которая соответствует верхней частоте настройки такого фильтра, составит:

$$C_\epsilon = (4\pi^2 f_\epsilon^2 L_T)^{-1}$$

Емкость C_H , которая соответствует нижней частоте настройки фильтра, образованного замыканием витков, определится формулой

$$C_H = C_\epsilon L_{T1} / L_{T2},$$

а для емкости нагрузки, например, электрической линии

$$C_H = C_\epsilon (f_\epsilon^2 f_n^2 - 1) [(4R + L_{T2}) / L_{T1}],$$

где: f_n – нижняя частота полосы резонансной настройки ($\omega_n = 2\pi f_n$); $L_{T2} + L_{T1} = L_T$ – исходное значение индуктивности индуктора.

Воспользуемся известным подходом эквивалентирования – замещения индуктивно связанного элемента некоторой эквивалентной схемой – цепью, которая не содержит в явной форме индуктивных связей. Принцип эквивалентирования упрощает расчеты электрических цепей, придавая большую наглядность особенностям процессов физического взаимодействия. Поскольку индуктор питается от одного источника питания (двухполюсник в исходном состоянии), то токи во всех витках индуктора и, конечно, в ответвлениях топологии витков его индуктивной структуры связаны линейными зависимостями. При любом замыкании витков однородной топологии структура индуктора катапультируется трансформируется в цепь отдельных, взаимодействующих своими магнитными потоками, индуктивностей, т.е. превращается в цепь с взаимной индуктивностью или индуктивно связанную цепь. В зависимости от вида нарушения топологии индуктивности структура индуктора, трансформированная замыканием, может оказаться соединением «согласно включенных» частей индуктивности (с одинаковой ориентацией токов относительно направления намотки витков индуктивности) или встречным включением катушек – частей структуры индуктора. При этом в каждой из частей структуры топологии индуктора будет индуцироваться ЭДС, одновременно обусловленная собственным ψ_c и потокосцеплением ψ_M связанной катушки:

$$-e_c = L_K \frac{di_K}{dt} \pm L_M \frac{di_M}{dt},$$

где $L_M = k_{ce} [L_{K1} / L_{K2}]$ – взаимная индуктивность частей катушек L_{K1} и L_{K2} до акта замыкания составлявших L_0 – исходную индуктивность индуктора; $k_{ce} \leq 1$ – коэффициент связи, характеризующий меру взаимного влияния друг на друга частей L_{K1} и L_{K2} одной и той же изначально общей индуктивности индуктора. Обычно знак «+» принимают при согласном включении частей индуктивности; знак «-» – при встречном их включении. При расчете цепи по законам Кирхгофа дополнительное напряжение, обусловленное явлени-

ем взаимной индукции $U_M = \pm j\omega L_M$ учитывают как обязательную компоненту с учетом особенностей включения катушек – частей.

В принципе последовательно и параллельно соединенные индуктивно связанные элементы индуктора катапульты могут быть представлены эквивалентной схемой без индуктивных связей, то есть, в развязанном по индуктивным связям виде. Эквивалентная индуктивность последовательного соединения равна: при согласном включении – $L_{0Э} = L_2 + L_1 + 2L_M$; при встречном – $L_{0Э} = L_2 + L_1 - 2L_M$.

При тщательном соблюдении технологической дисциплины проектирования и изготовления индуктивно связанных структур применяют специальные типы топологии намоток, обеспечивающих равномерное, пропорционально числу витков индуктора, однородное распределение электромагнитных полей рассеяния по длине индуктивности индуктора.

Эквивалентную схему индуктивной топологии индуктора для случаев межвиткового замыкания и парного замыкания витков на землю (корпус) можно представить видом, приведенным на рис. 1.

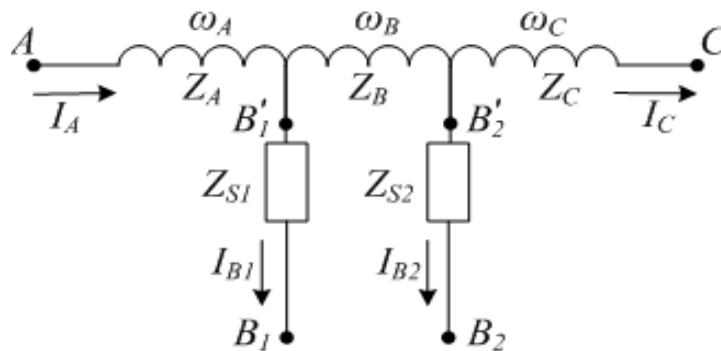


Рис. 1. Эквивалентная схема типичного замыкания витков индуктивности индуктора

На рис. 1 обозначено: A – вход; C – выход; B_1' и B_2' – точки замыкания витков структуры; Z_A, Z_B, Z_C – комплексные сопротивления участков AB_1, B_1B_2 и B_2C исходно однородной индуктивности индуктора без учета влияния взаимных индуктивных связей отдельных частей; Z_{AB}, Z_{BC}, Z_{AC} – взаимные комплексные сопротивления соответствующих участков индуктивности. С учетом предположения линейной связи токов, протекающих в индуктивной структуре, примем для упрощения записи формул соотношения: $I_{B1} = I_B$, $I_{B2} = K_I I_B$, $K_I = I_{B2} / I_{B1}$ – весовой коэффициент отношения токов как признак особенности точек замыкания. Например, $K_I = 1$ соответствует совместной точке замыкания витков однородной топологии индуктора. Относительное число витков частей индуктивности AB_1 и B_1B_2 – коэффициентами $K_1 = \omega_1 / \omega$ и $K_2 = \omega_2 / \omega_1$, а комплексные сопротивления каждого из указанных участков отразит система алгебраических соотношений:

$$\begin{aligned} \{ Z_A = Z_0 + Z_S; Z_B = K_1 (K_1 Z_0 + Z_S); Z_C = K_2 (K_2 Z_0 + Z_S); Z_{AB} = K_1 Z_0; \\ Z_{BC} = K_1 K_2 Z_0; Z_{AC} = K_2 Z_0 \}; Z_{BC} = \sqrt{Z_B Z_C}; Z_{AB} = \sqrt{Z_A Z_B}; Z_{AC} = \sqrt{Z_A Z_C}. \end{aligned}$$

где: Z_0 – полное комплексное сопротивление исходной индуктивной структуры; Z_S – полное комплексное сопротивление рассеяния поля части AB_1 этой структуры при условии места замыкания витков в точке B_1' .

Используя методологию [14, 15] решения, в изложенной выше постановке, задачи нахождения значений параметров эквивалентной схемы индуктивной структуры резонансного индуктора с нарушенной замыканием смежных витков топологией и опуская промежуточные алгебраические преобразования, придем к следующей системе уравнений взаимосвязи, позволяющей определить основные параметры нарушенной замыканием топологии индуктивной структуры реактивного индуктора катапульты

$$\begin{cases} Z_1 = Z; Z_2 = (K_1 + K_2)Z; Z_3 = (1 + K_1)Z; Z_H = K_2Z; \\ Z_{S1} = Z_{12} = [K_I K_2 + (K_1 + K_2)Z_S - (K_1 + K_2)Z] / (1 + K_1 + K_2); \\ Z_{S2} = Z_{3H} = [(K_I^{-1} K_2 + K_2 + K_1 K_2)Z_S - (K_2 + K_1 K_2)Z] / (1 + K_1 + K_2); \\ Z = 2[(1 + K_1 + K_2)Z_0 + Z_S]. \end{cases}$$

Здесь: Z_1 и Z_2 – продольные и Z_{12} – поперечное комплексные сопротивления эквивалентной T -схемы первой точки замыкания; Z_3 и Z_4 – продольные и Z_{34} – поперечное комплексные сопротивления второй, параллельной первой, T -схемы второй точки замыкания; обе T -схемы своими входами подключены к A , а выходами – к C ; точки B_1 и B_2 – вторые точки подключения поперечных (т. $B_1 - Z_{12}$; т. $B_2 - Z_{34}$) сопротивлений соответствующих двух T -схем фильтров, образованных точками замыкания витков исходной индуктивности и трансформированной в полосовые T -схемы.

В предположении идеальности однородной топологии витков индуктивной структуры сопротивлением рассеяния ($Z_S \cong 0$) можно пренебречь, потому, что основным фактором влияния на параметры преобразованной замыканием витков структуры T -схемы индуктора остается общий магнитный поток, создаваемый топологией витков этой структуры. Тогда [14–15] в идеальной индуктивной структуре распределение напряжений на ее выводах (A, B, C) при любом типе нагрузки будет пропорционально числу витков в структуре. Оно не будет зависеть от тока нагрузки (I_C). При расчете падения напряжения в индуктивной структуре с нарушенной замыканием витков топологией и потому обладающей большим или меньшим сопротивлением рассеяния магнитного потока Z_S в поперечных отводах эквивалентных её T -схем включаются сопротивления, учитывающие значение Z_S , которые и обуславливают падение напряжения при наличии нагрузки на выходе индуктора с замыканием витков.

Относительное влияние числа витков в группе замыкания – мощности замыкания на коэффициент передачи индуктивной структуры индуктора покажет решение системы уравнений:

$$\begin{cases} K_{1II} = Z_{S1}/Z_S = (K_I K_2 + K_1 + K_2)/(1 + K_1 + K_2) \\ K_{2II} = Z_{S2}/Z_S = (K_I^{-1} K_2 + K_2 + K_1 K_2)/(1 + K_1 + K_2) \end{cases} \quad (3)$$

Для одиночного замыкания снижения коэффициента передачи под влиянием сопротивления рассеяния магнитного потока Z_S как факт подтверждения нарушения однородной топологии индуктора определяет простое соотношение $K_{1II} = K_1/(1 + K_1)$.

Для иллюстрации поведения коэффициента $K_{2П}$ второго уравнения из системы (3) на рис. 2 приведена зависимость относительного влияния мощности (числа витков в группе) замыкания витков в средней части топологии индуктивности на коэффициент передачи сигнала $K_{2П}$ при $\omega_a = 100$; $\omega_b = 1 \div 10$; $\omega_\Sigma = 100$.

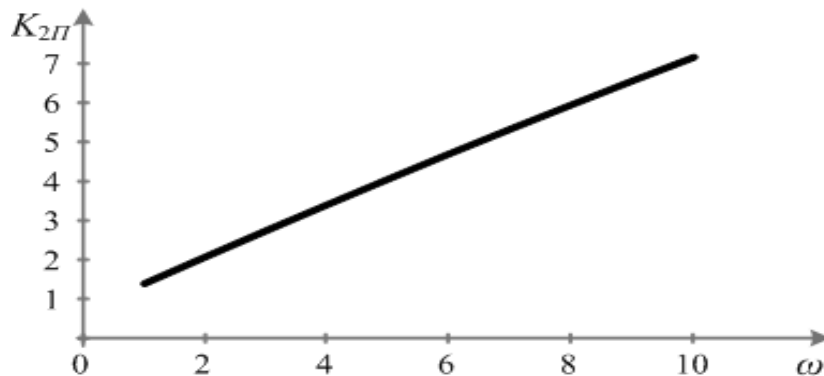


Рис. 2. Влияние мощности (числа витков в группе) замыкания витков в середине катушки индуктивности на коэффициент передачи $K_{2П}$ при $\omega_a = 100$; $\omega_b = 1 \div 10$; $\omega_\Sigma = 100$

Выводы

Показана возможность оценки влияния нарушения однородной топологии индуктивной структуры индуктора одиночным и парным замыканием витков на эффективность применения индуктора в устройстве управляемого разгона индукционной катапульты. Выполнен анализ в предположении соответствия конструкции индуктивной структуры однородной топологии при наличии и отсутствии замыканий витков. Исследовано ухудшение коэффициента передачи индуктора с нарушенной одиночным и парным замыканием витков исходно однородной топологии его индуктивной структуры. Создана математическая модель индуктора катапульты с нарушенной замыканием витков исходно однородной топологии индуктивности.

Изложен подход и методика оценки влияния замыканий витков на изменение свойств и способности к выполнению, задаваемой индуктору, функции преобразования электрической энергии. Методика позволяет получать оценку изменения эффективности воздействия электромагнитного ускорителя на метаемые тела и среды при наличии замыкания, с точки зрения обеспечения безопасности функционирования катапульты.

Литература

1. Бурчаков Ю.В.. Совершенствование технических средств защиты в целях повышения эффективности реагирования на чрезвычайные ситуации // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. - 2014. №1. С. 120–126.
2. Стружанов В.В. Об одном подходе к определению живучести технических систем // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2009. – №1. – С. 3–11.
3. Слободян С.М., Цупин А.А. Лазерные средства навигационного оборудования для ориентирования подвижных объектов. – М.: Мэйлер. - 2013. – 166 с.

4. Слободян С.М., Цупин А.А. Лазерные навигационные системы наведения автономных транспортных средств // Зарубежная радиоэлектроника. – 1988. – №6. – С. 13–20.
5. Слободян С.М. Телевизионная диагностика лазерных пучков. – Барнаул: Азбука. - 2006. – 224 с.
6. Корольков А.Л. Дальнобойная электрическая пушка // Техника и снабжение Красной Армии. – № 37(68). – 20 августа 1923. – С. 1–6,8.
7. Witt W., Loffler M. The electromagnetic Gun CCloser to Weapon System Status // Military Technology. – 1998. – №. 5. – P. 80–86.
8. Слободян М.С., Слободян С.М. Марковская модель живучести подвижного контакта // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 2. – С. 61–66.
9. Ивойлов Е.В., Слободян С.М., Елгина Г.А. Влияние замыканий на свойства индуктивности // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2014. – № 5. – С. 40–44.
10. Елгина Г.А., Ивойлов Е.В., Слободян С.М. Преобразование замыканием витков свойств соленоида электрического копра // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – № 5(45). – С. 32–35.
11. Деева В.С., Елгина Г.А., Ивойлов Е.В., Веер Паравая в диагностике состояния вихревой структуры // Молодежь и наука: труды X Всероссийской с международным участием научно-технической конференции: 15–25 апреля 2014 г., Красноярск: Сибирский федеральный университет, сайт: <http://conf.sfu-kras.ru/conf/mn2014/>.
12. Petersen W. Over currents and over voltages in systems with large ground fault current // E.T.Z. – 1916. – Vol. 37. – P. 129–131.
13. Willheim R., Waters M. Neutral grounding in high-voltage transmission. – John Wiley and Sons, New York. - 1953. – 414 p.
14. Толстов Ю.Г., Теврюков А.А. Теория электрических цепей. – М.: Высшая школа. - 1971. – 296 с.
15. Тавдгиридзе Л.Н., Лобжанидзе Л.Н., Мелкумян Э.В. Преобразование и расчёт измерительных цепей с индуктивной связью // Электричество. – 1974. – № 9. – С. 83–84.

Сведения об авторах

Деева Вера Степановна, - доцент Института природных ресурсов Томского политехнического университета. 634050, РФ, Томск, ул. Ленина, 30, ИПР ТПУ. Тел.: 8-913-850-31-33. E-mail: veradee@mail.ru.

Слободян Степан Михайлович, - профессор Института природных ресурсов, профессор Энергетического института Томского политехнического университета. Р.т. 8-3822-701-777*1 3428#, Тел. сл.: +79528867224 E-mail: sms_46@ngs.ru.

УДК 502: 622.69 (470.45)

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА РЕГИОНАЛЬНОМ ТРУБОПРОВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

Доктор эконом. наук *С.Н. Кириллов*

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Кандидат сельхоз.наук *А.А. Матвеева, А.И. Ершов*

Волгоградский государственный университет

Рассматриваются вопросы негативного воздействия объектов трубопроводного транспорта на окружающую среду. Проведен экологический SWOT-анализ конкретного предприятия (на примере ОАО «АК Транснефть», Волгоградский филиал), который позволил выявить сильные и слабые стороны природоохранной деятельности предприятия. Дан расчет экономического ущерба от загрязнения окружающей среды в динамике, показывающий степень эффективности проводимой политики предприятия для обеспечения экологической безопасности региона.

Ключевые слова: экологическая безопасность, трубопроводный транспорт, воздействие на окружающую среду, регион, экологический SWOT-анализ, экономический ущерб от загрязнения окружающей среды.

PROBLEMS OF ECOLOGICAL SECURITY IN THE REGIONAL PIPELINE TRANSPORT

Dr. (Econ.) *S.N. Kirillov*

Lomonosov Moscow State University

Ph.D. of agricultural sciences *A.A. Matveeva, A.I. Ershov*

Volgograd State University

In article are considered questions of the negative impact of pipeline transport on the environment. Conducted environmental SWOT analysis of a particular company (for example, JSC "AC Transneft", Volgograd branch), which allowed to identify the strengths and weaknesses of the environmental performance of the enterprise. Given the calculation of economic damages from pollution of environment in the dynamics, showing the degree of effectiveness of company policy to ensure environmental security in the region.

Keywords: environmental safety, pipeline transport, the impact on the environment, region, environmental SWOT analysis, the economic damage from environment pollution.

Системы магистрального трубопроводного транспорта нефти и газа являются важнейшими составляющими федеральных энергетических систем, ключевым звеном топливно-энергетического и транспортного комплексов России. Указанные системы обеспечивают жизненно важные для страны валютные поступления, позволяют осуществлять государственное регулирование внутреннего нефтегазового рынка и экспорта углеводородного сырья. Грузооборот, осуществляемый магистральными трубопроводами, приобрёл большое значение в общем грузообороте страны. Степень надёжности указанного вида транспорта во

многое определяет его стабильность доставки продукции потребителям, в том числе обеспечение регионов России важнейшим топливно-энергетическими и иными ресурсами. Главный недостаток трубопроводного транспорта - узкая специализация, также для рационального использования требуется мощный устойчивый поток перекачиваемого груза.

В стране создана разветвлённая сеть магистральных трубопроводов, которые проходят по территории большинства субъектов РФ. Общая протяжённость магистральных трубопроводов в одноконтинентальном исчислении составляет порядка 217 тыс. км [1].

Система нефтепроводного транспорта России составляет 48,7 тыс. км магистральных нефтепроводов, включающих 395 нефтеперекачивающих станций. Пропускная способность нефтепроводов - свыше 400 млн. тонн в год. Протяжённость нефтепродуктопроводов превышает 20 тыс. км, в том числе 15 тыс. магистральных и около 5 тыс. км - распределительных. Годовая мощность нефтепродуктопроводной системы, включающей 100 нефтепродуктоперекачивающих станций, составляет около 49 млн. тонн. Емкость резервуарных парков по нефти - свыше 17,43 млн. м³, по нефтепродуктам - 4,63 млн. м³.

Единая система газоснабжения России включает 151 тыс. км магистральных газопроводов (в одноконтинентальном исчислении) и почти 5 тыс. км - газопроводов отводов. Ещё около 3,5 тыс. км составляют магистральные газопроводы вне Единой системы газоснабжения. Протяжённость газораспределительных сетей - более 360 тыс. км. На магистральных газопроводах и подземных хранилищах Единой системы газоснабжения эксплуатируются 247 газокompрессорных станций, 4053 газоперекачивающих агрегатов общей установленной мощностью 42 млн. кВт. Подачу газа потребителям обеспечивают 3300 газораспределительных станций. Активный объём подземных хранилищ газа на территории РФ составляет около 60 млрд. м³. Пропускная способность газотранспортной системы - около 700 млрд. м³ в год [1].

Средняя загрузка магистральных нефтепроводов превышает 95%, нефтепродуктопроводов - 53%, уровень загрузки магистральных газопроводов в зависимости от региона и сезонности - от 20 до 100%. Трубопроводный транспорт в России перемещает в 100 раз больше грузов, чем все остальные транспортные отрасли [2, 3].

Центром сосредоточения магистральных нефтепроводов является Среднее Приобье в Ханты-Мансийском автономном округе. Здесь расположены главные действующие нефтяные месторождения. Транспортировка нефти в европейскую часть России и далее в Европу осуществляется через Тюмень в направлениях Альметьевска и Уфы. Вторым крупным нефтераспределительным центром является Демьянское - на Иртыше, в 160 км ниже Тобольска. Отсюда "чёрное золото" поставляется на запад в направлении Перми и на юг, через Омск в Павлодар и Атасу (линейная часть нефтепровода продолжается даже на юг до Чарджоу в Туркменистане, но в настоящее время участок Атасу - Чарджоу не используется и частично эксплуатируется в реверсном режиме для поставок сырья с Кумкольской группы месторождений на юго-востоке Казахстана в Китай по маршруту Кумколь - Атасу - Алашанькоу).

Самой восточной оконечностью западносибирской нефтераспределительной системы является Ангарск, где работает крупный нефтеперерабатывающий завод. В октябре 2008 года введён в эксплуатацию в реверсном режиме участок Талаканское - Тайшет нефтепровода Восточная Сибирь - Тихий океан (ВСТО).

Нефтепровод Сахалин (Оха - Вал) - Комсомольск-на-Амуре под проливом Невельского образует самый восточный фрагмент российской нефтераспределительной системы. Здесь же построен магистральный нефтепровод - группа месторождений "Сахалин - I" - порт Де-Кастри.

Центр сосредоточения газопроводов расположен севернее - в Надым-Пур-Тазовском междуречье Ямало-Ненецкого автономного округа, где эксплуатируются крупнейшие в мире месторождения - Уренгойское, Ямбургское, Заполярное, Медвежье, Южно-Русское

и другие. "Голубое топливо" перекачивается через главный газораспределительный центр Игрим - Комсомольская в северо-западном Приобье в направлении Ухты и Перми (далее Ужгород и Брест). Южная "ветка" газопровода проходит через Сургут, Тюмень, Челябинск в направлении Тольятти и в Азию - на Бухару (Узбекистан) и Теджен (Туркменистан). Газопровод Бухара - Урал работает в режиме подкачки газа из Средней Азии. На востоке единая газопроводная сеть "дотягивается" только по Кемеровской области - до посёлка Проскоково, рядом с Юргой, т.е. заканчивается на 1,3 тыс. км ближе, чем нефтераспределительная система. Её южная конечность - Барнаул. Однако кроме восточного фрагмента российской газораспределительной системы, представленной трубопроводом Сахалин (Оха - Вал) - Комсомольск-на-Амуре - Хабаровск под проливом Невельского, имеется центральный фрагмент: Вилуйск - Средневилуйское месторождение - Якутск - Покровск - Мохсоглох, обеспечивающий газификацию промышленных районов республики Саха (Якутия). Кроме того, на базе местных месторождений (Соленинская группа) функционирует газоснабжающая система Норильского-Талнахского промышленного центра.

При развитии систем транспорта углеводородов необходимо учитывать, что наряду с российской нефтью по системе нефтепроводов АК "Транснефть" (российская транспортная монополия, оператор магистральных нефтепроводов) и Каспийского трубопроводного консорциума (КТК) на европейский рынок начнёт поступать в больших количествах нефть из Каспийского региона, включая нефть Северо-Западного Казахстана (месторождения Тенгиз, Кашаган и др.). По системе магистральных газопроводов ОАО "Газпром" (российская энергетическая компания) на рынок европейских стран СНГ из Туркменистана, Казахстана и Узбекистана будут поставлять значительные объёмы природного газа [4, 5].

Трубопроводный транспорт отличается от остальных видов транспорта тем, что он не соответствует полностью понятию "транспорт", т.к. его подвижной состав и специально приспособленные под него пути сообщения в этом виде транспорта совмещены в трубопровод. Магистральный трубопровод представляет собой промышленно-транспортный комплекс, включающий собственно трубопровод и комплекс сооружений в виде насосных или компрессорных станций, аварийно-ремонтных пунктов и др. объектов. Технология работы трубопроводного транспорта характеризуется непрерывностью перекачки грузов.

На сегодняшний день возрастной состав магистральных трубопроводов следующий:

- 7% трубопроводов работают менее 10 лет;
- 25% трубопроводов работают 10-20 лет;
- 34% трубопроводов работают 20-30 лет;
- 34% трубопроводов работают свыше 30 лет.

Более 50% магистральных нефтепроводов эксплуатируется свыше 25 лет при нормативе 30 лет, износ основных фондов нефтепродуктопроводов и резервуарных мощностей превышает 70%. Износ основных фондов газотранспортной системы составляет 56%, при этом более 15% газопроводов выработали свой нормативный срок службы.

Современная восстановительная стоимость нефтепроводов составляет 100-130 млрд. \$ (вместе с нефтепродуктопроводами - 120-150 млрд. \$); восстановительная стоимость газопроводов колеблется в пределах 360-400 млрд. \$ [6].

Трубопроводы относятся к категории энергонапряжённых объектов, отказы которых сопряжены со значительным материальным и экологическим ущербом. Особую остроту приобретает проблема надёжности и экологической безопасности в системах магистрального трубопроводного транспорта. Это во многом зависит от результатов анализа отказов и разрушений в системе магистрального транспорта. Магистральный трубопровод в течение всего срока эксплуатации находится в сложном напряжённом состоянии

под воздействием внутреннего давления перекачиваемого продукта и работает как сосуд высокого давления. Это необходимо иметь в виду при определении состава сооружений магистрального трубопровода и их роли в обеспечении надёжной эксплуатации трубопровода и уменьшении энергетических потерь в случаях возможных разрушений труб. Отказ магистрального трубопровода, проявляющийся в местной потере герметичности стенки трубы, трубных деталей или в общей потере прочности в результате разрушения, приводит к значительному экологическому ущербу с возможными непоправимыми последствиями для окружающей природной среды. Трассы магистральных трубопроводов прокладываются в различных природно-климатических зонах, отличающихся геологией, геокриологией, гидрологией, географическим ландшафтом, освоённостью, чувствительностью биогеоценоза к антропогенным и техногенным воздействиям, характером и размером их последствий. Только комплексный подход к данному вопросу, учитывающий специфику района прохождения трубопроводной трассы, сможет дать реальную картину причин, приводящих к нарушению устойчивого режима эксплуатации [7].

Воздействие трубопроводного транспорта на экологические системы происходит при строительстве его объектов, в процессе эксплуатации и при возникновении аварийных ситуаций. При изыскании трасс, строительстве и эксплуатации трубопроводов на грунтовую среду, растительный покров, животный мир, подземные и поверхностные воды, приземной слой атмосферы оказывают влияние различные среды. Причём источниками воздействия могут быть транспорт и строительно-монтажная техника, перекачиваемый продукт (нефть, газ, нефтепродукты) или продукты его сгорания, тепло транспортируемой по трубопроводу среды, конструкция трубопровода. Все воздействия можно подразделить на прямые и косвенные, длительные и кратковременные (импульсные). Они могут проявляться в виде механического разрушения, загрязнения, теплового влияния. Последствия от этих воздействий могут быть первичными и вторичными, обратимыми и необратимыми (нерегулируемыми). Магистральные трубопроводы при нормальной работе являются экологически чистыми, однако при авариях могут вызвать большие экономические потери и нанести серьёзный ущерб природе. Поэтому вопросам надёжности и безопасности работы магистральных трубопроводов следует уделять максимальное внимание при их проектировании и строительстве, а также в период их эксплуатации (табл.1).

Прокладка многокилометрового магистрального трубопровода - это мероприятие, требующее серьёзной организационно-управленческой работы и больших материальных затрат.

Определяющим критерием экологической безопасности трубопроводов является их надёжность - один из основных показателей качества любой системы, заключающийся в способности выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные свойства в течение требуемого промежутка времени "жизненного цикла".

Конструктивная надёжность, как свойство трубопроводной конструкции, должна удовлетворять экологическим критериям, поскольку полная или частичная утрата трубопроводом его работоспособности неизбежно сопровождается отрицательным воздействием на окружающую среду. Расчётные модели конструктивной надёжности должны строиться с учётом экологическим ограничений. Количественной мерой таких ограничений должны быть значения предельно-допустимых воздействий, оцениваемых по компонентам окружающей среды, находящихся в контакте с трубопроводом.

Наибольшую потенциальную опасность для окружающей среды представляют магистральные трубопроводы, являющиеся линейно-протяжёнными объектами с высоким уровнем экологической опасности. Поэтому поиск наиболее эффективных управленческих решений на предприятиях трубопроводного транспорта в сфере природоохранной деятельности, направленных на гарантированное обеспечение конструктивной надёжности системы - весьма актуальная задача с высокой степенью экологической ответственности [12, 13].

Таблица 1

Воздействие предприятия АК ОАО "Приволжские магистральные нефтепроводы" ВРНУ "Транснефть" на окружающую среду (составлено авторами по данным: [8], [9], [10], [11])

Отрасль промышленности	Используемое сырьё	Загрязнения воздуха	Загрязнение водных ресурсов	Твёрдые отходы и загрязнение почвы	Риск аварий	Прочие: шум, здоровье и безопасность рабочих
топливно-энергетическая промышленность, нефтяная отрасль	углеводородное; природный газ; бензин нефтяной; дизельное топливо; моторные масла; трансмиссионные масла; электролиты; диспергенты; сорбенты; огнетушащие вещества; трубная продукция; запорно-регулирующие арматуры; изоляционные материалы; кабельно-проводниковая продукция	бензин нефтяной; масло минеральное нефтяное; предельные углеводороды; сероводород; сажа; уайт-спирит; амилены; бензол; ксилол; толуол	взвешенные вещества; сульфаты; хлориды; нитраты; нитриты; аммиак и аммоний; фосфаты; жиры; фенол; железо	- 1 класс: ртутные лампы; люминесцентные ртутьсодержащие трубки; - 2 класс: свинцовые аккумуляторы; - 3 класс: отработанные масла; отработанные автомобильные фильтры; шлам очистки трубопроводов и ёмкостей; сорбенты; - 4 класс: лом чёрных металлов; строительный и бытовой мусор; промасленный песок и текстиль; резиноасбестовые отходы; минеральные шламы; абразивная пыль; - 5 класс: остатки и отарки стальных сварочных электродов; накипь котельная; древесные отходы; упаковочный картон; пищевые отходы	высокий	воздействие - незначительное. При грамотном строительстве и эксплуатации магистральные трубопроводы практически не нарушают структуру ландшафта, однако, воздействия данного вида транспорта приобретает катастрофические размеры при разгерметизации и разрывах труб. Минимизируются риски и угрозы возникновения производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников

Аварии на магистральных нефтепроводах наносят колоссальный ущерб, приводя к загрязнению территорий и водных объектов. В случае аварий на нефтепроводах особенно страдает природа, если нефтепроводы проложены по дну рек или других водоёмов. Основные причины возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций: длительные сроки эксплуатации трубопроводного транспорта, физический, моральный износ и, как следствие, устойчивая тенденция роста числа аварий с всё более тяжёлыми социальными, экологическими и экономическими последствиями.

В настоящее время разработаны методы контроля (ультразвуковой, магнитный, метод акустической эмиссии), которые позволяют производить диагностику состояния нефтепроводов, обнаруживать опасные дефекты, что существенно повышает надёжность работы трубопроводов.

Эксплуатационная служба должна постоянно вести наблюдения (контроль) за техническим состоянием объектов трубопроводной системы, осуществлять своевременную их профилактику и ремонтные работы, а при необходимости выполнять своевременную реконструкцию и техническое перевооружение, используя новейшие достижения науки и техники (ежегодная приборная диагностика и ремонт трубопроводов осуществляется на нескольких тысячах километров устаревших линий различного диаметра).

Для выбора адекватных мер предупреждения катастроф и аварий необходима научно-методическая база количественной оценки риска их появления. При решении этой проблемы важно, чтобы интересы защиты окружающей среды интегрировались в область принятия инженерных решений, позволяющих экономически обоснованно минимизировать последствия негативных воздействий наиболее рациональными (наименее затратными) путями.

Универсальным инструментом оценки последствий аварий на магистральных трубопроводах является экологический риск. В качестве экологического риска рассматривается взвешенный по вероятности наступления негативных событий комплексный показатель прогнозируемого полного ущерба, нанесённого экосистемам от всего спектра сценариев возможных аварий [14, 15].

Данный инструмент позволяет нам применить набор определённых экологических методов управления и охраны окружающей среды в процессе эксплуатации трубопроводного транспорта (табл. 2).

SWOT-анализ, как инструмент управленческого анализа, используется на предприятиях для того, чтобы предотвратить его попадание в кризисную ситуацию. Группировка сильных и слабых сторон в разрезе функций предприятия позволяет системно рассмотреть сложившуюся ситуацию с целью принятия обоснованного управленческого решения с привязкой к конкретным функциональным подразделениям. И, тем не менее, именно SWOT-анализ позволяет выявить имеющиеся или вероятные проблемы предприятия, разработать дерево целей для антикризисного управления и сформулировать сценарий развития предприятия на планируемый период в целях предотвращения или вывода организации из кризиса. Данный инструмент помогает разрабатывать природоохранные программы и выстраивать краткосрочные и долгосрочные стратегии развития.

Предприятия топливно-энергетических отраслей оказывают существенное негативное воздействие на экологическую обстановку во всех регионах страны. В результате их производственной деятельности в окружающую среду поступают:

- углеводороды, сероводород, оксиды азота, сажа, оксид углерода, сернистый ангидрид - при выбросах в атмосферу;
- нефть, нефтепродукты, пластовые минеральные воды, синтетические поверхностно-активные вещества, ингибиторы коррозии и парафино-отложения, деэмульгаторы, хим-

реагенты, буровые сточные воды и буровой шлам - при сбросе в водные объекты и на рельеф местности.

Значительна интенсивность и масштабы загрязнения подземных вод, почв и грунтов в районах размещения отходов предприятий топливно-энергетического комплекса.

Масштабы предприятия обуславливают его значительное воздействие на природную среду. При этом любая организация обязана выполнять ряд природоохранных мероприятий. Степень соответствия выполняемых природоохранных мероприятий и масштабами воздействия на природную среду характеризуется таким понятием как экологическая эффективность деятельности предприятия. Экологическая эффективность складывается из множества компонентов, которые выявляются в результате анализа деятельности предприятия по соответствующим параметрам [16, 17].

Таблица 2

**Экологический SWOT-анализ предприятия АК ОАО
"Приволжские магистральные нефтепроводы" ВРНУ "Транснефть"**
(составлено по данным авторов)

Сильные стороны (Strengths)	Слабые стороны (Weaknesses)
государственная принадлежность организации	нерациональное землепользование в связи с деятельностью предприятия
полное материально-техническое обеспечение потребностей предприятия	высокая изношенность трубопроводных магистралей
осознание руководством опасности негативно-го воздействия на ОС	высокая степень загрязнения компонентов ОПС
наличие чётко структурированной экологической политики предприятия	затраты на сбор и утилизацию отходов производства и потребления
экологическая стратегия для структурных подразделений на запланированный период времени	
раздельный сбор отходов по классам опасности	
наличие системы экологического менеджмента на предприятии	
достаточное финансирование природоохранных программ	
наличие НИОКР на предприятии	
Возможности (Opportunities)	Угрозы (Threats)
минимизация негативных воздействий на ОС	ужесточение природоохранного законодательства
снижение рисков и уменьшение последствий аварийных ситуаций	увеличение затрат на природоохранные мероприятия, страхование рисков
сокращение производственного травматизма и профессиональных заболеваний	риск возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций
разработка и внедрение новой техники и технологий	необходимость соответствия требованиям, предъявляемым партнёрами
повышение "зелёного" имиджа предприятия	снижение доходов организаций из-за установления фиксированных тарифов на транспортировку нефти
повышение уровня экологического образования сотрудников предприятия	
расширение сотрудничества с российскими и зарубежными партнёрами	увеличение долговых обязательств компании
привлечение дополнительных инвестиций в природоохранные мероприятия	

При повреждении нефтепроводов выделяются различные токсические вещества. Основными загрязнителями атмосферы являются: бензин нефтяной, масло минеральное нефтяное, предельные углеводороды, сероводород, сажа, уайт-спирит, амилены, бензол, ксилол, толуол.

Все эти загрязнения относятся к локальным и временным, т.к. они рассеиваются под воздействием воздушных потоков. Загрязнение приземного слоя атмосферы оказывает существенное отрицательное влияние на человека и растительность вследствие общетоксического действия перечисленных компонентов. Особую опасность представляет загрязнение воздуха вблизи населённых пунктов. В этих случаях возможность наложения или аккумуляции различных загрязнений значительно усугубляет характер последствий.

Основными загрязнителями водных акваторий являются: взвешенные вещества, сульфаты, хлориды, нитраты, нитриты, аммиак и аммоний, фосфаты, жиры, фенол, железо.

Попадая в водную акваторию, нефтепродукты растекаются вследствие её гидрофобности по поверхности, образуя тонкую нефтяную плёнку, которая перемещается со скоростью примерно в два раза больше, чем скорость течения воды. При соприкосновении с берегом и прибрежной растительностью нефтяная плёнка оседает на них. В процессе распространения по поверхности воды лёгкие фракции нефти частично испаряются, растворяются, а тяжёлые опускаются в толщу воды, оседают на дно и образуют донное загрязнение.

Основное воздействие нефтепродуктов на почвенный комплекс при отказах трубопроводов ведёт к загрязнению почвенного покрова и снижению биологической продуктивности почв. Одним из наиболее опасных в этом случае является загрязнение нефтью грунтовой среды в результате утечек из магистральных нефтепроводов и резервуаров.

В Волгоградской области трубопроводный транспорт получил широкое распространение, что было связано со следующими факторами: во-первых, на территории или в непосредственной близости от Волгоградской области находятся районы добычи природных ресурсов, которые являются объектами транспортировки рассматриваемого вида транспорта; во-вторых, Волгоградская область является конечной перевалочной точкой экспортных российских грузов (южное направление). Общая протяжённость магистральных трубопроводов составляет 7022 км, из которых на нефтепроводы приходится 1737 км, газопроводы - 4223 км, продуктопроводы – 1062 км. Доля трубопроводного транспорта в регионе постоянно возрастает и на 2012-2013 гг. составила около 18% [6,18].

ОАО "АК Транснефть" является ключевым элементом энергетической отрасли РФ и обеспечивает конечные результаты её деятельности. Волгоградское РНУ является одним из самых больших филиалов структурных предприятий "Транснефти" по числу нефтеперерабатывающих станций (НПС) и протяжённости эксплуатируемых нефтепроводов. Коллектив управления обслуживает четыре нефтепровода ("Куйбышев - Тихорецк" и "Куйбышев - Лисичанск"- транснациональные; ещё два региональные, они заняты транспортировкой сырья на предприятия ООО "ЛУКОЙЛ - Волгограднефтепереработка").

Основной принцип деятельности компании: развитие и эксплуатация систем магистрального трубопроводного транспорта с обеспечением высокого уровня экологической безопасности производственных объектов и сохранения благоприятной окружающей среды.

Общая протяжённость нефтепроводов в одноконтинентном исчислении составляет 1737 км. В структуру управления входят 16 НПС (7 ЛПДС) с объёмом резервуарного парка 230 тыс. м³.

К основным направлениям деятельности предприятия относят:

- оказание услуг в области транспортировки нефти и нефтепродуктов по системе магистральных трубопроводов РФ и за её пределами;
- проведение профилактических, диагностических и аварийно-восстановительных работ на магистральных трубопроводах;

- координация деятельности по комплексному развитию сети магистральных трубопроводов и других объектов трубопроводного транспорта;
- взаимодействие с трубопроводными предприятиями других государств по вопросам транспортировки нефти и нефтепродуктов в соответствии с межправительственными соглашениями;
- участие в решении задач научно-технического и инновационного развития в трубопроводном транспорте, внедрение нового оборудования, технологий и материалов;
- привлечение инвестиций для развития производственной базы, расширения и реконструкции объектов компании;
- организация работы по обеспечению охраны окружающей среды в районах размещения трубопроводного транспорта.

Коллектив предприятия достиг весьма существенных успехов. В основном они касаются производственных показателей: обновляется парк насосного оборудования, закончен капитальный ремонт резервуарного парка с заменой понтонов на алюминиевые, вместо стальных. На НПС введены в эксплуатацию автоматические системы учёта электроэнергии, рабочие места специалистов оснащены компьютерной техникой. Помимо технологического оборудования, серьёзные вложения идут в производство, здания и сооружения, в благоустройство территории [19, 20].

К основным конкурентным преимуществам предприятия относят:

- монопольное положение на рынке трубопроводного транспорта нефти;
- низкие операционные затраты по отношению к общему объёму транспортируемой нефти по сравнению с железнодорожным и воздушным транспортом;
- низкий уровень тарифов за перекачку нефти по сравнению с аналогичными в странах СНГ и Западной Европы.

Тарифы на услуги по перекачке, перевалке и наливу нефти компании как естественной монополии устанавливаются Федеральной службой по тарифам.

Перспективными направлениями развития компании является её участие в инвестиционном проекте "ЮГ" (Сызрань – Саратов – Волгоград – Новороссийск). Цель проекта – создание трубопроводной системы для экспорта светлых нефтепродуктов от Черноморского побережья в Западную и Южную Европу и другие страны. Реализация проекта позволит решить общегосударственную задачу повышения эффективности экспорта нефтепродуктов за счет развития собственных экспортных перегрузочных комплексов, укрепления энергетической безопасности и экономики России.

Сформированная на сегодняшний день система четырехуровневого контроля с применением комплекса диагностических приборов высокого разрешения позволяет выявлять потенциально опасные дефекты практически всех типов, которые могут стать причинами аварии на трубопроводах. Полученная информация о дефектах и степени их опасности, даёт возможность реализации более обоснованного планирования объёма финансирования и очередности ремонта. В итоге даже в условиях значительного старения и износа магистральных нефтепроводов, предприятию удастся поддерживать объекты в достаточно высокой степени надежности и безопасности.

В системе экологической безопасности предприятия первостепенное значение имеет мониторинг фактического состояния окружающей природной среды. Получение достоверных данных о загрязнении возможно только с помощью инструментального аналитического контроля. Начиная с 2000 года, филиал Волгоградского отделения ОАО «АК Транснефть» приступил к созданию собственных лабораторий экоаналитического контроля. Ежегодный инспекционный контроль органа по аккредитации и участие в межлабораторных сравнительных испытаниях подтверждают техническую компетентность и высокое качество аналитических работ.

Экологическая политика, действующая на предприятии, публично декларирует принципы и обязательства, связанные с экологическими аспектами деятельности предприятия и обеспечивающие основу для установления его экологических целей и задач. Деятельность компании "Транснефть" связана с промышленным воздействием на окружающую природную среду, поэтому она последовательно проводит работу по усилению внутрикорпоративной экологической политики. Хозяйственная деятельность компании, имеющая стратегическое значение для экономики России и других стран, затрагивает интересы миллионов людей. Воздействие на окружающую природную среду, оказываемое компанией при осуществлении своей деятельности, определяет её ответственность перед обществом. Эффективность экологической политики, проводимой предприятием, оценивается количественными и удельными показателями по охране окружающей природной среды и рациональному использованию природных ресурсов [21, 22].

На предприятии ВРГУ «Транснефть» разработана, внедрена и сертифицирована Система экологического менеджмента, получены сертификаты DQS и IQNet соответствия стандарту ISO 14001. Проводятся ежегодные инспекционные аудиты с привлечением международных аудиторов DQS на подтверждение соответствия системе.

В соответствии с экологической стратегией при проектировании всех инвестиционных проектов производится учёт отдалённых экологических последствий при строительстве и эксплуатации всех производственных объектов транспорта нефти и нефтепродуктов. Обеспечивается открытость экологически значимой информации о планируемой деятельности на всех этапах проектирования.

Важнейшим условием эффективного функционирования экологической сферы является обеспечение обязательного возмещения субъектам хозяйствования ущерба от антропогенного воздействия на природную среду, выраженную в стоимостной форме. Для установления размеров компенсаций ущерба от загрязнения и истощения природной среды необходима её экономическая оценка [23].

В основу современной системы платежей за загрязнение окружающей среды положен расчёт экономического ущерба по методу обобщённых косвенных оценок. Согласно упрощённой интерпретации этого метода общий (суммарный) экономический ущерб, наносимый окружающей среде техногенным загрязнением, определяется как сумма ущербов от загрязнения атмосферы (Y_a), воды (Y_b) и почвы (Y_n).

Авторский расчёт общего экономического ущерба от загрязнения ОС на предприятии АК ОАО "Приволжские магистральные нефтепроводы" ВРГУ "Транснефть" за период с 2006 по 2012 гг. представлен ниже:

$$\begin{aligned} Y_o(2006) &= Y_a + Y_b + Y_{отх} = 63617,62 + 6470,93 + 108419,21 = 178507,76 \text{ рублей;} \\ Y_o(2007) &= Y_a + Y_b + Y_{отх} = 63969,13 + 6470,93 + 123111,67 = 193551,73 \text{ рублей;} \\ Y_o(2008) &= Y_a + Y_b + Y_{отх} = 63140,96 + 6470,93 + 179747,10 = 249358,99 \text{ рублей;} \\ Y_o(2009) &= Y_a + Y_b + Y_{отх} = 63158,74 + 6470,93 + 2308362,36 = 2377992,03 \text{ рублей;} \\ Y_o(2010) &= Y_a + Y_b + Y_{отх} = 59533,44 + 6470,93 + 1396072,52 = 1462076,89 \text{ рублей;} \\ Y_o(2011) &= Y_a + Y_b + Y_{отх} = 68298,39 + 6470,93 + 1413692,44 = 1488461,76 \text{ рублей;} \\ Y_o(2012) &= Y_a + Y_b + Y_{отх} = 68415,81 + 6470,93 + 2842548,87 = 2917435,61 \text{ рублей.} \end{aligned}$$

Динамика общего экономического ущерба от загрязнения окружающей среды представлена на рис. 1.

Полученный график "Экономического ущерба от загрязнения окружающей среды за 2006-2012 гг." наглядно представляет закономерности воздействия предприятия на окружающую природную среду и составляющий экономический ущерб его деятельности. Анализируя ранее полученные результаты в ходе расчётов масштаба воздействия предприятия на основные компоненты окружающей среды можно прийти к следующему вы-

воду, что многократное увеличение показателей общего экономического ущерба в 2009 и 2012 годах является прямой зависимостью незапланированного увеличения отходов производства и потребления. Ущерб от загрязнения атмосферы и воды основными загрязняющими веществами в исследуемый период является фиксированным и колеблется в небольшом числовом промежутке. В 2009 году рост общего экономического ущерба по сравнению с 2008 годом составил 85%, в 2010 году мы наблюдаем сокращение этого показателя на 35%, в 2011 году просматриваются попытки стабилизации этого показателя, однако, в 2012 году мы наблюдаем его дальнейший рост - 106% в относительном выражении к 2008 году.

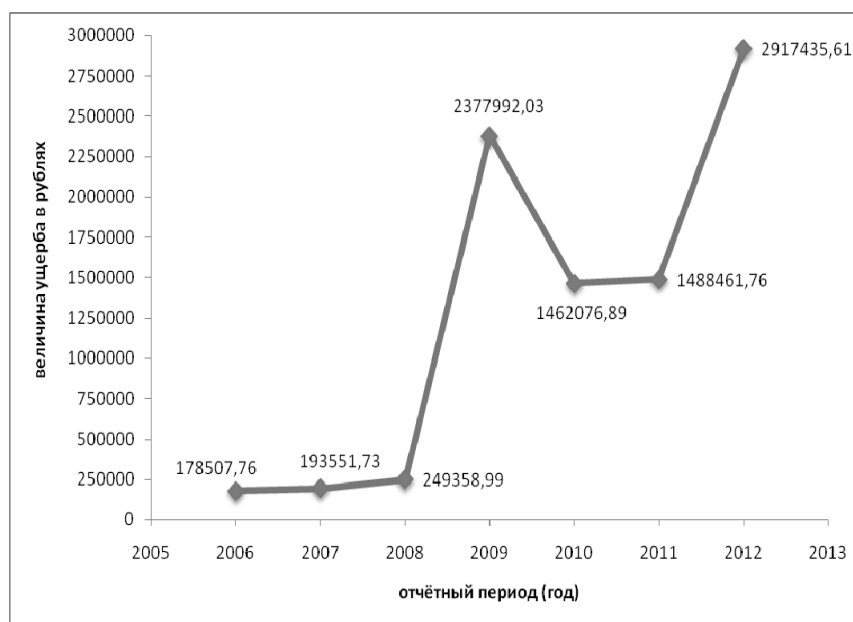


Рис.1 Общий экономический ущерб от загрязнения окружающей среды за 2006 -2012 гг.
(составлено по данным авторов)

Данный факт свидетельствует о наличии проблем в отделе планирования и стратегии развития предприятия, в частности в запланированных капиталовложениях в природоохранные мероприятия.

Таким образом, решение проблем, возникающих в окружающей природной среде, заключается в определении совокупности мероприятий, методов, средств, которые минимизируют, в том числе исключают полностью возможные воздействия и их последствия в процессе строительства и эксплуатации магистральных трубопроводов, что будет способствовать обеспечению экологической стабильности и безопасности региона.

Литература

1. Харитонов В.А. Строительство магистрального трубопровода нефти и газа: монография. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов. - 2008. — 496 с.
2. Гайсин Р.В. "Законный" интерес к трубе // Нефть России. - 2009. - №8. - С. 74-77.
3. Гаспарянц Р.С. Оценка технического состояния объектов трубопроводного транспорта // Нефтяное хозяйство. - 2008. - №2. - С. 101-103.
4. Алексеев П.Д. и др. Охрана окружающей среды в нефтяной промышленности. — М.: Нефтяник. - 1994. — 473 с.
5. Георгиева Н.В. Старт "подземной ракеты" // Нефть России. - 2007. - №6. - С. 86-88.

6. Промышленная безопасность и надёжность магистральных трубопроводов / под ред. А.И. Владимирова, В.Я. Кершенбаума. – М.: Национальный институт нефти и газа. - 2009. – 696 с.
7. Колесников В.И. и др. Экология для технических вузов. - Ростов н/Д: Феникс. - 2001. – 384 с.
8. ОР 06.00-74.20.55-КТН-001-1-01 Регламент о порядке организации эколого-аналитического контроля за состоянием окружающей среды на промышленных объектах ОАО "АК "Транснефть" / под общ. ред. С.М. Вайнштока. - М.: ГУП Изд-во "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. - 2003. – 35 с.
9. Отчёт "Сведения об использовании воды" - 2 ТП - (вода) Волгоградского РНУ Волгоградской области за 2013 год. – Волгоград. - 2013. – 45 с.
10. Отчёт "Сведения об образовании, использовании, обезвреживании, транспортировании и размещении отходов производства и потребления" - 2 ТП - (отходы) Волгоградского РНУ Волгоградской области за 2013 год. – Волгоград. - 2013. – 80 с.
11. Отчёт "Сведения об охране атмосферного воздуха" - 2 ТП - (воздух) Волгоградского РНУ Волгоградской области за 2013 год. – Волгоград. - 2013. – 95 с.
12. Бородавкин П.П. Охрана окружающей среды при строительстве и эксплуатации магистральных трубопроводов. - М.: Недра. - 1981. – 160 с.
13. СНиП 2.05.13-90 Нефтепродуктопроводы, прокладываемые на территории городов и других населённых пунктов [Электрон. ресурс]. - 2012. – URL: <http://www.КонсультантПлюс.ru>. (дата обращения: 05.03.2013).
14. Инженерная экология и экологический менеджмент: учебник / под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадына. - М.: Логос. -2004. – 520 с.
15. СП 11.102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства [Электрон. ресурс]. - 2012. – URL: <http://www.КонсультантПлюс.ru>. (дата обращения: 05.03.2013).
16. Павлова Е.И. Экология транспорта: учебник для вузов. - М.: Высш. шк. - 2006. – 344 с.
17. СНиП 2.05.06-85 Магистральные трубопроводы [Электрон. ресурс]. - 2012. – URL: <http://www.КонсультантПлюс.ru>. (дата обращения: 05.03.2013).
18. Закожурников Ю.А. Транспортировка нефти, нефтепродуктов и газа: учебное пособие для СПО. – Волгоград: ИН-Фолио. - 2010. – 432 с.
19. Природопользование: учебник / под ред. Э.А. Арустамова. - М.: Издательский Дом "Дашков и К°". - 2000. – 284 с.
20. Шеховцов В.В. Транспорт нефти и газа: монография. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов. - 2008. – 496 с.
21. Иванцов О.М., Мазур И.И. Безопасность трубопроводных систем / О.М. Иванцов, И.И. Мазур. – М.: Елима. - 2004. – 230 с.
22. Промышленная экология: учебник для высших учебных заведений Министерства образования и науки Российской Федерации / под общ. ред. В.В. Гутенева. - Москва-Волгоград: ПринТерра. - 2009. – 840 с.
23. Экологическая политика ОАО «АК «Транснефть» / Экология и эффективность [Электрон. ресурс]. – 2012. - URL: <http://www.transneft.ru/ecology/183/122>. (дата обращения: 02.12.2012).

Сведения об авторах

Кириллов Сергей Николаевич, - профессор кафедры рационального природопользования Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова тел. 8-495-939-39-92, e-mail: skaudi@hotmail.ru

Матвеева Анна Александровна, - доцент кафедры экологии и природопользования Волгоградского государственного университета тел. 8-8442-46-16-39, e-mail: aamatveeva@bk.ru

Ершов Артем Игоревич, магистрант 2 курса направления «Экология и природопользование» Волгоградского государственного университета тел. 8-909-377-65-26, e-mail: artag@bk.ru

УДК: 681.586.5; 681.581.3

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ПРИ КОНТРОЛЕ НАДЁЖНОСТИ НАНОСПУТНИКОВ

Доктор техн. наук *М.Н. Петров, М.Ж. Анаров*

СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В работе рассмотрены вопросы применения волоконно-оптических систем диагностики нано и пико спутников.

Ключевые слова: контроль, надёжность, волоконно-оптические датчики, наноспутники, орбита, диагностика.

USE OF FIBER AND OPTICAL SENSORS AT CONTROL OF NA-DYOZHNOSTI OF NANOSATELLITES

Dr. (Tech.) *M.N. Petrov, M.J. Anarov*

THE SIBERIAN STATE SPACE UNIVERSITY

In work questions of use of fiber-optical systems of diagnostics nano and peak of satellites are considered.

Key words: control, reliability, fiber-optical sensors, nanosatellites, orbit, diagnostics.

Введение

Одно из важных направлений развития космических технологий - это резкое снижение размеров и веса космических аппаратов. Это стало возможным в результате развития микроэлектронных и наноэлектронных микросхем приборов и устройств. Так, например один из наноспутников PhoneSat представляет собой стандартный «космический куб» со стороной ребра в 10 сантиметров. Внутри этого куба находится смартфон HTC Nexus One, мощный литий-ионный аккумулятор, радиопередатчик, множество различных датчиков и дополнительные камеры с высоким разрешением. Емкость дополнительной аккумуляторной батареи во много раз превышает емкость оригинальной батареи смартфона, это необходимо для более высокой мощности передатчика, сигнал от которого должен достичь поверхности Земли. Изготовление каждого экземпляра спутника PhoneSat обходится в настоящее время от 3,5 до 7 тысяч долларов, что значительно дешевле стоимости изготовления любого другого типа искусственных спутников. При этом стоимость с каждым годом будет снижаться. Такие низкие затраты объясняются тем, что при конструировании наноспутников используются в основном электронные компоненты и устройства серийного производства. Важным вопросом станет информация о работе бытовой электроники в жестких космических условиях. Для контроля и диагностики таких наноспутников необходимо применение новых подходов и требований к измерительной технике.

В настоящее время космические аппараты, можно классифицировать по их весу:

Классификация спутников малых размеров

Большие	Более 1000 кг
Малые (Миди)	500 – 1000 кг
Миниспутники	100 – 500 кг
Микроспутники	10 – 100 кг
Наноспутники	1 – 10 кг
Пикоспутники	Менее 1 кг

Для нормального функционирования наноспутников необходимо создание принципиально новой системы их диагностики. Требования к системе диагностики наноспутников изменяются – это повышение точности измерений параметров и резкое снижение веса диагностических систем (датчиков, систем обработки и передачи информации диагностической информации).

Одним из направлений по снижению числа аварийных ситуаций наноспутниковых и пикоспутниковых космических аппаратов, может стать направление по применению датчиков контроля на основе современных достижений науки и техники – волоконно-оптических датчиков. Данные типы датчиков, успешно применяются в различных отраслях промышленности, как наиболее надёжные и обладающие рядом неоспоримых преимуществ [1]. Они обладают:

- высокой чувствительностью;
- широким динамическим диапазоном;
- невосприимчивостью к электромагнитным помехам;
- легкостью к мультиплексированию;
- конструктивной простотой и низкой стоимостью;
- многопараметровой чувствительностью;
- не требуют искрогашения.

Наиболее важными характеристиками для контроля могут быть температура (её изменения могут быть в пределах, от минус 200 до плюс 200 градусов Цельсия), радиация, механические воздействия и т.д.

Для измерения влияния температуры в наземных условиях на стадии тестирования, можно использовать волоконно-оптическую систему диагностики на основе эффекта Рамана [1]. В основе лежит принцип объединения способа измерения температуры по обратному рассеянию Рамана, способом измерения расстояния по времени прихода отраженного оптического импульса.

Для контроля температуры на орбите можно применять датчики на основе дифракционных решёток Брегга или волоконно-оптического датчика внешнего интерферометра Фабри-Перо [1]. Размеры датчика: 12 миллиметров длина и 4 миллиметра диаметр, что соизмеримо с размерами спутников.

ВОД температуры на дифракционных решетках Брэгга

Датчиками измерения температуры являются волоконно-оптические брэгговские решетки (ВОБР). Такая решетка, отражает очень узкую спектральную полосу оптического сигнала, которая зависит от периода профиля показателя преломления в сердцевине оптического волокна [1].

Брэгговская решетка 3 - это лазерная запись изменений показателя преломления в сердцевине 2 оптического волокна 1, которая отражает узкую спектральную полосу оптического сигнала. Расширение или сжатие периода решетки Λ вызывает сдвиг в отраженной и прошедшей длине волны λ_R .

При работе в качестве датчика, брэгговская решетка либо расширяется, либо сжимается при внешнем воздействии. Это движение вызывает изменение периода решетки, которое в свою очередь вызывает смещение длины волны оптического сигнала отражаемого от решетки. Путем измерения спектрального смещения отраженной длины волны, можно определить величину внешнего приложенного воздействия, как показано на рис. 1.

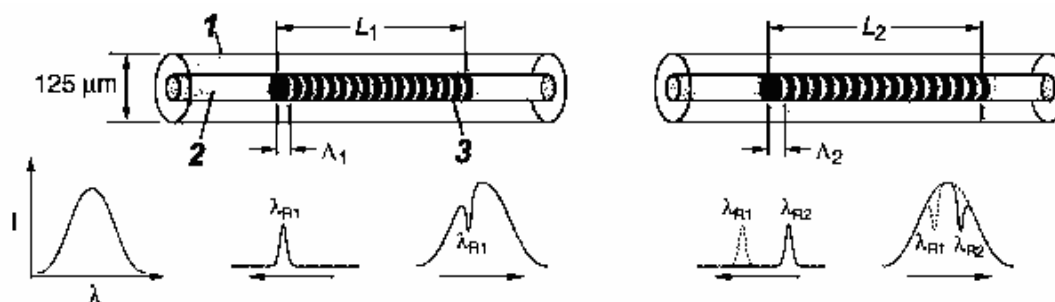


Рис. 1. Чувствительный элемент брэгговского дифракционного ВОД

Для измерения ионизирующих излучений можно использовать датчики описанные в работе [1].

Датчики ионизирующих излучений

Поглощённая доза - количество энергии ионизирующего излучения, поглощённое единицей массы облучённого тела. Известной внесистемной единицей измерения поглощённой дозы является - 1 рад. В системе СИ поглощённая доза измеряется в грэях: 1 Гр = 1 Дж/кг и 1 рад = 0,01 Гр. Волоконно-оптический радиационный дозиметр, основанный на применении оптически возбуждаемого люминесцентного стекла. Стекло, при облучении коротковолновым оптическим излучением или ионизирующим излучением, флуоресцирует и накапливает захваченный заряд. Подчеркнём их достоинства.

Свойства и преимущества следующие:

- Прямое, в реальном времени измерение дозы и общей накопленной дозы
 - Высокая чувствительность в широком диапазоне доз
 - Компактный и недорогой оптический зонд
 - Полностью оптический способ и отсутствие электромагнитных влияний
 - Устойчивость к воздействию влажности, высоких температур и коррозионных сред
 - Отсутствие тяжелых металлов; экологическая и биологическая чистота, безопасность
- Преимущества для геофизических исследований скважин:

Волоконно-оптические радиационные датчики выдерживают высокие температуры и давления, а также агрессивные, коррозионные и абразивные среды и потоки [1-3].

Литература

1. Буймистрюк Г.Я. Информационно-измерительная техника и технология на основе волоконно-оптических датчиков и систем [Текст]: – Спб.: Минатом России. - 2005. – 190 с.
2. Бусурин В.И., Носов Ю.Р. Волоконно-оптические датчики: Физические основы, вопросы расчета и применения. М.: Энергоатомиздат. - 1990.- 256 с.
3. Петров М.Н., Анаров М.Ж. Применение волоконно-оптических датчиков при контроле надёжности беспилотных летательных аппаратов // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2014 г. - № 2. С. 106-110. ВИНТИ РАН, Москва.

Сведения об авторах

Петров Михаил Николаевич, зав. каф. «Электронной техники и телекоммуникаций», профессор кафедры «Системного анализа» Сибирского государственного аэрокосмического университета, академик РАН. Тел.93-20-70. E-mail: Petrov@etk.ru

Анаров Максат Жаксалыкович, аспирант очного обучения кафедры «Электронной техники и телекоммуникаций» Сибирского государственного аэрокосмического университета им. Решетнёва М.А.

УДК 355.58 (О82)

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кандидат техн. наук **С.В. Агеев**, доктор сельхоз. наук, кандидат техн. наук
Ю.В. Подрезов, А.В. Виноградов
ФБГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Выполнен анализ современного состояния мониторинга лесных пожаров на территории страны. Приведены недостатки системы мониторинга и перспективы ее развития.

Ключевые слова: лесной пожар, мониторинг, средства наблюдения, чрезвычайная лесопожарная ситуация.

ANALYSIS OF CURRENT STATUS OF MONITORING OF FOREST FIRES IN THE RUSSIAN FEDERATION

Ph.D. (Tech.) **S.V. Ageev**, Dr. of agricultural sciences, Ph.D (Tech), **J.V. Podrezov, A.V. Vinogradov**
FC VNII GOCHS EMERCOM of Russia

Analysis of current status of monitoring of forest fires in the country. Are the shortcomings of the system for monitoring and its development prospects.

Key words: a forest fire, monitoring, monitoring tools, the emergency forest fire situation.

Статистика показывает - лесные пожары являются основной причиной повреждения и гибели лесов на значительных площадях [1-15] Ежегодно в России происходит более 18 тыс. лесных пожаров. Около 80% лесных пожаров возникает по вине человека [1].

Как известно, охрана лесов от пожаров включает в себя систему мероприятий по профилактике, предупреждению, обнаружению, мониторингу и тушению лесных пожаров. При этом полномочия по охране лесов от пожаров возложены на субъекты РФ. Работы по тушению лесных пожаров и осуществлению отдельных мер пожарной безопасности в лесах выполняются так же специализированными бюджетными и автономными учреждениями, подведомственными федеральным органам исполнительной власти, органам исполнительной власти субъектов РФ.

Следует отметить, что в регионах основные мероприятия по охране лесов от пожаров выполняют специализированные лесопожарные учреждения, которые имеют необходимую технику и персонал. В каждом субъекте Российской Федерации взаимодействие всех сил пожаротушения разрабатывается в соответствии со сводным планом тушения лесных пожаров.

Обнаружение и тушение лесных пожаров производится с использованием наземных и авиационных сил и средств. Наземная охрана лесов от пожаров осуществляется наземными силами и средствами. Основной системы являются 1606 пожарно-химических станций [2]. Авиационная охрана лесов от пожаров - охрана лесов от пожаров, осуществляемая авиационными средствами и методами обнаружения лесных пожаров и борьбы с ними, располагает 300 воздушными судами и группировкой парашютистов и десантников-пожарных. В 2011 году в ФБУ «Авиалесоохрана» создан резерв парашютно-десантной пожарной службы, применяемый для оказания помощи субъектам РФ в условиях ЧС по лесопожарной обстановке в рамках межрегионального маневрирования [2].

Особо следует отметить, что при введении режима чрезвычайных ситуаций в лесах, возникших вследствие лесных пожаров, федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления осуществляют взаимодействие в соответствии с планами тушения лесных пожаров, сводными планами тушения лесных пожаров и межрегиональными планами маневрирования.

Силы МЧС к тушению лесных пожаров привлекаются только в случае введения режима ЧС и угрозы населенным пунктам и объектам экономики.

Что же включает в себя охрана лесов от пожаров? Она включает, прежде всего, выполнение мер пожарной безопасности в лесах и тушение лесных пожаров.

Меры пожарной безопасности в лесах включают:

- предупреждение лесных пожаров;
- мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров;
- разработку и утверждение планов тушения лесных пожаров;
- иные меры пожарной безопасности в лесах.

Анализ статистических данных показывает, что лесные пожары в России в конце апреля 2014 года по сравнению с прошлым годом заняли в 100 раз большую площадь, количество пожаров увеличилось в 8 раз. Особой пожароопасности способствовала теплая и малоснежная зима в Центральной России. В этом году уже было зарегистрировано 73 лесных пожара, охвативших площадь в 100 гектаров. В 9 субъектах из 18 произошли возгорания, наибольшему ущербу подверглись Брянская, Калужская и Тверская области [4].

Лето-2014 грозило стать повторением 2010 года. Лесные пожары в России в этом году могли начаться раньше обычного. Причиной тому малоснежная зима. Для тушения возможных возгораний весной – летом 2014 года МЧС РФ сформировало оперативные

группы – при необходимости на борьбу с огнем могли выйти свыше миллиона человек. Но в целом то, насколько удастся уберечь территорию страны от пожаров, во многом зависит от населения, утверждает исполнительный директор Группы компаний «Пожарный центр» Александр Старостин:

«Есть единственный действенный способ – это соблюдение противопожарного режима и правил безопасности. Потому что самостоятельно природные пожары возникают крайне редко. В 99 % случаев это результат неосторожного обращения с огнем человека».

4 года назад по России прошелся огненный шквал. На фоне аномальной жары и засухи, возникающие лесные пожары распространялись крайне быстро. Помимо лесов и полей пострадали около двухсот населенных пунктов. 62 человека погибли – это только от огня. А сколько людей пострадали от задымления и смога, который накрыл города, в том числе российскую столицу [5].

Большую роль в организации борьбы с лесными пожарами играет их своевременное обнаружение, прогнозирование их динамики и последствий.

Лесопожарный мониторинг осуществляется наземными, авиационными и космическими средствами.

В последние десятилетия много внимания уделялось созданию современной системы мониторинга и оповещения о лесопожарной опасности на территории нашей страны. Так с 1995 года, в рамках проектов Лесной службы Российской Федерации, Министерства природных ресурсов РФ, Министерства промышленности, науки и технологий РФ, Российской академии наук при поддержке Европейской программы TACIS на базе службы авиационной охраны лесов России «Авиалесоохрана» проведены работы по созданию элементов системы спутникового мониторинга крупных лесных пожаров с применением данных зарубежных спутников.

Следует отметить, что основным техническим исполнителем работ был Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН) при непосредственном участии специалистов ФГУ «Авиалесоохрана». К работам также привлекались коллективы соисполнителей: ЦЭПЛ РАН, ИСЗФ СО РАН, ФГУ СПБНИИЛХ, «ИНФОКОМПЛЕКС» и др. С 1996 года отдельные элементы системы поэтапно вводились в опытную эксплуатацию.

В целом система, которую в последствии назвали Информационной системой дистанционного мониторинга лесных пожаров (ИСДМ - Рослесхоз) функционировала уже начиная с пожароопасного сезона 2003 года. В 2005 году приказами Федерального агентства лесного хозяйства России утверждены Регламент работы ИСДМ - Рослесхоз и Методические рекомендации по проведению космического мониторинга лесных пожаров на территории лесного фонда Российской Федерации, т.е. данные космического мониторинга стали официальными. Часть территории, которая ранее считалась неохраняемой и, где никогда не было ни наземного, ни авиационного патрулирования, была отнесена к зоне космического мониторинга, иначе говоря, сегодня абсолютно на всей площади лесного фонда России ведется лесопожарный мониторинг. С 2006 года ИСДМ - Рослесхоз была введена в промышленную эксплуатацию.

На сегодняшний день информационная система дистанционного мониторинга - это целый комплекс оборудования, расположенного в 8 приемных центрах по всей территории России, специалисты которых в соответствии с заключенными договорами выполняют свою часть работы по обеспечению функционирования элементов системы. При этом управление всеми удаленными узлами системы, основная тематическая обработка происходит в Центральном узле ИСДМ - Рослесхоз (г. Пушкино, ФГУ «Авиалесоохрана»). Туда, кроме данных зондирования Земли (ДЗЗ), поступает также информация от субъектов Российской Федерации о лесных пожарах и ходе тушения, метеоинформация,

данные грозопеленгации (система регистрации молниевых разрядов) и т.д. Для обеспечения надежности и устойчивости системы имеется полнофункциональный управляющий сервер, расположенный в Москве (ИКИ РАН). При этом вся обработанная тематическая информация (за исключением ДЗЗ) дублируется на несколько информационных web-серверах, расположенных в каждом узловом центре ИСДМ - Рослесхоз.

Система работает следующим образом. Получение и оперативное распределение космических снимков среднего разрешения по территории Российской Федерации обеспечивается за счет функционирования узлов ИСДМ - Рослесхоз (Красноярск, Хабаровск, Иркутск, Ханты-Мансийск, Новосибирск, Саратов), которые также производят предварительную обработку ДЗЗ. При этом вся информация (в том числе и обработанные ДЗЗ, поступающие в узлы ИСДМ - Рослесхоз) структурируется, каталогизируется и архивируется в банк данных и доступна из геоинформационной системы, интегрированной в web-интерфейс. Выходные продукты в виде табличных отчетов или географически привязанных композитных изображений в ГИС - формате с атрибутивной информацией в любое время доступны зарегистрированным пользователям, например, руководителю команды тушения лесного пожара в любой точке Российской Федерации через сеть Интернет.

Основная информация, используемая в ИСДМ - Рослесхоз:

ежедневные информационные оперативные продукты, полученные на основе данных спутников серии NOAA (прибор AVHRR) и спутников TERRA, AQUA (прибор MODIS);

ежедекадные информационные продукты для оценки последствий действия пожаров, полученные на основе данных спутников TERRA, AQUA (прибор MODIS) и SPOT (прибор VEGETATION);

информационные продукты на основе данных высокого разрешения спутников SPOT, LANDSAT, Ресурс ДК (единственный российский) (1–2 раза в год) [3].

По состоянию на сегодняшний день ИСДМ - Рослесхоз, в среднем, способна регистрировать загорания уже на площади 0,1–50 га. Точную цифру назвать невозможно, так как чувствительность применяемых алгоритмов сильно зависит не только от интенсивности горения, но и от метеоусловий. В разных регионах частота пролета используемых спутников различна, соответственно оперативность поступления информации колеблется от 4 до 12 часов, но даже это опережает классическое авиационное патрулирование. А вот точность определения координат в десятки раз хуже и колеблется от 500 м до 1000 м, завися в большей степени от угла визирования (спутник определяет координаты точки под собой точнее, чем в горизонте) [3].

Применение ИСДМ - Рослесхоз позволяет реализовать следующие задачи:

прогнозирование и мониторинг пожарной опасности;

детектирование и мониторинг лесных пожаров в динамике;

оптимизация затрат на мероприятия по охране лесов (в том числе маршрутов авиапатрулирования);

оценка пройденной огнем площади;

предварительная оценка повреждений насаждениям от пожаров (в том числе выявление погибших насаждений);

сопоставление данных наземных, авиационных и космических наблюдений, включающая обратную связь с наземными и авиапожарными службами в регионах;

интеграция в одном ГИС-интерфейсе комплексной информации (топоосновы, ДЗЗ и атрибутивных данных) с целью поддержки управленческих решений в области мониторинга лесопожарной ситуации.

Принципиально новым направлением использования ИСДМ - Рослесхоз, вызванным введением в действие нового Лесного кодекса, стало ее применение для контроля за переданными субъектам Российской Федерации полномочиями и оценки эффективности использования финансовых средств. Так, в рамках работ по выявлению фактов занижения площадей, пройденных огнем, установлено, что данные, поступающие из регионов, в 2,2 раза меньше, чем по ИСДМ - Рослесхоз.

Анализ возможностей ИСДМ - Рослесхоз свидетельствует о целесообразности использования ее данных в системе МЧС России. Такое взаимодействие Рослесхоза с МЧС России в настоящее время организовано на уровне Национального ЦУКС (НЦУКС) и ИСДМ - Рослесхоз. Данные о крупных лесных пожарах на территории Российской Федерации ежедневно и в оперативном режиме передаются лесной службой в НЦУКС МЧС России.

Для доведения информации о крупных лесных пожарах, прежде всего, в регионах целесообразно использовать возможности системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112».

Таким образом, можно сделать вывод о том, что система мониторинга лесных пожаров постоянно совершенствуется в сторону расширения ее возможностей по контролируемости лесной площади, по комплексности и оперативности мониторинга лесных пожаров и оповещения органов управления, ответственных за организацию борьбы с лесными пожарами и вызываемыми ими чрезвычайными ситуациями в Российской Федерации.

Литература

1. Лесные пожары в России. - http://www.rosleshoz.gov.ru/forest_fires/ (дата обращения: 05.05.2014).
2. Число лесных пожаров в 2013 году в России уменьшилось в два раза. - <http://www.lesvesti.ru/news/news/6381/> (дата обращения: 05.05.2014).
3. В 2013 году в охране лесов и других природных территорий России от пожаров произошли существенные изменения. Обращение Лесного форума Гринпис России от 17 июня 2013 года. - <http://www.wood.ru/ru/lonewsid-50624.html> (дата обращения: 05.05.2014).
4. Лесные пожары являются основной причиной повреждения и гибели лесов на значительных площадях. - <http://nakontrol.org/event-259> (дата обращения: 14.06.2014).
5. Лето-2014 грозит стать повторением 2010 года. - <http://nacles.ru/> (дата обращения: 14.06.2014).
6. Подрезов Ю.В., Тимошенко З.В. «Анализ особенностей современных способов борьбы с лесными пожарами и чрезвычайными лесопожарными ситуациями». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №2 за 2014 год.
7. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Юдин С.С. «Методические особенности лесопожарного прогнозирования». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №3 за 2014 год.
8. Будников А.Ю., Подрезов Ю.В. Особенности построения современных информационно-аналитических систем в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. В сборнике: Комплексная безопасность России - исследования, управление, опыт Международный симпозиум. 30-31 мая 2002 года. Сборник материалов. -ВНИИ ГОЧС, 2002. Москва - 2002. С. 155-155.
9. Подрезов Ю.В. Анализ основных климатических изменений на Земле и возможные их последствия. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». Выпуск №2.- М.: ВИНТИ - 2012.
10. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Юдин С.С. Особенности создания подвижных пунктов управления в системе МЧС России, а также в функциональных и территориальных

подсистемах и звеньях РСЧС. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». Выпуск №1.- М.: ВИНТИ - 2013.

11. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Головков И.Н. Методический подход к оценке рисков возникновения дорожно – транспортных происшествий в Российской Федерации при организации перевозочного процесса в условиях чрезвычайных ситуаций. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». Выпуск №3.- М.: ВИНТИ. - 2013.

12. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Юдин С.С. «Особенности обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №4 за 2013 год.

13. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Юдин С.С. «Оценка рисков возникновения дорожно-транспортных происшествий в Российской Федерации при организации перевозочного процесса в условиях чрезвычайных ситуаций». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №5 за 2013 год.

14. Подрезов Ю.В. Анализ особенностей загрязнения атмосферы городов. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». Выпуск №2.- М.: ВИНТИ. - 2013.

15. Патент на полезную модель №33824. Система предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Авторы: Шахрамьян Михаил Андраникович, Подрезов Юрий Викторович. Зарегистрирован в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 10 ноября 2003 года.

Сведения об авторах

Агеев Сергей Владимирович, - начальник 5 научно-исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), тел. (495)-449-99-58,8-905-748-15-62; электронная почта: asvaser@yandex.ru

Подрезов Юрий Викторович, - старший научный сотрудник, главный научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ); Москва, ул. Давыдовская, д.7, тел. (495)449 90 25, 8 967 096 85 95, E-mail: uvp4@mail.ru

Виноградов Андрей Владимирович, - научный сотрудник научно-исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГЧС (ФЦ). Тел. 8-926-620-32-92; e-mail: eddc-112@mail.ru

УДК 556.3; 624.131

КРИТЕРИИ РАЙОНИРОВАНИЯ ГРАДОПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПО УРОВНЮ ОПАСНОСТИ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Кандидат техн. наук *П.Н. Куранов*
ЗАО «ДАР/ВОДГЕО»

Углеводородные загрязнения на градопромышленных территориях являются одними из наиболее широко распространенных и наиболее опасных видов загрязнений. В данной работе предложен методический подход, позволяющий проводить комплексную оценку уровня опасности углеводородного загрязнения градопромышленных территорий. В качестве критерия районирования территории по уровню опасности углеводородного загрязнения выступает коэффициент опасности загрязнения. Для расчета коэффициента опасности были выделены четыре комплексных показателя опасности углеводородного загрязнения, которые определяют весь возможный набор факторов вредного воздействия этого процесса, и разработана методика оценки степени загрязнения территории углеводородами по каждому из выделенных показателей.

Ключевые слова: углеводородные загрязнения градопромышленных территорий, степень опасности загрязнения, коэффициент опасности загрязнения, районирование градопромышленных территорий.

CRITERIA OF URBAN AREAS ZONING OF THE RISK LEVEL OF HYDROCARBON POLLUTION

Ph. D. (Tech) *P.N. Kuranov*
ZAO "DAR/VODGEO"

Hydrocarbon pollution at urban areas are one of the most widespread and dangerous types of pollutions. This article presents a methodical approach, which allows carrying out a complex assessment of the threat level of hydrocarbon pollution at urban areas. As zoning criteria of the threat level of hydrocarbon pollution stands the pollution treat ratio. Four complex indexes of hydrocarbon pollution threat were allocated, which define the set of possible factors of harmful effects of this process and also the method of hydrocarbon pollution level assessment for each of the allocated indexes was developed.

Key words: hydrocarbon pollution of urban areas; risk of pollution level; groundwater; pollution hazard ratio; urban areas zoning.

Загрязнение почв, грунтов и грунтовых вод нефтепродуктами поражает жизненно важную среду обитания человека, является длительным по воздействию и трудноустраняемым негативным процессом. Вредное воздействие на окружающую среду оказывают утечки нефти и нефтепродуктов с территорий нефтеперерабатывающих заводов, из емкостей хранилищ, трубопроводов. В этом случае происходит загрязнение почв, подземных вод и, через них, поверхностных вод. Большинство нефтяных углеводородов имеет очень низкие значения ПДК (в некоторых случаях – на пределе обнаружения). Даже после ликвидации источника загрязнения и откачки свободных углеводородов, остаточная их насыщенность в почвах, с учетом весьма ограниченной

растворимости, обеспечивает длительное – на десятки, а то и сотни лет – загрязнение на больших площадях. Возможны ситуации, когда такое загрязнение начинает проявляться в колодцах, водозаборных скважинах через многие годы после того, как поверхностные его источники были полностью устранены. При этом здоровье населения может долгое время подвергаться опасности [1,2].

Значительная часть исследований, связанных с углеводородными загрязнениями в подземной гидросфере, проводится за рубежом. Среди наиболее значимых в научном и практическом отношении можно выделить работы [1,2], а также исследования, выполненные по грантам ЕРА [3-6]. В настоящее время исследования, связанные с углеводородными загрязнениями, выделились в отдельное направление со своей терминологией, принятой во всем мире. Согласно этой терминологии, углеводородные жидкости, имеющие низкую растворимость, которые в подземной гидросфере становятся загрязнителями, принято называть *nonaqueous phase liquids* (NAPL), что можно перевести как слабо-растворимая в воде жидкая фаза.

В результате различия физических и химических свойств воды и нефтепродуктов формируется физическая граница раздела между этими двумя жидкостями, препятствующая их смешению. Нефтепродукты, в общем случае, разделяются на два основных типа – легкие и тяжелые. Тяжелые углеводородные жидкости (*dense nonaqueous phase liquids* – DNAPL) имеют плотность больше плотности воды ($\rho_n > \rho_v$), легкие (*light nonaqueous phase liquids* – LNAPL) – меньше плотности воды ($\rho_n < \rho_v$).

Легкие углеводороды являются источником загрязнения грунтовых вод на многих участках по всему миру. Эти загрязнения обычно происходят в результате пролива нефтепродуктов, являющихся, в общем случае, многокомпонентной органической смесью, состоящей из компонентов с различной водорастворимостью. Наиболее растворимыми являются: бензол, толуол, этилбензол и ксилол. Большое количество веществ (н-додекан, н-гептан и др.) имеют сравнительно низкую растворимость в воде.

Присутствие тяжелых углеводородов зарегистрировано на множестве опасно загрязненных участков, однако реальное количество таких территорий, несомненно, много больше. В связи с тем, что на перенос тяжелых нефтепродуктов в подземном пространстве оказывает влияние множество факторов, загрязнения такого рода остаются в значительной степени необнаруженными и поэтому являются ограничивающим фактором для реабилитации загрязненных территорий. Наиболее характерным классом тяжелых углеводородов являются галогенированные/негалогенированные полуволетучие и гелогенированные летучие вещества. К ним можно отнести растворители, вещества, применяемые при консервации древесины, угольную смолу и пестициды. Наиболее часто среди них упоминаются хлорсодержащие растворители.

Свойства нефтяных углеводородов подробно описаны в [7;8].

При движении нефтепродуктов в вадозной зоне часть их может удерживаться в поровом пространстве, а также сорбироваться на частицах твердой фазы, образуя остаточную насыщенность. Другая часть – испаряться, загрязняя почвенный воздух и приземные слои атмосферы делая территорию пожароопасной и взрывоопасной (при скоплении), а также растворяться, образуя шлейф загрязненных подземных вод [1,9,10].

Процесс миграции нефтепродуктов в подземном пространстве зависит от объема свободных нефтепродуктов в системе, площади разлива/утечки, продолжительности утечки, свойств нефтепродуктов и вмещающей среды, характеристик подземного потока и т.п. [9].

При попадании в грунты нефтяные углеводороды под действием сил гравитации просачиваются вниз. Если объем утечки нефтепродуктов мал, то при движении в ненасыщенной зоне весь объем нефтепродуктов будет удерживаться в почве капиллярными силами, а также в замкнутых порах и, таким образом, свободные нефтепродук-

ты не достигнут уровня грунтовых вод. Если объем утечки достаточно велик, то нисходящая миграция нефтепродуктов будет осуществляться до достижения ими физического барьера в виде слабопроницаемого слоя или, для легких нефтепродуктов, уровня грунтовых вод.

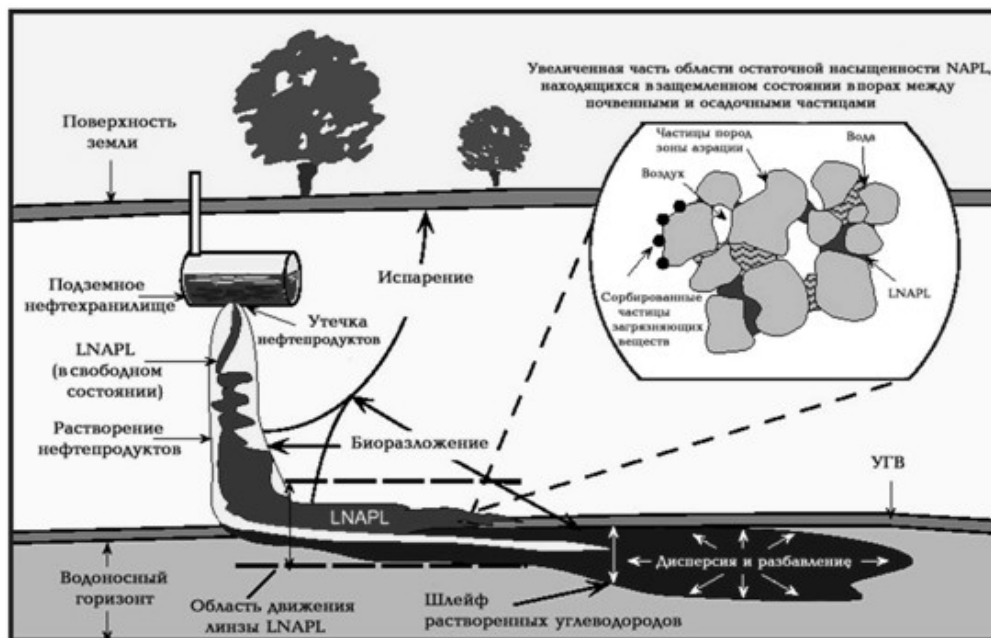


Рис. 1. Схема процессов перераспределения и естественного разложения LNAPL в подземном пространстве

Распространение легких нефтепродуктов, плотность которых меньше плотности воды, происходит по следующей схеме: при попадании в почву нефтепродукты под влиянием сил гравитации просачиваются через вадозную зону. Вертикальное движение сопровождается латеральным распределением, связанным с влиянием капиллярных сил и пространственной изменчивостью среды (слоистостью). При движении нефтепродуктов через вадозную зону, в поровом пространстве остаются защемленные нефтепродукты (остаточная насыщенность). Величина остаточной насыщенности зависит от характеристик поверхностного натяжения. С поверхности флюида может происходить испарение, и нефтепродукты в газовой фазе будут расширять область загрязнения.

Если утечка была достаточно велика, то нефтепродукты, в конечном счете, достигнут насыщенной зоны, образуя на поверхности грунтовых вод линзу нефтепродуктов. При этом образование линзы нефтепродуктов вызовет понижение естественного уровня грунтовых вод.

Кроме того, может происходить частичное растворение нефтяных углеводородов в грунтовых водах с образованием загрязненного шлейфа.

Тяжелые нефтепродукты, плотность которых превышает плотность воды, при достижении уровня грунтовых вод начнут вытеснять воду и продолжат нисходящее движение под влиянием гравитационных сил и давления. Преимущественно латеральное распространение тяжелых нефтепродуктов будет проявляться при достижении нефтепродуктами относительно проницаемых слоев, трещин или других полостей с меньшим капиллярным сопротивлением, чем у нижележащих, менее проницаемых слоев. При наличии

достаточного объема, тяжелые нефтепродукты продолжают нисходящее движение до достижения слабопроницаемого слоя. Также как в вадозной зоне, некоторое количество нефтепродуктов будет удерживаться в поровом пространстве внутри насыщенной зоны, представляя источник загрязнения для потока подземных вод. В вадозной зоне инфильтрующиеся дождевые воды могут растворять заземленные органические компоненты и переносить их в насыщенную зону [10].

Анализ работ, рассматривающих загрязнения градопромышленных территорий нефтепродуктами показывает, что, несмотря на разнообразие углеводородных соединений, можно выделить наиболее часто встречающиеся компоненты-загрязнители. Ориентировочный перечень этих компонентов приведен в табл. 1.

Изложенные выше материалы дают представление о механизме загрязнения территорий при утечках нефти и нефтепродуктов при их транспортировке, хранении, переработке, о составе загрязнений и пр. Как следует из этих данных для комплексной оценки уровня опасности загрязнения территорий необходимо оценивать:

- степень загрязнения приземных слоев воздуха (первый, атмосферный показатель опасности);
- степень загрязнения почвогрунтов (второй, грунтовый показатель опасности);
- степень загрязнения грунтовых вод (третий показатель опасности – грунтовые воды);
- степень пожаро- и взрывоопасности на градопромышленных территориях (четвертый признак опасности – пожароопасность).

Таблица 1

Ориентировочный перечень компонентов, загрязняющих градопромышленные территории при хранении, транспортировке и переработке нефти

Вид нефтепродуктов	Вещества
Бензин	бензол, толуол, этилбензол, ксилол, метил, бутил, эфир, алкилбензолы
Авиационное топливо	бензол, толуол, этилбензол, ксилол, бутилбензол, тетрамин, метил, метилафталин, 1,2,4,5-метилбензол
Дизельное топливо и топливные масла	бензол, толуол, этилбензол, ксилол, алкилбензолы, нефталин, флуорен, бефенил, аценадтилен, аценафтен, фенантрен
Топливный мазут	бензол, толуол, этилбензол, ксилол, алкилбензолы, нафталин, фенантрен, флуорен
Остаточные нефтяные топлива, прочие нефтепродукты	бензол, толуол, этилбензол, ксилол, метил, бутил, эфир, алкилбензолы, аценафен, антрацен, бензо(а)пирен, бензо(а)антрацен, бензо(б)флуорентен, бензо(к)флуорентен, дибензол(а, h)антрацен, флуорентен, индент(1,2,3 cd) пирен, фвнтилен, пирен

При выполнении работ, связанных с оценкой загрязнения территорий нефтепродуктами, необходимо использовать материалы инженерно-экологических изысканий [11], а также результаты прогнозирования миграции загрязнений на рассматриваемой территории.

Измерение, обработка результатов наблюдений и оценка загрязненности воздуха должны выполняться в соответствии с действующими нормативными документами [12,13] согласно инструктивным документам Росгидромета и Санэпиднадзора Минздрава России. Степень загрязнения воздуха устанавливается по кратности превышения результатов измерений содержания вредных компонентов над ПДК с учётом класса опасности, суммарного биологического действия загрязнений воздуха при определенной частоте превышений ПДК.

Степень опасности загрязнения воздуха оценивается по фактическим максимально разовым и среднесуточным концентрациям. Подробно методика оценки степени опасности загрязнения воздушной среды изложена, например в [12]. Такая оценка может быть дана на основании данных, приведенных в табл. 2 по значению $K_{\text{пок}} = C/\text{ПДК}$, где C – концентрация загрязнения вещества. С учётом вариаций концентраций это значение принимается таким, который в 95% случаев будет на уровне или ниже расчётной концентрации.

Таблица 2

Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха углеводородами

Класс опасности	Степень опасности загрязнения воздуха по разовым замерам концентраций					
	Большая		Средняя		Малая	
	$K_{\text{пдк}}$	% измерения выше ПДК	$K_{\text{пдк}}$	% измерения выше ПДК	$K_{\text{пдк}}$	% измерения выше ПДК
I класс $\text{ПДК} \leq 0,1$ мг/м^3	>2	>30	1,2-2,0	>30	1,2-1,0	>30
II класс $0,1 < \text{ПДК} \leq 1$ мг/м^3	>3	>30	1,5-3,0	>30	1,5-1,0	>30
III класс $1 < \text{ПДК} \leq 10$ мг/м^3	>5	>50	2,0-5,0	>50	2,0-1,0	>50
IV класс $10 \text{ мг/м}^3 < \text{ПДК}$	>8	>50	3,0-8,0	>50	3,0-1,0	>50
Степень опасности загрязнения воздуха по среднесуточным концентрациям						
	Большая		Средняя		Малая	
I класс	$>1,5$	>20 или 7 дней в подряд	1,1-1,5	>20 или 7 дней в подряд	1,1-1,0	>20 или 7 дней в подряд
II класс	>2	>20 или 7 дней в подряд	1,3-2,0	>20 или 7 дней в подряд	1,3-1,0	>20 или 7 дней в подряд
III класс	>3	>30 или 7 дней в подряд	1,5-3,0	>20 или 7 дней в подряд	1,5-1,0	>30 или 7 дней в подряд
IV класс	>3	>30 или 7 дней в подряд	1,5-3,0	>20 или 7 дней в подряд	1,5-1,0	>30 или 7 дней в подряд

$K_{\text{пдк}}$ – крайность превышения ПДК

Рассмотрим теперь вопросы оценки опасности загрязнения грунтов градопромышленных территорий нефтепродуктами, т.е. оценку опасности ГПТ по показателю 2. В общем случае для участков загрязнения грунтов нефтепродуктами полный обзор возможных путей распространения загрязнения в грунтах включает в себя [14]:

- движение нефтепродуктов через зону аэрации при проливах нефти или утечке её при хранении и транспортировке;
- испарение на участке загрязнения грунтов нефтепродуктами с дальнейшей миграцией к поверхности земли летучих органических соединений;
- поступление нефтяных загрязнений с дневной поверхности при инфильтрации атмосферных осадков;
- перенос нефтяных загрязнений при фильтрации подземных вод через загрязнённые грунты;
- смыв загрязнённых грунтов поверхностным стоком.

По результатам мониторинга, исследований и прогнозов определяется содержание вредных веществ в грунтах, оценивается степень загрязнения грунтов в виде – большая, средняя или малая степень загрязнения с присвоением соответствующего балла a_2 ($2 < a_2 \leq 3$ – большая степень, $1 < a_2 \leq 2$ – средняя степень загрязнения, $a_2 \leq 1$ – малая степень загрязнения).

Инженерно-экологические изыскания на загрязнённой территории для оценки степени загрязнения почв и грунтов выполняются в соответствии [11]. Количество и расположение проб, расстояние между ними устанавливаются в зависимости от постановки задачи, природно-техногенных условий района исследования, стадии проектно-изыскательских работ и т.п. Загрязнения почв и грунтов оценивается по суммарному показателю химического загрязнения Z_c , который может рассматриваться в качестве индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения, определяемого по формуле:

$$Z_c = K_{C_1} + K_{C_2} + \dots + K_{C_n} - n - 1 \quad (1)$$

где n – число определяемых компонентов, K_{C_i} – кратность превышения ПДК по i -тому компоненту.

При этом степень опасности загрязнения почв грунтов по величине суммарного химического показателя загрязнения грунтов определяется как:

$Z_c < 20$	–	малая степень опасности;
$20 \leq Z_c < 32$	–	средняя степень опасности;
$32 \leq Z_c$	–	большая степень опасности;

В табл. 3 приведены данные по оценке степени опасности загрязнения разными группами углеводородов по массе загрязняющего вещества в группе. Эти данные могут быть использованы напрямую для каждого компонента при углеводородном загрязнении грунтов, а так же для оценки степени загрязнения грунтов по суммарному показателю Z_c по формуле (1).

В качестве третьего показателя вредного воздействия нефтяного загрязнения градопромышленных территорий выступает показатель загрязнения грунтовых вод.

При этом следует иметь в виду, что под загрязнением грунтовых вод на градопромышленной территории понимаются загрязнения не всех подземных вод находящихся в пределах границ или области влияния градопромышленной территории, а только незащищенные воды верхнего водоносного горизонта или верховодки, т.е. воды, находящиеся в пространстве от дневной поверхности до глубин залегания первого слабопроницаемого слоя в пределах рассматриваемой градопромышленной территории и не используемые в качестве источника водоснабжения. В предельном случае грунтовые во-

ды могут отсутствовать вообще. В этом случае при длительных утечках нефтепродуктов может происходить образование скоплений нефти и нефтепродуктов на водоупорных или относительно водоупорных слоях и прослойках, что так же представляет собой опасность для градопромышленных территорий.

Таблица 3

Оценка степени опасности загрязнения почвогрунтов градопромышленных территорий углеводородами

Вредные вещества	Содержание вредного вещества в грунтах (мг/кг) сухого вещества			
	Степень опасности загрязнения грунтов			Допустимые значения
	Малая	Средняя	Большая	
I. Ароматические углеводороды				
• сумма моноароматических углеводородов	< 25	25-70	> 70	7
• бензол	< 0,5	0,5-1	> 1	0,05
• толуол	< 25	25-130	> 130	0,05
• ксилол	< 5	5-25	> 25	0,5
• этилбензол	< 5	5-50	> 50	0,05
II. Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)				
• суммарно (нафталин, бензо(а)пирен и др.)	< 10	10-40	> 40	1
III. Алифатические галогензамещённые углеводороды (летучие галогензамещённые или хлорированные углеводороды в целом)	< 25	25-70	> 70	7
IV. Ароматические галогензамещённые углеводороды				
• сумма полихлорированных бифенолов	< 1	1-5	> 5	0,02
• хлорбензолы	< 3	3-30	> 30	0,02
• хлорфенолы	< 2	2-10	> 10	0,02
V. Фенолы и спирты	< 150	150-300	> 300	500
VI. Нефтяные углеводороды (нефтяные масла)	< 2000	2000-5000	> 5000	50

Вопросы углеводородного загрязнения грунтовых вод рассматривались во множестве работ [1-10]. На основании анализа и обобщения этих работ с точки зрения оценки степени опасности вредного воздействия загрязнённых грунтовых вод на окружающую среду можно рекомендовать следующий подход.

Инженерно-экологические изыскания для строительства на градопромышленных территориях [11] позволяют дать оценку загрязнённости подземных вод с точки зрения оценки качества воды, не используемой для водоснабжения, но являющейся одной из

компонент природной среды, подверженных загрязнению, а также агентом переноса и распространения загрязнений. Геоэкологическое опробование грунтовых вод, не используемых для водоснабжения, производится при оценке загрязнения территорий, предназначенных для жилищного строительства и решении вопросов необходимости их санирования, а так же в зонах влияния хозяйственных объектов. При этом оценку загрязнения грунтовых вод, не используемых для водоснабжения, на участках градопромышленной территории можно производить на основе данных, представленных в табл. 4.

Таблица 4

Оценка степени загрязнения грунтовых вод, не используемых для водоснабжения на градопромышленных территориях

Состояние нефтепродуктов	Основные показатели	Степень опасности загрязнения грунтовых вод		
		малая	средняя	большая*
Растворенные нефтепродукты	Нефтяные углеводороды, $K_{ПДК}$ (кратность превышения ПДК)	< 5	5-10	> 10
LNAPL – лёгкие слабо растворимые углеводороды	Толщина пленки, см.	< 2	2-20	> 20
DNAPL – тяжёлые слабо растворимые углеводороды	Мощность углеводородного слоя, см.	< 5	5-25	> 25

*при $10 \leq K_{ПДК} \leq 100$ – чрезвычайная экологическая ситуация; при $K_{ПДК} > 100$ – зона экологического бедствия.

Кроме оценки степени опасности загрязнения воздуха, грунтов и грунтовых вод необходимо оценивать степень опасности загрязнения территории по показателю пожароопасности и взрывоопасности, т.е. четвёртому показателю опасности. Степень опасности углеводородного загрязнения ГПТ по этому показателю характеризуется соотношением фактического или прогнозного содержания в воздухе летучих веществ и их содержанием, при котором наступает угроза воспламенения или взрыва этих веществ. Вывод по опасности пожара или взрыва дается на основе измерений содержания ЛОК в воздухе и сравнении их с максимально допустимыми значениями. В табл. 5 приведены некоторые данные, позволяющие оценивать степень пожара и взрывоопасности.

При этом требуется, чтобы нефтепродукты в свободной фазе на участке загрязнения были извлечены. В случае наличия нефтепродуктов в свободной фазе вблизи заглубленных коммуникаций, подвалов зданий и сооружений ситуация не может считаться приемлемой по условиям взрывоопасности.

Комплексная оценка уровня опасности загрязнения по каждому из четырёх показателей опасности проводится на основе расчета величины коэффициента опасности λ_{on} по формуле:

$$\lambda_{on} = \sum_{i=1}^4 \phi_i \cdot a_i \cdot \lambda_0 \quad (2)$$

где ϕ_i – коэффициент значимости i -того показателя опасности, a_i – балльная оценка степени опасности углеводородного загрязнения по i -тому показателю опасности; λ_0 – нормирующий множитель. При трехбалльной системе оценок $\lambda_0 = 1/3$.

Таблица 5

Оценка степени опасности углеводородного загрязнения ГПТ по четвёртому показателю

Вещества	Степень взрывоопасности			
	Малая степень опасности, %	Средняя степень опасности, %	Большая степень опасности, %	Допустимые уровни, %
Бензин	0,30-0,60	0,60-0,90	> 0,90	0,30
Дизельное топливо	0,32-0,64	0,64-0,95	> 0,95	0,32
Топливные масла	0,15-0,30	0,30-0,45	> 0,45	0,15
Керосин	0,18-0,35	0,35-0,53	> 0,53	0,18
Бензол	0,32-0,64	0,64-0,95	> 0,95	0,32/1,3
Этилбензол	0,25-0,50	0,50-0,75	> 0,75	0,25/1,0
Толуол	0,30-0,60	0,60-0,90	> 0,90	0,30/1,2
Ксилол	0,25-0,50	0,50-0,75	> 0,75	0,25/1,0
n-гексан	0,28-0,60	0,60-0,90	> 0,90	0,28/1,2

В соответствии с существующей классификацией [15,16] будем выделять несколько уровней опасности при равенстве коэффициентов значимости между собой.

Приемлемый уровень опасности: $\lambda_{\text{пр}} \leq 0,333$

$$a_i \leq 1,0; \quad \lambda_{\text{пр}} = 0,333;$$

$$i = 1, 2, 3, 4.$$

Условно приемлемый уровень опасности: $0,333 < \lambda_{\text{он}} \leq 0,417$

$$a_1 = a_2 = 1; \quad a_3 = a_4 = 1,5; \quad \lambda_{\text{он}} = 0,417$$

Повышенный уровень опасности: $0,417 < \lambda_{\text{т.о.}} \leq 0,5$

$$a_i = 1,5; \quad \lambda_{\text{т.о.}} = 0,5;$$

$$i = 1, 2, 3, 4.$$

Высокий уровень опасности: $0,5 < \lambda_{\text{крит.}} \leq 0,667$

$$a_i = 2; \quad \lambda_{\text{крит.}} = 0,667;$$

$$i = 1, 2, 3, 4.$$

Недопустимый (критический) уровень опасности: $\lambda_{\text{крит.}} > 0,667$

Выводы

1. Предложен методический подход, позволяющий проводить комплексную оценку уровня опасности углеводородного загрязнения градопромышленных территорий.
2. В качестве критерия районирования территории по уровню углеводородного загрязнения выступает коэффициент опасности загрязнения, определяемый по формуле (2).
3. Изложены рекомендации по оценке степени загрязнения территории углеводородами по отдельным показателям опасности.

Литература

1. Мироненко В.А., Петров Н.С. Загрязнение подземных вод углеводородами. Изд-во РАН. Сер. Геоэкология. – 1995, №1, с. 3-27,.
2. Гольдберг В.М., Зверев В.П., Арбузов А.И. и др. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экономические последствия. М., Наука. - 2001.
3. Huling, S.G., and J.W. Weaver, 1991. Dense nonaqueous phase liquids, Ground Water Issue, EPA/540/4-91-002, U.S.EPA, R.S. Kerr Environ. Res. Lab., Ada, OK, 21 pp.
4. Newell C.J., Acree S.D., Ross R.R., and S.G. Huling, 1995. Light Nonaqueous Phase Liquids. Ground Water Issue, EPA/540/S-95/500, U.S.EPA, R.S. Kerr Environ. Res. Lab., Ada, OK, 28 pp.
5. U.S.EPA. - 1994. Manual: Alternative methods for fluid delivery and recovery, EPA/625/R-94/003, U.S.EPA, Risk Red. Eng. Lab., Cincinnati, OH, 87 pp.
6. U.S. EPA. - 1999. Monitored Natural Attenuation of Petroleum Hydrocarbons. REMEDIAL TECHNOLOGY FACT SHEET, EPA/600/F-98/021, National Risk Manag. Res. Lab., Ada, OK, 3pp.
7. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. – М.: Недра. - 1984.
8. Mercer, J.W., and R.M. Cohen, 1990. A review of immiscible fluids in the subsurface: Properties, models, characterization, and remediation, J. Contam. Hydrol., 6: 107-163.
9. Агаджанов А.М. Гидрогеология и гидравлика подземных вод и нефти. – М.: Гостоптехиздат. - 1954.
10. Лукьянчиков В.М. Движение углеводородов через зону аэрации. Сб. науч. тр.: Изучение условий защищенности подземных вод. – М.: ВСЕГИНГЕО. - 1986, с. 21-27.
11. СП11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства, М. - 1997.
12. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. Утверждено МПР, М. - 1992.
13. Порядок проведения работ по определению риска при химическом загрязнении природной среды. РИО Р.2.1.10.1920-04. - 2004.
14. Кузьмин В.В. Обоснование безопасного состояния подземных вод на основе оценок риска. Автор докторской диссертации, М. - 2006.
15. Постановление Правительства РФ «О классификации ЧС природного и техногенного характера» от 21.05.2007г. №304.
16. Куранов П.Н., Куранов Н.П. Нормативные требования к системам инженерной защиты от подтопления. ВСТ. - 2009, № 1.

Сведения об авторе

Куранов Петр Николаевич, - старший научный сотрудник, ЗАО «ДАР/ВОДГЕО». 119435 г. Москва, Большой Саввинский пер., дом 9; тел.(499)272-4725, E-mail: pnkur@mail.ru.

УДК 355.58 (О82)

АНАЛИЗ ИСТОРИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ РАБОТ ПО ВОЗДЕЙСТВИЮ НА АТМОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Доктор сельхоз. наук, кандидат техн. наук *Ю.В. Подрезов*
ФБГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Проанализированы исторические аспекты воздействия на атмосферные процессы, рассмотрены проблемные вопросы таких воздействий.

Ключевые слова: атмосфера, вода, водяной пар, конденсация, облако, температура, сублимация, ядра конденсации.

ANALYSIS OF THE HISTORICAL ASPECTS OF THE WORK ON EFFECTS ON ATMOSPHERIC PROCESSES

Dr. of agricultural sciences, Ph.D (Tech), *J.V.Podrezov*
FC VNII GOCHS EMERCOM of Russia

Examine historical aspects impact on atmospheric processes, addressed issues of such influence

Key words: atmosphere, water, water vapor, condensation, cloud, temperature, sublimation, condensation nuclei.

Заманчивая идея управлять облаками, громом, молнией и ветрами, уметь вызывать и предотвращать дождь в течение многих веков была спутницей человечества. Это была борьба за безопасность человека от природной стихии. Наши предки танцами пытались вызвать дождь во время засухи. Песнями, заклинаниями, и молитвами пытались как - то изменить погоду в нужном направлении.

Отзвуки этой идеи можно найти сегодня в обрядах древних религий, в «Одиссее» и «Тысяче и одной ночи», в трактатах ученых средневековья и в народной поэзии. С ростом знаний и развитием техники попытки управления погодой получали новые толчки. Уже в XVII веке по градовым облакам стреляли из орудий с целью предотвращения градобития и спасения урожая [1, 2].

С появлением в XVII столетии количественных методов в науке непрерывно возрастало стремление понять строение атмосферы, поведение облаков и процесс выпадения осадков. Декарт, Дальтон, Бернулли, а позднее Пристли, Пуассон и Кельвин размышляли над атмосферными проблемами, воодушевлялись ими и участвовали в создании новой науки - метеорологии. Из множества противоречий, господствовавших в то время, возникли ключевые понятия, например идея о том, что водяной пар испаряется с земной поверхности и конденсируется на высотах в результате расширения поднимающегося воздуха; что интенсивность восходящих движений, обуславливающих образование облаков, зависит от вертикального распределения температуры и водяного пара; что облачные капли формируются только на мельчайших частичках или ядрах, взвешенных в атмосфере.

Вскоре после того, как в современной метеорологии оформились физические представления о происхождении облаков и дождей, возник вопрос, о способности метеорологии найти путь управления облаками и погодой и каким образом этого достичь? А также чем могут содействовать этому достижения новейшей науки? Как все это поможет защи-

тить людей и территории от стихийных бедствий, вызванных опасными природными процессами?

Анализ литературных источников свидетельствует, что под искусственными воздействиями могут пониматься операции самого различного масштаба: от регулирования климата внутри помещений и частичного контроля загрязнений атмосферы в городах до совершенно неуправляемых влияний сжигания топлива на содержание CO_2 в атмосфере. Воздействия могут быть временными и постоянными, преднамеренными и непроизвольными, они могут быть простыми и сложными и иметь далеко идущие последствия в общественной, экономической или биологической сферах [1-19].

Много лет над умами ученых тяготело представление, согласно которому в атмосфере можно вызвать образование больших облаков и сильных осадков посредством ее искусственного охлаждения. Так в 1801 г. американец Гатман предложил для этого выпускать в облака с помощью воздушных шаров или артиллерийских снарядов жидкую углекислоту. В 1923 г. Вегенер с этой же целью разбрызгивал в облаке жидкий воздух, но - безрезультатно [1].

Ему принадлежит интереснейшая идея, высказанная в работе «Термодинамика атмосферы» об особой роли ледяных ядер в атмосфере, принесшая впоследствии хорошие плоды. Вегенер констатировал, что при отрицательных температурах «необходимо допустить существование частиц, вызывающих конденсацию льда» и отличных от ядер конденсации. Вегенер знал, что в облаках, имеющих температуру до -20°C , всегда присутствуют переохлажденные капли и что наблюдаемые в них «...три фазы: пар, переохлажденная вода и лед... соприкасаются между собой, в результате чего величина установившегося давления пара оказывается заключенной между значениями давления для насыщенного пара над льдом и над водой. Вследствие этого происходит непрерывная конденсация на поверхности льда, в то время как жидкая вода испаряется».

Несколько сложнее рисовал себе возможный способ воздействия голландец Фераарт, сделавший в июле - октябре 1930 г. четыре опыта по засеву облаков обычным и сухим льдом (расходуя при этом до 150 кг льда за один полет на самолете). При этом он полагал, что охлаждение разрушает инверсию над облаком, усиливает в нем конвекцию и волны и образует «мириады ледяных частиц, кружащихся в переохлажденном облаке». В это же время испарение твердой углекислоты порождает в 700 раз больший (по сравнению с начальным объемом сухого льда) объем газа, что способствует возбуждению движений в облаке и усилению его неустойчивости. При опытах Фераарта, как он сам это утверждал, количество осадков увеличивалось на 35 - 53 мм почти над всей территорией Голландии. Таким образом, предполагалось, что эффект засева одного облака распространяется на соседние, охватывая в итоге большое пространство. К сожалению, ранняя смерть Фераарта помешала ему продолжить свои многообещающие исследования [1,16].

В своем знаменитом докладе на сессии Международной ассоциации метеорологии в Лиссабоне в 1933 г. Бержерон изложил подробно теорию, обосновывавшую ту закономерность, что ледяные частицы, возникшие либо на ядрах сублимации, либо из замерзших капель, растут благодаря диффузионному притоку к ним водяного пара, и «почти все истинные дождевые капли ($d \geq 0,5 \text{ мм}$) и все снежинки образуются указанным путем вокруг ледяных кристаллов» [1, 16].

Через небольшое количество лет идея, изложенная Бержероном и подтвержденная многочисленными самолетными наблюдениями над переохлажденными и дающими осадки облаками, привела к открытию уже вполне практичного и в то же время научного способа воздействия на облака. Так в 1947 г. независимо друг от друга и почти одновременно В. Шефер в Скенектади (США) и В.В. Пиотрович в Москве произвели почти одинаковый опыт, приводя переохлажденный туман в лабораторной камере в контакт с твердой углекислотой и осадив таким образом туман в виде снежинок. Это был крупный

успех экспериментальной метеорологии, то есть той ее ветви, которая занимается воспроизведением в лабораторных условиях естественных атмосферных процессов.

История первых экспериментов по искусственному воздействию на погоду довольно хорошо известна. Известны и многочисленные дальнейшие исследования, натурные опыты и наблюдения, выполненные во многих странах - в СССР, США, Франции, Алжире, Австралии, Канаде, Индии, Италии, Перу, Испании, Швейцарии, на Кубе и т.д. Этим работам было посвящено несколько больших обзоров в метеорологической литературе, принадлежавших Дж. Мак-Дональду (1958), Нейбургеру (1969), А. Хргиану и др. Конференции по физике облаков (в Вудс-Холле в США - 1959 г., в Ленинграде - 1965 г., в Софии - 1967 г., в Тбилиси - 1969 г. и др.) и международные симпозиумы (в Токио — 1965 г., в Торонто - 1908 г., в Праге и Вене - 1969 г.) посвятили проблеме искусственных воздействий на облака значительную часть своей работы [1].

Следует отметить, что в истории метеорологии насчитывается немного проблем, которые смогли бы в короткий срок привлечь к себе столь большое внимание ученых многих национальностей. Их деятельность, организационная и научная, была в этой области знания во все времена очень активной.

Отметим отдельные основные черты проблемы, которые разные исследователи и в разное время рассматривали в качестве главных целей воздействия на атмосферные процессы:

рассеяние туманов и облаков над заданными объектами, например над аэродромами, которое можно рассматривать как сравнительно легкую задачу, ранее других поддавшуюся решению;

увеличение количества осадков, выпадающих из облаков различных форм, в том числе из конвективных, орографических и др. К этой очень трудной задаче было привлечено наибольшее внимание ученых;

предотвращение выпадения града (и ослабление грозовой активности) - частная проблема, имеющая, вместе с тем, большое экономическое значение. Ее решение было далеко продвинуто вперед учеными Советского Союза;

воздействия большого масштаба на развитие циклонов. Это направление работ оказалось сложнейшим. Его претворение в жизнь - проблема будущего.

Для практического решения этих проблем понадобилось, с одной стороны, исследовать микропроцессы, происходящие с каплями, кристаллами, ядрами различных типов и частицами всевозможных реагентов, а с другой стороны - изучить макропроцессы в облаке, доставляющем необходимый материал для воздействия. При этом последняя задача - значительно более общая, чем вопрос непосредственно о воздействии, - включала в себя также задачу наблюдения, например радиолокационного, за эволюцией облаков, естественных и засеваемых.

Значительные трудности представляет оценка результатов воздействий, которая необходима для их научного обоснования и экономических расчетов. Очень длинный путь получения статистических критериев из наблюдений на наземных полигонах отделяет окончательную оценку от первых выводов, основанных на простых наблюдениях результатов единичного опыта. Именно поэтому проблеме оценки уделяет так много внимания Всемирная метеорологическая организация (ВМО).

Следует отметить, что научные основы искусственного воздействия на облака были заложены в 1933 и 1938 гг., когда Бержерон и Финдейзен выдвинули теорию дождя, основанную на гипотезе сосуществования ледяных кристаллов переохлажденных облачных капелек при одной и той же температуре и быстрой перегонке водяного пара с капелек на кристаллы. В 1946 г. Шефер показал, что твердая углекислота (сухой лед), введенная в переохлажденное облако, приводит к быстрому замерзанию облачных капель. В 1947 г. Воннегут продемонстрировал аналогичный эффект, пользуясь частичками йодистого се-

ребра (AgI). Эти эксперименты, проводившиеся под общим руководством лауреата Нобелевской премии Ленгмюра, получили широкую известность и всеобщее одобрение [1].

В СССР исследования по физике облаков были начаты еще 1931 г, в Московском институте экспериментальной гидрометеорологии и Ленинградском институте экспериментальной метеорологии. С 1946 г. в Главной геофизической обсерватории (Ленинград) и Центральной аэрологической обсерватории (Москва), а позднее и в ряде других институтов страны начались систематические лабораторные и натурные исследования возможностей искусственного воздействия на облака и туманы [14].

При проведении теоретических исследований и экспериментальных работ следует иметь в виду, что атмосфера представляет собой единую сложную систему, в которой ни один физический процесс не может быть существенно изолирован от других и в которой взаимодействия одновременно могут быть почти неуловимыми, но далеко идущими. Атмосферу можно рассматривать как супербольшую арену, на которой происходят чрезвычайно сложные преобразования энергии. Существуют некоторые процессы, которые осуществляются в критических точках механизма переноса энергии и, тем самым, создают уникальные возможности для радикального воздействия на этот перенос. Весьма показательна теория механизма "спускового крючка", когда в результате слабого воздействия возникает мощный процесс - аналогия с возникновением оползней на горных склонах от толчка, скатывающего единственный камень. Неустойчивость атмосферной системы возникает, когда налицо имеются следующие ситуации:

неустойчивость жидкого состояния воды в переохлажденном состоянии;

коллоидальная неустойчивость облачных частиц (и первое и второе явления наблюдаются при выпадении осадков);

вертикальная неустойчивость в ограниченных районах - проявляется в образовании конвективных ячеек и кучевообразных облаков;

горизонтальная неустойчивость - связана с градиентами температуры и проявляется в развитии крупномасштабных атмосферных возмущений.

Все прежние усилия в экспериментах были направлены на то, чтобы воздействовать на первые три процесса. Единичный акт типа засева облака может оказать влияние на каждую из трех форм неустойчивости.

С ростом знаний и развитием техники попытки управления погодой получали новые толчки. Если в XVII – XIX веках по градовым облакам стреляли из орудий с целью предотвращения градобития и спасения урожая, то середина и конец XX века ознаменовались новыми теоретическими работами в области управления атмосферными процессами, разработкой соответствующих средств для этого.

Наиболее распространенным в конце двадцатого - начале двадцать первого веков стал способ предупреждения осадков и ликвидации облачности с использованием химических реагентов (цемента, уголекислоты, йодистого серебра и ряда других). При этом в качестве средств доставки реагентов в облака использовались снаряды, ракеты, генераторы, самолеты и т.д.

Данный способ не всегда эффективен. Он применим для ликвидации облаков, создания хорошей погоды. Если есть облака, то их засев химическими реагентами приводит к слабоуправляемому выпадению осадков. Такие осадки выпадают там, где сложатся соответствующие условия. Этот способ дорог и небезопасен, особенно с применением авиации. Так один день работы по созданию "хорошей погоды" в г. Москве на день города обходится в 400 – 800 тысяч долларов США. При этом требуется привлечь не менее 4 - 12 самолетов. Расход цемента или уголекислоты составляет 10 – 16 тонн и более. Есть претензии к такому способу и с точки зрения экологии: тонны цемента и уголекислоты распыляются в облака. В конце концов, они циркулируют в воздухе, попадают в почву,

водоемы и влияют на здоровье людей и без того не простую экологическую обстановку. При этом цементная пыль разносится по ветру на десятки и сотни километров.

Способы, основанные на использовании химических реагентов не универсальны. Действительно, как правило, природные пожары возникают в засушливую, безоблачную погоду. Поэтому использовать данные способы для тушения лесных и других природных пожаров в отсутствие облаков невозможно.

В предыдущие столетия и особенно активно в конце двадцатого века велись исследования по возможностям использования атмосферного электричества для управления погодой. Создавались и развивались электрофизические методы и средства управления атмосферными процессами [2, 3, 9, 15-19]. В этом направлении известны работы ряда зарубежных (немецких, американских) и российских ученых и специалистов (Лидоренко Н.С., Похмельных А.С., Тихонов А.П., Стехин А.А., Протопопов В.А., Уйбо В.И., Диашев А.Н. и др.).

Всесторонние научные исследования на базе электрофизических методов активных воздействий на атмосферные процессы в Федеральном центре науки и высоких технологий “Всероссийский научно – исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций” МЧС России.

В начале XXI века корпорацией Федеральный центр науки и высоких технологий “Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций ” созданы ионизаторы типа “ГИОНК”, способы и технологии воздействия на атмосферные процессы с использованием ионизаторов и их комплексов, реализующие экологически чистые электрофизические методы. Принцип действия ионизатора заключается в создании управляемых локальных конвективных ячеек.

В основу способа воздействия на атмосферные процессы заложен принцип трансформации метеообразований путём создания в атмосфере конвективных токов воздуха при помощи электрического поля ионизаторов. Суть метода заключается в создании конвективного тока легких обводненных ионов кислорода, образующихся при коронном разряде в результате избирательной ионизации воздуха ионизаторами. При реализации данного способа воздействия изучена и скопирована естественная работа атмосферы по формированию погоды над определенной территорией земной поверхности. Так известно, что Солнце ионизирует воздух сверху. Ионизатор ионизирует воздух снизу и избирательно – лишь кислород, образуя аэроионы (отрицательно заряженные ионы кислорода). При этом через 3 – 5 часов после выключения ионизатора ионы кислорода рекомбинируют и становятся нейтральными молекулами и атомами. Так происходит и в природе после захода Солнца. Следует иметь ввиду, что, сами по себе, аэроионы полезны для человека, живой и неживой природы. Ведь не случайно люди ездят отдыхать из города (где аэроионов 200 - 1000 в кубическом сантиметре) на море, в горы, где количество аэроионов составляет до 50 000 – 80 000 в кубическом сантиметре. При этом у них улучшается обмен веществ, замедляется процесс старения организма и наблюдается ряд других полезных влияний на организм [2,3, 17-19].

В Роспатенте запатентованы: “Способ локального воздействия на метеорологические процессы в атмосфере Земли, устройство и техническая система для его реализации” (RU №2297758 C1); “Способ управления атмосферными процессами” (RU №.2218750 C2); “Система предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (RU №33824 U1); “Система экологической очистки атмосферного воздуха” (RU №2280508 C1) /17-19/. Имеется санитарно – эпидемиологическое заключение (сертификат) №77.01.09.802.П.07000.04.4 от 01.04.04 г. Госсанэпиднадзора на ионизатор воздуха типа “ГИОНК”.

Система на базе ионизаторов типа "ГИОНК" предназначена для защиты площадных объектов от различных природных опасностей – сильных (ливневых) осадков (в виде до-

жда и снега), града, засух, природных пожаров (лесных, степных, торфяных, лесоторфяных), туманов, дымки, смога, сильных ветров (ураганов, штормов, шквалов, и т.п.). Заданная цель воздействий на атмосферные процессы достигается не более чем через трое суток (от нескольких часов до трех суток) в зависимости от исходной метеоситуации.

Проведено большое количество натуральных экспериментов в различных географических условиях по экспериментальной проверке разработанных технологий с положительными результатами.

Таким образом, созданный специалистами ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) ионизатор типа “ГИОНК” (генератор ионов кислорода) является универсальным экологически чистым средством воздействия на атмосферные процессы. Созданные на его базе технологии позволяют локально предотвращать или вызывать осадки, ликвидировать туманы в заданное время на заданной территории, предотвращать выпадение града и, тем самым, повысить защищенность и безопасность населения и территорий от воздействия источников природных чрезвычайных ситуаций.

Литература

1. Изменение погоды человеком. Проблемы национальной политики в области природных ресурсов. Перевод с английского И.М. Шейниса. Под ред. И.И. Мазина. - Л: Гидрометеиздат. - 1971.
2. Подрезов Ю.В. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук на тему: “Методологические основы прогнозирования динамики и последствий чрезвычайных лесопожарных ситуаций”. - М.: Московский государственный университет леса. - 2005г.
3. Подрезов Ю.В. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук на тему: “Методологические основы прогнозирования динамики и последствий чрезвычайных лесопожарных ситуаций”. - М.: Московский государственный университет леса. - 2005г.
4. Подрезов Ю.В. Методологические основы прогнозирования динамики чрезвычайных лесопожарных ситуаций. “Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях”. Выпуск № 3.- М.: ВИНТИ. - 2000.
5. Нехорошев С.Н., Подиновский В.В., Потапов М.А., Агеев С.В., Романов А.С. Использование теории многокритериального выбора в системе поддержки принятия решения НЦУКС МЧС России. Технологии гражданской безопасности. - 2008. Т. 5. № 1-2. с. 128-130.
6. Подрезов Ю.В., Будников А.Ю., Здрогова С.Ю. Оценка региональных рисков возникновения чрезвычайных ситуаций (Закавказский и Каспийский регионы). В сборнике: Влияние сейсмической опасности на трубопроводные системы в Закавказском и Каспийском регионах Материалы международного симпозиума. Москва. - 2000. с. 118-120.
7. Подрезов Ю.В., Боцула А.В., Будников А.Ю., Лалушкин Ю.П. К оценке техногенных рисков при чрезвычайных ситуациях в результате внешних воздействий. В сборнике: Влияние сейсмической опасности на трубопроводные системы в Закавказском и Каспийском регионах Материалы международного симпозиума. Москва. - 2000. С. 234-236.
8. Будников А.Ю., Подрезов Ю.В. Особенности построения современных информационно-аналитических систем в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. В сборнике: Комплексная безопасность России - исследования, управление, опыт Международный симпозиум. 30-31 мая 2002 года. Сборник материалов. ВНИИ ГОЧС. - 2002. Москва, 2002. С. 155-155.
9. Подрезов Ю.В. Научно-технические аспекты построения системы снижения рисков чрезвычайных ситуаций на базе электрофизических методов воздействия на атмосферные процессы. В сборнике: Комплексная безопасность России - исследования, управление, опыт Международный симпозиум. 26-27 мая 2004 года. Сборник материалов. – Москва. - 2004. с. 184-186.

10. Подрезов Ю.В. Анализ основных климатических изменений на Земле и возможные их последствия. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». Выпуск №2.- М.: ВИНТИ. - 2012.

11. Подрезов Ю.В., Шурыгин Ю.А. Особенности обеспечения информационно-телекоммуникационного обмена на современных промышленных производствах в интересах снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера.” Технологии обеспечения комплексной безопасности, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций – проблемы, перспективы, инновации. XVI международная научно - практическая конференция, 17-19 мая 2011 года, Россия; МЧС России. – М: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). - 2011. – 416 с.: ил, с.80-81.

12. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Головков И.Н. Методический подход к оценке рисков возникновения дорожно – транспортных происшествий в Российской Федерации при организации перевозочного процесса в условиях чрезвычайных ситуаций. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». Выпуск №3.- М.: ВИНТИ. - 2013.

13. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Юдин С.С. «Особенности обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №4 за 2013 год.

14. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Юдин С.С. «Оценка рисков возникновения дорожно – транспортных происшествий в Российской Федерации при организации перевозочного процесса в условиях чрезвычайных ситуаций». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №5 за 2013 год.

15. Подрезов Ю.В. Анализ особенностей загрязнения атмосферы городов. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». Выпуск №2.- М.: ВИНТИ. - 2013.

16. Качурин Л.Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. Экспериментальная физика атмосферы. - Ленинград: Гидрометеиздат. - 1990.

17. Патент на полезную модель №33824. Система предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Авторы: Шахрамьян Михаил Андраникович, Подрезов Юрий Викторович. Зарегистрирован в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 10 ноября 2003 года, г. Москва. - 2003.

18. Патент на изобретение №2218750. “Способ управления атмосферными процессами”. Авторы: Шахрамьян М.А., Подрезов Ю.В. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 20 декабря 2003 года., г. Москва. - 2003.

19. Патент на изобретение №2280508. “Система экологической очистки атмосферного воздуха”. Авторы: Кудинов С.М., Шахрамьян М. А., Подрезов Ю.В. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 июля 2006 года, г. Москва. - 2006.

20. Патент на изобретение №22977588. “Способ локального воздействия на метеорологические процессы в атмосфере земли, устройство и техническая система для его реализации”. Шахрамьян М.А., Подрезов Ю.В. Подрезов М.Ю., Шахрамьян А.М. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 апреля 2007 года., г. Москва, 2007.

Сведения об авторе

Подрезов Юрий Викторович, - доцент, главный научный сотрудник 5 центра ФГБУ ВНИИ ГЧС (ФЦ); заместитель заведующего кафедрой Московского физико-технического института (государственного университета). Тел.: 8-903-573-44-84; e-mail: uvp4@mail.ru

УДК 630.432: 630.9

НОВЫЕ МЕТОДЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ КАЛИЯ

Доктор техн. наук *Т.И. Сулейманов, З.Г. Сафаралиев*
Национальное аэрокосмическое агентство, г. Баку

Доктор техн. наук *К.Х. Исмаилов*
Национальная академия авиации

В статье рассмотрены вопросы дистанционного обнаружения лесных пожаров методами спектрального анализа. Проведен критический анализ состояния использования эмиссионных линий калия в целях обнаружения лесных пожаров. Предложен показатель для использования в качестве признака для более достоверного обнаружения лесных пожаров. Также предложен показатель для использования в качестве признака обладающего экстремальным свойством для надежного обнаружения лесных пожаров.

Ключевые слова: лесные пожары, эмиссионные линии, дистанционное обнаружение, оптимизация, температура горения.

NEW METHODS FOR REMOTE DETECTION OF FOREST FIRES USING THE POTASSIUM EMISSION LINES

Dr. (Tech.) *T.I. Suluymanov, Z.G. Safaraliev*
National Aerospace Agency

Dr. (Tech.) *K.H. Ismailov*
National Academy of Aviation

In the article the questions on remote detection of forest fires using the methods of spectral analysis have been considered. The critical analysis of condition of utilization of potassium's emission lines by purposes detection of forest fires is carried out. The parameter for utilization as a sign for more authentic detection of forest fires is suggested. Also the parameter for utilization as a sign possessing the extreme property for reliable detection of forest fires is suggested.

Key words: forest fires, emission lines, remote detection, optimization, ignition temperature.

Лесные пожары наносят серьезный урон природной среде, а также общественному имуществу. Одним из эффективных путей обнаружения лесных пожаров является спутниковое дистанционное зондирование.

Хорошо известно, что в настоящее время для обнаружения лесных пожаров в основном используются термальные (инфракрасные) сенсоры [1]. Дальнейшее усовершенствование этих методов может быть осуществлено путем использования узких эмиссионных линий калия. Эти линии расположены на длинах волн 766,8 нм и 780 нм [1, 2]. В работе [1] сообщается о разработке в Рочестеровском Институте Технологии системы обнаружения и мониторинга лесных пожаров с использованием метода обнаружения и оценки эмиссионных линий калия вместе с общепринятым инфракрасным методом. Общий вид эмиссионных

линий калия показан на рис. 1 [1]. Указанные эмиссионные линии калия являются достаточно сильными из-за низкого ионизационного потенциала и широкого распространения калия в жизни растений. Эти линии подвергаются относительному ослаблению и являются надежным признаком для дистанционного обнаружения лесных пожаров.

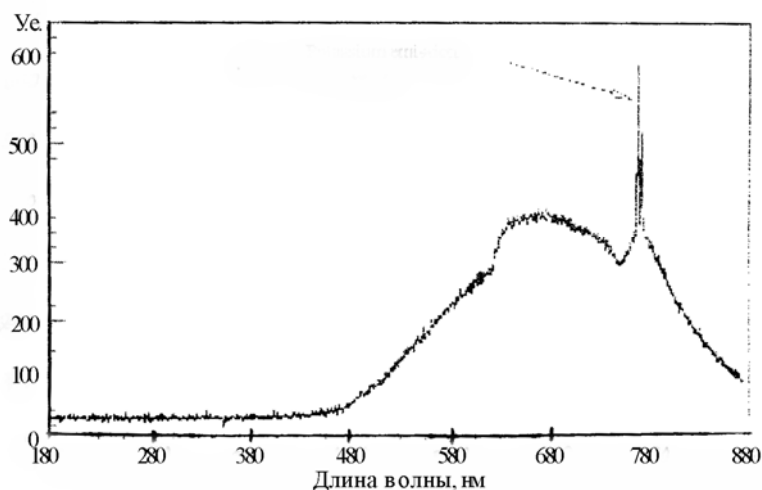


Рис. 1. Общий вид эмиссионных линий калия на длинах волн 766,8 нм и 780 нм[1]

Согласно работе [2], в Королевском Колледже Лондона планируется создание гиперспектральной системы зондирования на базе БПЛА, предназначенной для обнаружения и мониторинга лесных пожаров. В традиционных методах обнаружения лесных пожаров обычно используются широкодиапазонные измерения в средней инфракрасной области (3 – 5 мкм); термальная инфракрасная область (8 – 14 мкм) и коротковолновая инфракрасная область (1,0 – 2,5 мкм). Впервые в работе [3], было показано, что такая сигнатура как эмиссионные линии калия могут быть использованы для указанных целей. Как указывается в работе [2], проведенные гиперспектральные исследования показали, что наличие дыма в зоне лесных пожаров достаточно сильно ослабляет получаемые спектральные сигналы. Это иллюстрируется на рис. 2, где отчетливо видно такое ослабление (А- неослабленный сигнал; В- ослабленный сигнал). Как видно из рис. 2 наличие дыма приводит почти к полному исчезновению линии эмиссии Na на длине волны 592 нм.

В работе [2], для количественной оценки результатов измерений эмиссионных линий калия предлагается использовать показатель $AKBD$ (расширенная разница в K диапазоне (“advanced K band difference”), обозначающий разницу между максимальной величиной спектральной радиации, зарегистрированной в спектральном окне соответствующем зоне дублета эмиссионных линий калия и спектральной радиацией на длине волны 779 нм.

$$AKBD = \text{Max}|Band K_i| - Bkg, \quad (1)$$

где $\text{Max}|Band K_i|$ - является максимальной спектральной радиацией, зарегистрированной в диапазоне 764 - 772 нм; Bkg - аналогичная величина, зарегистрированная на длине волны 779 нм.

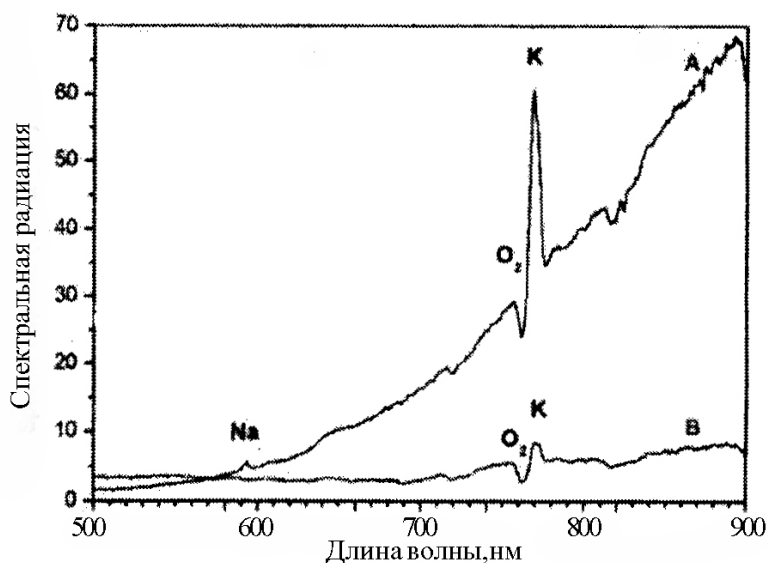


Рис. 2. Спектральный сигнал выхода гиперспектрометра: А- в случае отсутствия дыма; В- в случае сильной задымленности в зоне лесных пожаров [2]

Согласно [2], реализация алгоритма оценки K - линии эмиссии оценивается выше уровня фона эмиссионной кривой Планка. Однако если использовать отношение двух сравниваемых величин полученный результат будет зависеть от температуры. Вместе с тем, алгоритм, основанный на выражении (1) имеет серьезный недостаток, заключающийся в том, что полученный результат, как это показано на рис. 2 (а), сильно подвержен влиянию дыма, (б) имеет место зашумленность результатов спектрального измерения из-за нестабильности температуры горения. Таким образом, возникает необходимость разработки нового метода оценки эмиссионных линий K , и соответственно тому, обнаружения лесных пожаров. В данной работе ставится двойная задача разработки нового метода надежной оценки эмиссионных линий K , позволяющего:

1. Существенно ослабить влияние зашумленности результатов спектральных измерений, появляющейся из-за нестабильности температуры горения леса.
2. Сформировать надежный признак для обнаружения лесных пожаров.

Предлагаемый нами метод оценки эмиссионных линий K заключается в абсолютной оценке следующей разницы по аналогии с выражением (1):

$$AKBD_{mod_1} = \max |Band K_i| - B(O_2), \quad (2)$$

где $AKBD_{mod_1}$ - обозначает усовершенствованный показатель оценки; $B(O_2)$ - обозначает оценку по минимуму линии поглощения O_2 на длине волны 760 нм.

Суть предлагаемого метода иллюстрируется на рис. 3. Как видно из рис. 3 регистрируемая величина $AKBD_{mod_1}$ значительно повышает величину $AKBD$. Покажем, что предлагаемый показатель $AKBD_{mod_1}$ позволяет устранить погрешность, вызванную систематической составляющей Планковской кривой эмиссии появляющейся из-за нестабильности температуры горения.

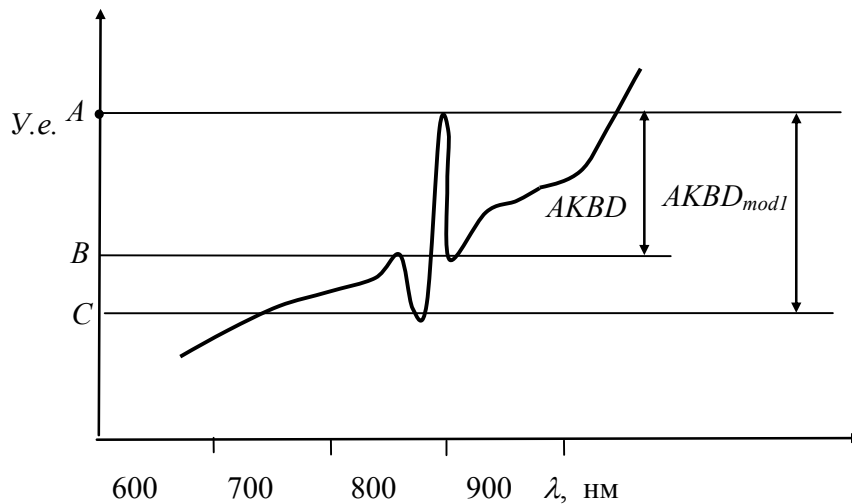


Рис. 3. Пояснительный рисунок к предлагаемому методу обнаружения и оценки лесных пожаров

Допустим, что из-за появления систематического роста температуры величина A растет до значения $A + \Delta A$; уровень B растет до значения $B + \Delta B$; уровень C смещается до величины $C + \Delta C$. Имеем:

$$\begin{aligned} AKBD_{mod_1} &= [A + \Delta A - (B + \Delta B)] + [B + \Delta B - (C + \Delta C)] = \\ &= A + \Delta A - C - \Delta C = (A - C) + (\Delta A - \Delta C). \end{aligned} \quad (3)$$

Для известного метода [2] имеем

$$ABKD_{mod_1} = A + \Delta A - (B + \Delta B) = A - B + (\Delta A - \Delta B). \quad (4)$$

Сравнивая выражения (3) и (4), нетрудно прийти к выводу о том, что при $\Delta C \approx \Delta B$ достоверность результата, полученного по предлагаемому методу будет выше, чем по известному методу, так как всегда удовлетворяется неравенство

$$A - C > A - B. \quad (5)$$

Теперь рассмотрим механизм формирования надежного признака обнаружения лесных пожаров в предлагаемом методе.

Прежде всего, следует отметить хорошо известный факт о том, что в зоне лесных пожаров наблюдается существенное уменьшение концентрации O_2 [4, 5]. В качестве примера на рис. 4 приведены графики характеристик распространения лесного пожара в режиме устойчивого горения. Как видно из приведенных графиков в зоне максимальной температуры горения появляется минимум концентрации O_2 .

Аналогичные результаты исследований изложены также в работе [5]. Предлагаемый нами второй показатель оценки эмиссионных линий калия и обнаружения лесных пожаров имеет следующий вид

$$AKBD_{mod_2} = \alpha_1 [Max |Band K_i| - Bkg] + \alpha_2 [Bkg - B(O_2)], \quad (6)$$

где

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 1. \quad (7)$$

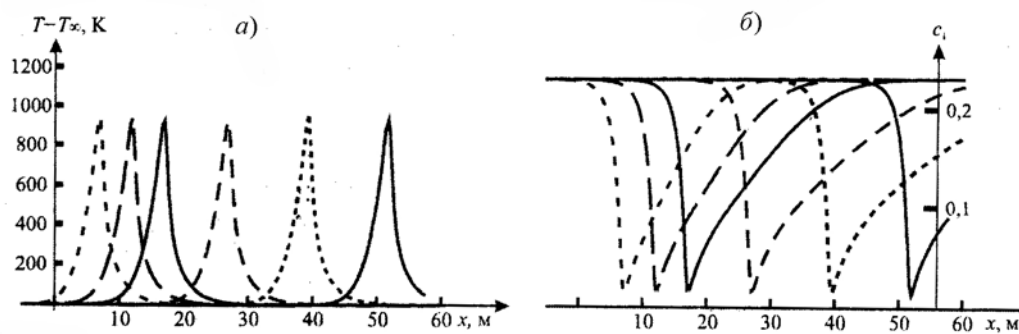


Рис. 4. Характеристики распространения лесного пожара в режиме устойчивого горения. а) , б) – профили температуры и концентрации кислорода в моменты $t = 1; 2; 3; 5; 7,5$ и 10 сек [4]

Заметим, что выражение (6) означает скалярную свертку α_1 и α_2 с показателями $[Max|Band K_i| - Bkg]$ и $[Bkg - B(O_2)]$, которые имеют тенденцию парафазного изменения от интенсивности огня при лесном пожаре.

Для удобства дальнейшего изложения примем следующие обозначения:

$$Y = [Max|Band K_i| - Bkg] = f(x), \quad (8)$$

$$Z = Bkg - B(O_2) = \varphi(x), \quad (9)$$

где x - интенсивность огня в лесной зоне.

С учетом выражений (6) – (9) получим

$$AKBD_{mod_2} = \alpha_1 f(x) + \alpha_2 \varphi(x). \quad (10)$$

Согласно известной теореме Ю.Б. Гермейера скалярная свертка типа (10) при парафазной зависимости $f(x)$ и $\varphi(x)$ от x имеет минимум от x [6]. Для нахождения точки минимума представим $f(x)$ и $\varphi(x)$ в виде первых трех членов ряда Тейлора

$$f(x) = f_0 + f' \cdot x + \frac{f'' \cdot x^2}{2!}, \quad (11)$$

$$\varphi(x) = \varphi_0 + \varphi' \cdot x + \frac{\varphi'' \cdot x^2}{2!}. \quad (12)$$

С учетом выражений (10), (11), (12) получаем

$$AKBD_{mod_2} = x^2 + x B_1 + B_2, \quad (13)$$

где

$$B_1 = \frac{\alpha_1 f' + \alpha_2 \varphi'}{\frac{\alpha_1 f''}{2!} + \frac{\alpha_2 \varphi''}{2!}}; \quad B_2 = \frac{\alpha_1 f_0 + \alpha_2 \varphi_0}{\frac{\alpha_1 f''}{2!} + \frac{\alpha_2 \varphi''}{2!}}.$$

Минимальная величина $AKBD_{mod_2}$ получается при значении x удовлетворяющем условию

$$2x + B_1 = 0$$

$$x = -\frac{B_1}{2} = -\left(\frac{\alpha_1 \cdot f' + \alpha_2 \cdot \varphi''}{\alpha_1 \cdot f'' + \alpha_2 \cdot \varphi''}\right). \quad (14)$$

Таким образом, полученная формула (14) позволяет вычислить значение интенсивности огня, при котором признак $AKBD_{mod_2}$ будет иметь минимальное значение и соответственно тому, наименьшую информативность.

Практическая ценность выявленного свойства $AKBD_{mod_2}$ заключается в том, что этим формируется надежный признак обнаружения лесных пожаров путем организации фотометрических измерений не только линий эмиссии калия, но и линий поглощения O_2 на длине волны 760 нм. При этом наличие минимума в вычисленной величине свертки (10) будет свидетельствовать об обнаружении лесного пожара.

В заключение сформулируем основные выводы и положения проведенного исследования:

1. Проведен критический анализ состояния использования эмиссионных линий калия в целях обнаружения лесных пожаров.
2. Предложен показатель для использования в качестве признака для более достоверного обнаружения лесных пожаров.
3. Предложен показатель для использования в качестве признака обладающего экстремальным свойством для надежного обнаружения лесных пожаров.

Литература

1. Cisz A., Michel J. Multispectral Fire Detection.
2. Amici S. New hyper-spectral analysis methods for wildfire investigation and characterization.
3. Vodacek A., Kremens R.L., Fordham A.J., Vangorden S.C., Luisi D., Shott J.R., Latham D.J. (2002). Remote optical detection of biomass burning using a potassium emission signature //International Journal of Remote Sensing, vol. 23, No. 13.2721-2726. This looks even more familiar. Journal of Maximising Citations Reviews, 113, D23112, doi:10.1029/2008JD010717
4. Баровик Д.В., Таранчук В.Б. Об особенностях адаптации математических моделей вершинных верховых лесных пожаров // Вестник БГУ. Сер. 1. -2010, № 1.
5. Бетина Е.Ю. Влияние лесных пожаров с различным типом контура на определение масштабов подбора / Сборник научных трудов. Выпуск 77. - 2010
6. Гермейер Ю.Б. Введение в теорию исследования операций. М., Наука. - 1971, 384 с.

Сведения об авторах

Сулейманов Тофик Инаят оглы, - профессор, зам. Ген. Директора Аэрокосмического агентства, г.Баку, E-mail suleymanovti@rambler.ru, тел- 994503167568

Исмаилов Камал Хейраддин оглы, - доцент Национальной академии авиации, г.Баку, E-mail ismaylovk@mail.ru, тел. 994504327895

Сафаралиев Зульфигар Гусейнага оглы, - аспирант Национального аэрокосмического агентства, E-mail zulutime45@rambler.ru, тел. 994507632354

УДК 217.21.36

ПРОБЛЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ЗАЩИТЫ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ

Кандидат военных наук *В.С. Добровольский*

Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям
Юго-западного административного округа г. Москвы

Проанализированы основные проблемы, опасности и угрозы современного периода развития страны, отмеченные в Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года и других официальных документах, их влияние на безопасность объектов экономики и обеспечение национальной безопасности Российской Федерации. Приведены: характеристика территорий федеральных округов, а также состояние основных производственных фондов Российской Федерации, являющихся объективными факторами формирования опасностей и угроз природного и техногенного характера, а также общие параметры и динамика различных видов чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации за последние 10 лет. Сформулирован реализуемый в Российской Федерации системный подход к решению проблем обеспечения безопасности объектов экономики, предусматривающий создание на всех уровнях административного устройства страны систем гражданской обороны и единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). Проведен анализ состава и состояния объектового уровня пирамидальной структуры указанных систем, определены особенности и проблемы формирования и обеспечения эффективного функционирования на этом уровне объектовых звеньев гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций. Сформулирован вывод о необходимости дальнейшего совершенствования объектовой гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций с последующим наращиванием ее возможностей по обеспечению комплексной безопасности объектов экономики как базисной основы обеспечения национальной безопасности Российской Федерации в чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: опасность, безопасность, национальная безопасность, комплексная безопасность, угроза, чрезвычайная ситуация, объект экономики, основные производственные фонды, гражданская оборона, единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), опасные производственные объекты.

ON SOME ISSUES AND FEATURES FOR SECURITY AND PROTECTION FROM EMERGENCY SITUATIONS OF ECONOMIC FACILITIES

Ph.D. (Military) *V.S. Dobrovolsky*

Educational Resource Center for Civil Protection and Emergency Management
South-Western Administrative District of Moscow

The paper analyzes the main problems, dangers and threats of the modern period of the development, identified in the National Security Strategy of the Russian Federation until 2020, and other official documents, their impact on the safety of the economy and national security of the Russian Federation. There are considered characteristics of the Federal District, and the status of fixed assets of the Russian Federation, that are the objective factors of the formation of the dangers and threats of natural and man-made disasters, as well as general parameters and dynamics of the different types of emergencies in the Russian Federation over the last

10 years. It is formulated systematic approach to solving the problems of security facilities of the economy, providing for the creation at all levels of the administrative structure of the country civil defense system and a unified state system of prevention and liquidation of emergency situations (emergency management realized in the Russian Federation). It is considered the analysis of the composition and the state of the object-level pyramid structure of these systems there are also defined the characteristics and problems of the formation and effective functioning at this level, site-level units of civil defense and the protection in emergency situations. Conclusions on the need of the further improvement of the object of civil defense and protection in emergency situations, are identified coincided the increasing its ability to provide comprehensive security facilities of the economy as a basic with framework for the ensuring the national security of the Russian Federation in an emergency.

Key words: risk, safety, security, integrated security, threat, emergency, economic facilities, the basic production assets, civil protection, unified state system of prevention and liquidation of emergency situations (emergency management), hazardous facilities.

Современный период социально - экономического развития России характеризуется расширением спектра опасностей и угроз во всех сферах жизнедеятельности личности, общества и государства, что получило отражение в Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года, в которой, в частности, отмечается, что «...несостоятельность существующей глобальной и региональной архитектуры, ориентированной, особенно в Евро-Атлантическом регионе, только на Организацию Североатлантического договора, а также несовершенство правовых инструментов и механизмов все больше создают угрозу обеспечению международной безопасности, возрастанию уязвимости всех членов международного сообщества перед лицом новых вызовов и угроз» [1].

Проведенными исследованиями [2,5,14,17,20,21,24,25,26] установлено, что одной из фундаментальных проблем обеспечения национальной безопасности Российской Федерации является неуклонное возрастание военной опасности, так как фундаментальными факторами обеспечения безопасности и устойчивого развития страны в ближайшей и долгосрочной перспективе является отсутствие войн и военных конфликтов. Основными факторами, обуславливающими неуклонное нарастание военной опасности являются:

- реализации политики ряда ведущих зарубежных стран, направленной на достижение преобладающего превосходства в военной сфере, распространения ими практики односторонних силовых подходов в международных отношениях;

- нарушения сложившегося баланса сил в связи с усилением и приближением НАТО к границам Российской Федерации, включением в сферу его действия всей территории земного шара;

- размещения в Европе элементов глобальной системы противоракетной обороны Соединенных Штатов Америки;

- распространения оружия массового уничтожения и возможности его попадания в руки террористов;

- дестабилизации обстановки на Ближнем и Среднем Востоке в связи с насильственным свержением режимов и изменением политического курса ряда государств (Афганистан, Ирак, Египет, Ливия, Тунис) а также наличия конфликтов, в ряде стран Южной Азии и Африки, на Корейском полуострове;

- территориальных притязаний ряда сопредельных государств к Российской Федерации;

- наличия очагов вооруженных конфликтов, прежде всего вблизи государственной границы Российской Федерации и границ ее союзников;

- возможности создания крупных группировок иностранных войск непосредственно вблизи государственных границ Российской Федерации;

резкого расширения масштабов международного терроризма и его дестабилизирующего влияния на внутреннюю политическую обстановку в стране и ряде сопредельных государств;

наличия значительных запасов обычных вооружений, военной техники и средств массового поражения;

развития высокоточных, информационных и других высокотехнологичных средств ведения вооруженной борьбы, стратегических вооружений в неядерном оснащении, новых видов оружия: лазерного, пучкового, электромагнитного импульса, СВЧ и инфразвукового, биологического, психотропного - нового поколения, этнического и др.

Наращение военной опасности обуславливает объективную потребность в реализации государственной политики, направленной на осуществление стратегического сдерживания в интересах обеспечения военной безопасности страны, предотвращение глобальных и региональных войн и конфликтов, совершенствование национальной обороны на основе проведения перспективной военно-технической политики и развития военной инфраструктуры, совершенствования системы управления военной организацией государства и реализации комплекса мер по повышению престижа военной службы, а также выработку и реализацию комплекса оптимальных и эффективных мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности населения и повышению устойчивости функционирования объектов и территорий в условиях возникновения войн и военных конфликтов.

Анализ и обобщение положений Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года и других документов [1,17,18,19, 21, 24,25] свидетельствуют о том, что наличие и усиление угроз военной безопасности Российской Федерации дополняется широким спектром иных опасностей, угроз и вызовов современного мира, к которым могут быть отнесены

усиление глобального информационного противоборства;

активизация различных форм противоправной деятельности в кибернетической и биологической областях, в сфере высоких технологий;

развитие националистических настроений, ксенофобии, сепаратизма и насильственного экстремизма, в том числе под лозунгами религиозного радикализма;

нарастание проблем окружающей природной среды. Ежегодно в атмосферу выбрасывается около 145 млн. тонн двуокиси серы, 250 млн. тонн пыли и т.д. За последнее столетие концентрация двуокиси углерода в атмосфере повысилась примерно на 15%, а к середине XXI века может удвоиться, стать одной из причин «парникового» эффекта, вызывать таяние снегов, ледников и затопление значительной части суши;

обострение мировой демографической ситуации, связанной с растущей ускоренными темпами численности населения Земли, которая только в XX веке увеличилась в 6 раз и к 2000-му составила около 6 млрд. человек, а к 2025 году может достичь 12 млрд.;

возрастание угроз, связанных с неконтролируемой и незаконной миграцией, наркоторговлей и торговлей людьми, другими формами транснациональной организованной преступности;

распространение эпидемий, вызываемых новыми, неизвестными ранее вирусами;

возрастающие стремления режиссеров политической глобализации к обладанию источниками энергоресурсов, в том числе на Ближнем Востоке, на шельфе Баренцева моря и в других районах Арктики, в бассейне Каспийского моря и в Центральной Азии;

последствия мировых финансово-экономических кризисов, сопоставимые по совокупному ущербу с масштабным применением военной силы.

Нарастание военной опасности и угроз все более повышает вероятность перерастания их в реальные войны и военные конфликты, оказывающие не только значительное общее деструктивное воздействие на объекты и территории, но и приводящие к колоссальным потерям среди гражданского населения, что подтверждается приведенной на рис. 1 динамикой его потерь в общей массе потерь людских ресурсов в войнах XX века [2].

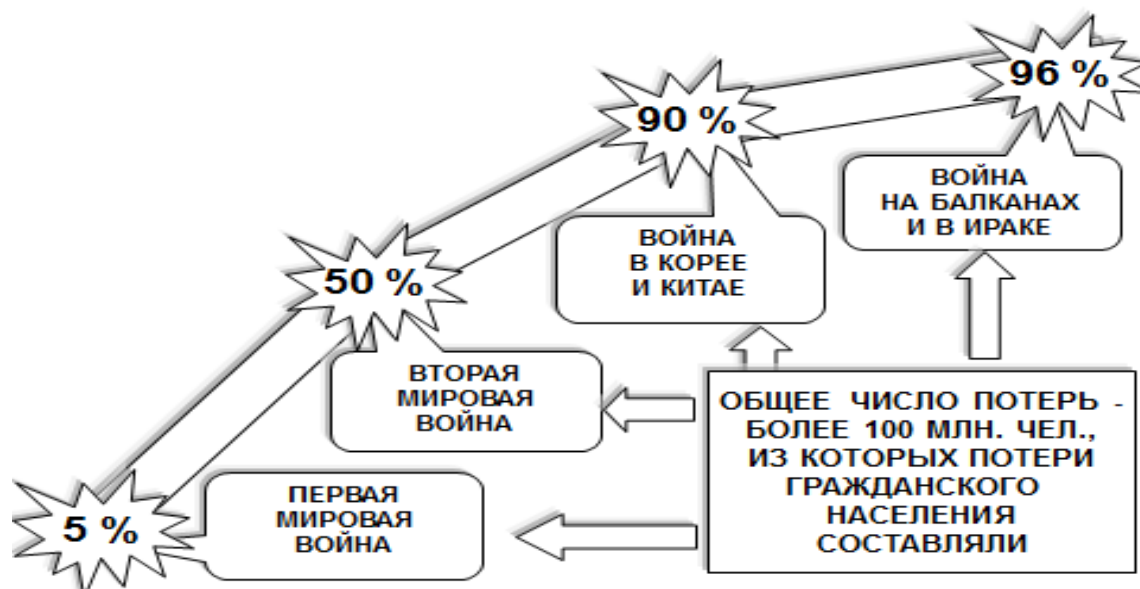


Рис. 1. Динамика потерь гражданского населения в общей массе людских потерь в войнах XX века

Все это актуализирует потребность формирования и реализации единой государственной политики обеспечения национальной безопасности страны, а также безопасности и устойчивости функционирования расположенных на ее территории объектов экономики, под которыми в данной работе обобщенно понимается совокупность организаций, учреждений и предприятий всех организационно-правовых форм и форм собственности, осуществляющих свою деятельность в производственной, информационной, социальной, коммерческой, некоммерческой и иных сферах.

Серьезнейшей проблемой обеспечения национальной безопасности и осуществления текущих и перспективных планов социально-экономического развития страны является возрастание опасностей и угроз природного, техногенного и биолого-социального характера, являющихся источниками ежегодного возникновения многочисленных чрезвычайных ситуаций.

Выполненные исследования [2,4,5,14,17,20,21,24,25] показывают, что появлению и усилению указанных угроз в значительной степени способствуют неблагоприятные физико - географические и социально – экономические условия нашей страны, на территории которой отмечается более 30 опасных природных явлений, общая площадь зон повышенного риска охватывает более 45% всей территории России, на которой проживает более 50 % населения страны, в т.ч. в зонах повышенной сейсмической опасности и потенциального затопления - более 30 млн. чел. Характеристика территорий федеральных округов Российской Федерации приведена в табл. 1 [4,5].

Таблица 1

Характеристика территорий Российской Федерации

Наименование территорий (федеральных округов) Характеристика территорий (федеральных округов)	Северо-Западный	Центральный	Южный	Приволжский	Уральский	Сибирский	Дальневосточный
Общая площадь территории (тыс. кв. км.)	1677,9	650,7	589,2	1038,0	1788,9	5114,2	6215,9
Численность населения (тыс. чел.)	14147	36241	21401	31440	12469	20411	6988
Средняя плотность населения (чел./кв. км)	8,4	55,7	36,3	30,3	7,2	4,1	1,1
Общее количество радиаци- онно-опасных объектов	13	40	4	10	6	3	5
Общее количество химиче- ски опасных объектов	390	800	700	460	350	384	440
Общее количество взрыво- пожароопасных объектов	2350	Более 1000	1400	Более 500	Более 800	Более 800	Более 600
Площадь зон повышенного риска чрезвычайных ситуаций (в % от общей территории округа)	17-25%	20-27%	11-12%	11-15%	4-5%	40-45%	37-40%
Доля населения, проживаю- щего в зонах повышенного риска чрезвычайных ситуаций (в % от общей численности населения округа)	55%	51%	49%	47%	35%	41%	56%
Среднегодовое количество чрезвычайных ситуаций за последние 5 лет	14	15,6	16	17	22	168	19,8

В исследованиях [2,3,4,5] отмечается, что негативное влияние указанных объективных факторов в значительной степени усиливается вследствие физического износа и старения основных производственных фондов, технических средств и инфраструктуры объектов экономики. В, частности, отмечается, что более 60-65% основных производственных фондов объектов экономики выработали технический ресурс и установленные сроки эксплуатации и обладают, вследствие этого, низкой технической надежностью, создавая предпосылки к возникновению техногенных аварий и катастроф. В то же время, по группе БРИКС уровень износа основных производственных фондов не превышает 35%. На основании изложенного в качестве прогноза можно предполагать, что в перспективном плане сохранится общая тенденция к усилению опасностей и угроз техногенного характера, а связанная с ними техногенная аварийность будет возрастать, т.к. для их предотвращения необходимо проведение капитального ремонта и агрегатной замены всех изношенных и выработавших сроки эксплуатации материальных компонентов основных производственных фондов, инфраструктуры, инженерных сетей и иных систем жизнеобеспечения, что в обозримой и отдаленной перспективе не представляется возможным по объемам затрат времени, людских и материальных ресурсов.

На данном основании приведенная в Государственном докладе «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2011 году» [7] официальная статистика и динамика чрезвычайных ситуаций на территории Российской Федерации за период 2003 – 2011 г.г. (рис. 2), имеющая общую тенденцию к устойчивому снижению их количества, в том числе и по техногенной аварийности является достаточно дискуссионной, так как не согласуется по целому ряду параметров, содержащихся в аналогичных докладах за прошедшие годы. Например, отмеченное в указанном документе количество чрезвычайных ситуаций техногенного характера за 2005 и 2006 годы (соответственно – 390 и 440 ЧС) не согласуется с их количеством, приведенным в аналогичных докладах за указанные годы (2005 г. - 2464 ЧС, 2006 г. – 2541 ЧС) [22,23].

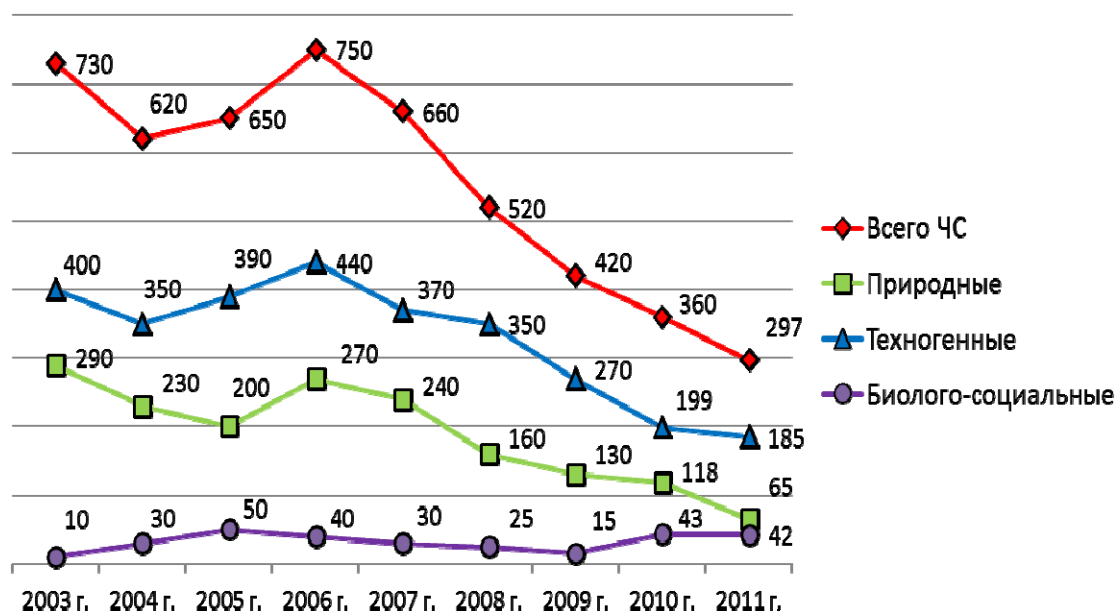


Рис. 2. Динамика чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации за период 2003–2011 г.г.

Учитывая при анализе указанных документов в качестве причины такой несогласованности в статистике и динамике чрезвычайных ситуаций возможное наличие объективных обстоятельств (например, изменение параметров учета и др.), отметим лишь, что, несмотря на ежегодную устойчивую тенденцию к снижению общей численности чрезвычайных ситуаций, в том числе техногенного характера, их количество продолжает оставаться большим, а причиняемый ущерб жизни и здоровью населения, территориям и находящимся на них объектам производственного, социального и иного предназначения является неприемлемым. Все это в соответствии с [1] представляет реальную угрозу не только жизнедеятельности населения, но и национальной безопасности Российской Федерации.

Таким образом, на основании проведенного анализа и обобщения сформировавшегося в Российской Федерации спектра опасностей и угроз представляется возможным заключить, что в условиях их возрастания все более актуальной становится проблема обеспечения безопасности и защиты объектов экономики от поражающего воздействия, возникающих в мирное время различных чрезвычайных ситуаций, а также защиты их от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий.

Для решения данной проблемы в Российской Федерации реализуется системный подход, связанный как это показано на рис. 3 с разворачиванием на территории страны системы гражданской обороны и Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), а также осуществлением совокупности федеральных, ведомственных и территориальных целевых программ предупреждения чрезвычайных ситуаций и повышения устойчивости от их поражающего воздействия объектов и территорий.

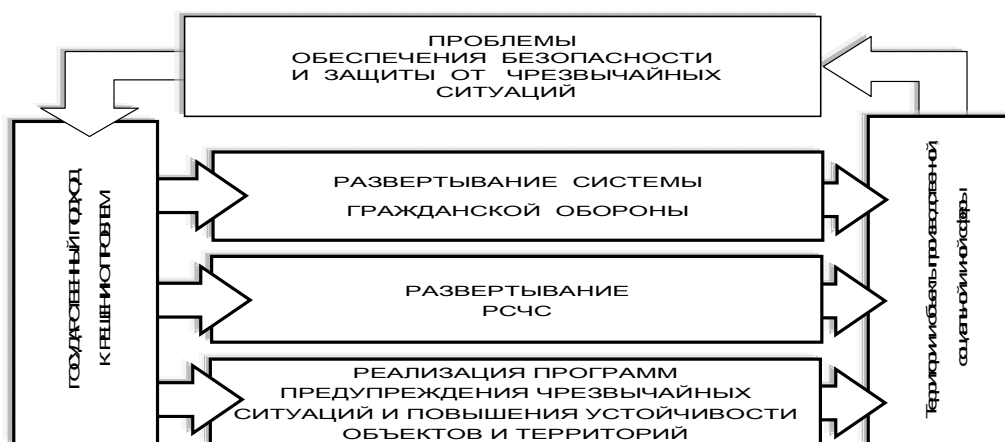


Рис. 3. Системный подход к решению проблем обеспечения безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций объектов экономики

В соответствии с требованиями, установленными Правительством Российской Федерации [8,9], система гражданской обороны и РСЧС разворачиваются на федеральном, региональном (для РСЧС дополнительно – на межрегиональном), муниципальном и объектовом уровне.

При этом объектовый уровень указанных систем включает в себя организации, учреждения и предприятия всех организационно – правовых форм и форм собственности, на которых в соответствии с законодательством Российской Федерации [10,11] организуется и ведется объектовая гражданская оборона, а также создается объектовое

звено РСЧС для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Объектовый уровень развертывания указанных систем составляет общее основание всей их пирамидальной структуры, характеристика которого показана на рис. 4.



Рис. 4. Структура системы гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации

Анализ законодательства и других документов [2,12,13,20] показал, что главной особенностью объектового уровня ГОЧС является массовое участие в нем юридических лиц (более 4,5 млн.), осуществляющих свою деятельность в различных организационно-правовых формах (учреждения, унитарные предприятия, производственные кооперативы, хозяйственные товарищества, хозяйственные общества, ассоциации, союзы и др.), в том числе функционирование на данном уровне более 656 тыс. производственных предприятий, в том числе 250342 предприятий, эксплуатирующих 592134 опасных производственных объекта, из которых 3770 объектов имеют запасы опасных веществ в количествах равных или превышающих установленные законодательством Российской Федерации нормы содержания опасных веществ на опасных производственных объектах [13].

Возникновение чрезвычайных ситуаций на опасных производственных объектах создает высокую вероятность поражающего воздействия на окружающую природную среду, население и другие объекты, расположенные на сопредельных территориях, вторичных факторов поражения. Все это обуславливает объективную потребность принятия и реализации на объектовом уровне указанных систем всех надлежащих мер и действий для обеспечения высокой эффективности функционирования объектового звена ГОЧС не только непосредственно на опасных производственных объектах, но и на всех иных объектах, попадающих в зону поражающего воздействия вторичных факторов при возникновении техногенной чрезвычайной ситуации на опасном производственном объекте.

Другой важной особенностью объектового уровня ГОЧС, подтверждающей необходимость осуществления эффективной объектовой гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций, является закрепленная законодательством Российской Федерации [10,11] за организациями, учреждениями и предприятиями всех организационно – правовых форм и форм собственности самодостаточность в решении задач гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций, в соответствии с которой они осуществляют проведение мероприятий гражданской обороны, а также ликвидацию локальных чрезвычайных ситуаций и участие в ликвидации других чрезвычайных ситуаций за счет использования собственных сил и средств.

Вместе с тем, в результате проведенных исследований установлено, что именно объектовый уровень гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций является в настоящее время наиболее слабым звеном указанных систем. В современных условиях социально-экономического развития страны это объективно обусловлено целым рядом факторов, основными из которых являются [2,14,17,25]:

высокая подвижность и нестабильность самого основания пирамидальной организационной структуры указанных систем, обусловленные в реальных условиях рыночной экономики ежегодным возникновением и прекращением многих сотен тысяч юридических лиц всех организационно-правовых форм и форм собственности вследствие их реорганизации (слияния и разделения, выделения, присоединения и преобразования) и ликвидации, в т.ч. форме банкротства;

отсутствие в условиях высокой подвижности основания указанных систем и реализуемых в настоящее время субъективных подходов к кадровому обеспечению возможности для обеспечения преемственности знаний, опыта, информационных и материальных ресурсов на объектовом уровне ГОЧС, т.к. при прекращении юридических лиц, как правило, ликвидируются все их организационные структуры, в т.ч. объектовые структуры указанных систем и их информационные ресурсы, а также в большинстве случаев происходит инициированное руководством возникающих новых юридических лиц массовое замещение кадрового состава. В этих условиях каждое возникающее на базе ликвидируемых объектов экономики новое юридическое лицо в большинстве случаев обречено на осуществление всего комплекса мер и действий по организации создания и обеспечения функционирования объектовой гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций, начиная с их нулевого состояния;

недооценка руководством и персоналом объектов экономики роли, места и значения объектовой гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций как базовой основы обеспечения безопасности и устойчивости их функционирования по соответствующему профилю деятельности, восприятие ими в большинстве случаев всей совокупности мер и действий, осуществляемых в указанных системах, как дополнительной нагрузки, не связанной непосредственно с содержанием и результатами основных направлений деятельности каждого объекта;

наличие многочисленных абстрактных или дискуссионных положений в законодательстве и иных нормативных правовых актах по вопросам гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций Российской Федерации, способствующих возникновению в указанных областях многочисленных противоречий и проблем, снижающих эффективность и качество функционирования объектового уровня ГОЧС. Подтверждением является, например, отсутствие в законодательстве и иных нормативных правовых актах конкретных алгоритмов действий руководства объектов экономики и социальной сферы по созданию и обеспечению функционирования гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций на объектовом уровне. В действующем законодательстве не установлены единые требования к организации применения нештатных аварийно-

спасательных формирований, особенно добровольных и общественных формирований, как правило, не имеющих официальных аттестационных документов, допускающих их к проведению при ликвидации чрезвычайных ситуаций различных видов аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР), связанных с высоким риском для жизни и здоровья людей. На данном основании закрепление в положении об РСЧС [9] за руководителем аварийно-спасательного формирования (не уточняется какого – территориального или объектового, штатного или нештатного, добровольного или общественно-го), первым прибывшего в район чрезвычайной ситуации, полномочий руководителя ликвидации данной чрезвычайной ситуации, представляется достаточно дискуссионным и требует уточнения, особенно в связи с внесением изменений в Федеральный закон от 21 декабря 1994 года № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [16]. Трудовое законодательство [15] не содержит конкретных указаний по этим вопросам при заключении между работодателем и работником трудового соглашения, (трудового договора), составляющего функциональную и юридическую основу всей совокупности их правоотношений. Содержанием таких соглашений (трудовых договоров) не предусматривается конкретная деятельность работников непрофильных подразделений по вопросам гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций в качестве реализации ими основной трудовой функции, в том числе при ведении аварийно-спасательных и других неотложных работ, связанных с высоким риском для жизни и здоровья людей [2,9,10,11];

нерешенность на государственном уровне комплекса проблем, связанных с финансовым и другими видами обеспечения гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций на объектовом уровне, где в соответствии с законодательством предусматривается осуществление организациями всего комплекса мер и действий по ведению гражданской обороны, предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций за счет собственных средств [10,11]. Отсутствие позитивных сдвигов в решении данной проблемы порождает повсеместную практику недофинансирования или полного отсутствия такового в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций на объектовом уровне, что в условиях рыночных отношений практически исключает возможность у большинства организаций, учреждений и предприятий для развития и совершенствования этих важнейших компонентов обеспечения безопасности и устойчивого развития личности, общества и государства.

С учетом влияния указанных факторов и особенностей объектового уровня гражданской обороны и РСЧС в качестве одного из подходов к решению проблемы обеспечения безопасности объектов экономики представляется целесообразным использование разработанного в результате исследований [2,4,20,21] единого методического алгоритма действий по созданию объектового звена систем гражданской обороны и РСЧС, типового перечня разрабатываемых на объектовом уровне документов по этим вопросам, единого подхода к оценке рисков чрезвычайных ситуаций и методики оценки уязвимости объектов от их поражающего воздействия, а также разработанных рекомендаций по обеспечению безопасности объектов образования от проявления террористических угроз.

Указанный подход согласуется со Стратегией национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года, в соответствии с которой обеспечение национальной безопасности Российской Федерации в области защита от чрезвычайных ситуаций достигается путем совершенствования и развития единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [1].

Реализация указанного подхода обеспечит последовательное создание на объектах экономики, социального и иного предназначения объектовой системы обеспечения их комплексной безопасности от опасностей и угроз современного мира.

Литература

1. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года, утверждена Указом Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 г. № 537.
2. Добровольский В.С. Гражданская оборона и защита в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики и социальной сферы. /Добровольский В.С., Дубаренко К.А. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. - 2012. -258 с.
3. Электронный ресурс - <http://www.rg.ru/2011/07/05/iznos.html>
4. Разработка методики оценки уязвимости высших учебных заведений Министерства образования и науки Российской Федерации в чрезвычайных и кризисных ситуациях, отчеты по НИР за 2006 г. /Мастрюков Б.С., Казаков Р.Н., Зиновьева О.М., Добровольский В.С. М.: НИТУ МИСиС. - 2006.
5. Комплексная безопасность высших учебных заведений, /Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г., Шульженко В.Н., Добровольский В.С., Овечкин А.Н. СПб.: Изд. «Инфо-да». - 2008.
6. Словарь терминов МЧС, М. - 2010.
7. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2011 году». М.: МЧС РФ - 2012.
8. Постановление Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2007 г. № 804 г. «Об утверждении Положения о гражданской обороне в Российской Федерации».
9. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».
10. Федеральный закон от 12 февраля 1998 года № 28 – ФЗ «О гражданской обороне».
11. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68 –ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
12. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
13. Электронный ресурс - <http://protown.ru/information/hide/7914.html>
14. Добровольский В.С., Дудко М.Н. Защита в чрезвычайных ситуациях, учебное пособие для студентов вузов с грифом Минобразования России, М.: изд. «Русский мир». - 2004. 465 с.
15. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ (с изменениями от 24, 25 июля 2002 г., 30 июня 2003 г., 27 апреля, 22 августа, 29 декабря 2004 г., 9 мая 2005 г.).
16. Федеральный закон от 1 апреля 2012 г. № 23 – ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
17. Разработка системы комплексной безопасности объектов образования и науки в кризисных ситуациях, отчет по НИР. /Смирнов Г.А, Гаранина Н.В, Добровольский В.С. М.: ЗАО Центр комплексных программ «Галит». - 2005. -168 с.
18. Доктрина информационной безопасности, утверждена Президентом Российской Федерации.
19. Электронный ресурс - <http://www.school-obz.org/>.
20. В.С. Добровольский. «Организация гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций объекта экономики» /Учебное пособие, - М.: УМЦ по ГО и ЧС г. Москвы. - 2011. 250 с.
21. Состояние и обеспечение безопасности объектов образования от проявления террористических угроз: Аналитический обзор //Добровольский В.С., Овечкин А.Н., Павлов А.А.. М.: Минобрнауки России. - 2006. 34 с.

22. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2005 году». М.: МЧС РФ. - 2006.

23. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2006 году». М.: МЧС РФ. - 2007.

24. Добровольский В.С., Дубаренко К.А. Организационные основы гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации. /Монография, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, СПб. - 2010. 414 с.

25. Добровольский В.С. Гражданская оборона и защита в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики и социальной сферы /Добровольский В.С., Дубаренко К.А..-СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. - 2012.-258 с.

26. Добровольский В.С. Проблемы безопасности в сфере экономики металлургического комплекса Российской Федерации, М.: Экономика промышленности. - 2013 г.

Сведения об авторе

Добровольский Валерий Станиславович, - профессор академии военных наук, начальник учебно-методического центра по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям Юго-Западного административного округа г. Москвы, ул. Молодежная, д. 4, Телефоны: 499-972-06-30; 8-903-539-16-66

Реферативный журнал ВИНТИ «РИСК И БЕЗОПАСНОСТЬ»

Реферативный журнал (РЖ) "Риск и безопасность" - периодическое информационное издание, в котором публикуются рефераты, аннотации и библиографические описания, составленные из периодических и продолжающихся изданий книг, трудов конференций, картографических изданий, диссертационных работ, патентных и нормативных документов, депонированных научных работ по проблемам риска и безопасности. За год освещается свыше 1,5 тыс. статей из более чем 70 основных журналов и сборников, примерно из 30 журналов по смежным наукам, издаваемых в Российской Федерации и за рубежом.

Разделы РЖ "Риск и безопасность":

- общие проблемы риска и безопасности;
- теоретические основы обеспечения безопасности и оценки риска;
- организация служб противодействия чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера;
- технология и техника для проведения аварийно-спасательных работ;
- предупреждение возникновения и развития чрезвычайных ситуаций различного характера и их ликвидация;
- социальная безопасность;
- информационная безопасность, защита информации;
- медицина катастроф, медицинская помощь при аварийно-спасательных работах;
- техника безопасности и средства защиты при аварийно-спасательных работах.

Издание выходит 12 раз в год.

Индекс по каталогу: 56224.

Подписка проводится:

- в почтовых отделениях связи по каталогам **ОАО Агентство «Роспечать»** «Издания органов научно-технической информации» и Объединенному каталогу «Пресса России», Том 1 – на квартал и полугодие;

а также у официальных дистрибьюторов ВИНТИ РАН:

- **ООО «Информ-ВИНТИ»**

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20,
Телефон: 8 (499) 152-64-00; Факс: 8 (499) 152-64-00;
E-mail: inform-viniti@viniti.ru

- **ООО «Информнаука»**

Телефон: 8 (495) 787-38-73 (многоканальный),
Факс: 8 (499) 152-54-81;
WWW: <http://www.informnauka.com>, E-mail: alfimov@viniti.ru

- **ЗАО «МК-Периодика»**

Телефоны: 8 (495) 672-70-12, (495) 672-70-89 Факс: 8 (495) 306-37-57
WWW: <http://www.periodicals.ru>
E-mail: info@periodicals.ru

Подписку на территории Российской Федерации для ЗАО «МК-Периодика» осуществляет: ООО «НТИ-Компакт»

Телефоны: 8 (495) 368-41-01, +7-985-456-43-10
E-mail: nti-compakt@mail.ru

За справками обращаться в **ВИНТИ РАН**

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20, **Отдел взаимодействия с потребителями и дистрибьюторами информационных продуктов ВИНТИ РАН (ОВПД);**
Телефоны: 8 (499) 155-45-25; (499) 155-46-20
Факс: 8 (499) 155-45-25;
E-mail: davydova@viniti.ru, zinovyeva@viniti.ru

Реферативный журнал ВИНТИ «ПОЖАРНАЯ ОХРАНА»

Реферативный журнал "Пожарная охрана" - периодическое издание ВИНТИ по проблемам пожарной безопасности. В выпуске "Пожарная охрана" за год освещается свыше 3 тыс. статей из более чем 60 основных по пожарной тематике журналов и сборников, примерно из 30 журналов по смежным наукам, издаваемых в Российской Федерации и за рубежом.

Разделы РФ "Пожарная охрана":

- общие проблемы пожарной безопасности;
- организация пожарной охраны; пожарная техника;
- тушение пожаров и тактика тушения;
- процессы горения в условиях пожара;
- пожарная опасность веществ и материалов;
- снижение пожарной опасности, огнезащита;
- пожарная безопасность электросетей и электроустановок;
- пожарная безопасность различных отраслей народного хозяйства, строительства, жилых и общественных зданий, сельского и лесного хозяйства;
- техника безопасности и индивидуальные средства защиты в пожарной охране;
- пожарная сигнализация.
- Периодичность издания – 12 номеров в год.

Индекс по каталогу: 56136.

Подписка проводится:

- в почтовых отделениях связи по каталогам **ОАО Агентство «Роспечать»** «Издавания органов научно-технической информации» и Объединенному каталогу «Пресса России», Том 1 – на квартал и полугодие;

а также у официальных дистрибьюторов ВИНТИ РАН:

• ООО «Информ-ВИНТИ»

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20,
Телефон: 8 (499) 152-64-00; Факс: 8 (499) 152-64-00;
E-mail: inform-viniti@viniti.ru

• ООО «Информнаука»

Телефон: 8 (495) 787-38-73 (многоканальный),
Факс: 8 (499) 152-54-81;
WWW: <http://www.informnauka.com>, E-mail: alfimov@viniti.ru

• ЗАО «МК-Периодика»

Телефоны: 8 (495) 672-70-12, (495) 672-70-89 Факс: 8 (495) 306-37-57
WWW: <http://www.periodicals.ru>
E-mail: info@periodicals.ru

Подписку на территории Российской Федерации для ЗАО «МК-Периодика» осуществляет: ООО «НТИ-Компакт»

Телефоны: 8 (495) 368-41-01, +7-985-456-43-10
E-mail: nti-compakt@mail.ru

За справками обращаться в ВИНТИ РАН

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20, **Отдел взаимодействия с потребителями и дистрибьюторами информационных продуктов ВИНТИ РАН (ОВПД);**

Телефоны: 8 (499) 155-45-25; (499) 155-46-20
Факс: 8 (499) 155-45-25;
E-mail: davydova@viniti.ru, zinovyeva@viniti.ru

Научный информационный сборник «ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ»

Предназначен для руководителей и специалистов государственных служб, научных организаций и промышленных предприятий, которые занимаются безопасностью населения, территорий и промышленных объектов, а также для преподавательского состава по подготовке кадров всех уровней в области обеспечения безопасности в различных сферах деятельности.

Научный информационный сборник издается Всероссийским институтом научной и технической информации (ВИНИТИ) при участии МЧС России с 1990 г. с периодичностью 6 номеров в год, объемом 12 авт. листов каждый, ISSN 0869-4176.

В состав редколлегии входят ведущие специалисты в области проблем безопасности институтов и организаций РАН, МЧС России, Минатома России, Минюста России, Горгостехнадзора России, Минэкономки России и других министерств и ведомств России.

Сборник является междисциплинарным научно-техническим изданием в данной области. За 21 год существования журнала сложился высокоэрудированный авторский коллектив из специалистов различных отраслей науки и промышленности.

Решением Президиума ВАК Минобрнауки России научно-информационный сборник "Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций" включён в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук.

В журнале освещаются:

- основы государственной политики в области безопасности;
- правовое регулирование в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- обзор теоретических и практических методов оценки риска различных объектов и прогнозирования ЧС; управление рисками различных категорий; страхование;
- научно-теоретические и инженерно-технические разработки в области проблем безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций; проблемы безопасности транспортных систем;
- организация служб гражданской защиты и комплексной безопасности населения; проблемы безопасности личности, общества и государства;
- подготовка специалистов для государственных служб безопасности, преподавательского состава и учащихся высших и средних учебных заведений по дисциплинам: "Безопасность жизнедеятельности", "Пожарная безопасность" и "Экология";
- международное сотрудничество в области безопасности;
- информационная безопасность;
- проблемы "Медицины катастроф";
- статистические данные о чрезвычайных ситуациях в России и за рубежом; информация о конгрессах, семинарах, совещаниях и выставках, а также о новых изданиях по проблемам безопасности и чрезвычайных ситуаций.

Более подробно о журнале можно узнать на сайте по адресу <http://www.viniti.ru>.

По вопросу публикаций обращаться по: телефону (499) 155-44-26; E-mail: tranbez@viniti.ru.

Периодичность журнала - 6 номеров в год, **индекс 55431** по Каталогу Роспечати "Издания органов научно-технической информации" на первое полугодие 2013 года.

Подписка проводится:

- в почтовых отделениях связи по каталогам **ОАО Агентство «Роспечать»** «Издания органов научно-технической информации» и Объединенному каталогу «Пресса России», Том 1 – на квартал и полугодие;
- а также у официальных дистрибьюторов ВИНИТИ РАН:

• ООО «Информ-ВИНИТИ»

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20,
Телефон: 8 (499) 152-64-00; Факс: 8 (499) 152-64-00;
E-mail: inform-viniti@viniti.ru

• ООО «Информнаука»

Телефон: 8 (495) 787-38-73 (многоканальный),
Факс: 8 (499) 152-54-81;
WWW: <http://www.informnauka.com>,
E-mail: alfimov@viniti.ru

За справками обращаться в **ВИНИТИ РАН**

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20,

Отдел взаимодействия с потребителями и дистрибьюторами информационных продуктов ВИНИТИ РАН (ОВПД);

Телефоны: 8 (499) 155-45-25; (499) 155-46-20

E-mail: davydova@viniti.ru, zinovyeva@viniti.ru

• ЗАО «МК-Периодика»

Телефоны: 8 (495) 672-70-12,
8 (495) 672-70-89
Факс: 8 (495) 306-37-57
WWW: <http://www.periodicals.ru>
E-mail: info@periodicals.ru

Подписку на территории Российской Федерации
для ЗАО «МК-Периодика» осуществляет:
ООО «НТИ-Компакт»

Телефоны: 8 (495) 368-41-01,
+7-985-456-43-10
E-mail: nti-compakt@mail.ru

Научный информационный сборник зарегистрирован в Роскомнадзоре:
Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-57408 от 24 марта 2014 г.

Подписано в печать 13.01.2015 г. Формат 60х84 1/8

Печать цифровая. Бум. офсетная. Усл. печ. л. 12,70 Уч.-изд. л. 9,01 Тираж 123 экз.

Адрес редакции: 125190, Москва, ул. Усиевича, д. 20

Тел. 8 (499) 155-44-21, e-mail: tranbez@viniti.ru

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

ВИНИТИ РАН предлагает Вашему вниманию Реферативный Журнал в электронной форме

РЖ в электронной форме (ЭлРЖ) выпускается по всем разделам естественных, технических и точных наук.

Каждый номер ЭлРЖ является полным аналогом печатного номера РЖ по составу описаний документов, их оформлению и расположению. Он сопровождается оглавлением, указателями.

ЭлРЖ представляет собой информационную систему, снабженную поисковым аппаратом и позволяющую пользователю на персональном компьютере:

- читать номер РЖ, последовательно листая рефераты;
- просматривать рефераты отдельных разделов по оглавлению;
- обращаться к рефератам по указателям авторов, источников, ключевых слов;
- проводить поиск документов по словам и словосочетаниям;
- выводить текст описаний документов во внешний файл.

ЭлРЖ в версии Windows Вы можете получить за текущий год с любого номера, а также за предыдущие годы.

Подробную информацию Вы можете получить:

Адрес: 125190, Россия, Москва, ул. Усиевича, 20, ВИНТИ РАН

Телефон: 8 (499) 155-46-20

Телефон/Факс: 8 (499) 155-45-25

E-mail: zinovyeva@viniti.ru, davydova@viniti.ru