

ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ (ВИНИТИ)

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Научный информационный сборник

Издается с 1990 г.

№ 3

Москва 2016

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

Правовое регулирование в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

Сулейманов А.М., Сулейманова М.В., Норсеева М.Е. Основные направления по укреплению национальной безопасности России в условиях ее международной экономической изоляции 3

Научно-теоретические и инженерно-технические разработки

Тимашев С.А., Бушинская А.В. Обобщенная вероятностная модель взаимозависимых критичных инфраструктур в виде сетевого потока 9

Киселев А.Е., Сегаль М.Д., Семенов В.Н., Филиппов М.Б., Цаун С.В. Возможный механизм выхода газовых продуктов деления из натриевого теплоносителя 23

Подрезов Ю.В. Особенности борьбы с лесоторфяными и торфяными пожарами в Российской Федерации 32

Орленко А.И., Богинский С.А., Петров М.Н. Анализ статистики отказов тягового электродвигателя на Красноярской дороге 38

Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций

Сломянский В.П., Колеганов С.В., Иванов В.С. К вопросу об актуальности создания авиадесантных подразделений в спасательных центрах МЧС России 50

Глебов В.Ю. О повышении эффективности мероприятий гражданской обороны на приграничных территориях Российской Федерации 55

Седнев В.А., Чередниченко С.В. Научно-методический подход организации электроснабжения пунктов временного размещения пострадавшего населения 61

<i>Курличенко И.В., Горячева Е.В.</i> Общие подходы к ведению оценки возможной обстановки при вооружённых конфликтах, террористических проявлениях и чрезвычайных ситуациях на потенциально опасных объектах.....	76
Подготовка и переподготовка кадров	
<i>Гузий А.Г., Лушкин А.М.</i> Подготовка персонала авиапредприятий в области системного управления безопасностью полетов.....	89
Информационная безопасность	
<i>Арифджанов С.Б., Добров А.В.</i> Топологический анализ организационной структуры дежурной смены, органа повседневного управления комитета по чрезвычайным ситуациям министерства внутренних дел республики Казахстан.....	95
<i>Хаматдинова А.В., Смородова О.В.</i> Компьютерное моделирование поведения воздушных масс как инструмент обеспечения безопасности предприятий.....	100

CONTENTS

<i>Suleymanov A.M., Suleymanova M.V., Norseeva M.E.</i> The main directions on strengthening of national security of russia in the conditions of her international economic isolation	3
<i>Timashev S.A., Bushinskaya A.V.</i> Generalized probabilistic network flow model of interdependent critical infrastructures.....	9
<i>Kiselev A.E., Segal M.D., Semenov V.N., Philippov M.F., Tsaun S.V.</i> A possible mechanism of the gaseous fission products release from the sodium coolant	23
<i>Podrezov J.V.</i> Features combat lesotorgoviy and peat fires in the Russian Federation	32
<i>Orlenko A.I., Boginsky S.A., Petrov M.N.</i> The analysis of statistics of failures of the traction electric motor on Krasnoyarskaya road.....	38
<i>Slomyansky V.P., Koleganov S.V., Ivanov V.S.</i> On the problem of relevance creation of airborne landing divisions in rescue center Emercom of Russia	50
<i>Glebov V.Yu.</i> On improving the effectiveness of civil defense measures in the border areas of the Russian Federation.....	55
<i>Sednev V.A., Cherednichenko S.V.</i> Scientific and methodical approach to the organization of supply of temporary accommodation of the affected population	61
<i>Kurlichenko I.V., Goryacheva E.V.</i> General approaches to management of evaluation potential situation in armed conflicts, terrorist manifestations and emergency situations at potentially dangerous objects	76
<i>Guziy A.G., Lushkin A.M.</i> Personnel training of airlines in the field of system safety management.....	89
<i>Arifdzhanov S.B., Dobrov A.V.</i> Topological analysis of organizational structure of duty group of daily management of the emergency agency of committee ministry of internal affairs of the republic of Kazakhstan.....	95
<i>Khamatdinova A.V., Smorodova O.V.</i> Computer simulation of the behavior of air masses as a tool for enterprise security	100

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, (499) 155-44-61

УДК 338.2

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПО УКРЕПЛЕНИЮ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ В УСЛОВИЯХ ЕЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Кандидат педагог. наук *А.М. Сулейманов, М.В. Сулейманова*
ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»

М.Е. Норсеева
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Раскрыто понятие экономической безопасности. Проанализированы действующие нормативные правовые акты в области экономической безопасности, и только находящиеся на стадии проектирования. Рассмотрены актуальные пути решения существующих в условиях современной действительности экономических проблем. Затронуты вопросы поддержки отечественного производителя и международного сотрудничества с точки зрения обеспечения экономической безопасности нашей страны.

Ключевые слова: экономическая безопасность, экономика, законодательство, торговля, сотрудничество.

THE MAIN DIRECTIONS ON STRENGTHENING OF NATIONAL SECURITY OF RUSSIA IN THE CONDITIONS OF HER INTERNATIONAL ECONOMIC ISOLATION

Ph.D. (Pedagog.) *A.M. Suleymanov, M.V. Suleymanova*
FGBOU VPO "The St. Petersburg university of the public fire service
of Emercom of Russia"

M.E. Norseeva
FC VNII GOCHS EMERCOM of Russia

In article the concept of economic security is opened. The existing regulations in the field of economic security and only being at a design stage are analysed. Actual solutions of the economic problems existing in the conditions of modern reality are considered. The questions of support of domestic producer and the international cooperation from the point of view of providing economic security of our country are raised.

Key words: economic security, economy, legislation, trade, cooperation.

Президент Российской Федерации Владимир Путин в своей речи на встрече с руководителями мировых информационных агентств, состоявшейся в Санкт-Петербурге в мае 2014 года, говорил: «Я думаю, что вопрос изоляции такой страны, как Россия, носит просто эфемерный характер. Это невозможно. Наверное, ущерб можно друг другу нанести, и немалый. В условиях достаточно сложной ситуации мировой экономики кому это надо?». Несмотря на это, экономическая ситуация в мире обострилась: страны Европы и США продолжают вводить все новые экономические санкции против России. «Кризис на

Украине, а также недавние шоки, связанные с обменным курсом рубля, подрывают экономику России и среднесрочные перспективы роста, несмотря на ответные меры в сфере денежно-кредитной и фискальной политики», – говорится в заявлении агентства Moody's.

По мнению большинства членов Совета безопасности Российской Федерации, стратегия национальной безопасности США свидетельствует о том, что Америка в долгосрочной перспективе продолжит курс на политическую и экономическую изоляцию России и при взаимодействии с некоторыми странами будет и дальше ограничивать наши возможности по экспорту энергоресурсов, вытеснять Россию со всех рынков сбыта продукции военного назначения, одновременно создавая сложности для производства высокотехнологичной продукции внутри нашей страны. В связи с этим возникает ряд проблем и вопросов, связанных с дальнейшим развитием экономики Российской Федерации и поиском новых путей сотрудничества в данной области. Для этого Россия нуждается в кардинальных быстрых и эффективных переменах, которые должны затронуть почти все существующие отрасли экономики. Также необходимо развивать новые отрасли решать проблему зависимости от сырьевого экспорта [1].

Внешние угрозы на первый взгляд, отражая текущее состояние мировой экономики, не подрывают основ её развития. Но изменение конъюнктуры мировых цен и внешней торговли, резкие колебания курса рубля, превышение оттока капитала над его притоком (иностранные инвестиции), большой внешний государственный долг и увеличение корпоративного долга, чрезмерная импортная зависимость, перегрузка экспорта сырьевыми товарами – всё это подрывает экономическую безопасность России. Продолжительность действия данных факторов и расширение спектра экономических угроз ведёт к отставанию России от зарубежных стран в темпах роста экономики, конкурентоспособности и благосостояния граждан.

Различные политические и экономические факторы укрепляют стабильность каждый своими средствами. Политические факторы, обеспечивающие управляемость общества и его мобилизацию на реализацию общественного развития, способствуют стабилизации. Экономические факторы, выражающиеся в экономической политике правительства и в сумме мер её реализации, также работают на укрепление стабильности. К их числу можно отнести: ослабление налогового бремени, непрерывность бюджетного финансирования и установление пределов роста цен для монополистов и др.[2].

На сегодняшний день в отечественном законодательстве существует обширная нормативная правовая база в области экономической безопасности. Важнейшая задача государства, учитывая текущую мировую экономическую ситуацию, состоит в том, чтобы нормативно обеспечить конкурентоспособность отечественных производителей и установить строгие санкции за экономические преступления. Здесь необходим глубокий анализ действующего законодательства и приведение его норм в соответствие с условиями амнистии, которые должны в полной мере отражать интересы всех сторон процесса.

В первые месяцы осуществления в России коренной политической и экономической трансформации возникла необходимость организационного выделения функции обеспечения национальной безопасности страны в качестве ключевой и самостоятельной функции. Одной из важнейших сторон осуществляемых реформ была децентрализация управления всеми сферами политической, экономической и общественной жизни. Поэтому уже 5 марта 1992 г. был принят закон Российской Федерации «О безопасности». Ныне действующий Федеральный закон от 28 декабря 2010 года №390-ФЗ «О безопасности» включает также полномочия и статус Совета Безопасности России. В федеральном законе определены круг задач и направления деятельности Совета Безопасности Российской Федерации. Принципиально то, что этот круг задач выходит далеко за рамки оборонных проблем и включает такие вопросы, как экономическая и экологическая безопасность [3].

Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2006 года № 281-ФЗ «О специальных экономических мерах» предусматривает специальные экономические меры, которые носят временный характер и применяются независимо от других мер, направленных на защиту интересов Российской Федерации, обеспечение безопасности Российской Федерации, а также на защиту прав и свобод её граждан. Также этот закон направлен на создание правовых основ для применения специальных временных экономических мер в случае возникновения международной чрезвычайной ситуации. Применение специальных экономических мер допускается в случаях возникновения совокупности обстоятельств, требующих безотлагательной реакции на международно-противоправное деяние либо недружественное действие иностранного государства или его органов и должностных лиц, представляющие угрозу интересам и безопасности Российской Федерации и (или) нарушающие права и свободы её граждан, а также в соответствии с резолюциями Совета Безопасности ООН. Специальные экономические меры могут быть установлены в виде запрета на совершение действий в отношении иностранного государства и (или) иностранных организаций и граждан, а также лиц без гражданства, постоянно проживающих на территории иностранного государства, возложения обязанности совершения указанных действий и иных ограничений. Данные меры могут быть направлены на: приостановление реализации всех или некоторых программ в области экономической, технической помощи, а также программ в области военно-технического сотрудничества; запрещение финансовых, внешнеэкономических операций или установление ограничений на их осуществление; прекращение или приостановление действия международных торговых договоров и иных международных договоров Российской Федерации в области внешнеэкономических связей; изменение вывозных и (или) ввозных таможенных пошлин; запрещение или ограничение захода судов в порты России и использования воздушного пространства России или отдельных его районов; установление ограничений на осуществление туристской деятельности; запрещение или отказ от участия в международных научных и научно-технических программах и проектах, научных и научно-технических программах и проектах иностранного государства [4].

На основе этого документа был издан Указ Президента Российской Федерации от 16 декабря 2009 №64 «О мерах по запрещению поставок Грузии продукции военного и двойного назначения». В соответствии с ним всем органам исполнительной власти, организациям и гражданам Российской Федерации запрещается поставка, продажа или передача военной продукции, а также оказание услуг, связанных с ремонтом и модернизацией военной техники. Минэкономразвития России разработало проект постановления о приостановке соглашения о свободной торговле с Грузией. Приостановка соглашения связана с тем, что грузинский парламент 18 июля ратифицировал соглашение об ассоциации с Евросоюзом. Большинство из пунктов этого соглашения вступают в силу 1 сентября. Соглашение о свободной торговле между Россией и Грузией было подписано 3 февраля 1994 года. Оно подразумевало отмену таможенных пошлин, налогов и сборов, имеющих эквивалентное действие на импорт и экспорт товаров. Эти правила распространялись на продукцию, произведенную на территории договаривающихся сторон. Соглашение было подписано с целью развития всестороннего торгово-экономического сотрудничества.

На рассмотрении Госдумы находится законопроект № 579602-6 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях защиты внутреннего рынка Российской Федерации, развития национальной экономики, поддержки российских товаропроизводителей», которым предлагается обязать российские госучреждения закупать товары и услуги исключительно у российских производителей и подрядчиков [5].

Экономическое реформирование вызвало необходимость выделения функции обеспечения национальной безопасности Российской Федерации с централизованным управлением в качестве самостоятельной государственной функции. Организационные и правовые основы обеспечения национальной безопасности определяются федеральными законами и другими нормативными актами, а также документами Совбеза РФ. Важное место во всех федеральных законах и других нормативных актах о национальной безопасности занимают проблемы экономической безопасности.

Безусловно, в последние годы государство пытается поддержать отечественных производителей. Активизация малого бизнеса – это путь к повышению экономической безопасности. В последнее время, как премьер-министр, так и Президент отмечают особую важность развития малого бизнеса в России. «Правительство будет и впредь заниматься строительством современного жилья, а также школ, больниц, дорог, привлекать в отрасль молодые, квалифицированные кадры, поддерживать отечественных товаропроизводителей. От решения этих задач напрямую зависит продовольственная безопасность России», – подчеркивает Дмитрий Медведев.

В своём Послании Федеральному Собранию Российской Федерации Президент РФ очень много внимания уделил вопросам экономики. Например, предложил предоставить полную амнистию возвращающихся в Россию капиталов, выдвинул ряд предложений по созданию более благоприятных условий для развития малого бизнеса. В связи с этим уже произошли некоторые изменения в работе подразделений экономической безопасности, а некоторые только намечаются. В условиях нынешней ситуации деофшоризация рассматривается как один из ключевых факторов роста для российской экономики в ближайшие годы. В законе появляется новое понятие «контролируемая иностранная компания», под которым подразумевается такая компания, которая более чем на 25% принадлежит гражданину России или российскому юридическому лицу. Если условие соблюдается, то фирма должна отчислять налоги в российский бюджет, в какой бы части света она ни находилась. При этом необходимость делиться с российским бюджетом наступает в том случае, если ее прибыль (доходы минус расходы) превышает 10 млн. рублей.

К числу мер по усилению отечественного производителя можно и отнести запрет на допуск товаров легкой промышленности, происходящих из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения федеральных нужд. Соответствующее постановление подписано Правительством Российской Федерации. Речь идет о товарах легкой промышленности, изготовленных из иностранных материалов и полуфабрикатов. Такая мера предусмотрена в рамках разработки планов содействия импортозамещению в промышленности и сельском хозяйстве на 2014-2015 годы. В рамках высокой капиталоемкости рынка товаров легкой промышленности (по оценкам, около 3 трлн. руб.) логичными становятся приоритеты государства по развитию собственного производства, увеличению доли товаров, произведенных в России. Государственные нужды должны обеспечиваться за счет российской промышленности. Действие норм постановления Правительства РФ от 11 августа 2014 г. № 791 «Об установлении запрета на допуск товаров легкой промышленности, происходящих из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения федеральных нужд и дополнительного требования к участникам закупок таких товаров» позволит активизировать механизм обязательного соблюдения заказчиками вещевое имущества требований по недопущению приобретения иностранных товаров для нужд обороны страны и безопасности государства [1].

В связи с расторжением экономических связей со странами Европы России необходимо искать новых надежных партнеров. Такими, безусловно, являются страны СНГ. Экономическое сотрудничество с государствами-участниками СНГ является одним из приоритетных направлений внешней политики России. Экономические связи со странами Содружества развиваются в двустороннем и многостороннем форматах на основе прин-

ципов прагматизма, взаимной выгоды и учета интересов партнеров. В двустороннем сотрудничестве ключевую роль играет организация деятельности межправительственных комиссий. В ходе заседаний принимаются решения, направленные на совершенствование торгово-экономического сотрудничества со странами СНГ, увеличение объемов торговли и реализацию крупных инвестиционных проектов.

Сейчас четко видно, что есть несколько стратегических направлений, которые востребованы сегодня и, без сомнений, окажутся востребованы в будущем. В энергетической сфере у стран СНГ существует колоссальный потенциал. Среди перспективных проектов в России можно назвать строительство нескольких десятков атомных блоков, гидроэлектростанций в Сибири и на Дальнем Востоке, использование богатейших залежей угля. Гидроэнергетика будет развиваться в таких странах, как Кыргызстан и Таджикистан, даже несмотря на сложную финансовую ситуацию. Бурное развитие энергетическая отрасль обязательно получит в Казахстане, включая проекты использования Экибастузского угольного бассейна [6].

Очень серьезное направление сотрудничества – транзит. Сейчас, например, перед основными игроками мировой экономики остро стоит вопрос, как быстро перебросить груз из Китая в Европу и обратно, как осуществить транспортировку ресурсов. Япония, КНР и Южная Корея испытывают дефицит ресурсов и ищут пути оптимизации транзитных издержек, в том числе во взаимодействии с Россией. В этой ситуации программа развития транзитного потенциала должна выйти на второе место после энергетики в списке приоритетных направлений. Не случайно и Казахстан, и Таджикистан ведут сейчас активное дорожное строительство, понимая всю важность развития транспортных коридоров.

Третье стратегическое направление, в котором требуется создание постоянно действующего наднационального координирующего органа, – сельское хозяйство. Потенциал здесь колоссальный, тем более что республики СНГ приняли амбициозные программы по наращиванию объемов мяса и зерна, широко востребованных с учетом глобальных потребностей. Россия и Казахстан уже вырабатывают общую зерновую политику в рамках Единого экономического пространства [7].

Еще одно направление координированного сотрудничества – миграция. Снятие границ в Таможенном союзе и Едином экономическом пространстве между Россией, Казахстаном и Беларусью родило острый вопрос о включении Кыргызстана и Таджикистана в Единое экономическое пространство. Сделать это нужно не торопясь, но и не затягивая. Во-первых, данный шаг будет способствовать легализации миграционных потоков из двух стран, во-вторых, перенос границ и таможенного контроля на внешний контур расширенного Единого экономического пространства поможет поставить более ощутимый заслон международному наркотрафику, для которого Таджикистан является важным перевалочным пунктом [8].

Развитие экономического сотрудничества стран СНГ и становление самого Содружества как межгосударственного объединения призвано оказывать реальное содействие оздоровлению экономик стран-участниц и защищать их национально-государственные интересы на международной арене [7].

Литература

1. BBC РУССКАЯ СЛУЖБА / Электронный ресурс // URL: <http://www.bbc.com/russian/business> (дата обращения: 04.02.2016).
2. Экономическая безопасность России: общий курс под ред. академика РАН В.К. Сенчагова (Академия народного хозяйства при Правительстве Российской Федерации). – М.: Издательство «ДЕЛЮ». - 2005 г.
3. Богомолов В.А. и др. Экономическая безопасность: учеб.пособие для студентов вузов / под ред. В.А. Богомолова. – 2-е изд. – М.:Юнити-дана. – 2009, 295 с.

4. Бекренева Т. Антимонопольное законодательство. Обеспечение защиты конкуренции. – М. - 2010 г.
5. «РИА Новости» – информационное агентство / электронный ресурс // URL:<http://ria.ru/есопоту/> (дата обращения: 04.02.2016).
6. Голубятникова М.В. Подходы к определению пределов продовольственной безопасности / Вестник АПК Ставрополя. - 2015. – № 2(18). – стр. 239-246.
7. Голубятникова М.В. Состояние продовольственной безопасности России / Сборник Международной научной школы «Парадигма», Варна. - 2015 г. – стр.247-256.
8. Бромвич М. Анализ экономической эффективности капиталовложений. – М.: ИНФРА-М. - 2011.
9. Голубятникова М.В. Продовольственная безопасность как инструмент обеспечения военной безопасности государства. / Сборник материалов II Международной научно-практической конференции «Производственный менеджмент: теория, методология, практика» // Под общей редакцией С.С. Чернова. – Новосибирск. - 2015. – стр. 210-213.

Сведения об авторах

Сулейманов Артур Маратович, - доцент кафедры гражданского права ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России», подполковник внутренней службы. 196084, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149. Тел.: 8 (812) 369-69-68; 8-911-824-90-09. E-mail: 101-106@bk.ru.

Сулейманова Мария Викторовна, - преподаватель кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России», подполковник внутренней службы. 196084, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149. Тел.: 8 (812) 369-69-70; 8-911-117-81-56. E-mail: 101-106@bk.ru.

Норсеева Мария Евгеньевна, - научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт по делам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России». 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7. Тел.: 8 (495) 449-90-76; 8-915-285-64-67. E-mail: masynia11@yandex.ru.

ОБОБЩЕННАЯ ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОЗАВИСИМЫХ КРИТИЧНЫХ ИНФРАСТРУКТУР В ВИДЕ СЕТЕВОГО ПОТОКА

Доктор техн. наук *С.А. Тимашев*, кандидат техн. наук *А.В. Бушинская*
ФГБУН НИЦ «НиР БСМ» УрО РАН, УрФУ

В работе представлена синтетическая рабочая модель функционирования взаимозависимых систем критичных инфраструктур, каждая из которых представлена в виде некоторой транспортной сети, состоящей из узлов и направляющих ребер. Узлы обычно представляют физические компоненты (так называемые активы) инфраструктуры, которые непосредственно участвуют в снабжении населения и различных производств различными продуктами или предметами потребления, в том числе услугами.

Ключевые слова: взаимозависимые критичные инфраструктуры, сетевой поток, транспортные сети, живучесть.

GENERALIZED PROBABILISTIC NETWORK FLOW MODEL OF INTERDEPENDENT CRITICAL INFRASTRUCTURES

Dr. (Tech.) *S.A. Timashev*, Ph.D. (Tech.) *A.V. Bushinskaya*
SEC «Reliability and Safety of Large Systems of Machines» UB RAS, UrFU

The paper presents a composite practical model describes the functioning of interdependent systems of critical infrastructures, each of which is represented in the form of a transport services network comprised of nodes and directed edges. Nodes typically represent physical infrastructure components (the so-called assets), which are directly involved in supplying the population and different industries in the different products or commodities.

Key words: interdependent critical infrastructure, network flow, transportation networks, resilience.

Введение

Под *живучестью* [Resilience (*RSL*) или Hardiness (*H*)] понимается свойство системы продолжать выполнять свои функции (в полном объеме или частично) *после получения того или иного повреждения*. В данном исследовании принято, что причина (первоисточник) повреждения не имеет значения при определении живучести системы. Хотя данный постулат не является абсолютным, однако он позволяет расщепить сложную комплексную проблему обеспечения безопасности объекта на две независимые задачи, без потери общности решения как каждой из них, так и проблемы в целом. При этом вопрос оценки полного ущерба в контексте данной задачи должен рассматриваться отдельно, в зависимости от конкретного сценария развития инцидента, аварии или катастрофы.

Вероятностное определение (и решение) задачи оценки региональной живучести

Живучесть (*RSL*) критичной инфраструктуры (*КИ*) зависит от многих параметров, большинство из которых являются случайными величинами (*СВ*), случайными функция-

ми (СФ) или даже случайными полями (СП). Она также является функцией времени. Следовательно, живучесть разворачивается во времени и также является СВ, СФ или СП.

Отсюда следует, что в первом приближении возможно количественно оценить RSL КИ, решив вероятностную задачу поставленную в обобщенном виде следующим образом [1]:

$$RSL(t) = P\left[P(N_t < N_*(0); E < E_*; \Delta RDP \leq \Delta RDP_*; \Delta t_r < \Delta t_*; C \leq C_*, 0 < \tau < t \right], \quad (1)$$

где $P(N_t < N_*(0))$ – вероятность того, что число смертельных исходов/увечий при проявлении опасного события (аварии, катастрофы) и ликвидации его последствий не превысит, за время t , некоторой наперед заданной величины $N_*(0)$; $P(E < E_*)$ – вероятность того, что за время t объем повреждений окружающей среды не превысит некоторой наперед заданной величины E_* ; $P(\Delta RDP \leq \Delta RDP_*)$ – вероятность того, что уменьшение регионального валового продукта за время t не превзойдет некоторой величины ΔRDP ; $P(\Delta t_r < \Delta t_*)$ – вероятность того, что приемлемое время восстановления критичной инфраструктуры не превысит некоторое наперед заданное значение Δt_* ; $P(C \leq C_*)$ – вероятность того, что стоимость восстановления критичной инфраструктуры (региона) после аварии не превысит наперед заданной величины C_* .

В общем случае к этому уравнению необходимо добавить некоторые дополнительные количественные показатели, относящиеся к человеческому фактору (отнесенные ко всему населению региона, вовлеченному в аварийную ситуацию, и классифицированные по возрасту, полу и профессии): суммарное число часов, которое это население провело вне комфортной зоны; число легких, средней тяжести и тяжелых заболеваний; число пострадавших (получивших повреждения); число смертей.

Из приведенного выше понятно, что живучесть критичной инфраструктуры, а вместе с ней и региона, на территории которого она размещена, *всегда является условной величиной (функцией, полем)* которая зависит от многих внешних по отношению к КИ параметров – характеристик вектора сил и воздействий, обрушившихся на КИ; временных ограничений на восстановление частичной или полной работоспособности КИ; ограничений на все типы ресурсов, которые могут быть выделены владельцами КИ, а также лицами, принимающими решения (ЛПР) на региональном и/или национальном уровне для ликвидации аварии или катастрофы.

Для решения поставленной выше задачи необходимо построить такую рабочую модель функционирования КИ, которая позволяла бы, при зафиксированном на нее вероятностном векторе сил и воздействий, оценить характер и объем повреждений КИ, а затем дать численную оценку всех возможных последствий (ущербов) в натуральных показателях, согласно уравнению (1).

Таким образом, характер и объем повреждений получается из решения соответствующих задач механики разрушения и сценариев развития аварийных ситуаций, как имевших место, так и полученных в результате компьютерного моделирования, и представляет собой отдельную задачу, выходящую за рамки данного исследования. В статье принято, что эти повреждения известны и служат *исходными данными* при решении собственно задачи оценки уровня живучести КИ.

Из постановки задачи ясно, что модель КИ должна позволять находить сравнительно просто и без больших погрешностей численные значения всех типов основных ущербов, и как их размер изменяется во времени.

Наиболее приспособленные для решения этой задачи являются сетевые модели. Среди этой категории моделей выделяются логико-структурные модели, впервые предложенные И.А. Рябининым, различные транспортные сетевые модели, модели сетей Петри и Байесовские сети [2, 3]. Ниже за основу принята усовершенствованная транспортная модель предложенная в [4].

Узлы в данной статье *синтетической* рабочей модели функционирования *взаимозависимых систем критичных инфраструктур* (ВКИ) обычно представляют физические компоненты (так называемые *активы*) инфраструктуры (например ТЭЦ, ГРЭС, трансформаторные подстанции в ЭЭС, нефтеперекачивающие, газокompрессорные станции в нефтегазопроводах, водонасосные станции в водоводах и водопроводах, а также железно- и автодорожные узлы; госпитали; производственные, офисные и жилые здания и т.п.), которые непосредственно участвуют в *снабжении* населения и различных производств различными *продуктами* или предметами потребления, в том числе *услугами*). Ниже при описании *процесса снабжения* будем использовать обобщенное понятие «*продукт*» для всех типов и видов потребления. Представленная в статье модель позволяет моделировать функционирование ВКИ на локальном уровне, что весьма важно при применении метода «снизу-вверх» для оценки живучести ВКИ. В связи с этим она имеет большую разрешающую способность, чем обычные модели, построенные для ВКИ национального масштаба, поскольку может учитывать местные особенности ВКИ, таких как наличие хранилищ продуктов и аварийных генераторов.

Модель рассматривает условия и особенности снабжения, поставки, *перегрузки* и спроса на ресурсы (например, электроэнергию, горячую и холодную воду, уборку отходов жизнедеятельности человека или производств) [2].

Следует отметить, что данный подход обеспечивает только *непрерывность потока продукта в узлах*, при этом физические законы, определяющие закономерности потока продукта могут и не соблюдаться. Однако точность таких (рабочих) моделей во многих практических случаях оказывается достаточной, особенно для систем электро- и водоснабжения [5]. Значительным преимуществом таких моделей является общность математического описания систем инфраструктур различной физической природы и их способность к учету вероятностного характера входящих в нее параметров.

Обобщенная вероятностная модель ВКИ в виде сетевого потока

Описываемая ниже модель инфраструктуры является обобщением существующих моделей транспортных сетей (сетевых потоков). Инфраструктура представлена (рис. 1) диграфом $G(V, E)$, т.е. множеством узлов (вершин) V , соединенных направляющими ребрами E . В *стандартной* модели узлы представляют собой физические компоненты инфраструктуры, ответственные за снабжение, перегрузку (перевалку) продукта, а ребра – за поток (транспорт, продвижение) продукта между узлами [4].

Модель разработана для моделирования поведения взаимозависимых систем инфраструктур (ВСИ) на *локальном* уровне при обычных и чрезвычайных условиях их функционирования (например, при техногенной аварии, природной катастрофе или террористической атаке). Для этого в существующую модель [4] введены следующие модификации:

- при повреждении инфраструктуры моделирующая ее сеть может оказаться *несбалансированной*, т.е. общий спрос на конкретный продукт k может превысить его фактическое наличие. Для возможности моделирования вводятся переменные λ_k , которые описы-

вают возникший неудовлетворенный спрос/дефицит (т.е. разность между объемом фактического спроса на продукт и его реально доступным объемом), а также соответствующие возникшему дефициту стоимости или штрафы c_k^λ ;

– живучесть систем взаимозависимых инфраструктур может быть повышена за счет использования *локальных* складов хранения и/или производства продукта (например, запасных насосов или генераторов).

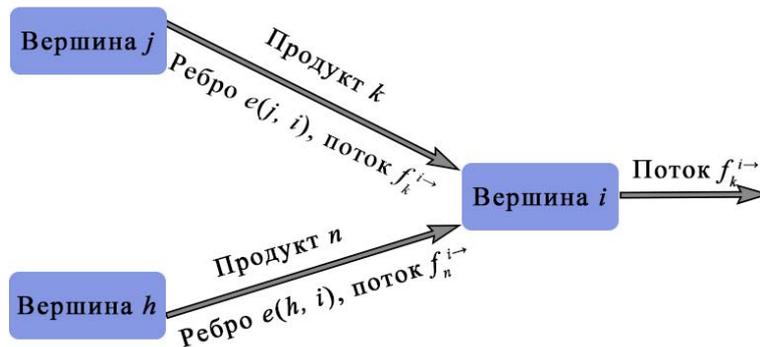


Рис. 1. Базовые параметры сетевой модели

Параметры, описывающие качество функционирования физических компонентов (*активов*) *инфраструктурной* сети (таких как мощность производства и транспортировки продукта, спрос), можно рассматривать в первом приближении как случайные величины (СВ). Можно также дать научно обоснованные значения вероятностей отказов каждому узлу сети (активу). Эти вероятности находятся либо по статистическим данным об отказах активов, либо по данным соответствующих вероятностных расчетов.

Для учета *неудовлетворенного* спроса в модель добавлены переменные s_k и π_k , представляющие соответственно объекты хранения и производства, каждая со своими расходами c_k^s и c_k^π . Таким образом, модель различает продукт, получаемый *извне* (т.е. из источников, находящихся за пределами рассматриваемой местной инфраструктуры), от продукта *местного* производства и хранения. Однако, чтобы произвести продукт k , как правило, потребляется другой продукт(ы) n . Чтобы различать *традиционные* поставки (извне) от внутреннего производства, переменная π_k рассматривается как сумма двух переменных:

- $\pi_{k,k}$, представляющих традиционные поставки (из источника, находящегося за пределами рассматриваемой местной инфраструктуры);
- $\pi_{n,k}$, представляющих *внутреннее* производство (т.е. учитывается потребление продукта n для производства продукта k).

Аналогично, переменная κ_k , представляющая потребление продукта k , тоже является суммой двух переменных:

- $\kappa_{k,k}$, которые обозначают *традиционный* спрос на продукт k ;
- $\kappa_{n,k}$, обозначающие (*внутреннее*) потребление продукта k для производства продукта n .

Ребра рассматриваемой модели аналогичны тем, что используются в традиционной транспортной сети: каждое ребро модели является потоком/поставкой одного продукта.

Узлы (вершины графов) представляют собой такие объекты инфраструктуры (активы), как генерирующие электричество и тепло ГРЭС и ТЭЦ, электрические подстанции, газокomppressorные и нефтеперекачивающие станции, водные и очистные сооружения, водонапорные башни и насосные станции, которые в основном связаны с производством и транспортировкой продуктов. Узлами являются также больницы, магазины, офисные и жилые здания, которые являются потребителями продуктов/ресурсов. Ребра сети моделируют поток (транспорт продукта) между узлами и могут представлять собой линии электропередач, линейные части магистральных и распределительных нефтегазопроводов, водоводов, систем канализации, а также железные и автодороги и др.

Количество хранимых продуктов в узле может меняться со временем. В частности, когда инфраструктура из-за аварии или катастрофы повреждена и имеющиеся в наличии продукты используются для компенсации возникших недопоставок. Для учета этого важнейшего обстоятельства в модель в явном виде введен фактор времени.

Процесс решения задачи начинается с момента возникновения *инициирующего отказа* (аварии или катастрофы инфраструктуры) события, времени t_0 . Решения отыскиваются в дискретные моменты времени с шагом Δt (который может быть переменным) до момента полного восстановления поврежденной инфраструктуры. На каждом временном шаге все переменные и константы остаются неизменными [6]. При прогнозе возможного повреждения инфраструктуры (т.е. оценки вероятности ее частичного или полного отказа), вне зависимости от характера воздействия, необходимо количественно оценить значительную неопределенность параметров, входящих в уравнения. Эта оценка осуществляется либо путем установления вероятностей отказа для активов инфраструктуры, представленных узлами, либо представления емкости производства и/или объема поставок как случайной величины. Поскольку спрос на продукты может быть неопределенным, он в данной модели также рассматривается как случайная величина (СВ).

Модель с многофункциональными узлами

Если узел способен *одновременно* быть производителем и потребителем продукта(ов) и при этом осуществлять перевалку и быть местным хранилищем продуктов, иметь в своем составе аварийные генераторы и принадлежать одновременно нескольким разным КИ, то он называется *многофункциональным* узлом.

Опишем взаимосвязи между переменными и константами, представляющими четыре функции характерного многофункционального узла инфраструктуры, изображенного на рис. 1.

Балансовые уравнения для узла i и продукта k имеют вид

$$\begin{aligned} f_k^{i\leftarrow} + \pi_k^i - \kappa_k^i - \tau_k^i - s_k^i &= 0, \\ \tau_k^i - f_k^{i\rightarrow} &= 0, \end{aligned} \quad (2)$$

где $f_k^{i\leftarrow}, f_k^{i\rightarrow}$ – скорость притока и оттока продуктов; π_k^i – скорость производства продукта; τ_k^i – скорость его перевалки (отгрузки), s_k^i – скорость транспортировки продукта на склад. Если перевалка продукта не влечет расходов и нет *риска повреждения* отгрузочной функции узла, то эти балансовые уравнения можно заменить на одно:

$$f_k^{i\leftarrow} + \pi_k^i - \kappa_k^i - f_k^{i\rightarrow} - s_k^i = 0. \quad (3)$$

В многофункциональном узле могут быть обработаны различные продукты, поэтому уравнения баланса для такого узла должны быть удовлетворены для каждого из этих продуктов.

Скорости притока и оттока $f_k^{i\leftarrow}, f_k^{i\rightarrow}$ суть суммы скоростей потоков по всем ребрам, транспортирующим продукт k соответственно в узел и из узла i . Скорость производства (производительность в единицу времени) продукта k в узле i выражается как

$$\pi_k^i = \pi_{k,k}^i + \sum_{n \neq k} \pi_{n,k}^i, \quad (4)$$

где $\pi_{k,k}^i$ – скорость поставки, когда потребность в другом продукте для производства продукта k не учитывается (как правило, в узлах, которые представляют собой источники поставок продукта k за пределами рассматриваемой локальной инфраструктуры); $\pi_{n,k}^i$ – скорость производства продукта k , который включает потребление другого продукта n . В рассматриваемую модель заложено предположение, что существует линейная зависимость между количеством производимых и потребляемых продуктов, так что

$$\pi_{n,k}^i = \alpha_{n,k}^i \kappa_{n,k}^i, \quad (5)$$

где $\alpha_{n,k}^i$ – коэффициент, связывающий скорость производства продукта k с соответствующей скоростью потребления $\kappa_{n,k}^i$ продукта n . Таким образом, выражение (4) приобретает вид

$$\pi_k^i = \pi_{k,k}^i + \sum_{n \neq k} \alpha_{n,k}^i \kappa_{n,k}^i, \quad (6)$$

Скорость потребления продукта k в узле i формулируется следующим образом:

$$\kappa_k^i = \kappa_{k,k}^i + \sum_{n \neq k} \kappa_{n,k}^i, \quad (7)$$

где $\kappa_{k,k}^i$ – скорость потребления продукта k для удовлетворения спроса потребителей; $\kappa_{n,k}^i$ – скорость потребления продукта k для производства другого продукта n .

Для учёта случая, когда из-за повреждения инфраструктуры не весь спрос удовлетворяется, величина $\kappa_{k,k}^i$ представляется как

$$\kappa_{k,k}^i = \kappa_k^{i,\max} - \lambda_k^i, \quad (8)$$

где $\kappa_k^{i,\max}$ – фактическая скорость спроса, т.е. максимальная/требуемая скорость потребления продукта k на узле i в данный момент времени, а λ_k^i – скорость неудовлетворенного спроса (рост дефицита в единицу времени).

Выражение (7) можно переписать в виде

$$\kappa_k^i = \kappa_k^{i,\max} - \lambda_k^i + \sum_{n \neq k} \kappa_{n,k}^i. \quad (9)$$

Введение функции хранения хотя бы для одного из узлов инфраструктуры делает разработанную модель зависимой от времени. Количество $\omega_k^i(t)$ продуктов k , хранящихся в узле i в момент t ,

$$\omega_k^i(t) = \omega_k^i(t - \Delta t) + s_k^i \Delta t \leq \omega_k^{i,\max}, \quad (10)$$

где s_k^i – скорость изменения объема хранимого продукта; Δt – шаг по времени и $\omega_k^{i,\max}$ – максимальная емкость узла i для продукта k .

Принимая во внимание уравнения (5.1.32) и (5.1.35), уравнение (11) можно переписать в виде

$$f_k^{i \leftarrow} + \pi_{k,k}^i + \sum_{n \neq k} \alpha_{n,k}^i \kappa_{n,k}^i - \kappa_k^{i,\max} + \lambda_k^i - \sum_{n \neq k} \kappa_{n,k}^i - \tau_k^i - s_k^i = 0. \quad (12)$$

При этом второе уравнение из (2) остается неизменным, а уравнение (3) можно переписать таким же образом, как и первое уравнение (2).

Формулировка оптимизационной задачи

В общем случае задачи, связанные с оптимизацией функционирования КИ и их систем, можно решить простым перебором (при небольшой размерности задачи), а также с помощью различных аналитических методов (линейного и динамического программирования, метода жадных алгоритмов и др.). Выбор метода решения не формализован и зависит от конкретной задачи.

Отличие разработанной в данной статье модели от существующих состоит в том, что она позволяет оптимизировать функционирование инфраструктуры по какому-либо критерию риска, в частности, за счет минимизации суммарной стоимости ее функционирования с учетом полного возможного ущерба в каждой конкретной ситуации, в том числе, с возможными человеческими потерями и жертвами. При этом в выражение (13) необходимо ввести новые члены, которые количественно описывают нематериальный ущерб (увечья, смерти).

Рассматриваемая задача оптимизации (минимизации) затрат на поддержание сети инфраструктуры в рабочем (проектном) состоянии формулируется как следующая задача линейного программирования:

$$\begin{aligned} & \min_{\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n} \mathbf{c}^T \mathbf{x} \\ & \text{при условии} \quad \mathbf{b}_l \leq \mathbf{A}\mathbf{x} \leq \mathbf{b}_u \quad (\text{общие ограничения}) \\ & \quad \quad \quad \mathbf{x}_l \leq \mathbf{x} \leq \mathbf{x}_u \quad (\text{ограничения на переменные}) \end{aligned}$$

где \mathbf{x} – вектор переменных, \mathbf{c} – целевой вектор коэффициентов (т.е. затраты); \mathbf{A} – матрица коэффициентов; $\mathbf{b}_l, \mathbf{b}_u, \mathbf{x}_l, \mathbf{x}_u$ – соответственно векторы нижних и верхних границ основных ограничений и ограничений на переменные.

Затраты C на эксплуатацию сетевой инфраструктуры в единицу времени в пределах временного интервала $(t - \Delta t, t)$ можно выразить следующим образом:

$$C = \sum_{k=1}^K \left[\sum_{e \in E} c_k^{f,e} f_k^e + \sum_{i \in V} c_k^{\pi,i} \pi_k^i + \sum_{i \in V} c_k^{\lambda,i} \lambda_k^i + \sum_{i \in V} c_k^{\omega,i} \frac{1}{2} [\omega_k^i(t) + \omega_k^i(t - \Delta t)] \right], \quad (13)$$

где $c_k^{f,e}, c_k^{\pi,i}, c_k^{\lambda,i}, c_k^{\omega,i}$ – расходы, связанные с потоком, производством, нехваткой (дефицитом) и хранением продукта k в единицу времени соответственно; K – общее число продуктов, проходящих через инфраструктуру.

Стоимость хранения [последняя сумма в уравнении (13)] основана на *среднем* количестве хранимых продуктов в интервале времени $(t - \Delta t, t)$. Если подставить уравнения (6) и (10) в уравнение (13), то общая стоимость становится равной

$$C = \sum_{k=1}^K \left[\sum_{e \in E} c_k^{f,e} f_k^e + \sum_{i \in V} c_k^{\pi,i} \left(\pi_k^i = \pi_{k,k}^i + \sum_{n \neq k} \alpha_{n,k}^i \kappa_{n,k}^i \right) + \sum_{i \in V} c_k^{\lambda,i} \lambda_k^i + \frac{1}{2} \sum_{i \in V} c_k^{\omega,i} s_k^i \Delta t + \sum_{i \in V} c_k^{\omega,i} \omega_k^i(t - \Delta t) \right], \quad (14)$$

где последняя сумма является константой, и должна быть исключена из целевой функции; для получения общей стоимости, включая полную стоимость хранения, этот компонент может быть добавлен после оптимизации.

Теперь задача оптимизации формулируется следующим образом:

$$\min C = \min \sum_{k=1}^K \left[\sum_{e \in E} c_k^{f,e} f_k^e + \sum_{i \in V} c_k^{\pi,i} \left(\pi_k^i = \pi_{k,k}^i + \sum_{n \neq k} \alpha_{n,k}^i \kappa_{n,k}^i \right) + \sum_{i \in V} c_k^{\lambda,i} \lambda_k^i + \frac{1}{2} \sum_{i \in V} c_k^{\omega,i} s_k^i \Delta t \right], \quad (15)$$

при следующих общих ограничениях:

$$\begin{aligned} f_k^{i \leftarrow} + \pi_{k,k}^i + \sum_{n \neq k} \alpha_{n,k}^i \kappa_{n,k}^i - \kappa_k^{i, \max} + \lambda_k^i - \sum_{n \neq k} \kappa_{n,k}^i - \tau_k^i - s_k^i &= \kappa_k^{i, \max}, \\ \forall i \in V \text{ и } \forall k \in K \\ \tau_k^i - f_k^{i \rightarrow} &= 0, \forall i \in V \text{ и } \forall k \in K \\ \pi_{k,k}^i + \sum_{n \neq k} \alpha_{n,k}^i \kappa_{n,k}^i &\leq \pi_k^{i, \max}, \forall i \in V \text{ и } \forall k \in K \end{aligned} \quad (16)$$

и ограничениях на переменные:

$$\begin{aligned}
 0 &\leq f_e \leq f_e^{\max} \forall e \in E; \\
 0 &\leq \pi_{k,k}^i, \forall i \in V \text{ и } \forall k \in K; \\
 0 &\leq \kappa_{n,k}^i, \forall i \in V \text{ и } \forall k \in K \text{ и } \forall n \in K, k \neq n; \\
 0 &\leq \lambda_k^i, \forall i \in V \text{ и } \forall k \in K; \\
 0 &\leq \tau_k^i \leq \tau_k^{i,\max}, \forall i \in V \text{ и } \forall k \in K; \\
 -\frac{\omega_k^i}{\Delta t} &\leq s_k^i \leq \frac{\omega_k^i - \omega_k^{i,\max}}{\Delta t}, \forall i \in V \text{ и } \forall k \in K,
 \end{aligned}$$

где f_e^{\max} – максимальная пропускная способность ребра e ; $\pi_k^{i,\max}$ – максимально возможная производительность (скорость производства) продукта k в узле i ; $\tau_k^{i,\max}$ – максимальная способность отгрузки продуктов k в узле i .

Минимизация общей стоимости отдельно на каждом временном шаге еще не дает оптимального решения для функционирования инфраструктуры в течение всего рассматриваемого периода времени. Когда сетевая инфраструктура находится в полностью рабочем состоянии, очевидно, что оптимальное количество хранимых продуктов равно нулю, поскольку, если все работает нормально, нет необходимости хранить продукты и нести дополнительные расходы. Однако, когда сетевая инфраструктура повреждена, наличие продуктов на хранении может привести к снижению общей стоимости (поскольку зачастую существуют дополнительные высокие штрафные затраты из-за неудовлетворенных потребностей). Численно эта проблема решается либо путем искусственного задания отрицательных расходов на хранение (что предотвращает использование хранимых продуктов в нормальных условиях), либо путем минимизации общей стоимости по всем рассматриваемым моментам времени. Иными словами, целевая функция описывается как сумма расходов по всей траектории (всем шагам) изменения состояния критичной инфраструктуры. Второй подход представляется более предпочтительным, однако для его использования необходимо знать время, необходимое для восстановления инфраструктуры из аварийного состояния в исходное неповрежденное (как новое). Это время может служить хорошим *критерием живучести и стратегической готовности инфраструктуры*, но может быть трудно предсказуемым в силу значительной неопределенности многих параметров. Здесь для получения практических результатов может оказаться необходимым применение специальных вероятностных моделей – нечеткой логики, интервальных вероятностных оценок и др.

Учет взаимозависимости критичных инфраструктур

Этот учет весьма важен, так как от него зависит уровень достоверности получаемых результатов, поскольку зачастую отказы элементов одной и той же КИ или элементы двух и более КИ могут быть *взаимозависимыми*.

Зависимость между элементами логико-структурных моделей КИ бывает двух типов:

- отказ какого-либо элемента КИ *меняет режим работы* КИ (например, когда выход из строя одного управляющего элемента меняет режим работы других элементов);

– на всю КИ (совокупность всех ее элементов) действует какой-то один случайный фактор (ветер, снег, температура, вибрация и др.), одновременно влияющий на надежность всех или части элементов КИ.

Проведенные расчеты показывают, что если рассматривается простая, нерезервированная и невосстанавливаемая система, то зависимость первого типа не сказывается на надежности КИ в целом. Если же КИ резервирована и восстанавливается, то взаимозависимость по второму типу должна учитываться. В целом, неучет сильной зависимости отказов в многоэлементной КИ может привести к большим ошибкам. Пренебрежение зависимостью отказов при последовательном соединении элементов может привести к существенному *занижению* надежности КИ. При параллельном соединении элементов неучет их взаимозависимости приводит, наоборот, к *завышению* надежности КИ.

Если режим работы КИ характеризуется некоторой непрерывной случайной величиной V (скажем скоростью ветра) с известной плотностью распределения $f(v)$, то надежность КИ определится формулой: $P(t) = \int P_{f|v}(v) f(v) dv$, где $P_{f|v}(v)$ – условная надежность КИ при условии, что $V = v$. Интеграл распространяется на всю область возможных значений V .

Завышение надежности резервированного блока КИ за счет пренебрежения зависимостью отказов его элементов тем больше, чем больше число резервных элементов.

Если КИ состоит из элементов, соединенных как последовательно, так и параллельно (дублированы только наиболее важные компоненты КИ), то пренебрежение зависимостью отказов может приводить как к завышению, так и к занижению надежности КИ.

Для более сложных КИ, которые не сводятся к чисто логико-структурным схемам, необходимо проводить серию численных сопоставительных расчетов, позволяющую оценить размеры ущербов, зависящих от учета/неучета взаимозависимости элементов одной, двух и более КИ для каждого сценария развития аварийной ситуации.

Пример вероятностного анализа локальной инфраструктуры транспортного типа

Проанализируем, на основе описанной выше модели, функционирование системы, состоящей из *двух взаимозависимых критических инфраструктур* (электричество и вода) расположенных в одном из городов на крайнем севере России (см. рис. 2) во время *экстремальной зимней метели*, характеризующейся ветром с ураганскими скоростями, которые бывают 1 раз в 100 лет (проектное событие), с одновременным повышением температуры атмосферного воздуха до уровня, вызывающего образование наледи на проводах линий электропередач.

Моделирование экстремальной зимней метели в данном отчете не рассматривается, поскольку это является отдельной задачей из класса анализа последствий воздействия стихии на конструкции системы взаимозависимых КИ. Она решается путем рассмотрения совместного воздействия ветра и обледенения на прочность, устойчивость и колебания конструкций опор и проводов как механических систем. В результате решения этих задач *статистической механики* получают так называемые *кривые повреждаемости* (fragility curves), которые *связывают физические параметры ветра* (его среднюю скорость и дисперсию, температуру воздуха, интенсивность и продолжительность снегопада и др.) с *вероятностью того или иного повреждения опор* (перекос, опрокидывание, потеря устойчивости отдельных стержневых элементов и т.п.) и *проводов* (провисание, контакт двух соседних проводов линии, обрыв).

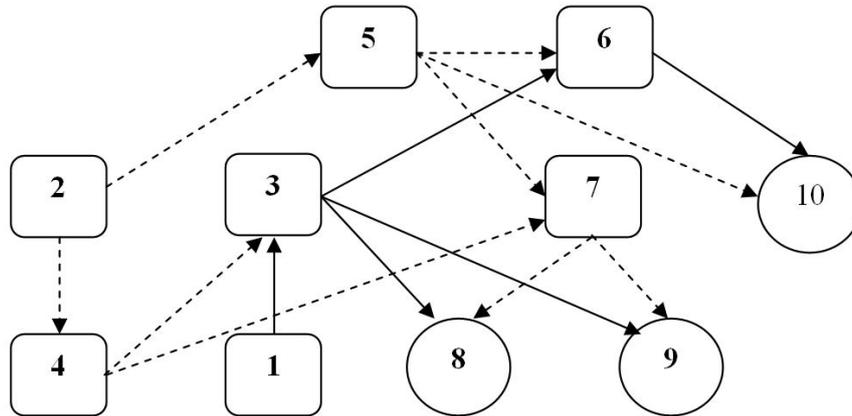


Рис. 2. Локальная сеть инфраструктуры. Ребра: сплошные линии – водопроводы, пунктирные – ЛЭП

Вероятность отказа (ВО) каждого элемента ЛЭП P_f при этом может быть оценена как

$$P_f(t) = P[Y(\tau) < 0; 0 \leq \tau \leq t] \quad (17)$$

где $Y(t)$ - функция предельного состояния (ФПС) элемента ЛЭП, под которой понимается разность между функцией, описывающей физическую нагрузку, действующую на элемент, и предельно допустимым значением этой нагрузки.

Для оценки ВО (17) используется аппроксимация неизвестной плотности вероятности ФПС $Y(t)$ ортогональным полиномом – частичной суммой ряда Грам-Шарлье-Эджворта:

$$f(y) = \left[\varphi(y) - \frac{S}{3!} \varphi^{(3)}(y) + \frac{E}{4!} \varphi^{(4)}(y) + \frac{10S^2}{6!} \varphi^{(5)}(y) \right] / \sigma_Y \quad (18)$$

где $\varphi(y)$ - плотность стандартного нормального распределения, ее степень n означает n -ную производную; y – нормированная величина: $y = \frac{y - \mu_Y}{\sigma_Y}$; μ_Y - математическое ожидание СВ $Y(t)$; σ_Y - стандартное отклонение СВ $Y(t)$.

Учитывая свойства интегральной функции распределения, вероятность отказа каждого элемента ЛЭП можно вычислить по формуле:

$$F(Y < 0) = \left[\Phi(z) - \frac{S}{3!} \varphi^{(2)}(z) + \frac{E}{4!} \varphi^{(3)}(z) + \frac{10S^2}{6!} \varphi^{(4)}(z) \right] / \sigma_Y \quad (19)$$

где нормированная величина $z = \frac{0 - \mu_Y}{\sigma_Y}$.

В состав *местной* энергосистемы (первая КИ) входят четыре электрических подстанции – подстанция государственной сети (узел 2), с максимальной мощностью

20 МВтч/день) и три распределительных подстанции: узлы 4 и 7 с максимальной распределительной мощностью 5 МВтч/день и узел 5 с максимальной распределительной мощностью 10 МВтч/день. Вторая КИ включает в себя: водоочистную станцию (узел 1) с максимальной производительностью 1000 м³ питьевой воды в сутки; водонапорную башню (узел 3), с максимальной емкостью 550 м³; и насосную станцию (узел 6) с максимальной мощностью насоса 200 м³/сут, которые потребляют электроэнергию для перекачки воды. Принято, что для перекачки 7,5 м³ воды требуется 1 кВтч. Водопотребителями являются больница (узел 8), дом престарелых и окружающие его жилые кварталы (узел 9), и жилой район (узел 10), чьи ежедневные потребности в электричестве и воде приведены в табл. 1. Узлы и связи между ними схематично изображены на рис. 2.

Таблица 1

Ежедневные потребности в электричестве и воде рассматриваемых элементов КИ

Потребитель	Суточные потребности	
	Электричество, МВтч/сут	Вода, м ³ /сут
Больница (узел 8)	1,3	35
Дом престарелых и окружающие его жилые кварталы (узел 9)	3,1	75
Жилой район (узел 10)	6,0	165

Было проанализировано два варианта: 1) без аварийных генераторов; 2) с аварийными генераторами в узлах 3, 6 и 8. Каждый генератор, мощностью 12 кВт, потребляет один литр дизтоплива на производство 3 кВт, и снабжен топливным баком емкостью 100 л.

В рассматриваемом примере затраты на передачу, хранение, производство и дефицит продуктов не являются фактическими расходами и назначаются для того, чтобы продукты распределялись между потребителями по назначению. Для того, чтобы предотвратить использование хранимых продуктов (воды и топлива) до момента, пока не будет никакого другого пути для удовлетворения спроса, затраты на их хранение устанавливаются отрицательные. В примере задана, в порядке убывания, следующая иерархия приоритетов в получении необходимых ресурсов: больница, дом престарелых, жилой район. Финансовые, материальные и социальные ущербы, связанные с нехваткой воды и электроэнергии для этих потребителей устанавливаются в соответствии с этими приоритетами.

Для трех подстанций в случае обрыва высоковольтных проводов из-за совместного действия ветра и обледенения были получены следующие вероятности отказа: узел 4 – 0,4, узел 5 – 0,6, и узел 7 – 0,2. Поскольку подстанции могут быть только в двух состояниях (работа или отказ/отключение), то вся сеть имеет 23 состояния и вероятности легко вычисляются аналитически. Инфраструктура будет работать и в частично поврежденном состоянии до момента восстановления ЛЭП, которое может занять несколько дней.

В качестве иллюстративного примера выполнен анализ объема поставок электричества и воды потребителям в зависимости от времени восстановления ЛЭП (в течение 1 – 6 дней, с шагом в один день).

Есть несколько параметров, характеризующих эффективность сетевой КИ, которую можно оценить. На рис. 3 и 4, показаны вероятности поставки потребителям необходимого количества (т.е. спроса) электричества и воды без использования аварийных генераторов.

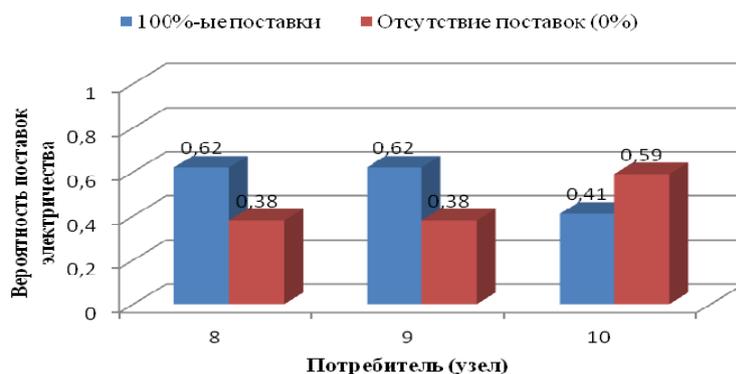


Рис. 3. Вероятность снабжения электричеством потребителей (без учета генераторов)

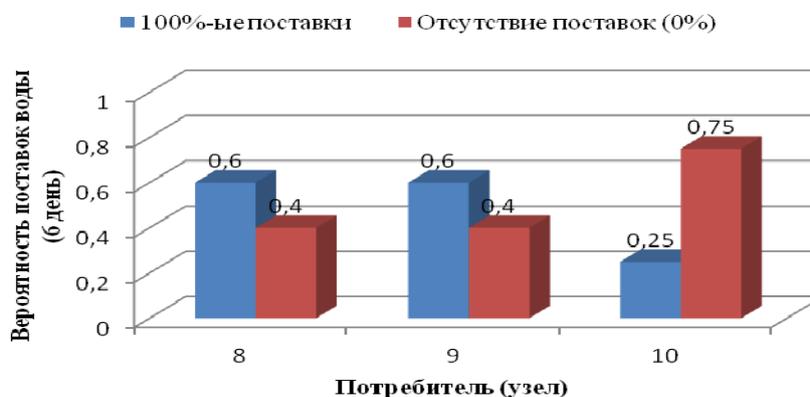
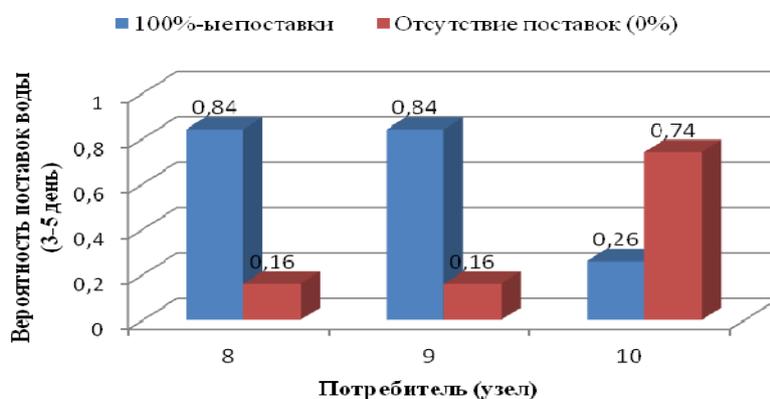
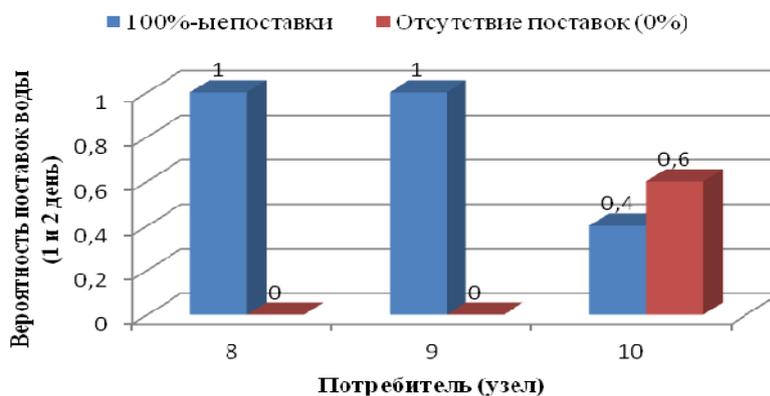


Рис. 4. Вероятность снабжения водой потребителей в течение шести дней после аварии (без учета генераторов)

Видно, что перебои в электроснабжении могут начаться в первый же день и далее результаты (т.е. процент поставок и соответствующие вероятности) не меняются в течение рассматриваемых 6 дней. Перебои в подаче воды могут произойти в первый день только в жилом районе (узел 10) из-за отказа поставок электроэнергии для насосной станции (узел 6). Хранение воды в водонапорной башне гарантирует, что вода будет поставляться в полном объеме в больницу (узел 8) и в дом престарелых, в том числе и в окружающие жилые кварталы (узел 9). Перебои в подаче воды у этих потребителей могут начаться на третий день и ситуация ухудшится на шестой день.

Заключение

В работе дана формула для расчета, и разработан общий алгоритм оценки уровня живучести СВКИ. Новым аспектом предложенного алгоритма является многофункциональный узел, который способен моделировать процессы производства, потребления, транспортировки и хранения продуктов (ресурсов). Это является ключевым моментом, функционально связывающим уровень живучести ВКИ с ущербом от частичного ее отказа. Модель также включает в себя инструменты для проведения временного анализа ВКИ с несбалансированным спросом и предложением (что абсолютно необходимо для моделирования работы поврежденной из-за аварии инфраструктуры).

Разработанный впервые общий алгоритм оценки уровня живучести СВКИ существенным образом опирается на использование предложенной расширенной модели транспортной сетевой КИ, которая позволяет моделировать взаимозависимые инфраструктуры в виде единой сети, а также их производительность.

Результат исследований является весьма актуальным, так как позволяет оценивать последствия принимаемых решений в области управления крупными КИ.

На модельном примере из двух небольших взаимозависимых систем инфраструктуры – электро- и водоснабжения во время зимней метели было показано, как неопределенности, связанные с повреждением/выходом из строя объектов инфраструктуры, могут быть приняты во внимание за счет переменных λ_k , которые описывают возникший неудовлетворенный спрос (дефицит) и соответствующие возникшему дефициту стоимости или штрафы c_k^λ .

Модель может быть использована для изучения производительности (и через нее, живучести) гораздо более сложных взаимозависимых сетевых инфраструктур, с более высокой скважностью (например, ежечасно, ежеминутно), и рассмотрения таких параметров взаимозависимых КИ как спрос, производство и/или потоки продуктов, как неслучайные функции времени от случайных величин, функций или полей.

Литература

1. Timashev S.A. Unified Quantitative Criteria for Management of Regional Risk // 11-th International Conference on Structural Safety & Reliability. New York, USA. - June, 2013
2. Ahuja R.K., Magnanti T.L., Orlin J.B. Network Flows: Theory, Algorithms and Applications. New Jersey: Prentice Hall. - 1993.
3. Качур С.А. Моделирование аварийных ситуаций ядерных энергетических установок на основе стохастических сетей Петри // Збірник наукових праць Севастопольського національного університету ядерної енергії та промисловості. - № 4(40), 2011. С. 22 – 29.
4. Val D.V., Holden R., Nodwell S. Probabilistic assessment of failures of interdependent infrastructures due to weather related hazards // 11-th International Conference on Structural Safety & Reliability. New York, USA. - June, 2013.

5. Manca A., Sechi G.M., Zuddas P. Water supply network optimisation using equal flow algorithms // Water Resource Management. - 24(13), 2010. P. 3665–3678.
6. Svendsen N., Wolthusen S. Connectivity models of interdependency in mixed-type critical infrastructure networks // Information Security Technical Report. - № 12(1), 2007. P. 44–55.

Сведения об авторах

Тимашев Святослав Анатольевич, - профессор, г.н.с. Научно-инженерного центра «Надежность и ресурс больших систем и машин» УрО РАН. Уральский федеральный университет, ул. Студенческая, д. 54, корпус А, г. Екатеринбург, 620049, тел.(343) 374-16-82, 9122842950. E-mail: timashevs@cox.net

Бушинская Анна Викторовна, - доцент, в.н.с., Научно-инженерного центра «Надежность и ресурс больших систем и машин» УрО РАН. Уральский федеральный университет, ул. Студенческая, д. 54, корпус А, г. Екатеринбург, 620049, тел.(343) 375-44-44, 9090906080, E-mail: bushinskaya@gmail.com

УДК 621.039.51

ВОЗМОЖНЫЙ МЕХАНИЗМ ВЫХОДА ГАЗОВЫХ ПРОДУКТОВ ДЕЛЕНИЯ ИЗ НАТРИЕВОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

**Доктор техн. наук А.Е. Киселев, доктор техн. наук М.Д. Сегаль,
доктор физ.-мат. наук В.Н. Семенов, М.Б. Филиппов,
кандидат физ.-мат. наук С.В. Цаун**
Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН

Рассматриваются вопросы, связанные с поведением нерастворимых газов в жидкометаллическом (натриевом) теплоносителе реакторной установки. Разработана физическая и математическая модель поведения газовых пузырьков и выхода их в газовую полость реактора. На основе разработанной модели создано программное средство и выполнен ряд модельных расчетов. Полученные результаты будут использованы для обоснования радиационной безопасности реакторных установок с реактором на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем.

Ключевые слова: реактор на быстрых нейтронах, безопасность, натриевый теплоноситель, пузыри, газообразные продукты деления, дегазация, численные методы.

A POSSIBLE MECHANISM OF THE GASEOUS FISSION PRODUCTS RELEASE FROM THE SODIUM COOLANT

**Dr. (Tech.) A.E. Kiselev, Dr. (Tech.) M.D. Segal, Dr. (Phys.-Mat.) V.N. Semenov,
M.F. Philippov, Ph.D (Phys.-Mach.) S.V. Tsaun**
Nuclear Safety Institute of the Russian Academy of Sciences (IBRAE RAN)

The paper is devoted to numerical simulation of the insoluble gases behavior in liquid-metal (sodium) coolant of the reactor systems and the insoluble gases out into the gas chamber of the reactor. The model of the insoluble gases behavior was created. The numerical code was created on basis of this model. The behavior of the bubbles in coolant was investigated with help this code. The findings can be used for radiation safety justification on fast reactor with sodium coolant.

Key words: fast reactor, safety, sodium coolant, bubble, gaseous fission products, degassing, numerical simulation.

Введение

В настоящее время активно ведутся работы в области развития технологии реакторов на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем.

В России накоплен значительный опыт разработки и эксплуатации реакторов на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем (действующие реакторные установки БН 600 и БН 800 на Белоярской АЭС), в рамках Федеральной целевой программы «Ядерные энерготехнологии нового поколения» разрабатываются проекты установки БН 1200 с натриевым теплоносителем, и БРЕСТ-ОД-300 со свинцовым теплоносителем [1-3]. Дальнейшее развитие и возможность широкомасштабного применения данной технологии в народном хозяйстве требует повышения безопасности реакторных установок (РУ).

За время нормальной эксплуатации в результате деления ядер топлива происходит накопление радиоактивных продуктов деления (ПД) как в самой топливной матрице, так и под оболочками тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ) в результате миграции ПД из топлива в газовый зазор ТВЭЛ. Эти вещества могут проникать за пределы ТВЭЛов через неплотности в оболочках даже при нормальной работе РУ. В аварийных ситуациях этот процесс идет существенно более интенсивно.

Среди всех радионуклидов, образующихся в топливе и технологических средах РУ, можно выделить в отдельную группу газообразные продукты деления (ГПД), как наиболее подвижные, и в первую очередь радиоактивные изотопы ксенона и криптона. Эти изотопы вносят существенный вклад в суммарную накопленную в топливе активность (около 5% от общей активности ПД в ТВЭЛ [4,5]). ГПД, вышедшие из газового зазора ТВЭЛ в результате разгерметизации оболочки, попадают в натриевый теплоноситель, где они существуют в виде газовых пузырьков [5]. Пузырьки могут подниматься к поверхности теплоносителя и через нее выходить в газовую полость реактора (ГПР), являющуюся частью газовой системы РУ, заполненной аргоном. Давление аргона в газовой системе всегда больше атмосферного (для исключения контакта воздуха с поверхностью натрия), и из-за неизбежного наличия протечек, она является одним из каналов поступления активности в помещения станции и окружающую среду [5, 6]. Опыт эксплуатации отечественных [7] и зарубежных [8] РУ с натриевым теплоносителем наглядно демонстрирует, что как при нормальной эксплуатации, так и в ходе аварийных процессов изотоп Xe^{133} может вносить основной вклад в активность газовой системы.

Согласно существующим экспериментальным данным [5], процесс выхода ГПД из объема теплоносителя первого контура в газовую систему нельзя рассматривать как мгновенный. В частности, для реакторов БОР-60 и БН-350 среднее время пребывания инертных газов в натрии составляет: для реактора БОР-60 – 7,6-8,3 ч и для реактора БН-350 - 10-22 часа [5]. Подобные временные интервалы сопоставимы с периодом полураспада вносящих основной вклад в активность изотопов ксенона и криптона (период

полураспада Xe^{133} – 5,243 суток, Kr^{88} – 2,84 часа), поэтому длительность пребывания ГПД в натриевом теплоносителе существенно сказывается на суммарной активности в газовой системе и, как следствие, на выходе активности в окружающую среду. Таким образом, время дегазации теплоносителя является важным фактором с точки зрения радиационной безопасности.

В то же время простые оценки этого времени, основанные на скорости всплытия газовых пузырьков в неподвижном натрии, дают значения порядка нескольких минут, т.е., на два порядка меньше, чем наблюдаемые. Это означает, что существует механизм, удерживающий пузырьки в жидкости в течение времени, много большего времени подъема на поверхность.

В настоящей работе сделано предположение о том, что таким механизмом является захват пузырьков в областях с замкнутым вихревым течением, которые, как показывают трехмерные расчеты [9], всегда имеются в потоке теплоносителя над активной зоной, в верхней камере смешения. На основе анализа траекторий одиночного пузырька оценивается возможность такого захвата.

Особенности поведения газовых пузырьков ГПД в теплоносителе

Одной из особенностей, во многом определяющей поведение ГПД в натриевом теплоносителе, является их низкая растворимость.

С учетом того, что суммарная масса натриевого теплоносителя в первом контуре действующих и разрабатываемых РУ БН составляет порядка 800-1000 тонн [6], максимальное значение суммарной массы растворенного в первом контуре ксенона должна лежать в пределах 0,0024 – 0,0030 кг.

Интенсивность поступления ГПД и их масса в теплоносителе определяется как количеством негерметичных твэлов, так и размером дефектов на оболочках твэлов. При нормальной эксплуатации количество твэлов с газовой неплотностью может достигать 0,1 % от общего числа твэл в а.з. [10], при запроектных авариях оно теоретически может достигать до 100 % (к примеру, при полном расплавлении активной зоны), что соответствует диапазону массы ксенона, выходящего в первый контур от 0,07 кг до 281 кг (для РУ БН-1200). Это существенно больше предела растворимости (см. выше), поэтому как при нормальной эксплуатации, так и при аварийных процессах основная масса ГПД в теплоносителе должна быть в виде пузырьков. Дегазация, таким образом, будет определяться переносом пузырей нерастворенного газа в натриевом теплоносителе, которое, в свою очередь, зависит от газосодержания, от размеров пузырей, от режима течения натрия.

В зависимости от объемного газосодержания ГПД могут присутствовать в потоке как пассивная примесь, или же оказывать существенное влияние на гидродинамические и тепловые процессы, в частности, на распределение турбулентных пульсаций в потоке [11].

Необходимо заметить, что возникновение массовой разгерметизации твэлов, при которой в некипящий теплоноситель выйдет несколько сотен килограмм ксенона - авария маловероятная. Более вероятными являются аварийные процессы, при которых разрушение оболочек твэлов носит более локальный характер. При этом только локально (в каком-либо одном элементе первого контура) и на непродолжительное (время перемешивания) присутствие газа в натриевом теплоносителе будет сказываться на теплогидравлических процессах в контуре. Поэтому в данной работе мы будем предполагать, что пузыри в теплоносителе являются пассивной примесью, не влияющей на параметры течения. Аналогичный подход применялся в работах [12-16].

**Математическая модель поведения газового пузыря
в натриевом теплоносителе**

В рамках решения задачи моделирования массопереноса ГПД в верхней камере смешения (ВКС) рассматриваются пузыри нерастворимого газа постоянного объема, не взаимодействующие друг с другом и не оказывающие влияние на теплогидравлические параметры жидкометаллического теплоносителя. Предполагается, что параметры установившегося двумерного течения теплоносителя распределены цилиндрически-симметрично и не меняются с течением времени: $\vec{u}_f(r, z)$ - стационарное поле скоростей, $p_f(r, z)$ - давление, $T_f(r, z)$ - температура, (r, z) – радиус и высота цилиндрической системы координат.

Для моделирования поведения пузыря в ВКС РУ с натриевым теплоносителем будем использовать систему уравнений движения вида [17]:

$$\frac{d}{dt}(\vec{x}_b) = \vec{u}_b, \tag{1}$$

$$m_b \frac{d}{dt}(\vec{u}_b) = \vec{F}_{f \rightarrow b}. \tag{2}$$

С начальными условиями:

$$\vec{x}_b(0) = \vec{x}_b^0, \vec{u}_b(0) = 0. \tag{3}$$

В уравнениях (1)-(2) используются следующие обозначения:

\vec{x}_b - координаты пузыря, м.

\vec{u}_b - скорость пузыря, м/с.

$\vec{F}_{f \rightarrow b}$ - равнодействующая сил, действующих на пузырь.

В общем случае, величина силы $\vec{F}_{f \rightarrow b}$ определяется совокупным действием ряда механизмов: Архимедовой силы, силы лобового сопротивления (\vec{F}_D); подъёмной силы (\vec{F}_L). Тогда вектор равнодействующей сил запишем в виде:

$$\vec{F}_{f \rightarrow b} = \vec{F}_G + \vec{F}_D + \vec{F}_L + \vec{F}_P. \tag{4}$$

Приведём представление для каждого члена в уравнении (4).

Архимедова сила

Соотношение для расчета Архимедовой силы имеет хорошо известный вид:

$$\vec{F}_G = (\rho_b - \rho_f) \cdot V_b \cdot \vec{g}, \tag{5}$$

где

ρ_b и ρ_f – плотности среды внутри пузыря и жидкости, соответственно, m^3 (в дальнейшем индексом b будем обозначать параметры пузыря, индексом l – параметры жидкости);

V_b – объём пузыря, m^3 ;

\vec{g} - ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Сила лобового сопротивления

Сила лобового сопротивления вычисляется по хорошо известному соотношению вида:

$$\vec{F}_D = -\frac{1}{2} C_D \rho_f \pi R_b^2 |\vec{u}_b - \vec{u}_f|, \quad (6)$$

где

C_D – коэффициент сопротивления, зависит в основном от формы и от числа Рейнольдса для пузыря:

$$\text{Re}_b = \rho_f |\vec{u}_b - \vec{u}_f| \cdot \frac{2R_b}{\mu_f}, \quad (7)$$

μ_f – динамическая вязкость жидкости, Па·с.

Для сферических капель в Стоксовом режиме течения, при малых числах Рейнольдса коэффициент сопротивления рассчитывается по формуле [18]:

$$C_D = \frac{8}{\text{Re}_b} \frac{2 + 3 \frac{\mu_b}{\mu_f}}{1 + \frac{\mu_b}{\mu_f}}, \quad (8)$$

μ_b – динамическая вязкость среды внутри пузыря, Па·с. При условии $\mu_b \ll \mu_f$, коэффициент сопротивления для Стоксового режима обтекания пузыря будет иметь вид:

$$C_D = \frac{16}{\text{Re}_b}, \quad (9)$$

Заметим, что при $\mu_b \gg \mu_f$, получим коэффициент сопротивления для твердого шара при обтекании его Стоксовым потоком:

$$C_D = \frac{24}{\text{Re}_b}.$$

Для плотности и вязкости жидкости принимались значения, соответствующие параметрам натрия при температуре 540°C, характерной для теплоносителя на выходе из активной зоны

Подъемная сила

Данная сила обусловлена наличием поперечного градиента скорости в потоке теплоносителя. Аналитическое выражение для данной силы было получено в ходе анализа поведения сферы в невязком потоке [19]:

$$\vec{F}_L = -\frac{1}{2} C_L \rho_f \pi \cdot V_b (\vec{u}_b - \vec{u}_f) \times \nabla \times \vec{u}_f, \quad (10)$$

где C_L – коэффициент подъемной силы.

Формулы для вычисления этой величины приведены в работах [20 и 21].

Сила, возникающая за счет градиента давления

Сила, возникающая из-за разности давлений внутри и снаружи пузыря, имеет вид:

$$\vec{F}_p = -V_b \nabla p, \quad (11)$$

где

∇p – градиент полного давления жидкости, за вычетом гидростатического, поскольку гидростатическое давление учтено в архимедовой силе.

Поле скоростей течения в верхней камере смешения.

Рассматривалось движение одиночного пузырька в некотором модельном поле скоростей течения теплоносителя, имитирующем реальное течение в верхней камере смешения. Движение считалось аксиально симметричным. Расчетная область представляла цилиндр радиусом 2 и высотой 2,25 м, нижний торец которого соответствовал плоскости, расположенной непосредственно над активной зоной, верхний – поверхности жидкости. На боковых поверхностях происходил сток жидкости, имитирующий ее вход в промежуточный теплообменник. Теплоноситель втекает в расчетную область однородно через нижнюю горизонтальную границу, затем течение разворачивается в радиальном направлении и покидает расчетную область через боковую цилиндрическую поверхность.

Как показывают результаты численного моделирования гидродинамических процессов в РУ, для течения в верхней камере смешения типично наличие зоны вихревого движения [9, 22]. Структура течения с вихрем подбирались таким образом, чтобы в общих чертах отразить реальную геометрию и параметры течения в ВКС. Картина линий тока модельного течения показана на рис. 1.

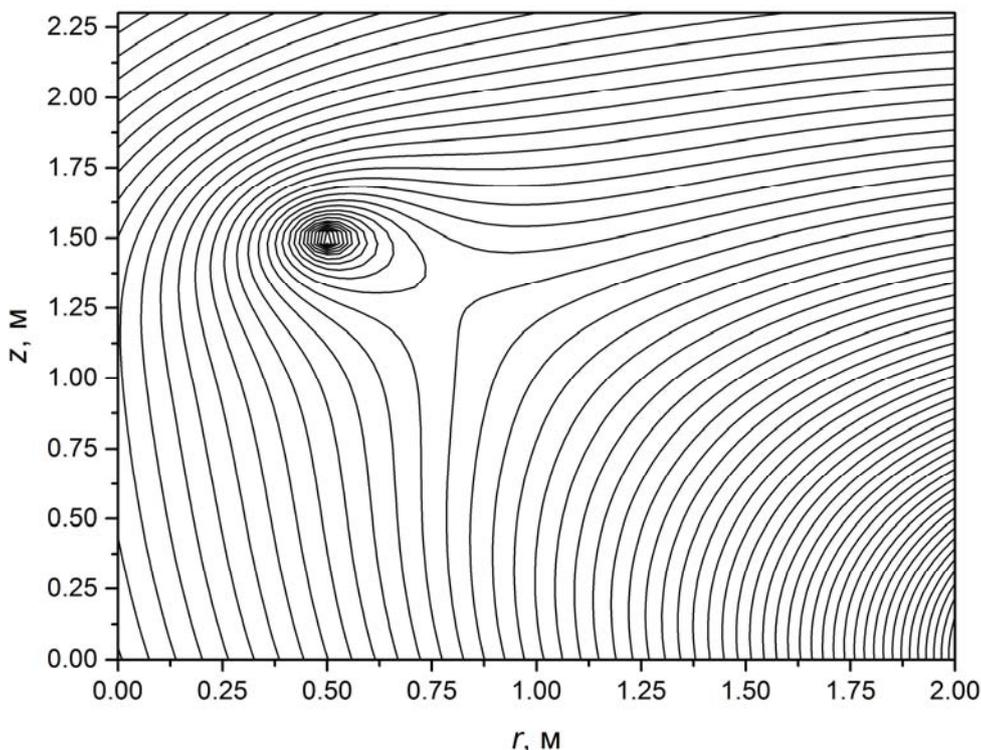


Рис. 1. Линии тока модельного течения, используемые при расчетах

Результаты расчета движения пузырьков в модельном течении

Для интегрирования уравнений движения пузырька (1)-(3) в заданном течении использовался метод Рунге-Кутты четвертого порядка [23].

Методические расчеты, проведенные с помощью программы, продемонстрировали, что в отсутствии участков вихревого движения теплоносителя время всплытия пузырей близко к времени всплытия пузырей в рассматриваемой области при отсутствии движения теплоносителя. Вихревое течение может захватить газовый пузырь и препятствовать его всплытию в ГПР. На рис. 2 в качестве примера результата расчета показана траектория движения пузыря диаметром 5 мм в модельном течении, линии тока которого показаны на рис. 1.

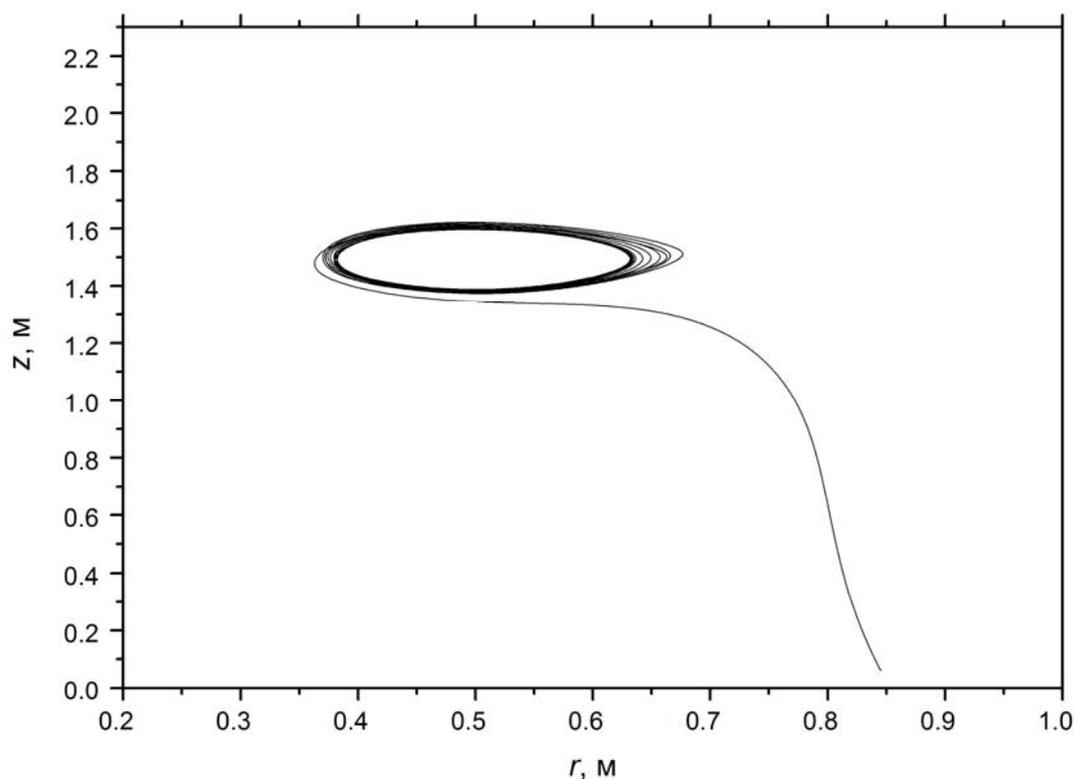


Рис. 2. Пример расчета траектории движения пузыря

Из результатов методических расчетов можно сделать предположение, что основной причиной задержки пузыря в верхней камере смешения является наличие в ВКС участков вихревого движения теплоносителя. В результате попадания пузырей в вихрь будет происходить их удержание в теплоносителе первого контура. Для более детального описания процесса необходимо разработать модель захвата пузыря вихревым течением, модель взаимодействия пузырей (коагуляция) и модель влияния пузырей на вихревое течение. Следует отметить, что если характерные времена данных процессов (коагуляции пузырей и изменения величины циркуляции вихря) будут много больше времени всплытия пузырей из ВКС при отсутствии вихрей, то характерное время дегазации контура будет определяться именно данными величинами.

Заключение

В работе численно решена задача движения газового пузыря в вихревом поле скорости натриевого теплоносителя. Исследован механизм задержки пузыря в вихревом потоке. Показано, что с помощью механизма задержки пузыря вихревым полем, можно объяснить большое время выхода пузыря из верхней камеры смешения в газовую полость реактора БН-600. Полученные результаты играют существенную роль в обосновании радиационной безопасности реакторов на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Изложенные в данной статье результаты могут быть использованы для разработки моделей, предназначенных для прогнозирования радиационной обстановки на реакторах на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем.

Авторы выражают благодарность С.Л. Осипову, и А.В. Саляеву за участие в обсуждении работы и плодотворные дискуссии.

Литература

- 1 "Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем", Ред. С.Е. Щеклеин, О.Л. Ташлыкова, Екатеринбург, УрФУ. - 2013.
- 2 Баклушин Р.П. "Технология энергоблоков АЭС с натриевым теплоносителем". Обнинск. - 2013.
- 3 Адамов Е.О. "Проект "ПРОРЫВ" - создание ядерной энерготехнологии нового поколения". V Региональный Общественный Форум-диалог "Атомные производства, общество, безопасность 2012", Томск. - 2012 г.
- 4 Sandia National Laboratory Report SAND2011-3404. The Development of a Realistic Source Term for Sodium-Cooled Fast Reactors: Assessment of Current Status and Future Needs. Albuquerque, NM: Sandia National Laboratories (2011).
- 5 Радиационная безопасность АЭС с быстрым реактором и натриевым теплоносителем / Ю.В. Чечеткин, В.Д. Кизин, В.И. Поляков. - М.: Энергоатомиздат. - 1983. - 128 с.
- 6 Безопасность АЭС с реакторами на быстрых нейтронах. / Под общей редакцией члена-корреспондента АН РФ В.И. Рачкова / Кузнецов И.А., Поплавский В.М. - М.: ИздАт. - 2012. - 632 с.
- 7 Osipov S.L., Tsikunov A.G., Lisitsin E.C. Release of radioactive fission products from BN-600 reactor untight fuel elements. IAEA/IWGFTR Technical committee meeting on evolution of radioactive material release and sodium fires in fast reactors, Japan, November 11-14, 1996.
- 8 "Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем", Ред. С.Е. Щеклеин, О.Л. Ташлыкова, Екатеринбург, УрФУ. - 2013.
- 9 Численное моделирование теплогидравлических процессов в верхней камере быстрого реактора / С. А. Рогожкин [и др.] // Атомная энергия. - 2013. - Т. 115, вып. 5. - С. 295-298.
- 10 Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии "Общие положения обеспечения безопасности атомных станций" (НП-001-15).
- 11 Теплообмен и волны в газожидкостных системах / Кутателадзе С.С., Накоряков В.Е. - Новосибирск: Наука. - 1984 - 302 с.
- 12 M. Mielli A numerical analysis of confined turbulent bubble plumes: a dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences. - Swiss Federal Institute of Technology, Zurich. - 2002.
- 13 O. Zhukovskaya Studies of small air bubble motion in turbulent pipe flow: A thesis for the degree of doctor of philosophy. - University of Calgary, Alberta. - 2012.
- 14 Modeling of turbulent gas-liquid bubbly flows using stochastic lagrangian model and Lattice-Boltzmann scheme / Sungkorn R., Derksen J.J. and Khinast J.G. // Chemical Engineering Science - 2011. - V. 66, Issue 12. - pp. 2745 - 2757.
- 15 Gas entrainment allowance level at free surface and gas dynamic behavior of sodium-cooled fast reactor/ Yamaguchi A., Tatsumi E., Takata T. and oth. // Nuclear engineering and design - 2011. - V. 241. - pp. 1627 - 1635.

16 A numerical scheme for Euler-Lagrange simulation of bubbly flows in complex systems / Shams E., Finn J. and Apte S.V. // International journal for numerical methods in fluids - 2010. - V. 1. - pp. 1 - 41.

17 E. Shams, J. Finn and S.V. Apte, "A numerical scheme for Euler-Lagrange simulation of bubbly flows in complex systems", Int.J.Numer.Meth. Fluids, 2011, 67, 1865-1898.

18 Hugo A. Jakobsen, "Chemical Reactor Modeling. Multiphase Reactive Flows", Second Edition, Springer. - 2014.

19 T.R. Auton "The lift force on a spherical body in a rotational flow", J. Fluid Mech., 183 (1987), 199-218.

20 Tomiyama, H. Tamai, I. Zun, S. Hosokava, "Transverse migration of single bubbles in simple shear flows", Chemical Engineering Science, 57 (2002), 1849-1858.

21 R. Sungkorn, J.J. Derksen, J.G. Khinast, "Modeling of turbulent gas-liquid bubbly flows using stochastic Lagrangian model and lattice-Boltzmann scheme", Chemical Engineering Science, 66 (2011), 2745-2757.

22 Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности / Под редакцией: академика В.А. Садовниченко, академика Г.И. Савина, чл.-корр. РАН В.В. Воеводина. - М.: Издательство Московского университета. - 2012. - 232 с.

23 Н.Н. Калиткин, «Численные методы», 2-е издание, Санкт-Петербург. - 2011.

Сведения об авторах

Киселев Аркадий Евгеньевич, - зав. Отделением Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, тел. 495955 23 24

Сегаль Михаил Давыдович, - в.н.с. Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, тел.495 955 22 14

Семенов Владимир Николаевич, - зам. зав. Отделением Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, тел.495 955 22 59

Филиппов Михаил Федорович, - м.н.с. Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, тел.495 955 22 73

Цаун Сергей Владимирович, - зав. лабораторией Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, тел.495 955 22 85

УДК 355.58 (О82)

ОСОБЕННОСТИ БОРЬБЫ С ЛЕСОТОРФЯНЫМИ И ТОРФЯНЫМИ ПОЖАРАМИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Доктор сельхоз. наук, кандидат техн. наук *Ю.В. Подрезов*
ФБГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)
Московский физико-технический институт
(государственный университет)

Проанализированы особенности борьбы с лесоторфяными и торфяными пожарами в Российской Федерации, включая способы, средства, технологии, а также причины возникновения и предупреждения указанных пожаров.

Ключевые слова: атмосферные процессы; безопасность в чрезвычайных ситуациях; безопасность населения; безопасность объектов экономики; безопасность территории; искусственные осадки; лесной пожар, лесопожарная обстановка; окапывание; провалы людей и техники; самовозгорание торфа; смог; степной пожар; торфяной пожар; торфяные стволы; тушение пожара; электрофизические методы воздействия на атмосферные процессы.

FEATURES COMBAT LESOTORGOVIY AND PEAT FIRES IN THE RUSSIAN FEDERATION

Dr. of agricultural sciences, Ph.D (Tech) *J.V. Podrezov*
FC VNII GOCHS EMERCOM of Russia
Moscow Institute of physics and technology (state University)

Analyzes the features of fight with forest and peat and peat fires in the Russian Federation, including methods, tools, technologies, as well as the causes and prevention of these fires.

Key words: atmospheric processes; security in emergencies; public safety; security of property; security areas; artificial precipitation; forest fire, forest fire situation; the digging; the failures of people and equipment; spontaneous combustion of peat; smog; a Prairie fire, peat fire, peat trunks; fire fighting; electro physical methods of impact on atmospheric processes.

Пожары различных видов - это всегда большая опасность и угроза жизни, здоровью и имуществу населения, а торфяные пожары - это еще не поправимый ущерб окружающей среде, на восстановление которой потребуются десятилетия. От эффективности борьбы с ними в значительной степени зависит безопасность населения, объектов экономики и окружающей природной среды [1-18].

По определению, торфяной (подземный) пожар - пожар, при котором горит торфяной слой заболоченных и болотных почв. Характерной особенностью торфяных пожаров является беспламенное горение торфа с выделением большого количества тепла. При этом следует напомнить, что торф – горючее полезное ископаемое, образованное скоплением остатков мхов, подвергшихся неполному разложению в условиях болот. Для болота характерно отложение на поверхности почвы неполно разложившегося органического вещества, превращающегося в дальнейшем в торф. Содержит 50 – 60 % углерода. Теплота

сгорания (максимальная) – 24 МДж/кг. Используется комплексно как топливо, удобрение, теплоизоляционный материал и в других целях. Торф также является важным газоносным материалом [17].

К лесоторфяным пожарам относят вид лесных пожаров, при котором горит слой торфа и корни деревьев.

Массовые лесоторфяные и торфяные пожары, охватывая большие территории, оказывают разрушительное действие на лесные ресурсы, уничтожают флору и фауну, вызывают повреждения органического слоя почвы и ее эрозию, загрязняют атмосферу продуктами сгорания. Ослабленные пожарами насаждения становятся источниками болезней растений, снижаются средозащитные, водоохранные и другие полезные свойства леса.

Необходимо отметить, что глубина горения торфа ограничивается лишь уровнем грунтовых вод или подстилающим минеральным грунтом. При этом торфяной пожар не боится осадков за счёт гидрофобности битумированных частиц торфа. При этом влага уходит в грунтовые воды мимо частиц торфа, а торф продолжает гореть вплоть до полного выгорания месторождения. Зимой 2002 года торфяники горели и под снегом, пока не началось весеннее половодье.

Особенностью торфяных пожаров является то, что при наблюдении с воздуха границы недавно возникшего пожара плохо различимы, а дым поднимается от всей площади возгорания, но огня не видно.

Статистика свидетельствует, что лесоторфяные и торфяные пожары редко охватывают площади, сравнимые с площадями лесных пожаров, и часто возникают и развиваются на бросовых с хозяйственной точки зрения землях - выработанных или просто заброшенных торфяных месторождениях, осушенных торфяниках. Вместе с тем, с точки зрения проблем для населения такие пожары - наиболее опасный вид пожаров на природных территориях. Как известно, с единицы площади они выбрасывают в атмосферу в сотни раз больше дыма, чем лесные или степные, и в этом дыме содержится намного больше опасных для здоровья и жизни людей компонентов, прежде всего, таких как угарный газ, мелкие взвешенные частицы, бензол и другие продукты горения [1-18].

К основным поражающим факторам лесоторфяных и торфяных пожаров относят: огонь, высокую температуру, а также вторичные факторы поражения, возникающие как следствие пожара.

Результаты анализа практики борьбы с лесоторфяными и торфяными пожарами и литературных источников в этой области, свидетельствуют о том, что к основным причинам возникновения указанных пожаров следует отнести:

- неправильное обращение с огнем;
- разряд молнии;
- самовозгорание, которое может происходить при температуре выше 50 градусов по Цельсию;
- развитие низового лесного пожара.

Анализ статистики возникновения лесоторфяных и торфяных пожаров свидетельствует - в большинстве случаев (около 90%) причиной возникновения лесных пожаров является безответственное поведение людей, которые не проявляют в лесу должной осторожности при пользовании огнем, нарушают правила пожарной безопасности.

Поэтому в пожароопасный сезон запрещается:

- разжигать костры, оставлять их без присмотра, бросать окурки;
- на охоте использовать материалы из легковоспламеняющихся веществ;
- оставлять автомобиль с работающим двигателем, производить его ремонт или заправку;
- оставлять после себя мусор, в том числе токсичный;

- жечь костры рядом с сухой травой или деревьями;
- оставлять очаги возгорания.
- оставлять на освещенной солнцем лесной поляне бутылки или осколки стекла, так как, фокусируя лучи, они способны сработать как зажигательные линзы;

Заметный (до 10-14 %) процент возгораний наблюдается из-за грозовой активности - в частности, «сухих гроз», т.е. ударов молний без последующего ливня. При этом пожары от молний могут быть труднодоступными из-за их удаленности от объектов инфраструктуры.

Еще одной важной причиной возникновения лесоторфяных и торфяных пожаров является самовозгорание торфа – воспламенение торфа из-за его окисления кислородом воздуха. При этом, торф имеет свойство к самовозгоранию, если его влажность меньше 40 %. Следует отметить, что не обязателен приток тепла извне. В процессе участвуют микроорганизмы, продукты жизнедеятельности которых накапливаются в анаэробных условиях и приводят к постепенному прогреванию торфяной массы до 60-65°C. При последующем повышении температуры торф превращается в полукокс, склонный к спонтанному самовозгоранию под действием кислорода воздуха. Скорость самонагрева торфа составляет от 0,5 до 4,5°C/сутки и более, и постепенно ускоряется. Наиболее склонен к самовозгоранию фрезерный торф. При этом степень эндогенной пожароопасности зависит от ботанического состава торфа и степени его разложения. Большую склонность к самовозгоранию имеет также и добытый торф в процессе его хранения [1,2,18].

Нередко лесоторфяные и торфяные пожары являются развитием низового лесного пожара. В слой торфа в этих случаях огонь заглубляется у стволов деревьев.

К основным опасностям лесоторфяных и торфяных пожаров следует отнести:

- провалы людей и техники;
- падения деревьев с подгоревшими корнями;
- смог.

Торф медленно прогорает на всю глубину залегания, которая может достигать 6-8 и более метров. При этом выгоревшие места опасны тем, что могут проваливаться в них участки дороги, дома, машины или люди. В них длительное время после выгорания сохраняется высокая температура, поэтому провалившийся в районе торфяного пожара человек зачастую обречён [1].

Следующей опасностью рассматриваемых пожаров является падение деревьев с подгоревшими корнями. Над тлеющими торфяниками внешне деревья выглядят целыми, но из-за тления корней деревья начинают неожиданно падать. Поэтому подгоревший сухостой, во избежание внезапного падения, рекомендуется спиливать или срубать.

Удушливый смог - на 90 процентов является результатом горения торфяников, а не лесов. В состав смога входит угарный газ, мелкие взвешенные частицы, бензол и другие продукты горения. Так, в начале сентября 2002 года из-за действовавших на востоке и юго-востоке Подмосковья лесоторфяных и торфяных пожаров видимость в Москве составляла 50-300 метров, была парализована работа аэропортов. Аналогичная ситуация с задымлением воздуха в городе сложилась и в 2010 году [16-18].

Ликвидировать возгорание торфа сложнее, чем его предотвратить, именно по этому сотрудники МЧС России в период пожароопасной обстановки в лесах, торфяниках и приграничных местностях проводят соответствующие профилактические мероприятия. К числу основных профилактических мероприятий предупреждения лесоторфяных и торфяных пожаров следует отнести:

- устройство противопожарных разрывов,
- обводнение торфяников;
- заблаговременное увлажнение искусственными осадками территорий с залежами торфа.

Утвержденные постановлением Совета Министров - Правительства РФ 09 сентября 1993 г. № 886 Правила пожарной безопасности в лесах Российской Федерации, требуют, чтобы на торфопредприятиях были установлены противопожарные разрывы шириной 75-100 метров с водоподводящим каналом по внутреннему краю разрыва, а также была устранена растительность на полосе шириной 6 метров.

Практика показывает, что обводнение ранее осушенных торфяников способно предотвратить их дальнейшее возгорание. Так, заместитель директора Государственного гидрологического института Валерий Вуглинский предлагает ликвидировать ранее выкопанные дренажные каналы и мелиоративную сеть. Заместитель декана факультета почвоведения МГУ Владимир Гончаров считает, что требуется перенять западный опыт по двустороннему регулированию водного режима (в зависимости от наличия засухи или обилия влаги пропускать нужное количество воды, чтобы избежать высыхания или затопления земель). По его данным, в Голландии таким образом регулируется влажность 80 % торфяных земель, а в Финляндии – 100 % [16].

Для предотвращения возникновения лесоторфяных и торфяных пожаров следует предложить новый способ - заблаговременное увлажнение искусственными осадками территорий с залежами торфа - с использованием способа искусственного инициирования выпадения осадков над торфяниками в период высокой пожарной опасности по погодным условиям. Для этого разработана в МЧС России и запатентована аппаратура, и технологии, функционирующие на основе экологически чистых электрофизических методов воздействия на атмосферные процессы. Суть способа заключается в том, что при повышении пожарной опасности над торфяниками до 4 - 5 классов пожарной опасности погодных условий (по критерию Нестерова) над этой территорией инициируется выпадение осадков для увлажнения торфяников и недопущения возникновения на них пожаров.

Перейдем непосредственно к тушению лесоторфяных и торфяных пожаров. Основным способом тушения торфяников является окапывание их канавами, а также использование водяных стволов. При этом глубина канавы должна достигать минерального грунта или грунтовых вод. Используется также способ перекапывания торфа.

Способ окапывания торфяников используют, как правило, для только что возникших пожаров. При этом производят отделение горящего торфа от краёв воронки и его сбрасывание в выгоревшей зоне. Края воронки поливают водой со смачивателями или химическими лесными огнетушителями. Локализацию многоочагового торфяного пожара, который возник в результате заглужения низового пожара, производят окапыванием канавами и заполнением канав водой из доступных источников. Для этой цели используют специальную технику - канавокопатели, либо взрывчатые вещества.

Перекапывание торфа осуществляют при помощи бульдозера, который перемешивает горячие и холодные слои торфа, что прекращает горение за счет понижения температуры торфа от температуры его горения 600°C до более низких значений. Этот способ разработан доцентом Пермского университета Владимиром Сретенским в 1990 году и опробован в пермских лесных хозяйствах и признан удачным. По мнению заместителя директора Института экологического почвоведения МГУ Германа Куста, этот способ тушения применим только для поверхностных пожаров, а для тушения глубоких пожаров необходима вода. Также использовался способ тушения торфяных пожаров рыхлением торфа культиваторами до влажного слоя с последующей утрамбовкой его бульдозерами, катками или другой техникой.

Для тушения лесоторфяных и торфяных пожаров достаточно эффективно используются водяные (торфяные) стволы.

Для тушения таких пожаров применяют следующие модели стволов:

- ТС-1 - состоит из латунной трубки с внутренним диаметром 16 мм, наконечника и крана-ручки с накидной гайкой. В нижней части имеет 40 отверстий диаметром до 3 мм.

Вода со смачивателем поступает от мотопомпы в ствол под давлением 3...4 атм. Через отверстия в почву. Масса ТС-1 – 2,2 кг. Общая длина - 1,3 м. Расход жидкости - 35-42 л/мин;

- ТС-2 - применяется для тушения торфяных пожаров при глубине прогорания до 2 м. Общая длина ствола - 2,1 м. В нижней части имеется 80 отверстий. Масса ствола - 3,2 кг.

Торфяные стволы вонзают в почву, поворотом ручки открывают доступ раствора и выдерживают 32...40 секунд до появления пены у прокола. Закрывают кран и переносят ствол на другое место. Следующий прокол делают на расстоянии 35...40 см от предыдущего. При этом необходимо обработать полосу шириной 0,7 - 0,8 м [1,2, 16-18].

Следует отметить, что при тушении указанных пожаров на больших площадях для подачи значительных масс (до десятков тысяч тонн в сутки) воды к очагам возгорания используются полевые магистральные трубопроводы с диаметром труб 100 и 150 мм. Еще в СССР их с успехом применяли для тушения пожаров с 1972 года (за август-сентябрь тогда было смонтировано 188 линий общей длиной 1293,3 км). При этом бригада из десяти человек за 1 час способна смонтировать 1-1,2 км полевого трубопровода. Такие трубопроводы не разрушаются при наезде на них колёсной техники и завале деревьями, и способны выдерживать действие огня во время перекачки через него воды [1,2, 16-18].

Дополнительно, по результатам экспериментальных и теоретических работ, необходимо констатировать факт того, что тушение лесоторфяных и торфяных пожаров с использованием сброса воды авиацией на очаг пожара - неэффективно. Действительно, ведь торфяник горит в глубине, а не у поверхности и когда падающая с большой высоты вода ударяется о почву, в воздух вылетает горящая торфяная крошка, что приводит только к усилению и развитию пожара.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что борьба с лесоторфяными и торфяными пожарами представляет собой сложную организационно - техническую проблему и ее решение требует внедрения новых более эффективных способов предупреждения и тушения таких пожаров. Своевременное и комплексное осуществление мероприятий по борьбе с лесоторфяными и торфяными пожарами существенно повысят безопасность и защищенность населения, объектов экономики и окружающей природной среды от воздействия поражающих факторов указанных пожаров.

Литература

1. Никитин Ю.А., Рубцов В.Ф. Предупреждение и тушение пожаров в лесах и на торфяниках. – М.: Россельхозиздат. - 1986.
2. Лесная энциклопедия в 2-х томах. – М.: Сов. Энциклопедия. - 1985.
3. Подрезов Ю.В. Методологические основы прогнозирования динамики чрезвычайных лесопожарных ситуаций. “Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях”. Выпуск № 3.- М.: ВИНТИ. - 2000.
4. 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.
5. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Виноградов А.В., Тимошенко З.В. «Теоретические исследования и экспериментальные работы отечественных ученых в области физики облаков». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 1 за 2016 год.
6. Подрезов Ю.В. «Особенности возникновения и развития лесоторфяных и торфяных пожаров в Российской Федерации». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 1 за 2016 год.
7. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Юдин С.С. « Анализ современного состояния мониторинга лесных пожаров в Российской Федерации». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 1 за 2015 год.

8. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Донцова О.С. «Анализ особенностей состояния атмосферы крупных городов. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 3 за 2015 год.
9. Подрезов Ю.В. «Основные особенности формирования погодных процессов в атмосфере Земли». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 5 за 2015 год.
10. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Донцова О.С., Тимошенко З.В. «Основные исторические аспекты развития метеорологии в России». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 5 за 2015 год.
11. Подрезов Ю.В. Анализ особенностей загрязнения атмосферы городов. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». Выпуск №2. - М.: ВИНТИ. - 2013.
12. 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.
13. 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.
14. Тишков А.А. Торфяные (подземные) пожары. – <http://biodat.ru/vart/doc/gef/AC10a1/html>.
15. Что изменилось в 2013 году в охране лесов России от пожаров. Лесной форум Гринпис России. - 16.06.2013. <http://www.forestforum.ru/viewtopic.php?t=15007>.
16. <http://ria.ru/spravka/20100714/254723376.html>.
17. <http://www.umocpartner.ru/press-centr/news/schetnaya-palata-rossii-provelea-kompleksnyjj-analiz-ehffektivnosti-sistemy-predotvrashheniya-torfyanykh>.
18. <http://tass.ru/info/1352655>.

Сведения об авторе

Подрезов Юрий Викторович, - старший научный сотрудник, главный научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ); Москва, ул. Давыдовская, д.7, заместитель заведующего кафедрой Московского физико-технического института (государственного университета). Тел.: 8-903-573-44-84, (495)449 90 25, 8 967 096 85 95, E-mail: uvp4@mail.ru

УДК: 681.586.5; 681.518.3

АНАЛИЗ СТАТИСТИКИ ОТКАЗОВ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НА КРАСНОЯРСКОЙ ДОРОГЕ

Кандидат техн. наук *А.И. Орленко, С.А. Богинский*
Красноярский институт железнодорожного транспорта

Доктор техн. наук *М.Н. Петров*
Сибирский государственный аэрокосмический университет
им. акад. Решетнёва М.Ф.

В работе дан анализ отказов тягового двигателя по данным депо г. Боготол Красноярской железной дороги. Определены основные причины отказов. Определено процентное соотношение отказов по элементам тягового электродвигателя.

Ключевые слова: железная дорога, отказы, безопасность, электродвигатель, режимы работы, неисправность двигателя, якорь, обмотка, ротор.

THE ANALYSIS OF STATISTICS OF FAILURES OF THE TRACTION ELECTRIC MOTOR ON KRASNOYARSKAYA ROAD

Ph. (Tech.) *A.I. Orlenko, S.A. Boginsky*
Krasnoyarsk institute of the railway transportation

Dr. (Tech.) *M.N. Petrov*
The Siberian state space university of the academician Reshetnyov M.F.

In work the analysis of failures of the traction engine according to depot g. Bogotol of the Krasnoyarsk railroad is given. The main reasons for refusals are defined. The percentage ratio of refusals is determined by elements of the traction electric motor.

Key words: railroad, refusals, safety, electric motor, operating modes, malfunction of the engine, anchor, winding, rotor.

Из анализа неисправностей тяговых электродвигателей в период их эксплуатации по локомотивам приписки Красноярской дирекции тяги в 2014 году, выполненного специалистами технического отдела Красноярской дирекцией тяги, видно, что наибольшее число неисправностей произошло с двигателями типа НБ-41К6 – 339 случаев, что составляет 54 % от общего числа проанализированных случаев (рис. 1).

У тяговых электродвигателей НБ-418К6 (339 отказов ТЭД) наибольшее число выхода из строя (рис. 2.) допущено по причине неисправности якоря – 121 случай (35 %) и 69 случаев (20 %) выхода из строя главных и дополнительных полюсов, а также компенсационной обмотки. Т.е. всего из-за неисправности изоляции происходит 55 % отказов. Основными факторами появления неисправностей являются: повышенная интенсивность работы электрической машины; нарушение режима эксплуатации и содержания ТЭД; низкое качество электрощёток.

Из анализа отказов различных узлов ТЭД серии НБ-418К6, установленных на локомотивах Красноярской дороги, виден стабильно высокий уровень числа отказов, как представлено в табл. 1, на рис. 3 и рис. 4.

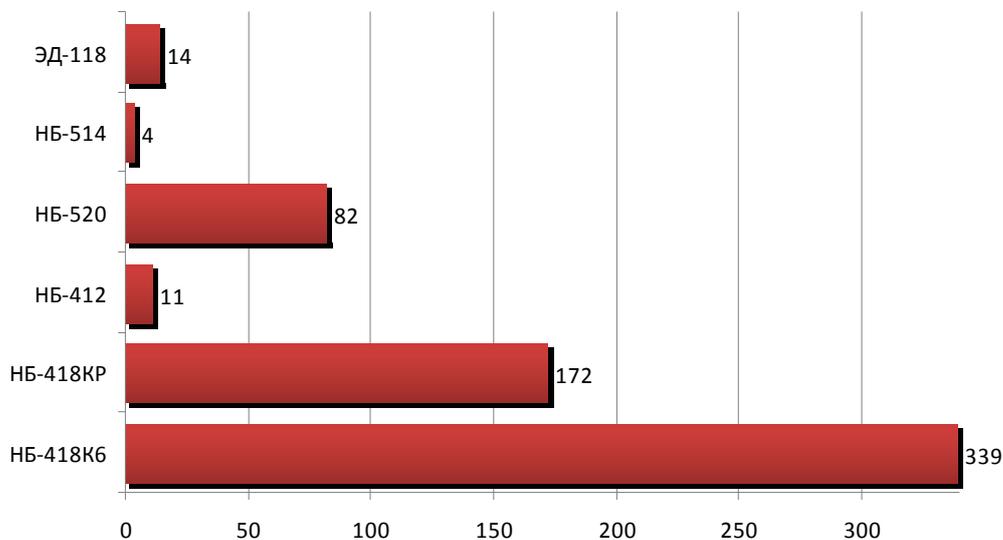


Рис. 1. Неисправности тяговых электродвигателей в период их эксплуатации по локомотивам приписки Красноярской дирекции тяги в 2014 году

Таблица 1

Анализ повреждений тяговых двигателей НБ-418К6 Красноярской дороги за 2009 – 2012 гг.

	2009	2010	2011	2012	Всего	%
	год	год	год	год		
Количество отказов, шт.						
Пробой изоляции и межвитковые замыкания якорных обмоток	60	51	61	61	233	15
Пробой изоляции и межвитковые замыкания главных полюсов (ГП), компенсационной обмотки (КО), добавочных полюсов (ДП)	92	84	90	85	351	22
Повреждения моторно-якорных подшипников	25	19	16	29	89	6
Повреждения моторно-осевых подшипников	17	17	18	23	75	5
Разрушения бандажей якорей	22	18	15	17	72	5
Повреждения коллекторно-щеточного аппарата	98	87	108	97	390	25
Повреждения выводных кабелей	28	26	28	22	104	7
Повреждения остовов	41	34	27	38	140	9
Повреждения вала якоря	21	19	15	21	76	5
Прочие повреждения	11	5	3	3	22	1
Итого	415	360	381	396	1552	100

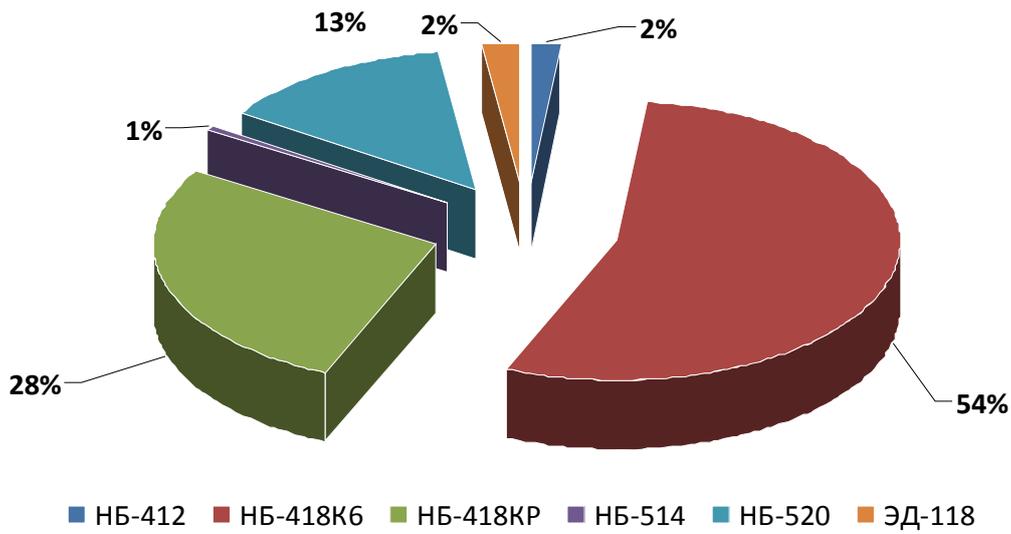


Рис. 2. Распределение отказов ТЭД в зависимости от их типа

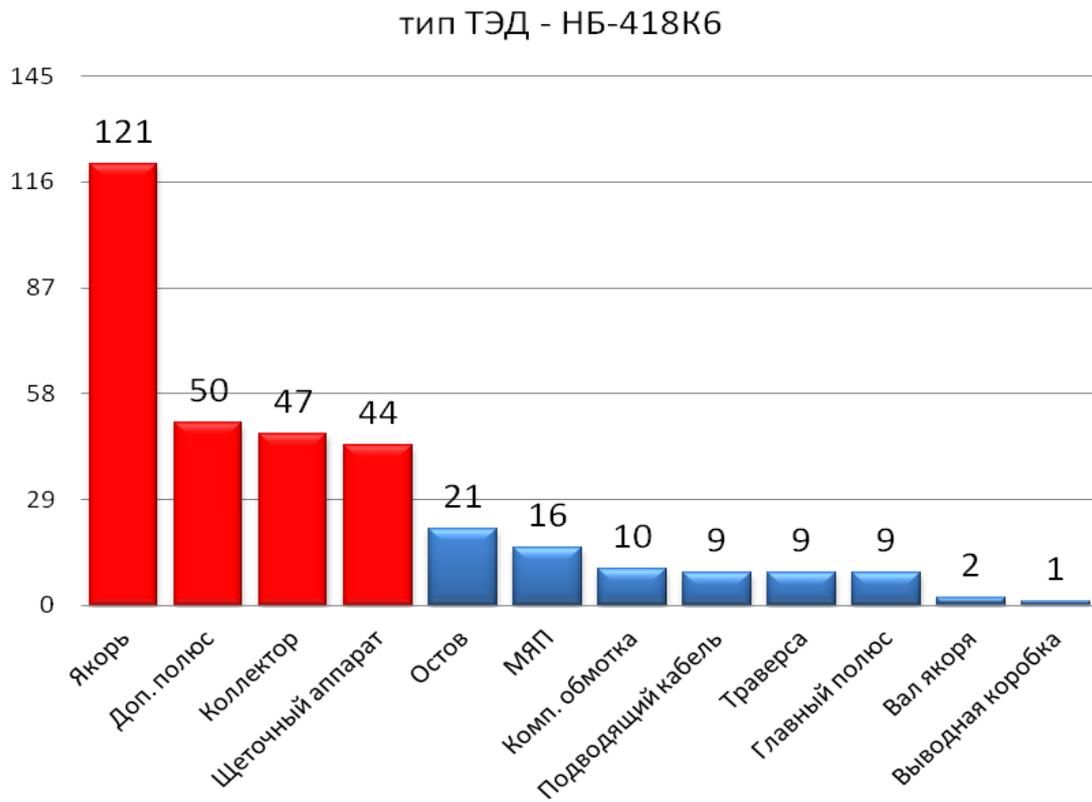


Рис. 3. Распределение отказов ТЭД в зависимости от узла

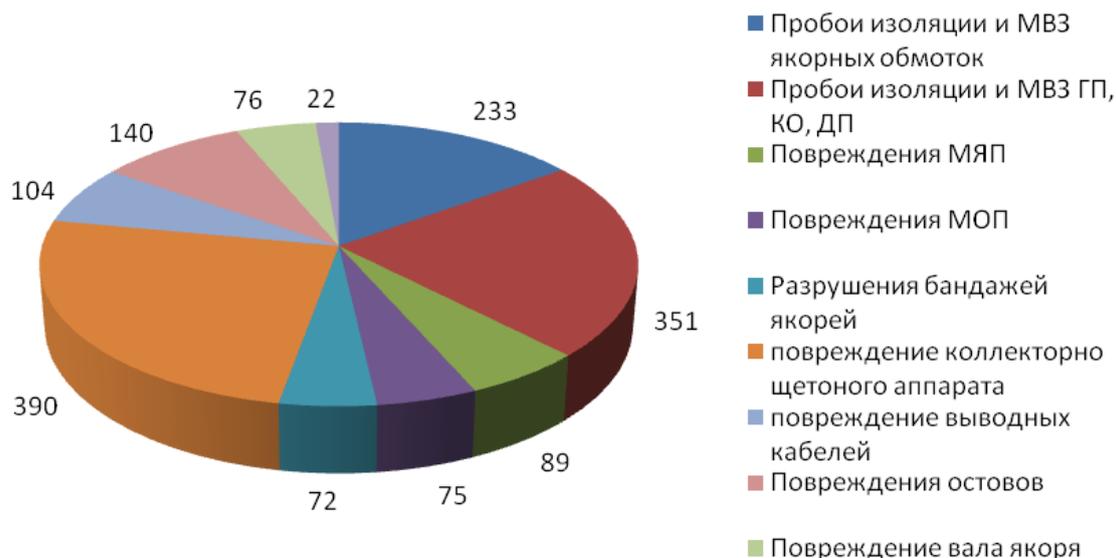


Рис. 4. Распределение отказов по узлам двигателей НБ-418К6 Красноярской дороги 2009 – 2012 гг.

Большая часть неисправностей (37 %) приходится на пробои и межвитковые замыкания обмоток, что составляет 584 отказа за четыре года. Второе место (25 %) занимают повреждения коллекторно-щеточного аппарата – 390 случаев. Следует заметить, что повреждения коллекторно-щеточного аппарата легко устранимы, в то время как для устранения тяжелых дефектов изоляции необходима разборка тягового двигателя.

Рассмотрев статистику повреждений ТЭД серии НБ-418К6, ремонтируемых в депо Боготол в период с 2012 по 2014 года, можно наблюдать постепенный прирост количества отказов коллекторно-щеточного аппарата, а также якорных обмоток и обмоток остова. Общее число отказов различных узлов тягового двигателя увеличилось с 147 до 198 случаев. Большую часть отказов (39 %) также занимают повреждения обмоток (195 случаев из 497), как представлено в табл. 2 и на рис. 5 – 8.

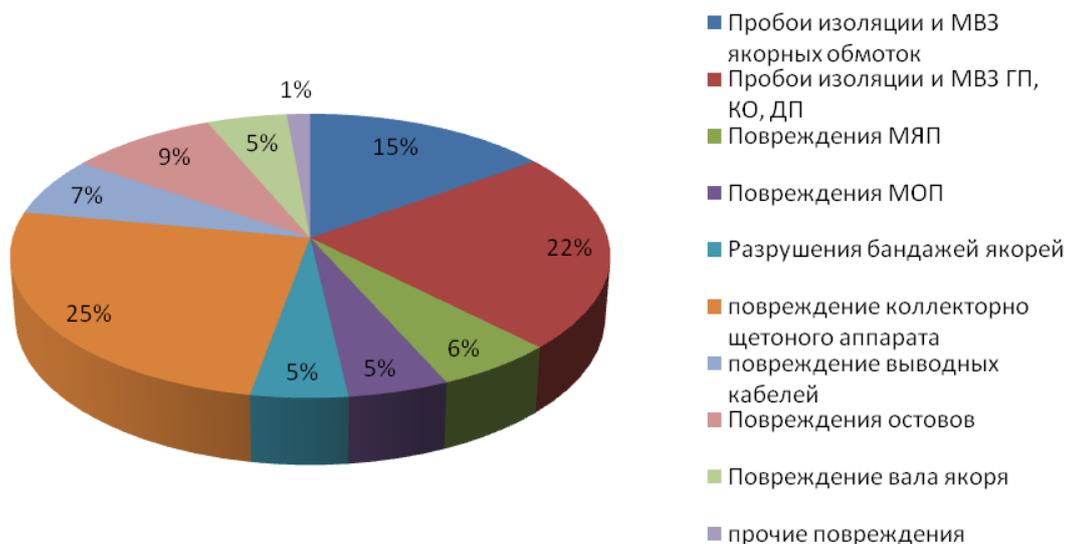


Рис. 5. Распределение отказов по узлам двигателей НБ-418К6 (в процентах) Красноярской дороги за 2009 – 2012 гг.

Таблица 2

Анализ повреждений тяговых двигателей НБ-418К6 депо Боготол за 2012 – 2014 гг.

	2012	2013	2014	Всего	%
	год	год	год		
	Количество отказов, шт.				
Пробой изоляции и межвитковые замыкания якорных обмоток	36	45	52	133	27
Пробой изоляции и межвитковые замыкания главных полюсов (ГП), компенсационной обмотки (КО), дополнительных полюсов (ДП)	22	17	23	62	12
Повреждения моторно-якорных подшипников	5	6	25	36	7
Повреждения моторно-осевых подшипников	15	9	12	36	7
Разрушения бандажей якорей	3	12	3	18	4
Повреждения коллекторно-щеточного аппарата	21	20	38	79	16
Повреждения выводных кабелей	22	17	21	60	12
Повреждения остовов	16	16	17	49	10
Повреждение вала якоря	4	1	0	5	1
Прочие повреждения	3	9	7	19	4
Итого	147	152	198	497	100

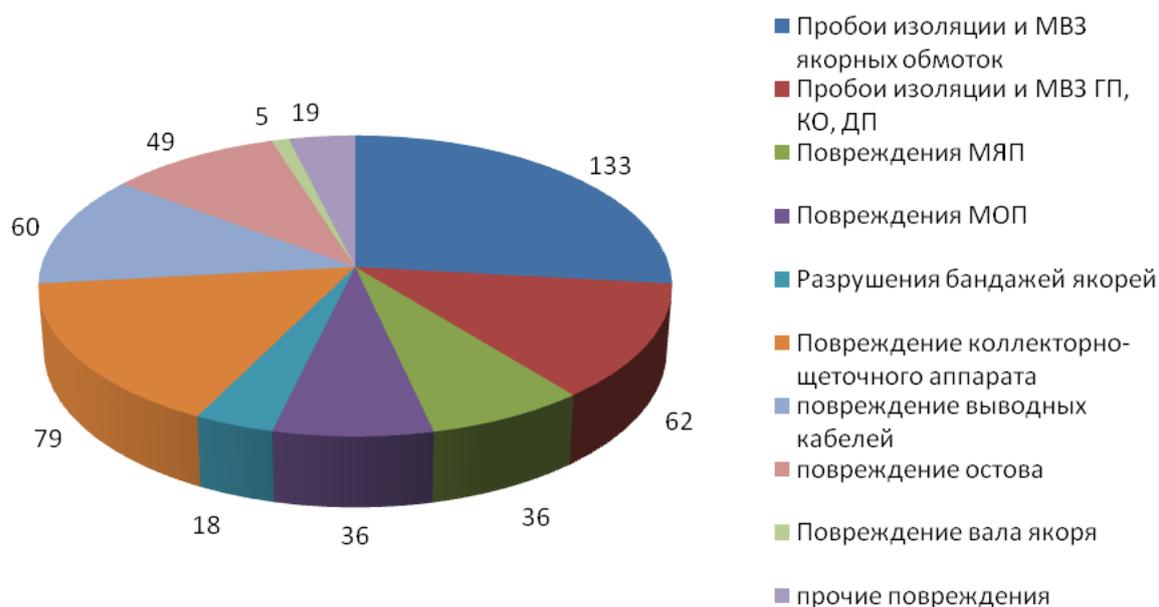


Рис. 6. Распределение отказов по узлам двигателей НБ-418К6 депо Боготол за 2012 – 2014 гг.

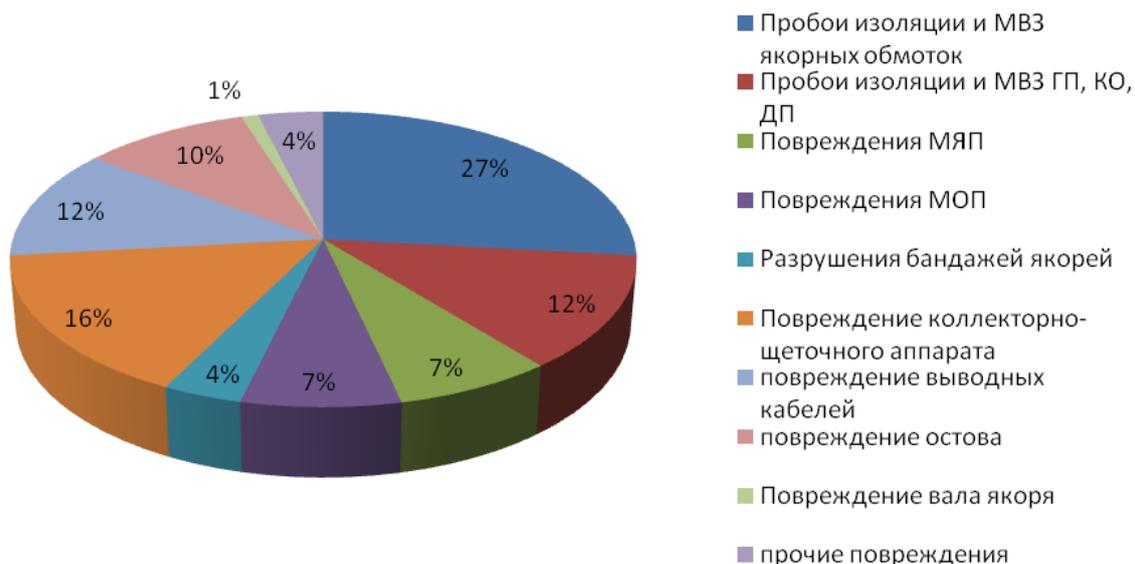


Рис. 7. Распределение отказов по узлам двигателей НБ-418К6 депо Боготол за 2012 – 2014 гг. (в процентах)

Большой процент отказов обмоток двигателя наблюдается также и после деповских видов ремонта, как представлено в табл. 2, табл. 3, табл. 4 и на рис. 9 – 14.

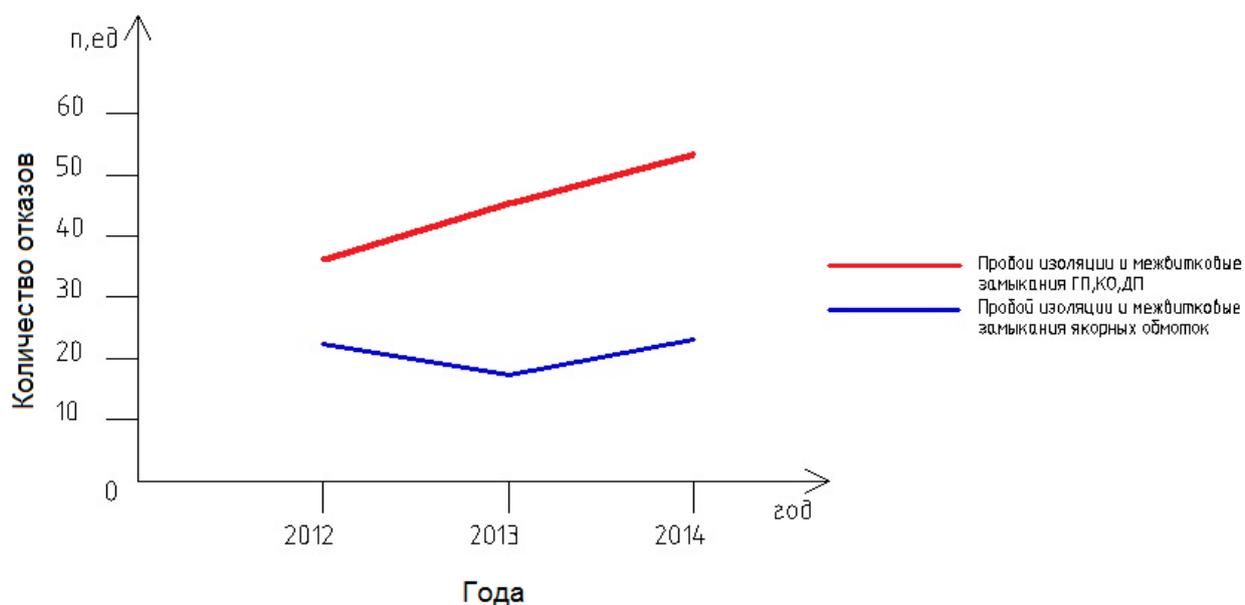


Рис. 8. Изменение количества отказов обмоток остова и якоря в период 2012 – 2014 гг. депо Боготол (после деповского и заводского ремонтов)

Анализ повреждений тяговых двигателей НБ-418К6 депо Боготол за 2012 – 2014 гг. (после заводского ремонта)

	2012	2013	2014	Всего	%
	год	год	год		
	Количество отказов, шт.				
Пробои изоляции и межвитковые замыкания якорных обмоток	26	27	31	84	30
Пробои изоляции и межвитковые замыкания главных полюсов (ГП), компенсационной обмотки (КО), дополнительных полюсов (ДП)	9	7	9	25	9
Повреждения моторно-якорных подшипников	3	4	12	19	7
Повреждения моторно-осевых подшипников	12	5	4	21	8
Разрушения бандажей якорей	1	8	3	12	4
Повреждения коллекторно-щеточного аппарата	15	9	22	46	16
Повреждения выводных кабелей	11	10	11	32	11
Повреждения остовов	8	7	9	24	9
Повреждение вала якоря	3	1	0	4	1
Прочие повреждения	3	4	6	13	5
Итого	91	82	107	280	100

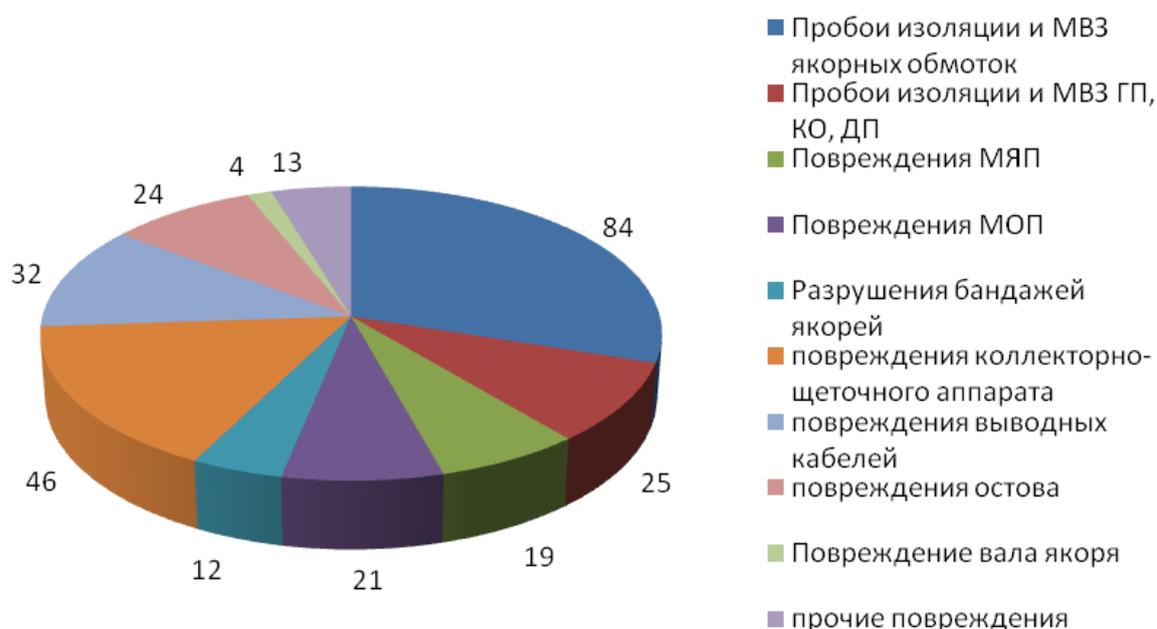


Рис. 9. Распределение отказов по узлам двигателей НБ-418К6 депо Боготол за 2012 – 2014 гг. (после заводского ремонта)



Рис. 10. Распределение отказов по узлам двигателей НБ-418К6 (в процентах) депо Боготол за 2012 – 2014 гг. (после заводского ремонта)

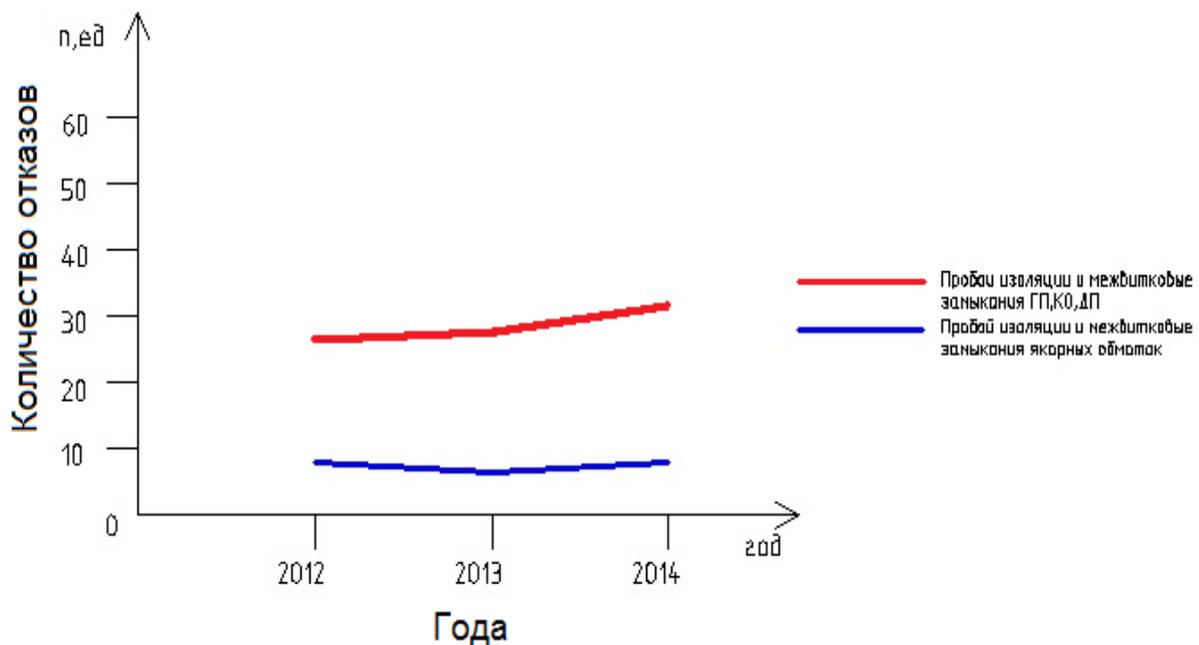


Рис. 11. Изменение количества отказов ГП, КО, ДП, и якорных обмоток в период 2012 – 2014 гг. депо Боготол (после заводского ремонта)

Таблица 4

Анализ повреждений тяговых двигателей НБ-418К6 депо Боготол за 2012 – 2014 гг. (после деповского ремонта)

	2012	2013	2014	Всего	%
	год	год	год		
	Количество отказов, шт.				
Пробой изоляции и межвитковые замыкания якорных обмоток	10	18	21	49	23
Пробой изоляции и межвитковые замыкания главных полюсов (ГП), компенсационной обмотки (КО), дополнительных полюсов (ДП)	13	10	14	37	17
Повреждения моторно-якорных подшипников	2	2	13	17	8
Повреждения моторно-осевых подшипников	3	4	8	15	7
Разрушения бандажей якорей	2	4	0	6	3
Повреждения коллекторно-щеточного аппарата	6	11	16	33	15
Повреждения выводных кабелей	11	8	10	29	13
Повреждения остовов	6	9	6	21	10
Повреждение вала якоря	1	0	0	1	0
Прочие повреждения	0	7	2	9	4
Итого	54	73	90	217	100

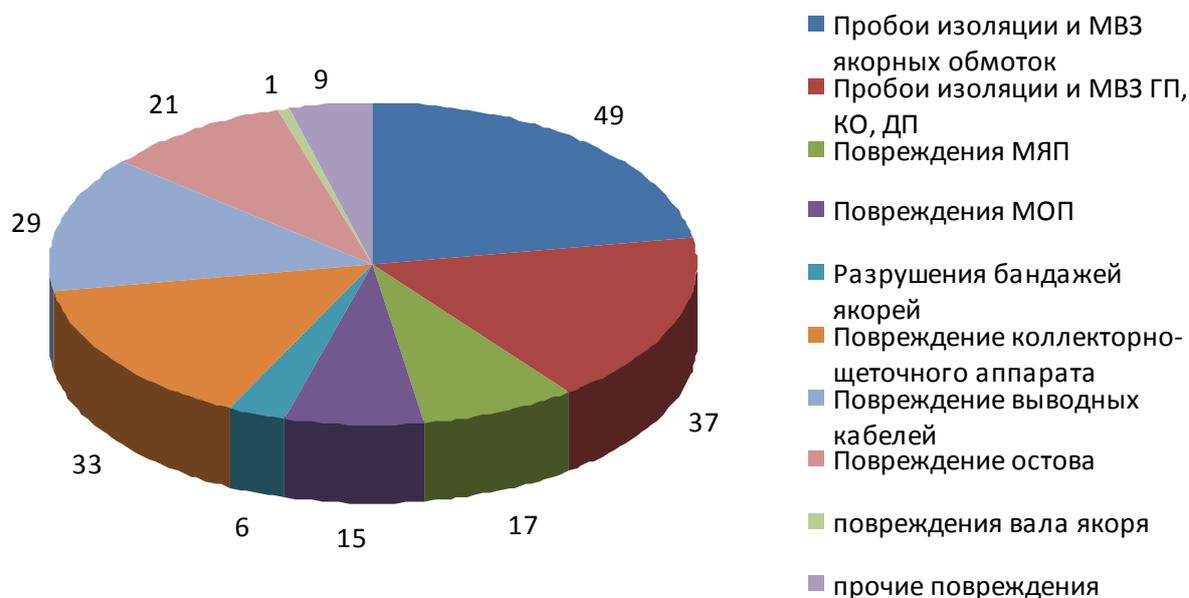


Рис. 12. Распределение отказов по узлам двигателей НБ-418К6 депо Боготол за 2012 – 2014 гг. (после деповского ремонта)

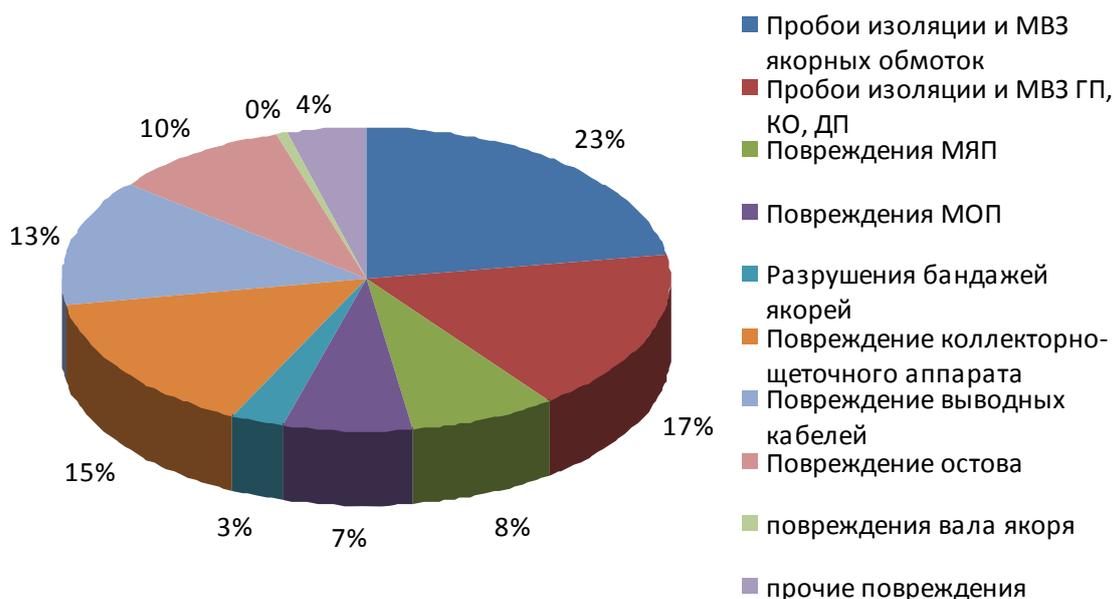


Рис. 13. Распределение отказов по узлам двигателей НБ-418К6 (в процентах) депо Боготол за 2012 – 2014 гг. (после деповского ремонта)

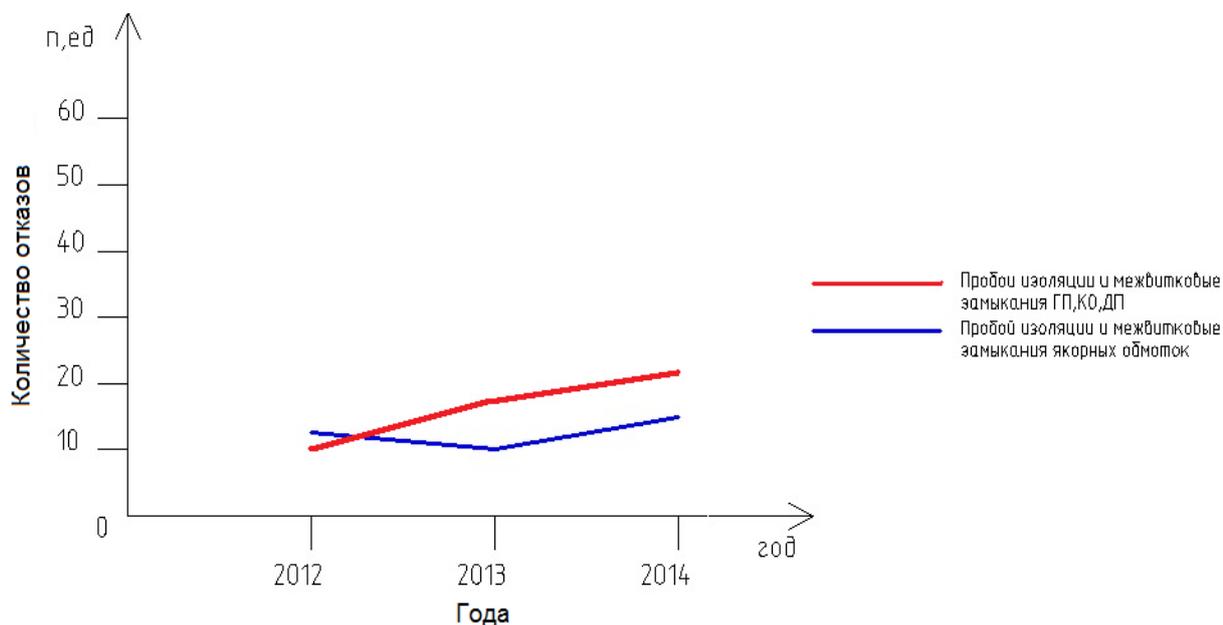


Рис. 14. Изменение количества отказов ГП, КО, ДП, и якорных обмоток в период 2012 – 2014 гг. депо Боготол (после деповского ремонта)

При проведении статистического анализа отказов тяговых электродвигателей электровазов ВЛ80Р приписки локомотивного депо Боготол было выявлено, что наивысшая интенсивность отказов приходится на первые 150 тыс. км пробега после подъемочных видов ремонта (табл. 5).

Анализ повреждений в эксплуатации тяговых электродвигателей НБ-418К6 электропоездов ВЛ80Р локомотивного депо Боготол за 2012 – 2014 гг.

	Пробег от подъемочного ремонта до повреждения в тыс. км				Всего
	До 150	150 - 300	300 - 450	450 - 600	
	Количество отказов, шт.				
Пробой изоляции и межвитковые замыкания якорных обмоток	17	17	16	3	53
Пробой изоляции и межвитковые замыкания главных полюсов (ГП), компенсационной обмотки (КО), дополнительных полюсов (ДП)	12	5	8	0	25
Повреждения моторно-якорных подшипников	16	4	4	1	25
Разрушения бандажей якорей	1	1	1	0	3
Повреждения коллекторно-щеточного аппарата	12	15	8	2	37
Повреждения выводных кабелей	13	5	4	0	22
Повреждения остовов	5	5	4	1	15
Прочие повреждения	1	2	3	1	7
Итого	77	54	48	8	187

Из графика зависимости отказов узлов ТЭД от пробега (рис. 15), построенном на основе выше представленного анализа повреждений тяговых двигателей, видно, что с увеличением пробега количество отказов двигателей снижается.

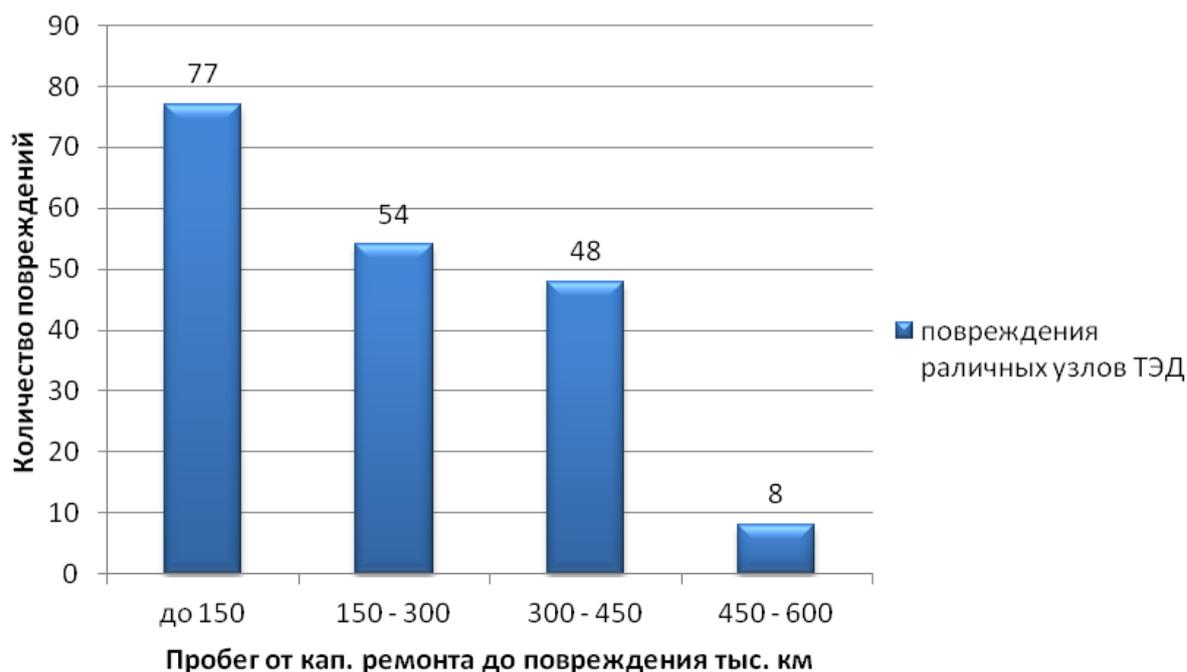


Рис. 15. График зависимости отказов узлов ТЭД от пробега

Результаты, полученные в данной статье, продолжают исследования и рекомендации, рассмотренные ранее в работах [1-9].

Литература

1. Анализ вероятности безотказной работы электровозов на Красноярской железной дороге / М.Н. Петров, А.И. Орленко, О.А. Терегулов, Э.В. Лукьянов // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2012. – № 5. – С. 77-83.
2. Анализ повреждений коллекторного узла тяговых двигателей электровозов на Красноярской дороге / М.Н. Петров, А.И. Орленко, О.А. Терегулов, Э.В. Лукьянов // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2013. – № 1. – С. 35-42.
3. Орленко А.И. Статистический анализ повреждений тягового подвижного состава на примере железных дорог Сибирского региона / М.Н. Петров, О.А. Терегулов, Э.В. Лукьянов. – М.: Красноярск: Поликом, ул. Ак. Вавилова 1, стр. 9. – 2014, 128 с.
4. Петров, М.Н. Система диагностики изоляции тяговых электродвигателей электровозов при ремонте на основе нано-интерферометрических оптоволоконных датчиков / М.Н. Петров, А.И. Орленко, О.А. Терегулов // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2013. – № 2. – С. 93-96.
5. Диагностика изоляции тяговых электродвигателей электровозов на основе нано-интерферометрических оптоволоконных датчиков / М.Н. Петров [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 5 – С. 139.
6. Устройство диагностики тягового двигателя электровоза : пат. № 144858 Рос. Федерация / А.И. Орленко, М.Н. Петров, О.А. Терегулов ; патентодержатель Иркут. гос. ун-т путей сообщения – 2014103025/11 ; заяв. 29.01.2014; опуб. 10.09.2014, Бюл. № 25. – 2 с.
7. Система комплексной диагностики тягового двигателя электровоза : пат. № 153005 Рос. Федерация / А.И. Орленко, М.Н. Петров; патентодержатель Иркут. гос. ун-т путей сообщения – 2014135957/11; заяв. 03.09.2014; опуб. 27.06.2015, Бюл. № 18. – 2 с.
8. Анализ отказов асинхронных двигателей электровозов на Красноярской железной дороге / М.Н. Петров, А.И. Орленко, Ю.А. Спивак // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2012. – № 1. – С. 47-51.
9. Исследование повреждений тягового подвижного состава на железной дороге сибирского региона: Научное издание второе, изменённое и дополненное / Орленко А.И., Петров М.Н., Терегулов О.А. // Под ред. проф. М.Н. Петрова – Красноярск: Поликом, ул. Ак. Вавилова 1, стр. 9. - 2016 г., 203 с.

Сведения об авторах

Петров Михаил Николаевич, зав. каф. «Электронной техники и телекоммуникаций», профессор кафедры «Системного анализа» Сибирского государственного аэрокосмического университета, академик РАЕ. т. 8 (391) 262 27 80. E-mail: mnp_kafae@mail.ru

Орленко Алексей Иванович, доцент, директор Красноярского института железнодорожного транспорта, Иркутского государственного университета путей сообщения (ИрГУПС).

Богинский Сергей Антонович, - аспирант Красноярского института железнодорожного транспорта.

УДК 614.87

К ВОПРОСУ ОБ АКТУАЛЬНОСТИ СОЗДАНИЯ АВИАДЕСАНТНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ В СПАСАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРАХ МЧС РОССИИ

Кандидат техн. наук *В.П. Сломьянский, С.В. Колеганов, В.С. Иванов*
ФГБУ ВНИ ГОЧС (ФЦ)

В первой статье серии рассмотрен вопрос актуальности создания авиадесантных подразделений в спасательных центрах с учётом создания и развития аэромобильной группировки МЧС России. Обозначены предпосылки, предложены варианты изменений типовой структуры спасательного центра и способы применения создаваемых подразделений; даны рекомендации организационного характера.

Ключевые слова: спасательный центр, аэромобильные группировки, авиадесантные подразделения, спусковое устройство.

ON THE PROBLEM OF RELEVANCE CREATION OF AIRBORNE LANDING DIVISIONS IN RESCUE CENTER EMERCOM OF RUSSIA

Ph.D (Tech) *V.P. Slomyansky, S.V. Koleganov, V.S. Ivanov*
FC VNII GOCHS EMERCOM of Russia

In the first article in this series considered the question the relevance of the creation of airborne landing division in rescue centers in view of the creation and development of airmobile grouping EMERCOM of Russia. Are designated preconditions proposed options for change typical rescue center of the structure and methods of using the established subdivisions; are given recommendations of organizational character.

Key words: rescue center, airmobile grouping, airborne landing division, rappel device.

В настоящее время на уровне органов управления обсуждается вопрос целесообразности создания авиадесантных подразделений в спасательных центрах МЧС России.

Рассмотрим предпосылки целесообразности их создания.

Спасательный центр является основной организационно-штатной единицей спасательных воинских формирований МЧС России (далее – СВФ) и предназначен для защиты населения, материальных и культурных ценностей на территории федеральных округов от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, а также при чрезвычайных ситуациях и угрозе их возникновения в мирное время, в том числе за пределами территории Российской Федерации.

Силы СВФ включены в состав аэромобильных группировок (далее – АМГ) региональных центров МЧС России.

Под АМГ понимаются нештатные формирования в соответствии с утвержденной численностью, состоящие из личного состава подразделений МЧС России (СВФ, ФПС ГПС, АСФ, др.), доставляемые в район чрезвычайной ситуации воздушным и иными видами транспорта для решения поставленных задач.

Вопросы создания, организации деятельности, порядок подготовки и привлечения АМГ к действиям по предназначению, перечень рекомендуемого имущества для их ос-

нашения регламентируются соответствующими нормативными и методическими документами МЧС России [1, 2].

В целях авиационного обеспечения аварийно-спасательных, специальных авиационных работ и воздушных перевозок, в том числе АМГ, при всех региональных центрах МЧС России созданы соответствующие авиационно-спасательные центры (далее – АСЦ). Кроме того, авиационное обеспечение МЧС России, наряду с АСЦ, осуществляется Авиационно-спасательной компанией МЧС России (АСК).

Определено, что авиация МЧС России применяется, в том числе, для десантирования АМГ и грузов парашютным, беспарашютным и посадочным способами [3].

Так, только в целях подготовки к пожароопасному периоду 2016 года подготовлено 115 летных экипажей и 44 воздушных судов, из них:

самолетов – 10 ед. (Ил-76 – 5 ед., Бе-200ЧС – 5 ед.);

вертолетов – 34 ед. (Ми-26 – 5 ед., Ми-8 – 20 ед., Ка-32 – 9 ед.).

Для выполнения аварийно-спасательных работ в зоне чрезвычайной ситуации все вертолеты Ми-8, Ка-32 оборудованы спусковыми лебедками грузовыми (СЛГ-300).

Уровень подготовки летного, инженерно-технического состава, оснащённость авиационных подразделений и техническое состояние авиационной техники позволяет решать задачи авиационного обеспечения АМГ и проведения аварийно-спасательных и специальных авиационных работ при ликвидации крупномасштабных чрезвычайных ситуаций и пожаров в полном объеме [4].

В виду того, что каждый федеральный округ Российской Федерации уникален по своим природно-климатическим условиям, для территории каждого из них характерны определенные виды чрезвычайных ситуаций, для ликвидации которых целесообразно применение авиадесантных подразделений (далее – АДП).

Так, наводнения, высокие уровни вод характерны для Дальневосточного, Северо-Кавказского и Южного федеральных округов, поиск и спасение пострадавших в горной и изолированной местности (удалённых районов) – для Дальневосточного, Северо-Кавказского и Сибирского федеральных округов, природные пожары – для Сибирского и Центрального федеральных округов, отрыв прибрежных льдов – для Дальневосточного, Северо-Западного и Центрального федеральных округов; дорожные заторы на федеральных и региональных автодорогах – для Центрального, Приволжского, Южного, Уральского федеральных округов.

Известны, и детально изучены случаи эффективного применения авиации, способов десантирования личного состава, грузов и эвакуации пострадавших как силами МЧС России, так и другими органами власти и предприятиями.

Наиболее показателен опыт организации применения авиации ФГБУ «Авиалесохрана» (Рослесхоз). В структуре учреждения работает авиационный учебный центр, осуществляющий подготовку более чем по 10 программам, в т.ч. летчиков-наблюдателей, инструкторов парашютно-десантной пожарной службы, руководителей тушения лесных пожаров, др. Сотрудниками авиационных баз охраны лесов ежегодно на спусковых устройствах (СУ-Р) выполняется более 10 тыс. спусков к местам лесных пожаров без учёта десантирования необходимых грузов. На спуск одной группы десантников затрачивается менее 2,5 минут [5].

Для проведения работ при крушении плавучей буровой платформы «Кольская» в акватории Охотского моря в декабре 2011 года привлекалось 5 воздушных судов (от МЧС России – 2). Работы проводились с эвакуацией пострадавших способом их подъёма на борт вертолёт.

В мае 2012 года на месте авиакатастрофы самолёта Sukhoi SuperJet-100 в Индонезии вертолётном БК-117 (МЧС России) проводилась разведка места проведения поисковых работ, доставка спасателей (отряд «Центроспас»), снаряжения и продовольствия спосо-

бом беспарашютного десантирования (спусковые устройства) в горной местности на высоте более 2 000 м. Общая площадь проведённых работ составила 1 670 кв.м.

Также при ликвидации последствий катастрофического землетрясения в Непале в 2015 году беспарашютное десантирование спасателей отряда «Центроспас» осуществлялось на вершину горы для проведения «встречного» поиска и спасения пострадавших.

В г. Москве основная причина для вызова вертолёт – ДТП (85,5%). Время вылета вертолёт МЧС России Жуковского АСЦ от момента получения вызова составляет 2,2–4 мин. Вертолёт прибывает в любую точку г. Москвы за 7–10 мин., в Московскую область (на удалении 30–50 км.) – за 15–20 мин. В среднем, время от момента вызова до госпитализации пострадавших в стационар лечебных учреждений составляет от 21 до 74 минут. Очевидно, что применение авиации при реагировании на ДТП позволяет соблюсти критерии «золотого часа» и не допустить, в ряде случаев, потенциальной гибели пострадавших.

Практически технологии применения сил и средств АМГ с их доставкой в зоны ЧС вертолётотом отработывались в ходе КШУ сил гражданской обороны, находящихся в пределах Центрального, Южного и Крымского федеральных округов в ноябре 2015 года.

К примеру, Донской СЦ реагировал на условную ЧС в ст. Динская (Краснодарский край). Переброска первого эшелона сил и средств АМГ (15 спасателей) осуществлялась вертолётотом Ми-8 Южного АСЦ. Время, затраченное на марш по маршруту «Ростов-на-Дону – ст. Динская» (280 км.) составило 1 ч. 18 мин. По вводной, личный состав 1 эшелона АМГ Донского СЦ произвёл разведку с воздуха и приступил к ликвидации последствий ЧС и эвакуации условных пострадавших в зоне условного подтопления до прибытия основных сил.

Расчётное время прибытия второго и третьего эшелонов сил Донского СЦ в район сосредоточения (протяженность маршрута 280 км, автомобильная колонна, средняя скорость – 40–50 км/ч) составило 8 и 10 часов, соответственно. Время на развёртывание основных сил – 2 часа с момента прибытия.

Анализ ЧС, учений и расчётов показал – в условиях географических, социально-экономических и инфраструктурных особенностей различных регионов страны, а также при реагировании на различные виды природных, техногенных и социальных ЧС применение авиационно-спасательных технологий и десантных подразделений позволит сократить время ввода сил в зону ЧС на 1 ч. 30 мин. на каждые 100 км расстояния (или в 4 раза), что является наиболее эффективным периодом для проведения разведки, локализации последствий аварий (пожаров), эвакуации пострадавших и проведения первоочередных аварийно-спасательных и других неотложных работ до прибытия основных сил.

В целях разработки предложений и учёта всех аспектов создания АДП в спасательных центрах МЧС России также проанализирован отчёт о научно-исследовательской работе [6]. Анализ материалов показал:

в настоящее время штатные авиадесантные подразделения созданы в ЦСООР «Лидер» (отдел спасателей-десантников – 11 чел.) и Ногинском СЦ (спасательно-десантная группа – 5 чел.), в центрах создана требуемая учебно-материальная база и организовано обучение личного состава по специальностям «парашютист (спасатель-десантник)», «выпускающий СУ-Р»;

в остальных спасательных центрах МЧС России штатные авиадесантные подразделения не созданы;

в концепциях развития каждого спасательного центра предлагается создать авиадесантные подразделения в штатах спасательных рот и авиадесантные службы для обеспечения их деятельности;

в части развития учебно-материальной базы центров предложено создать (реконструировать) классы десантной подготовки, вышки-тренажёры.

Учитывая изложенное, эффективность применения АДП очевидна при выполнении следующих видов работ:

доставка расчёта спасателей, необходимых для проведения аварийно-спасательных работ инструмента, оборудования и имущества;

своевременное оказание первой помощи пострадавшим на месте ЧС, аварии и их эвакуация;

дополнительная доставка грузов в район проведения поисковых и аварийно-спасательных работ, в особенности при изолированности района от транспортных и энергетических сетей, населенных пунктов;

переброска расчётов сил и грузов из одного района поисков (ведения АСР) в другой, др.

Рассматривая вопрос создания АДП, следует отметить, что среди прочих способов их возможного применения, беспарашютное десантирование имеет следующее преимущество:

затраты времени на реагирование (прибытие) минимальны;

десантирование осуществляется как на неограниченные (лес, вода, горная местность), так и на ограниченные площади (крыши зданий, палубы судов, оторвавшиеся льдины, др.);

возможно, достаточно точное десантирование в непосредственной близости от места ведения работ в любое время суток;

меньшее количество ограничений (по сравнению с парашютным способом) по погодным условиям в районе ЧС.

Таким образом, предлагается в качестве наиболее приемлемых беспарашютных способов применения авиадесантных подразделений определить:

с применение спуско-подъёмных устройств вертолета (в режиме висения) для десантирования личного состава и грузов;

сброс грузов с вертолётa без парашюта с малой высоты;

посадочный способ.

Принимая во внимание результаты проведенного анализа, сведения и предложения организаций и территориальных органов МЧС России, создание АДП в спасательных центрах МЧС России предлагается осуществить следующим образом.

В целях минимизации затрат при переходе на новую организационную структуру и перепрофилировании направления деятельности без снижения готовности личного состава АДП к оперативному реагированию и ликвидации ЧС целесообразно комплектование подразделения личным составом осуществить за счёт существующей штатной численности спасательной роты спасательного центра МЧС России.

Из состава одной из спасательных рот, положенных по штатам в спасательных отрядах спасательных центров исключить по одному спасательному взводу. Взамен исключенного создать авиадесантный спасательный взвод в составе командира взвода и трёх десантно-спасательных отделений численностью по 5 человек (1 КВ + 3 отд. × 5 чел. = 16 чел.).

Для организации подготовки личного состава авиадесантного взвода, обеспечения и эксплуатации соответствующего имущества и снаряжения в составе подразделений обеспечения спасательного центра необходимо создать авиадесантную службу в составе начальника службы, инженера по эксплуатации авиадесантного имущества – инструктора, начальника склада.

Комплектование личным составом авиадесантных подразделений СЦ МЧС России предлагается осуществлять из числа офицерского состава и военнослужащих контрактной службы, отвечающих специальным медицинским требованиям, прошедшим теоретическую и наземную подготовку, способным выполнять задачи по предназначению с применением авиационно-спасательных технологий.

Таким образом, в качестве факторов целесообразности создания АДП в спасательных центрах МЧС России отмечаются следующие предпосылки:

1. Способы доставки личного состава и грузов с применение авиации являются наиболее быстрыми (посадочный, парашютный, беспарашютный), что определяет возмож-

ность применения АДП в качестве передовой группы экстренного реагирования на ЧС и аварии, созданных АМГ региональных центров МЧС России, а также в автономном режиме (в отрыве от основных сил).

2. Использование АДП позволит значительно сократить время проведения поисковых и аварийно-спасательных работ, количество привлекаемых сил и средств, увеличить шансы на спасения пострадавших на значительном удалении от населенных пунктов, транспортной инфраструктуры, в труднодоступных районах (горная, скалистая, лесная местность), акваториях.

3. В соответствии с концепцией развития гражданской авиации МЧС России до 2020 года приоритетными направлениями развития авиационно-спасательных технологий являются, в том числе, дальнейшее развитие и совершенствование работ по десантированию грузов и техники парашютным и беспарашютным способом; дальнейшее развитие и совершенствование «санитарной авиации» на всех типах воздушных судов гражданской авиации МЧС России.

4. Наличие оснащенных воздушными судами АСЦ по принципу территориального планирования федеральных округов, при каждом региональном центре МЧС России.

Вместе с тем, для организации деятельности АДП СЦ МЧС России необходимо выполнение организационно-технических мероприятий:

1. Разработка нормативных и руководящих документов, регламентирующих деятельность АДП с учетом специфики их функционала (задачи, функции, структура, состав, порядок применения и их подготовка).

2. Определение требований, предъявляемых к кандидатам на замещение должностей в АДП.

3. Учёт особенностей создания и оснащения АДП для каждого спасательного центра МЧС России с учётом их дислокации и удаленности от АСЦ и аэродромного базирования ВС.

В целом, применение АДП как в составе АМГ регионального центра, так и самостоятельно целесообразно, будет способствовать повышению готовности реагирования на ЧС природного и техногенного характера и эффективности применения авиационно-спасательных технологий.

В целях определения финансово-экономических аспектов создания АДП в следующей статье будут рассмотрены вопросы организации подготовки личного состава АДП и их обеспечения снаряжением, оборудованием и имуществом.

Литература

1. Приказ МЧС России от 18 января 2016 года № 9 «Об обеспечении готовности аэромобильных группировок МЧС России к ликвидации чрезвычайных ситуаций и пожаров».

2. Методические рекомендации по созданию, оснащению и порядку применения АМГ территориальных органов МЧС России/МЧС России. - 2014.

3. Приказ МЧС России от 23 июня 2015 года № 324 «О применении авиации и авиационно-спасательных технологий в МЧС России».

4. Материалы совещания МЧС России по вопросу создания аэромобильных группировок. - 2016 г.

5. Подъёмно-спусковые работы на вертолёте /Учебное пособие: УВАУ ГА, г. Ульяновск – 2011.

6. Отчёт о НИР «Научно-методическое обоснование оснащения спасательных воинских формирований МЧС России, в том числе с учетом их использования в составе аэромобильных группировок» (п. 1-1-5.4-4/А5 Плана НИОКР МЧС России на 2015 год).

Сведения об авторах

Сломацкий Виталий Павлович, - начальник 1 научно исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 121352, г. Москва, Давыдовская ул., д. 7. Тел. 8-(495)-400-90-33, E-mail: centriskdtp@mail.ru

Колеганов Сергей Викторович, - заместитель начальника 12 научно-исследовательского отдела 1 научно исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГОЧС(ФЦ), 121352, г. Москва, Давыдовская ул., д. 7. Тел. 8-(495)-400-90-33, E-mail: centriskdtp@mail.ru

Иванов Виктор Сергеевич, - научный сотрудник 12 научно-исследовательского отдела 1 научно исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 121352, г. Москва, Давыдовская ул., д. 7. Тел. 8-(495)-400-90-33, E-mail: centriskdtp@mail.ru

УДК 351.753.6

**О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ГРАЖДАНСКОЙ
ОБОРОНЫ НА ПРИГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Кандидат техн. наук В.Ю.Глебов
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)**

Рассмотрены проблемные моменты реализации мероприятий по гражданской обороне, применительно к приграничным территориям Российской Федерации, с учетом существующих угроз интересам и безопасности страны, а также современного состояния ее социально-экономического развития.

Ключевые слова: гражданская оборона, мероприятия по гражданской обороне, приграничные территории Российской Федерации, угрозы интересам и безопасности Российской Федерации.

**ON IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF CIVIL DEFENCE MEASURES
IN THE BORDER AREAS OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Ph.D (Tech) V.Yu. Glebov

The article considers issues of implementation of civil defence activities in relation to cross-border territories of the Russian Federation, taking into account existing threats to the interests and security of the country, and the current state of its socio-economic development.

Key words: civil defense, measures for civil defense, border territories of the Russian Federation, threats to the interests and security of the Russian Federation.

Распад СССР и появление на его территории новых государств резко изменили положение регионов России. Это выразилось, в частности, в увеличении числа ее приграничных субъектов. Если до 1991 г. к ним можно было отнести около десятка республик, краев и областей, то в настоящее время более половины субъектов Российской Федерации являются приграничными (из 85 субъектов Российской Федерации 45 представляют приграничные регионы страны).

Сухопутная граница отделяет Россию от Азербайджана, Белоруссии, Грузии, Казахстана, Китая, КНДР, Латвии, Литвы, Монголии, Норвегии, Польши, Республики Абхазия, Украины, Финляндии, Эстонии, Южной Осетии.

По морю Россия граничит с четырнадцатью государствами. С США и Японией Россия имеет только морскую границу.

Ключевыми документами стратегического планирования определены глобальные и региональные угрозы приграничным территориям Российской Федерации. Наиболее значимыми из них, с точки зрения гражданской обороны, являются:

- военная угроза;
- очаги локальных войн и вооруженных конфликтов;
- возрастание опасности пригородных и техногенных катастроф трансграничного характера.

Угрозу интересам и безопасности Российской Федерации представляет также продолжающееся расширение НАТО, что является прямой угрозой безопасности нашей страны.

В настоящее время Российская Федерация граничит с шестью государствами – членами блока НАТО.

Указанные угрозы делают необходимым научный поиск средств и способов повышения эффективности защиты населения и территорий от опасностей, возникающих на приграничных территориях при военных конфликтах, а также при крупномасштабных чрезвычайных ситуациях.

В сложившихся военно-политических и социально-экономических условиях является целесообразным и необходимым развитие гражданской обороны (ГО) как государственной резервной системы.

Целенаправленная работа МЧС России по формированию нового облика гражданской обороны в современных условиях только в последние годы позволила внести изменения в действующее законодательство, в том числе, в части определения понятий «управление гражданской обороной», «система управления гражданской обороной», приведения определения «гражданская оборона» в соответствие с Военной доктриной Российской Федерации, актуализации перечня основных задач в области гражданской обороны, а также внедрения новых принципов развития гражданской обороны.

Наиболее значимыми направлениями единой государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года с точки зрения повышения эффективности гражданской обороны на приграничных территориях, в рамках которых МЧС России сосредотачивает свои усилия, являются:

- совершенствование методов и способов защиты населения, материальных, культурных и гуманитарных ценностей;
- развитие сил гражданской обороны;
- совершенствование системы подготовки населения в области гражданской обороны.

Определено, что целью развития гражданской обороны является дальнейшее усиление роли и значимости гражданской обороны Российской Федерации в обеспечении национальной безопасности страны, обеспечении реализации стратегического национального приоритета «Оборона страны», ее институализации и превращения в социально значимую систему, эффективно действующую как в условиях военного, так и мирного времени.

Нисколько не приуменьшая значение всех составляющих оборонного комплекса страны, в рамках формирования новых подходов к совершенствованию гражданской обороны, по-особому следует учитывать существующие угрозы интересам и безопасности Российской Федерации на приграничных территориях при выполнении мероприятий гражданской обороны.

Очевидно, что реализация угрозы военной агрессии против приграничных территорий России:

практически не оставит времени для осуществления перевода гражданской обороны с мирного на военное время;

значительно усложнит практическую реализацию мероприятий ГО, связанных с укрытием населения в защитных сооружениях ГО, а также с организацией эвакуационных мероприятий.

Указанное обстоятельство, в части приграничных территорий, требует особого подхода к организации и ведению гражданской обороны, как одной из важнейших функций государства, составных частей оборонного строительства, обеспечения безопасности государства, а также к выполнению мероприятий по гражданской обороне - организационных и специальных действий, осуществляемых в области гражданской обороны в соответствии с федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

При этом, существовавший до недавнего времени положительный опыт планирования мероприятий ГО на военное время, определенный в утратившей в настоящее время Директиве начальника ГО (ДНГО-001 от 27.05.1997 г.) в части согласования с военным командованием вопросов отселения и эвакуации населения из приграничных районов, сохранен и дополнен в разработанных МЧС России и введенных установленным порядком в ряде нормативных и нормативно-технических документах, предъявляющих ряд повышенных требований к мероприятиям по ГО для объектов, расположенных на приграничных территориях, и приграничных населенных пунктов.

Так, в соответствии с СП 165.13330.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне» (п. 10.2) регламентировано проведение мероприятий световой маскировки и других видов маскировки в приграничных населенных пунктах, если они рассматриваются органами военного управления как вероятные цели поражения на территории Российской Федерации.

В соответствии с требованиями приказа МЧС России от 16.02.2012 г. № 70 «Об утверждении Порядка разработки, согласования и утверждения планов гражданской обороны и защиты населения (планов гражданской обороны)» населенные пункты и объекты, как вероятные цели поражения на территории Российской Федерации (в том числе в приграничной зоне) и их возможные зоны поражения, согласовываются администрациями субъектов Российской Федерации с органами военного управления - командующим войсками военного округа и начальником территориального гарнизона [2].

Указанное согласование предусмотрено в составе Планов гражданской обороны и защиты населения Российской Федерации, обязательных к разработке администрациями субъектов Российской Федерации.

С органами военного управления подлежат согласованию также планы эвакуации населения, материальных и культурных ценностей из приграничных районов.

Результаты оценки МЧС России состояния гражданской обороны в Российской Федерации, проводимые ежегодно в рамках соответствующего доклада Правительству Российской Федерации, позволяют констатировать (на примере Калининградской и Ростовской областей, Республики Крым) следующее:

эвакуационные мероприятия в Калининградской области не планируются и, соответственно, осуществляться не будут;

готовность убежищ и противорадиационных укрытий к приему укрываемых составляет 22 - 26 и 6 - 10 %% (от общего числа убежищ и ПРУ), соответственно;

сроки хранения около 30 - 45 % накопленных средств индивидуальной защиты превысили нормативно рекомендованные.

Еще более сложная ситуация с инженерными мероприятиями ГО в Республике Крым, где практически отсутствует введенная в эксплуатацию более 30-ти лет назад система оповещения населения, из 87 убежищ и 461 ПРУ готово к приему укрываемых только 3 убежища и 5 ПРУ. Работники организаций и население, работающие (проживающие) на территориях в пределах границ зоны возможного химического заражения не обеспечены средствами индивидуальной защиты.

Таким образом, основное внимание органов исполнительной власти приграничных субъектов Российской Федерации должно быть обращено, в том числе, на:

разработку и реализацию планов гражданской обороны и защиты населения, в том числе на основе разработанного и введенного в эксплуатацию автоматизированного программно-технического комплекса планирования мероприятий ГО (АПТК ГО), организацию предметной подготовки населения в области гражданской обороны, адаптированных к реально существующим глобальным и региональным угрозам;

создание и поддержание в состоянии готовности сил и средств гражданской обороны, способных противостоять всему спектру вероятных угроз;

создание и поддержание в состоянии постоянной готовности к использованию технических систем управления гражданской обороны, систем оповещения населения об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, защитных сооружений и других объектов гражданской обороны;

планирование мероприятий по подготовке к эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы, их размещение, развертывание лечебных и других учреждений, необходимых для первоочередного обеспечения пострадавшего населения;

обеспечение своевременного оповещения населения, в том числе экстренного оповещения населения, об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера и др.

Вместе с тем, как уже отмечалось, Калининградская область и Республика Крым, в силу своего географического размещения, не имеют возможности проведения эвакуационных мероприятий. В этой связи необходима дальнейшая проработка проблемы совершенствования порядка эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы в части регламентации рассредоточения населения, материальных и культурных ценностей на указанных территориях с целью снижения масштаба последствий их вероятного поражения в условиях вооруженного конфликта.

При этом особого внимания требуют вопросы укрытия населения указанных анклавов в защитных сооружениях гражданской обороны – убежищах, а также в новом виде защитных сооружений - укрытиях, предназначенных для защиты укрываемых от фугасного и осколочного действия обычных средств поражения, поражения обломками строительных конструкций, а также от обрушения конструкций вышерасположенных этажей зданий различной этажности.

Дополнительной проработки требуют вопросы предоставления населению приграничных территорий средств индивидуальной защиты, исходя из результатов анализа возможных источников потенциальной опасности на сопредельных территориях, зоны действия поражающих факторов аварий на которых могут достичь территорию Российской Федерации, и совершенствование как порядка накопления, хранения и использования в

целях ГО запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств, так и организации непрерывного мониторинга возможной обстановки и задействования всех средств экстренного оповещения населения о возможных опасностях.

События в Республике Крым и г. Севастополе в 2015 году, когда в результате умышленного повреждения линий электропередач произошло внезапное нарушение электроснабжения целого федерального округа, показали недостаточную готовность систем ГО и РСЧС к реагированию на подобные чрезвычайные ситуации. И, в первую очередь, это связано как раз со сложностями централизованного снабжения приграничных территорий ресурсами из материковой части Российской Федерации для обеспечения нормальной жизнедеятельности населения. Поэтому требуют дальнейшей проработки вопросы обеспечения устойчивого функционирования энергосистем, а также других систем жизнеобеспечения населения, с целью повышения автономности приграничных районов.

Кроме того, анализ существующей нормативной правовой базы, норм обеспечения пострадавших с учетом опыта приема беженцев с юго-восточных регионов Украины, а также опыта проведения гуманитарных операций в республиках Южная Осетия и Абхазия и др. обуславливают актуальность проведения научных исследований в рамках обоснования организации первоочередного жизнеобеспечения населения и проведения работ по срочному восстановлению объектов инфраструктуры при вооруженных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также в чрезвычайных ситуациях мирного времени, что особенно актуально именно для приграничных территорий Российской Федерации.

Анализ существующих методических подходов к организации первоочередного жизнеобеспечения пострадавших в чрезвычайных ситуациях показал, что они разработаны более 15-20-ти лет назад и не отвечают современным требованиям к первоочередному жизнеобеспечению населения и проведению работ по восстановлению объектов инфраструктуры при вооруженных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также в условиях крупномасштабных чрезвычайных ситуаций.

Все это требует разработки межведомственных методических рекомендаций (подходов) по организации первоочередного жизнеобеспечения населения, в том числе, порядка развертывания и функционирования пунктов временного размещения населения, по комплектованию гуманитарных конвоев, и проведения работ по восстановлению объектов инфраструктуры при вооруженных конфликтах или вследствие этих конфликтов.

При этом, в качестве положительного момента, следует отметить усилия МЧС России по развитию сил и средств ликвидации ЧС, в том числе, по созданию в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 года № 603 «О реализации планов (программ) строительства и развития Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов и модернизации оборонно-промышленного комплекса», поручением Совета Безопасности Российской Федерации от 5 июля 2013 года аэромобильной группировки сил (АМГ) на основе спасательных воинских формирований МЧС России, региональных и специализированных подразделений федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы, способной оперативно реагировать на крупномасштабные чрезвычайные ситуации и пожары в любой точке страны, что существенно позволило повысить эффективность ликвидации чрезвычайных ситуаций [1].

Общая численность аэромобильной группировки в настоящее время достигла более 12,5 тысяч человек.

Эффективность применения АМГ была доказана, например, в 2014 г. при ликвидации последствий дождевого паводка в субъектах Сибирского федерального округа, в 2015 г. при ликвидации чрезвычайной ситуации в Краснодарском крае (г. Сочи), когда оперативное сосредоточение необходимого количества сил и средств позволило не только ликвидировать чрезвычайные ситуации, но и предупредить их дальнейшее развитие.

Практика развития и совершенствования применения сил и средств МЧС России на основе научно-обоснованных подходов будет продолжена и далее.

В настоящее время МЧС России активно участвует в научном обосновании единой оперативно-стратегической системы исходных данных военного планирования в части спасательных сил МЧС России, в рамках которого, в том числе, планируется учесть основные положения нового облика гражданской обороны, как резервной системы военной организации государства. Результаты указанной работы будут включены в формируемый Минобороны России План обороны Российской Федерации на 2021 – 2025 годы.

В современных условиях значимость мероприятий гражданской обороны, как важнейшей государственной системы, обеспечивающей безопасность государства и его граждан от угроз мирного и военного времени, многократно возрастает и требует повышения готовности гражданской обороны, ее совершенствования и развития.

И в первую очередь, в силу своего географического положения, это относится к приграничным территориям Российской Федерации, которым уготована роль определенного буфера в случае реализации военных угроз, возникновения локальных войн и вооруженных конфликтов, а также возникновении чрезвычайных ситуаций трансграничного характера.

На оперативном совещании Совета Безопасности Российской Федерации 22 сентября 2015 г. одобрены меры, предложенные МЧС России, по реализации и совершенствованию государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны.

Повышение эффективности гражданской обороны на приграничных территориях Российской Федерации требует продолжение проводимой в настоящее время МЧС России целенаправленной работы по формированию нового облика гражданской обороны, адаптированного к реально складывающейся геополитической обстановке, с учетом существующих глобальных и региональных угроз, а также ограничений по полномасштабному выполнению мероприятий ГО на указанных территориях.

Результаты научных исследований, в первую очередь, должны лечь в основу совершенствования нормативной правовой и нормативно-технической базы выполнения мероприятий по гражданской обороне на приграничных территориях, стать «локомотивом» качественного улучшения состояния защиты населения и, в конечном итоге, обеспечения требуемого уровня безопасности страны.

Литература:

1. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 года № 603 «О реализации планов (программ) строительства и развития Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов и модернизации оборонно-промышленного комплекса».
2. Приказ МЧС России от 16.02.2012 г. № 70 «Порядок разработки, согласования и утверждения планов гражданской обороны и защиты населения (планов гражданской обороны)».

Сведения об авторе

Глебов Владимир Юрьевич, - ведущий научный сотрудник, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7, т. раб. 233-25-47, доб. 175, e-mail: 12otdel@mail.ru.

УДК 351(075.8)+677.017.633.2

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД ОРГАНИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПУНКТОВ ВРЕМЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ
ПОСТРАДАВШЕГО НАСЕЛЕНИЯ**

Доктор техн. наук В.А. Седнев

ФГБОУ ВО «Академия государственной противопожарной службы МЧС России»

С.В. Чердниченко

Северо-Кавказский региональный центр МЧС России

Рассмотрены структура, состав, требования к системам жизнеобеспечения пунктов временного размещения населения, пострадавшего в чрезвычайных ситуациях, и обоснованы требования к структуре и составу системы электроснабжения пункта временного размещения населения и к организации его электроснабжения в целом.

Ключевые слова: пострадавшее население, пункты временного размещения, системы жизнеобеспечения, электроснабжение потребителей.

**SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACH TO THE ORGANIZATION
OF SUPPLY OF TEMPORARY ACCOMMODATION OF THE AFFECTED
POPULATION**

Dr. (Tech.) V.A. Sednev

**Federal state budgetary educational institution of higher education
«Academy of the state fire-fighting service of EMERCOM of Russia»**

S.V. Cherednichenko

North-Caucasian regional center of EMERCOM of Russia

The article describes the structure, composition; requirements for life support systems for temporary accommodation of the population affected in emergencies, and justified requirements to the structure and composition of the power supply system of the temporary accommodation of the population and the organization of its supply.

Key words: the affected population in temporary accommodation, life support systems, supply of electricity to consumers.

Размещение пострадавшего в чрезвычайных ситуациях населения производится в пунктах приема и временного размещения (ППВР) и городках для временного проживания (ГВП) [1-3]. Пункт приема и временного размещения – специально оборудованная территория для размещения и жизнеобеспечения эвакуированных и беженцев. В нем решаются задачи регистрации и учета прибывающих людей; сортировки и отправки их в городки временного проживания или к местам постоянного проживания; обеспечения людей питанием, предметами первой необходимости, медицинской и материальной помощью. Городок временного проживания предназначен для размещения эвакуированных и беженцев, их временного трудоустройства с последующей отправкой к месту постоян-

ного жительства. Количество пунктов временного размещения пострадавшего населения (ПВР ПН) (ППВР и ГВП) определяют исходя из численности размещаемых людей и возможностей местных органов власти по их оборудованию.

В качестве характеристик ПВР ПН используют их вместимость, продолжительность функционирования (ППВР – от нескольких суток до месяца; ГВП – от месяца до года), сезонные условия (лето, зима), место расположения (в пределах застройки города, поселка и т. д.; примыкающие к границе застройки населенного пункта; отдельно стоящие в пригородной зоне или сельской местности), условия размещения людей (капитальные, временные здания и др.). Вместимость ППВР предусматривают [1] 500-5000 человек, а ГВП от 1000 до 10000 человек. В них могут использоваться здания и сооружения: социально-культурного и бытового назначения (гостиницы, пансионаты, туристические базы и т. д.); заводского изготовления: тентовые, пневматические, сборно-разборные, складные, контейнерные, передвижные; быстровозводимые из местных материалов и в сочетании с изделиями заводского изготовления.

Проекты зданий и сооружений должны удовлетворять условиям: компактности и возможности применения в любых природно-климатических условиях; возможности получения из одних и тех же деталей или объемных частей зданий ячеистой структуры и зонального типа; малодетальности, простоты сборки или возведения, которая может осуществляться с помощью машин и механизмов, механизированного инструмента или вручную; транспортабельности (воздушный, речной, морской и наземный транспорт), возможности волочения, переноса вручную, десантирования и т. д.; быстроты ввода в эксплуатацию, универсальности использования и сочетания объемно-планировочных и конструктивных систем друг с другом, со зданиями и сооружениями, их частями из местных материалов, с формированием, при необходимости, «композитных» зданий; взаимозаменяемости конструктивных элементов из различных материалов, применения более совершенных видов инженерного оборудования; снижения массы, заводской и построечной трудоемкости.

При выборе материалов и конструкций для возведения ПВР ПН учитывают наличие в регионе производственных баз, материальных ресурсов, условий транспортировки и монтажа. При выборе участка для них должны учитываться [1] наличие удобных железнодорожных и автомобильных подъездных путей, источников водо- и электроснабжения и инженерно-технических сетей. При соответствующих условиях возможно размещение пострадавшего населения на берегах судоходных рек и морском побережье. Для развертывания отдельно стоящих ПВР ПН выбирают земельные участки, не требующие проведения мероприятий по инженерной подготовке, в первую очередь, земли не сельскохозяйственного назначения или не пригодные для сельского хозяйства. Выбор мест развертывания производят с учетом возможности использования объектов социально-культурного и бытового назначения и создания на основе мобильных, быстровозводимых, модульных и других типов зданий из различных строительных материалов. В отдельных случаях ПВР ПН могут быть развернуты [1-3] на основе палаточных городков, использования товарных и пассажирских вагонов и теплоходов. Все ПВР ПН размещают вблизи направлений возможного движения эвакуированных и беженцев, железнодорожных станций, аэропортов, речных и морских портов, а районы размещения должны иметь устойчивые источники водо- и электроснабжения. При выборе площадки следует учитывать рельеф местности, окружающий ландшафт, связь с инфраструктурой ближайших населенных пунктов, потребности в рабочей силе, наличие местных материалов и инженерной техники. Проект застройки должен выполняться в увязке с застройкой данной территории, не допуская вырубki зеленых насаждений.

Развертывание ПВР ПН не допускается [1]: в районах возможного затопления; в опасных зонах отвалов пород угольных и сланцевых шахт и обогатительных фабрик; в пер-

вом поясе зоны санитарной охраны источников водоснабжения; на участках, загрязненных химическими и радиоактивными веществами; в зонах воздействия селевых потоков, снежных лавин и оползней; под высоковольтными линиями электропередачи (ЛЭП), вблизи газо-, нефте- и топливопроводов; на болотистых и каменистых грунтах; на территории парков и заповедников. Выбор мест их развертывания согласуется с местными органами власти. Величину территории под ПВР ПН можно принимать по табл. 1.

Таблица 1

Величина территории под пункт временного размещения

Численность населения, тыс. чел.	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	10,0
Величина территории, га	4,25	8,40	12,8	17,2	26,0	51,0

Таким образом, количество пунктов временного размещения пострадавшего населения зависит от численности размещаемых людей и возможностей местных органов власти по их оборудованию; продолжительность их функционирования – от месяца до года, вместимость - от 500 чел. до 10 000 чел. (500-5000, 1000-10 000 чел.), при этом рекомендуемый ряд [3] вместимости, тыс. чел.: 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0; 10,0. Развертывание ПВР ПН в населенных пунктах может проводиться строительными и эксплуатационными организациями, органами коммунально-бытового обслуживания и материально-технического снабжения; к развертыванию ПВР ПН палаточного типа в полевых условиях могут быть привлечены воинские части и другие специализированные группы.

Инженерное оборудование ПВР ПН включает развертывание и оборудование зданий и сооружений для его временного проживания, а также систем водоснабжения, канализации, теплоснабжения и электроснабжения для обеспечения жизнедеятельности эвакуированных и беженцев. Инженерное оборудование должно осуществляться в соответствии с мероприятиями, направленными на обеспечение жизненных функций пострадавшего населения. При этом предусматривают жилую, коммунально-бытовую и административную функциональные зоны. В ППВР выделяют [3] жилую зону с объектами обслуживания и отдыха, складскую, производственную и внешнего транспорта. Ориентировочная удельная площадь зон: 35–40 % – жилая; 30–40 % – коммунально-бытовая; 10–20 % – административная. Все зоны должны иметь простую планировочную структуру и разделяться между собой улично-дорожной сетью.

Жилая зона состоит из жилых помещений: для семей могут выделяться отдельные помещения; одинокие граждане размещаются в жилых помещениях типа общежитий.

В коммунально-бытовой зоне располагают: кухонный комплекс, пункты выдачи воды, вещевые склады, умывальники, душевые, места для стирки и сушки белья и др. Кухонный комплекс состоит из продовольственных складов, кухни, столовых и моек. Пропускную способность пунктов питания рассчитывают из условий обеспечения двух- или трехразового приема пищи. Горячая пища выдается, как правило, три раза в сутки. В случае невозможности выполнения этого требования горячая пища готовится 2 раза в сутки. Промежутки времени между приемами пищи не должны превышать 7 часов [4].

Пункты выдачи воды размещают вблизи пунктов приготовления пищи (кухонь), помывочных пунктов (душевых), умывальников, медпункта. Режим и порядок раздачи воды устанавливается администрацией ПВР ПН [5]. В административной зоне [1, 5] располагают помещения контрольно-пропускных пунктов, комендантской службы, меди-

цинского пункта, клуба, приема и документального оформления эвакуированных и беженцев, службы материально-технического снабжения и др.

В состав медпункта входят помещения амбулатории, включающей кабинеты врачей, процедурную, перевязочную, аптеку, стоматологический, стерилизационный, гинекологический и педиатрический кабинеты, и лазарета.

Жилая и административная зоны должны располагаться с наветренной стороны от коммунально-бытовой зоны. Функциональные зоны пригородных и полевых ПВР ПН должны разделяться улучшенными грунтовыми или грунтовыми дорогами и проездами, оборудованными дорожными знаками. Пункты приема вне населенных пунктов должны ограждаться проволочным, сетчатым (металлическим, иным) забором высотой не менее 2 м и иметь не менее двух въездов: основного для населения и хозяйственного [3].

Электроснабжение ПВР ПН может осуществляться от государственной энергосистемы или от автономных источников электрической энергии (ИЭЭ). Территория и периметр должны иметь электрическое освещение; кабели системы электроснабжения (СЭС) должны быть подвешены на безопасной высоте, а мачты освещения размещены по периметру городка и основных модулей; система электроснабжения, включающая автономные ИЭЭ, должна иметь трехдневный запас топлива [4].

На территории городков временного проживания предусматривают: жилую, коммунально-бытовую, административную, систему жизнеобеспечения, складскую, транспортную, нейтральную и резервную зоны [1, 3].

Жилая зона состоит из жилых зданий квартирного типа и общежитий, открытых игровых площадок и площадок для сушки белья. В коммунально-бытовой зоне располагают: предприятия общественного питания, умывальные, душевые, прачечные, парикмахерские, бани и др. Административная зона должна включать здания администрации, медицинских учреждений, почты, школ, дошкольных детских учреждений, торговли, культуры и спорта и др.

Зона систем жизнеобеспечения должна служить для устройства систем водоснабжения, канализации, теплоснабжения и электроснабжения.

Складская зона должна иметь складские здания и площадки с навесом или без него. В складских зданиях располагаются продовольственные и вещевые склады, а также овощехранилища. Транспортная зона служит для устройства автомобильных дорог и площадок с различными типами покрытий, пешеходных дорожек и тротуаров.

Нейтральная зона предназначена для отделения транспортной зоны, магистральных автомобильных и железных дорог от остальных зон, резервная зона предусмотрена для дальнейшего развития ГВП. На свободных от застройки участках должно проводиться благоустройство и озеленение.

Планировку ПВР ПН принимают [1]: прямоугольной, концентрической, веерной, линейной, свободной и смешанной. Прямоугольная, концентрическая и веерная планировки имеют центр из общественных зданий и сооружений, функционально связанных с жилыми зданиями, расположенными по периметру, по окружностям различного радиуса и по направлению условных лучей, исходящих из центра.

Линейная планировка имеет центр, в границах которого расположены общественные здания и сооружения, функционально связанные с жилыми зданиями, размещенными с одной (односторонняя планировка) или с двух сторон (двухсторонняя планировка) от общественного центра. Свободная планировка предполагает несколько центров. Смешанная планировка выполняется с учетом сочетания различных схем планировки (свободной и прямоугольной и т. д.).

Прямоугольную и концентрическую планировки применяют для ПВР ПН численностью до 500 человек с последующим увеличением за счет дальнейшего его развития по

периметру и окружности планировочных схем. Веерная планировка применяется для ПВР с численностью до 500 человек на начальном этапе с увеличением численности проживающих до 2 тыс. чел. на завершающем этапе развития. Линейную планировку применяют при размещении ПВР ПН вдоль транспортных магистралей и береговой полосы, а свободную - для большой вместимости и при размещении на местности с холмистым или гористым рельефом. Смешанная планировка применяется в случаях, когда неэффективно использовать одну определенную схему планировки.

Санитарные разрывы между временными зданиями и сооружениями, между ними и функциональными зонами принимают [1]: между жилыми палатками – 2,5 м; между торцами блок-контейнеров без окон – не ограничиваются; между жилыми палатками, блок-контейнерами и надворной уборной – не более 75 м; между жилыми палатками или блок-контейнерами и хозяйственной зоной – не более 50 м.

Нормы обеспеченности учреждениями общественного обслуживания должны обеспечивать пострадавшее население условиями для безопасного проживания, питания, медицинской помощи и санитарно-бытовыми услугами. Норму площади жилого помещения на человека принимают: в тентовых, пневматических, а также сооружениях народной архитектуры – 2,5–3 м²; в передвижных и контейнерных зданиях – 3 м²; в стационарных жилых и общественных зданиях и сооружениях, приспособляемых для проживания, – 4 м². Плотность расселения для срочного этапа допускается до 500 чел./га; для развития – 300 чел./га. Жилые и общественные сооружения для пострадавшего населения проектируют типовыми сериями на основе модульного принципа их компоновки. Размещение персонала блока управления предусматривают в обособленных помещениях на основе действующих норм. Таким образом:

наибольшей сложностью организация и создание систем жизнеобеспечения пострадавшего населения представляют для случая создания пунктов временного размещения в автономных (полевых) условиях;

вместимость пунктов временного размещения пострадавшего населения - от 500 чел. до 10 000 чел. и зависит от удельной площади функциональных зон: 30–40 % – жилая; 30–40 % – коммунально-бытовая; 10–20 % – административная. Потребители электрической энергии (ЭЭ) функциональных зон определяют потребляемые мощности;

вместимость ПВР ПН зависит также от типа их планировки, например, для веерной вместимость составляет 500 - 2 000 чел., а свободная предполагает несколько центров и рассчитана на большую вместимость, - неучет этого, приводит к нерациональному расходованию электрической энергии.

На этапе строительства ПВР ПН организуют [3] аварийное (привозное) водоснабжение и теплоснабжение (теплогенераторы для обогрева воздухом, нетеплоёмкие печи и др.), электроснабжение предусматривается от передвижных электрических станций (ЭС), а на последующих этапах развития – от мобильных передвижных и контейнерных энергоисточников.

Водоснабжение может быть организовано: при наличии централизованной системы водоснабжения, – присоединением к ней системы водоснабжения ПВР ПН; при отсутствии её или недостаточной мощности - от местных источников грунтовых вод, от шахтных колодцев, водозаборных скважин и других источников, которые должны быть защищены от внешних воздействий. При отсутствии на территории развертывания грунтовых вод допускается использование воды закрытых источников и подрусовых вод путем устройства закрытых капотажных колодцев. При отсутствии источника питьевого водоснабжения может использоваться питьевая вода привозная или промышленного производства, расфасованная в емкости (бутилированная) [3].

Для забора воды из озер и прудов можно применять водозабор с колодцем-фильтром, производительность которого составляет 0,1–0,3 м³/ч на 1 м² площади фильтра.

Для добычи грунтовых вод могут быть использованы установки для добычи грунтовых вод, передвижные буровые, установки разведывательного бурения. Подача воды из источников может осуществляться погружными насосами, мотопомпами, электронасосами, насосными установками. При снабжении водой из открытых источников для очистки воды можно использовать войсковые фильтровальные станции. Для опреснения воды можно использовать передвижные опреснительные установки. Качество воды должно соответствовать гигиеническим требованиям, предъявляемым к воде нецентрализованного водоснабжения и расфасованной в емкости.

Для транспортировки воды могут применяться автоцистерны, а для хранения – резервуары. Хранение воды при температуре 20 °С допускается в течение 5 сут., а при 50 °С – не более 1–2 сут. В зимнее время (от –10 до –30 °С) перевозка и хранение воды в автоцистернах допускается в течение 10–12 час, в резервуарах – до 5 час.

При оборудовании пункта водоснабжения для предохранения его от замерзания водозаборные скважины оборудуют греющим кабелем, применяют теплоизоляцию и оборудование, устойчивое к замерзанию, укладывают водоводы и сети канализации с теплопроводами и др. [3]. При расчете минимальной потребности в воде исходят из нормативов (в сутки): 10 л на человека для питья и приготовления пищи; 75 л на больного на стационарном лечении; 45 л на обмывку человека; среднесуточная норма водопотребления при централизованной системе водоснабжения - 100–110 л на человека; при снабжении привозной водой норма ее потребления принимается 30–50 л на человека. Канализацию сборно-разборных контейнерных зданий можно устраивать автономной, предусматривая мероприятия обеспечения незамерзаемости стоков.

Теплоснабжение ПВР ПН в населенных пунктах может быть организовано [1] за счет тепла теплоэлектроцентралей котельных и тепловых сетей. Теплоснабжение передвижных зданий предусматривают децентрализованным, а контейнерных сборно-разборных – централизованным. Децентрализованное теплоснабжение жилых и общественных зданий контейнерного типа применяют при их эксплуатации до 6 месяцев. В общественных зданиях передвижного, контейнерного и сборно-разборного типов могут предусматриваться водяные и воздушные системы отопления и системы электроотопления. Для отопления помещений на основе палаточного лагеря могут применяться печи промышленного изготовления и из местных материалов. Количество печей принимается из расчета: 2 – на палатку УСБ-56 и 1 – на палатку ПЛ.

Система электроснабжения ПВР ПН может включать силовые и осветительные сети. Напряжение питающих сетей предусматривают 380/220 В с глухо заземленной нейтралью. Напряжение сетей освещения - 220 В. Электрическое освещение можно организовать [1] по зональному принципу. Наружное освещение в 1 лк предусматривают по основным проездам и проходам, периметр территории должен освещаться прожекторами. Наружные электропроводки временного электроснабжения могут быть выполнены изолированным проводом, размещены на высоте не менее 2,5 м над рабочими местами, 3,5 м – над проходами, 6 м – над проездами. В качестве резервных источников электрической энергии могут быть использованы передвижные осветительные электростанции. При отсутствии электроснабжения от государственной энергосистемы могут использоваться дизельные электростанции.

Жилые и общественные здания ПВР ПН должны быть телефонизированы и радиофицированы. Радиофикация территории может проводиться на базе местной радиофикационной сети, а при ее отсутствии – с использованием походных автоклубов.

Территория ПВР ПН формируется с учетом противопожарных расстояний между зданиями и сооружениями и оборудуется в противопожарном отношении средствами пожарной сигнализации и пожаротушения (огнетушители, пожарные водоемы и т. д.). Общественные здания и сооружения должны оборудоваться автоматическими средствами охранной и пожарной сигнализации.

Таким образом, жизнеобеспечение пострадавшего населения представляет [2, 3] собой совокупность взаимосвязанных по времени, ресурсам и месту проведения мероприятий, направленных на создание условий для сохранения жизни и поддержания здоровья людей в чрезвычайных ситуациях, на маршрутах эвакуации и в местах размещения по соответствующим нормам и нормативам. Состав мероприятий зависит от характера чрезвычайной ситуации, ее масштабов, потребностей населения и других факторов. Жизнеобеспечение населения в комплексе мер по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций относится к мероприятиям по ликвидации их возникших последствий, а целью жизнеобеспечения населения является создание и поддержание условий по удовлетворению его физиологических, материальных и духовных потребностей. Успешное решение задач жизнеобеспечения пострадавшего населения требует четкой организации работ и наличия необходимых материальных средств, в том числе электротехнических, для обеспечения функционирования их пункта временного размещения.

*Основные положения по организации электроснабжения
пункта временного размещения пострадавшего населения*

Для решения задач жизнеобеспечения пострадавшего населения в пункте временного размещения необходимо нормальное функционирование большого количества различных потребителей электрической энергии. В случае прекращения их электроснабжения даже на короткое время задача жизнеобеспечения может быть выполнена частично или не выполнена, что определяет важность бесперебойного обеспечения электроэнергией потребителей.

С точки зрения электроснабжения пункты временного размещения пострадавшего населения: являются [1] некрупными потребителями электрической энергии, - их мощность составляет от единиц до нескольких десятков, редко, сотен киловатт; обеспечиваются электрической энергией, как правило, от передвижных ИЭЭ или встроенных электроагрегатов (ЭА); используются в чрезвычайных ситуациях. Конструктивно система электроснабжения выполняется различно, но в любой из них может быть выделена внешняя и внутренняя части [6, 7].

По внешней части системы электроснабжения ПВР ПН получает электрическую энергию от государственной энергосистемы. Эта часть включает в себя элементы от места присоединения к государственной энергосистеме до элементов, входящих во внутреннюю часть системы электроснабжения. Государственная энергосистема, при наличии такой возможности, является основным источником питания. Однако, не будучи пораженной, она может обеспечивать потребителей ЭЭ и в режиме чрезвычайной ситуации. Если пункт временного размещения пострадавшего населения удален на значительное расстояние от государственной энергосистемы, его электроснабжение может осуществляться от резервной электростанции, которую следует относить к внешней части СЭС.

Внутреннюю часть системы электроснабжения составляют резервные ЭС и элементы, находящиеся под напряжением при питании от них. Если внутренняя часть СЭС резервирует внешнюю, то ЭС внутренней части называют резервными. В режиме чрезвычайной ситуации и при отсутствии связи с государственной энергосистемой они являются основными источниками питания. Однако разделить на внешнюю и внутреннюю части

систему электроснабжения ПВР ПН нельзя, так как его электроснабжение осуществляется от одного источника электрической энергии.

При выборе варианта СЭС предпочтение следует отдавать варианту с более высоким напряжением, так как при росте нагрузок затраты на расширение СЭС будут меньше. При этом величина напряжения передающей линии зависит от передаваемой мощности и расстояния, на которое осуществляется передача. Поскольку выпускаемые промышленностью генераторы дизель-электрических агрегатов имеют номинальное напряжение 0,38, 6 и 10 кВ, то и сети внутренней части СЭС выполняются на эти же напряжения. Построение электрических сетей для распределения ЭЭ может осуществляться [7] по радиальным, магистральным и смешанным схемам.

Суть радиальной схемы состоит в том, что распределение ЭЭ от питающих сборных шин к потребителю (группе потребителей) осуществляется по отдельной линии. Схему целесообразно применять в случаях, когда есть крупные сосредоточенные нагрузки в различных направлениях от ИЭЭ. Схема может быть одноступенчатой или двухступенчатой, что определяется числом ступеней распределения ЭЭ в сети данного напряжения. Радиальные схемы с числом ступеней более двух нецелесообразны, так как усложняются коммутация и защита. При двухступенчатой радиальной схеме применяются промежуточные распределительные пункты, от которых и питаются распределительные сети второй ступени. Такие схемы используются для электроснабжения объектов, рассредоточенных на большой территории. Ответственные потребители питаются по радиальным резервированным линиям, присоединенным к независимым ИЭЭ.

Радиальные схемы просты по конструктивному исполнению; повреждение линии лишает питания только часть потребителей; при применении резервных линий перерыв питания определяется временем для включения резерва. Недостатки радиальных схем: необходимость установки на головной подстанции большого количества ячеек распределительного устройства при одноступенчатом питании и большой расход кабелей.

Наиболее рациональным решением построения системы электроснабжения объекта, содержащего большое число сооружений, требующих разветвленной СЭС, являются магистральные схемы. При этом ЭЭ от питающих сборных шин распределяется по магистрали, которая последовательно подводится к группам потребителей. Схема применяется, если расстояние между соседними группами потребителей значительно меньше, чем расстояние до питающих шин. Схемы с двухсторонним питанием наиболее надежны, но применение их не рекомендуется из-за сложности релейной защиты и электроавтоматики (необходимость синхронной работы источников питания). Смешанные схемы представляют комбинации радиальных и магистральных схем.

Выбор схемы электроснабжения определяется: потребляемой объектом мощностью; категорией потребителей; графиками нагрузок и размещением их на объекте; наличием государственной энергосистемы; техническими требованиями к СЭС.

Потребители ЭЭ можно разделить [2-3] на технические и технологические. Многообразие потребителей электроэнергии по назначению обуславливает широкий диапазон их параметров и требований к ее качеству.

Техническими потребителями называются такие, которые предназначены для создания нормальных условий жизнеобеспечения пострадавшему населению и функционирования технологическому оборудованию: светильники освещения мест отдыха людей, электропривод насосных установок водоснабжения, электрические нагревательные приборы и др. Для каждой из групп потребителей могут быть построены графики нагрузок. Технические потребители относятся ко 2-й и 3-й категориям по надежности питания. Особенности их: продолжительность непрерывной работы и перерывов зависит от условий окружающей среды - времени года, суток, температуры воздуха и т.д.; допустимы

кратковременные перерывы в их электроснабжении, длительные перерывы могут привести к нарушению жизнедеятельности людей и нормальных условий работы технологического оборудования; потребляемая мощность зависит от факторов внешней среды.

Технологическими потребителями называются такие, которые предназначены для обеспечения функционирования ПВР ПН и его системы электроснабжения: средства связи, электрооборудование по ремонту технических средств и др. Как правило, эти потребители относят к 1-й категории по надежности питания. Каждый потребитель специфичен для функциональных зон ПВР ПН. Особенности потребителей: продолжительность непрерывной работы и перерывов в электроснабжении потребителей определяется работой обеспечивающих систем, зависимость от других факторов - времени года, суток, атмосферных условий незначительна; прекращение или прерывание электроснабжения могут явиться причиной нарушения устойчивого функционирования систем жизнеобеспечения; зависимость потребляемой мощности от внешних факторов незначительна. Учет особенностей и распределения потребителей по категориям надежности питания важен при выборе схемы электрических соединений ПВР ПН и необходимого числа рабочих и резервных ИЭЭ. Для правильного выбора схемы электрических сетей и определения расчетных нагрузок потребители ЭЭ могут быть классифицированы по наиболее характерным группам:

потребители трехфазного тока напряжением до 1000 В, частотой 50 Гц (электроприборы вентиляторов, станков, компрессоров). Мощность их не превышает нескольких десятков киловатт. Напряжение питающей сети 380/220 В;

потребители однофазного тока напряжением до 1000 В частотой 50 Гц (осветительные установки и нагревательные устройства). Удельный вес осветительных установок значителен, так как они в сооружениях обеспечивают деятельность людей. Однофазная нагрузка должна равномерно распределяться между фазами, а несимметрия должна составлять не более 5-10 %;

потребители постоянного тока (средства связи, устройства релейной защиты и автоматики). Для преобразования трехфазного тока промышленной частоты 50 Гц в постоянный ток служат различные преобразовательные установки. Напряжение потребителей: 6; 12; 24; 48; 60; 110; 220; 440 В.

При организации электроснабжения пункта временного размещения пострадавшего населения необходимо определить: потребители электрической энергии и их мощности в каждом сооружении; расчетную мощность потребителей ПВР ПН; необходимое количество электростанций и их номинальные мощности; схему кабельной сети для подачи электрической энергии; позиции для электрических станций и оборудовать укрытия для них, вспомогательного имущества и обслуживающего расчета.

Электроснабжение ПВР ПН является одним из элементов его инженерного оборудования. Пострадавшее население, обслуживающие расчеты, резервные средства связи размещаются, в зависимости от времени года и срока функционирования ПВР ПН, в палатках или в сооружениях, которые могут собираться из заранее подготовленных элементов из дерева, железобетона и т.д. Потребителями ЭЭ в них являются светильники освещения, электродвигатели вентиляторов, электронагревательные приборы и др. В сооружениях рекомендуется применять средства общего и местного освещения, для местного и аварийного освещения обычно используются различные переносные аккумуляторные фонари. Определение мощности для питания освещения рекомендуется [2] производить методом удельной мощности, при этом нормы их различны, например, в помещениях для отдыха эта норма будет выше, чем для освещения входов или для помещений с кратковременным пребыванием людей.

При определении расчетной мощности и выборе ИЭЭ необходимо учитывать осветительную и силовую нагрузки ПВР ПН: зная количество его сооружений и функциональных зон, можно определить расчетную нагрузку и, затем, источники электрической энергии. Электроснабжение технологических потребителей может осуществляться от передвижных ЭС.

Взаимное расположение сооружений на местности может быть разнообразным. В зависимости от состава ПВР ПН электроснабжение его может осуществляться от одной или нескольких ЭС, когда сооружения размещаются по функциональным зонам или группам. В этом случае каждая зона или группа должна получать питание от своей электростанции, которая, по возможности, должна располагаться в центре электрических нагрузок. Это относится и к группам потребителей, находящихся на значительном расстоянии друг от друга. Питание всех или нескольких групп от одной ЭС нецелесообразно, так как СЭС становится сложной из-за наличия протяженных кабельных сетей. Возможен и другой подход - размещать ИЭЭ в каждом сооружении, но тогда потребуется иметь большое количество ИЭЭ небольшой мощности и отдельные помещения в каждом сооружении для их установки, что не оптимально.

В целом комплекс электроустановок, состоящий из электростанций, подстанций, распределительных устройств, линий электропередачи к потребителям ЭЭ, связанных в одно целое общностью режима, непрерывностью производства и распределения ЭЭ, называется электрической системой. Если выделить из нее потребители ЭЭ в отдельную группу, то оставшиеся электроустановки образуют систему электроснабжения - часть электрической системы, состоящую из ИЭЭ и электрических сетей.

Таким образом, совокупность ИЭЭ с устройствами передачи, преобразования ЭЭ и электроприемниками (ЭП) обладает признаками автономной минисистемы [7-12]. Учитывая, что высокой мобильностью обладают системы электроснабжения на основе автономных ИЭЭ, каждый из которых обеспечивает работу своего потребителя, следует рассматривать систему электроснабжения ПВР ПН, как комплекс автономных мобильных минисистем электроснабжения, объединенных через потребителей ЭЭ единством целей, задач, места и времени, а также ремонтных органов и запасов ИЭЭ, обеспечивающих функционирование минисистем. Это требует разделения источников электрической энергии на обеспечивающие ЭЭ потребителей системы жизнеобеспечения пострадавшего населения и обеспечивающих комплексов. Именно такой подход должен быть положен в основу организации электроснабжения потребителей. При этом источники электрической энергии для жизнеобеспечения пострадавшего населения отсутствуют, и задача состоит в выборе ИЭЭ и их количества. Что касается второй группы потребителей, то, не считая жизнеобеспечения обслуживающего персонала, задача решается ИЭЭ подвижных мастерских, комплексов управления и связи и др., - они удовлетворяют требованиям, и их выбор ревизии не подлежит.

В зависимости от характера выполняемых задач, структуры ПВР ПН и принятой системы управления потребители ЭЭ организационно и технически объединяются в группы однотипных потребителей, под которыми понимается часть сил и средств системы электроснабжения, выполняющая однородную задачу. Организационно-техническое построение потребителей определяется их назначением и принципами построения системы электроснабжения.

Источники электроэнергии подразделяются по роду тока на источники переменного (однофазные и трехфазные передвижные ЭА и ЭС) и постоянного тока (химические источники (аккумуляторы) и электроагрегаты).

По способу распределения ЭЭ системы электроснабжения бывают автономные (децентрализованные), централизованные и групповые [2, 7]:

децентрализация электроснабжения - это тенденция, характеризующаяся автономностью питания групповых потребителей электрической энергии, мобильностью элементов СЭС и минимальной протяженностью кабельной сети. Недостатки: низкая надежность маломощных ИЭЭ, снижение их экономичности и увеличение численности персонала, обслуживающего ИЭЭ;

под централизацией электроснабжения понимается объединение вокруг одного или минимального количества ИЭЭ максимально возможного количества потребителей. Способ характеризуется повышением надежности и экономичности ИЭЭ, сокращением их количества и обслуживающего персонала. Недостатки: питание комплекса средств от одного ИЭЭ, при этом затрудняется рассредоточение объектов на местности, и усложняется распределительная сеть; увеличение длины кабельной сети, ее утяжеление и увеличение времени на развертывание и свертывание ИЭЭ; снижение мобильности из-за уязвимости разветвленной сети и малого количества ИЭЭ. Централизация электроснабжения целесообразна при компактном размещении объектов, без дробления на более мелкие группы. Поэтому целесообразно применять групповые, автономные и, как исключение, централизованные СЭС;

при групповом распределении ЭЭ на каждую группу потребителей, размещенных более компактно, организуется своя система электроснабжения, что при сохранении относительно высокой мобильности и экономичности значительно снижает недостатки, свойственные централизованной СЭС.

По предназначению первичные ИЭЭ делятся на основные - источники, от которых предусмотрено электропитание потребителей в течение времени их работы, и резервные - источники, к которым подключаются потребители на время отключения основного источника питания. По способу резервирования электропитания различают СЭС с автономным, централизованным и групповым резервированием: автономное резервирование предполагает наличие резервных ИЭЭ у каждого объекта; при централизованном резервировании создается ИЭЭ, соответствующий по мощности основному; при групповом организуется несколько ИЭЭ, каждый из которых обеспечивает резервным питанием группу потребителей.

Передача и распределение ЭЭ от централизованных (групповых) ИЭЭ потребителям осуществляется по электрическим сетям, состоящим из линий электропередачи и распределительных устройств. Электропитающие линии могут прокладываться кабелем из комплекта электростанций.

В основу построения СЭС положены [7] следующие соображения: потребители ЭЭ вместе с электроагрегатом и кабельной сетью образуют автономные СЭС группы потребителей - количество их определяется количеством и потребляемой мощностью потребителей, размещением их на местности и требованиями по надежности электроснабжения; распределительная сеть развертывается силовым кабелем с использованием распределительных щитов из состава ЭС; развертывание, функционирование и свертывание ИЭЭ осуществляется согласно схеме под руководством начальника расчета или центра электропитания. Удаленные потребители ЭЭ питаются от своих ИЭЭ. Электрооборудованием в системе электроснабжения ПВР ПН могут быть:

трансформаторные подстанции для преобразования и распределения ЭЭ, состоящие из трансформаторов и распределительных устройств до и выше 1000 В. Применяются, как правило, трансформаторные подстанции с масляными трансформаторами от 100 до 1000 кВА на напряжение 10-6/0,4/0,23 кВ;

воздушные ЛЭП для передачи и распределения ЭЭ. По исполнению ЛЭП бывают воздушные и кабельные, а по величине напряжения передаваемой ЭЭ - до 1000 В и выше 1000 В. Преимущественно применяются кабельные ЛЭП. Воздушные ЛЭП используют

для передачи ЭЭ от государственных или ведомственных энергосистем и для наружного и охранного освещения и выполняют неизолированными однопроволочными (на напряжение до 1000 В) и многопроволочными проводами (на все напряжения). Наибольшее применение имеют алюминиевые и стальные провода и их комбинации;

кабельные ЛЭП, - наиболее простой является прокладка кабелей в траншеях на глубине 0,7-0,8 м, для соединения кабелей применяют различные соединительные муфты. При переходе кабельной ЛЭП в воздушную могут устанавливать мачтовые муфты. Трасса кабельной линии наносится на план местности и, при возможности, привязывается к капитальным сооружениям;

- распределительные устройства напряжением до 1000 В, устанавливаемые в центрах нагрузок в отдельных сооружениях, служащие для приема и распределения ЭЭ. На них могут размещаться коммутационные, защитные аппараты, устройства защиты, автоматики, контроля и сигнализации. Распределительные пункты служат для приема и распределения ЭЭ между электроприемниками;

аппаратура управления электроприемниками, которое может быть: местным ручным с помощью пусковой аппаратуры, установленной у ЭП; дистанционным с помощью пусковой аппаратуры в месте (местах), исключая прямой контроль работы ЭП; автоматическим, обусловленным требованием системы автоматики технологического процесса, в котором участвует ЭП; комбинированным, позволяющим применять любой из способов управления. Местное ручное применяется, как правило, для маломощных потребителей (электрокалориферы), - в этом случае могут применяться пакетные переключатели, магнитные и кнопочные пускатели (для однофазных электродвигателей) и др. Электроприемники, расположенные на удалении или в разных местах, но связанные рабочим режимом (вентиляция рабочих помещений), управляются дистанционно дежурным персоналом. Автоматическое управление электроприемниками предполагает течение процесса без участия человека (водоснабжение);

оборудование системы электроосвещения, которое может быть наружным (освещение дорог, проездов) и внутренним (освещение хозяйственных, жилых и др. помещений). Тип оборудования для освещения определяется его назначением (общее, местное, дежурное, аварийное) [6-7], средой (наружная установка, влажность, пыльность, температура, пожаро- и взрывоопасность, агрессивность среды, возможность механического повреждения и др.), типом и мощностью источника света, характером помещения. Освещение дорог, проездов осуществляется светильниками с различными лампами (накаливания, ртутными и др.), сооружений и открытых площадей – прожекторами (типа ПЗС-35 с лампой 500 Вт, ПЗС-45 с лампой 1000 Вт и другими), которые могут устанавливаться на высоте до 30 м и группами до 16 шт. Аварийное освещение может устраиваться в помещениях, где необходимо продолжать работу, эвакуировать людей при отключении рабочего освещения, и в помещениях с постоянно работающими людьми численностью более 50 человек, и должно обеспечивать на рабочих местах освещенность не менее 10 % от нормальной освещенности, не менее 0,3 Лк на полу помещений и по линии основных проходов;

осветительные установки, - являются частью СЭС, и по применяемому для их питания напряжению относятся к электроустановкам напряжением до 1000 В. Сопротивление изоляции групповой осветительной сети должно быть не ниже 0,5 МОм;

устройства заземления: заземление нейтралей силовых трансформаторов подстанций (сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом); повторное заземление нулевого провода низковольтных воздушных ЛЭП (общее сопротивление растеканию заземлителей должно быть не более 10 Ом); заземление для защиты от атмосферных напряжений в зависимости от категорий объектов.

Система электроснабжения ПВР ПН, представляющая совокупность технических устройств для выполнения заданных функций, должна строиться так, чтобы обеспечивать безопасность, надежность и удобство при эксплуатации, необходимое качество и бесперебойность электроснабжения.

Таким образом, основными принципами построения СЭС являются:

создание системы электроснабжения в виде многоуровневой системы и соответствие уровня СЭС функциональной группе и зоне ПВР ПН;

определение, исходя из задач функциональной зоны и её группы оснащения техническими средствами, задач электроснабжения и, соответственно, комплекта электротехнических средств;

выполнение задач электроснабжения более высоким уровнем в отношении себя и в интересах нижестоящего уровня, связь нижестоящего уровня с вышестоящим – через заявки на выполнение мероприятий;

разделение ИЭЭ на обеспечивающие ЭЭ потребителей системы жизнеобеспечения пострадавшего населения и обеспечивающих комплексов;

обеспечение потребителей обеспечивающих комплексов от ИЭЭ, параметры которых определены разработчиками. В отношении этих комплексов задачей электроснабжения является обеспечение их функционирования;

создание комплекса ИЭЭ для жизнеобеспечения пострадавшего населения, который может быть штатным или нештатным;

соответствие мощности ИЭЭ мощности потребителей электрической энергии и минимизация ИЭЭ по типам, роду тока, напряжению и частоте.

Система электроснабжения должна отвечать определенным требованиям. Обязательными для выполнения, наиболее общими и важными являются следующие технические требования, в частности, СЭС ПВР ПН должна:

обладать заданной надежностью, то есть обеспечивать потребители ЭЭ необходимой мощности и требуемого качества в течение заданного промежутка времени. Свойство оценивается показателями надежности, и достигается применением рациональной схемы электроснабжения объекта, обоснованным выбором типа и мощности ИЭЭ, резервированием элементов СЭС, применением надежного оборудования;

быть простой по устройству, что достигается применением унифицированного оборудования, устройств автоматического контроля и управления за работой электроустановок, и обеспечивать безопасность эксплуатации за счет выполнения мероприятий, правил и инструкций по технике безопасности;

обладать живучестью, то есть выполнять заданные функции при воздействии источников ЧС, - достигается размещением ИЭЭ, распределительных устройств и трансформаторов внутри сооружений, использованием кабельных ЛЭП, применением сейсмостойкого оборудования и специальных крепежных конструкций, защитой оборудования и линий от электромагнитного импульса;

использовать кабельные ЛЭП вместо воздушных, осуществлять переход воздушных ЛЭП в кабельные при подходе к объекту, выносить питающие трансформаторные подстанции возможно дальше от объекта, и др.;

быть экономичной по капитальным и эксплуатационным затратам. Уменьшение капитальных затрат достигается выбором рациональной схемы, исключением завышения сечений ЛЭП, применением типового оборудования, оптимальных параметров электроустановок, обоснованным резервированием ИЭЭ. Для снижения затрат нужно стремиться, чтобы электрооборудование было ремонтпригодным, имело малое время на восстановление и техническое обслуживание, эксплуатация не требовала дорогостоящих горюче-

смазочных материалов, а численность обслуживающего персонала была минимальной, но соответствующей нормативным требованиям.

В требованиях к СЭС должны найти отражение следующие вопросы:

назначение СЭС: для какого объекта проектируется; состав объекта и защищенность сооружений; расположение сооружений и расстояния между ними; предусматривается ли обслуживающий персонал и наличие объектов без обслуживания; продолжительность автономного режима работы;

состав системы электроснабжения: необходимость внешней и внутренней части и использования внутренней части для резерва внешней части;

ИЭЭ с указанием их мощности в соответствии с расчетными электрическими нагрузками для сооружений и объекта в целом; группировки нагрузок, их максимальные и минимальные значения; целесообразное напряжение распределительной сети;

категории потребителей ЭЭ по надёжности электроснабжения (уточнить необходимость установок гарантированного питания);

требования к качеству электрической энергии по напряжению и частоте, колебаниям частоты и напряжения при питании потребителей от внешней части СЭС и резервных дизельных ЭС. Требования к качеству ЭЭ должны соответствовать ГОСТ, а ужесточение требований должно обосновываться;

требования по надёжности электроснабжения, - должны включать значения коэффициента готовности и вероятности безотказной работы для определенной продолжительности работы. При отсутствии исходных данных должна быть указана необходимая продолжительность безотказной работы;

требования к живучести системы электроснабжения;

экономические требования: указывается цифра стоимости СЭС или необходимость выбора более дешевого варианта;

эксплуатационные требования, - предполагают требования безопасности и простоты эксплуатации, периодических регламентов и планируемого времени технического обслуживания.

Таким образом, обоснование требований к СЭС, их полнота и соблюдение принципов построения позволяют разработать схему электроснабжения ПВР ПН, от правильного выбора которой зависит надёжность электроснабжения потребителей, живучесть системы и другие технико-экономические показатели. Предлагаемый подход позволит оптимизировать численность и номенклатуру ИЭЭ и упростить организацию электроснабжения ПВР ПН.

Литература

1. Седнев В.А. и др. Инженерная защита населения: учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. / В.А. Седнев, С.И. Воронов, И.А. Лысенко, Н.А. Сергеевкова. – М. : Академия ГПС МЧС России. - 2015. – 386 с.

2. Седнев В.А. Методика обоснования комплекса средств системы электроснабжения жизнеобеспечения войсковых формирований при полевом размещении // Электрификация металлургических предприятий Сибири. - №12. 2005. С.285-291.

3. Методические указания по проектированию, возведению и эксплуатации пунктов временного размещения населения, пострадавшего в результате чрезвычайных ситуаций / Управление федеральной поддержки территорий МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). – 2012, 312 с.

4. Рекомендации по оборудованию и жизнеобеспечению полевого палаточного лагеря для временного размещения эвакуированных и беженцев. ГКЧС России. Москва. - 1992.

5. Методические рекомендации по организации первоочередного жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях и работы пунктов временного размещения пострадавшего населения / МЧС России. – 2013, 77 с.

6. Седнев В.А. Методика обоснования комплекса средств системы электроснабжения жизнеобеспечения войсковых формирований при полевом размещении // Электрификация металлургических предприятий Сибири. - №12. 2005. С.285-291.

7. Седнев В.А. Методология оптимального управления и прогнозирования параметров электропотребления объектов //В сборнике «Управление развитием крупномасштабных систем MLSD□2009». Труды третьей Международной конференции. Учреждение Российской академии наук Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. - 2009. С. 250-268.

8. Седнев В.А. Теоретические основы построения и управления развитием структуры средств системы жизнеобеспечения объектов // Электрика. - 2009. №7. С.43-47.

9. Седнев В.А. Теоретические основы построения и управления развитием структуры средств системы жизнеобеспечения объектов // Электрика. - 2009. №8. С.38-46.

10. Седнев В.А. Теоретические основы построения и развития электроэнергетического обеспечения объектов// Электрика. - 2010. №3. С.39-45.

11. Седнев В.А. Теоретические основы построения и развития электроэнергетического обеспечения объектов// Электрика. 2010. №4. С.35-40.

12. Седнев В.А., Смулов А.В. Научно-методический подход поддержки принятия должностными лицами РСЧС решений на реализацию мероприятий по обеспечению электроэнергетической безопасности субъектов Российской Федерации в условиях чрезвычайных ситуаций // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. - 2014. №6. - С. 24-43.

Сведения об авторах

Седнев Владимир Анатольевич, - профессор, профессор кафедры защиты населения и территорий ФГБОУ ВО «Академия государственной противопожарной службы МЧС России», г. Москва, ул. Бориса Галушкина, д.4, каб. 304, 129366, тел.:8(495)617-26-83, моб. тел.: 8(926)531-29-24, e-mail: sednev70@yandex.ru;

Чередниченко Сергей Владимирович, - соискатель Академии ГПС МЧС России, начальник связи Северо-Кавказского регионального центра МЧС России, Ставропольский край, г. Пятигорск, ул. Ермолова, д. 12б, инд. 357500, моб. тел. 89286310140, e-mail: 75svch@mail.ru.

**ОБЩИЕ ПОДХОДЫ К ВЕДЕНИЮ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОЙ ОБСТАНОВКИ
ПРИ ВООРУЖЁННЫХ КОНФЛИКТАХ, ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ
ПРОЯВЛЕНИЯХ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ
НА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ**

**Кандидат техн. наук И.В. Курличенко, Е.В. Горячева
ФГБУ ВНИ ГОЧС (ФЦ)**

Рассмотрены задачи органов управления гражданской обороны при оценке обстановки на объектах и территориях в различных условиях мирного и военного времени. Приведены примеры автоматизированного расчета вероятных последствий возможной обстановки при поражении объектов в военное время и оценки последствий возникновения чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: гражданская оборона, потенциально опасный объект, автоматизированные системы управления, чрезвычайная ситуация, зона поражения.

**GENERAL APPROACHES TO MANAGEMENT OF EVALUATION POTENTIAL
SITUATION IN ARMED CONFLICTS, TERRORIST MANIFESTATIONS AND
EMERGENCY SITUATIONS AT POTENTIALLY DANGEROUS OBJECTS**

**Ph.D (Tech) I.V. Kurlichenko, E.V. Goryacheva
FC VNI GOCHS EMERCOM of Russia**

The article deals with the problem of civil defense management bodies when assessing the situation at the facilities and territories in different conditions of peacetime and wartime. Examples of automated calculation as the likely consequences of a possible situation at defeat of objects in time of war, and the estimates consequences of emergency situations.

Key words: civil defense, potentially dangerous object, automated control systems, emergency situation, lethal area.

Одной из наиболее важных задач, решаемых органами управления гражданской обороны является оценка возможной обстановки в различных условиях мирного и военного времени [2].

Для оценки обстановки в условиях мирного и военного времени могут применяться различные методики расчета, утвержденные в установленном порядке. В тоже время методики по оценке обстановки в военное время менее «точные», чем методики, применяемые по оценке последствий чрезвычайных ситуаций мирного времени. Положительным критерием целого ряда «военных» методик является значительно более простой математический аппарат, обеспечивающий быстроту проведения расчетов.

Потенциально опасный объект – это объект, на котором расположены здания и сооружения повышенного уровня ответственности, либо объект, на котором возможно одновременное пребывание более пяти тысяч человек [1].

Потенциально опасный объект (далее – ПОО) вследствие полученных разрушений и типов находящихся на нем опасных веществ, хранящихся или используемых в производ-

стве, может одновременно быть отнесен к «категории» гидродинамическиопасного объекта (далее – ГОО), радиационноопасного объекта (далее – РОО), химическиопасного объекта (далее – ХОО), пожароопасного объекта, взрывоопасного объекта (далее – ВОО).

Возможную обстановку на объекте или территории по ее виду принято условно разделять на инженерную, радиационную, химическую, пожарную, медицинскую.

Таким образом, для оценки последствий чрезвычайной ситуации или воздействия современных средств поражения, для любой анализируемой территории или потенциально опасного объекта может быть применено одновременно несколько разных методик, причем для большинства из них медицинские последствия – потери (санитарные и безвозвратные), могут «присутствовать» в методиках по оценке иных видов обстановок.

В военное время поражение ряда объектов (РОО или ГТС) может привести к «цепной реакции» поражения потенциально опасных объектов находящихся в зоне вероятного поражения вторичными факторами, при оценке обстановки в таком случае производится первоначально расчет последствий воздействия по потенциально опасному объекту, пораженному ССП противника, а потом, поэтапно, по другим ПОО, получившим поражение от его вторичных факторов.

В настоящее время существует ряд программно-аппаратных комплексов (далее – ПАК) и автоматизированных систем управления (далее – АСУ) находящихся на оснащении подразделений главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, региональных центров МЧС России, ЦУКСов регионального и межрегионального уровней, обеспечивающих возможность автоматизированного расчета вероятных последствий возможной обстановки при поражении объектов в военное время, так и оценки последствий возникновения чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС).

На рис. 1 и 2 представлены варианты двух подходов для ведения моделирования возможной обстановки в военное время.

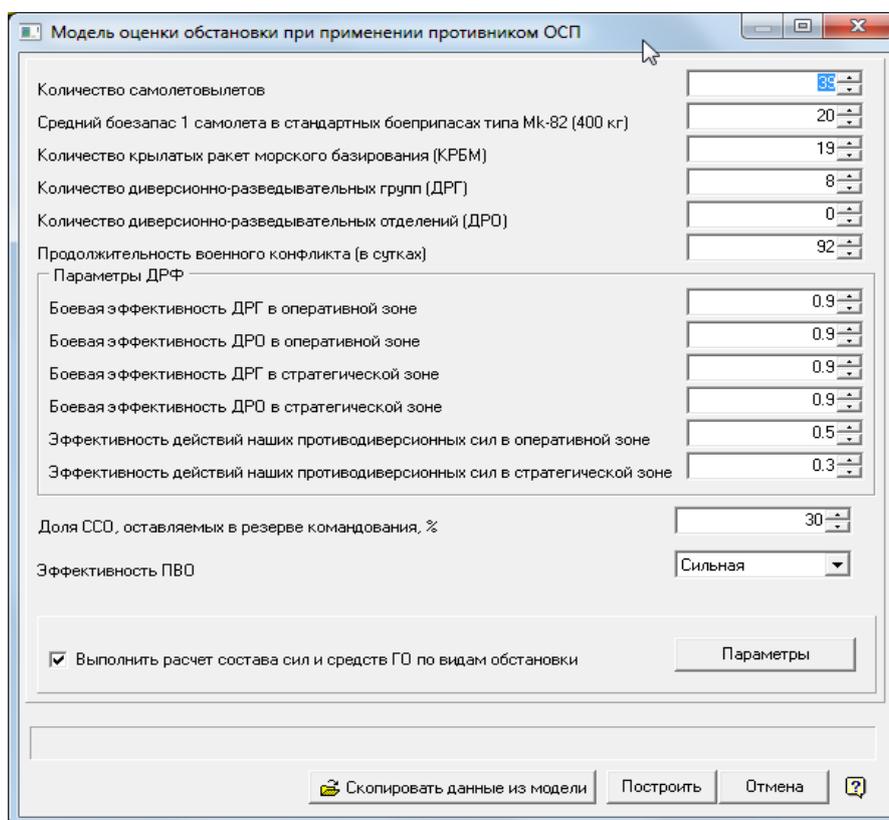


Рис. 1. Интерфейс информационного окна расчетной модели осуществляющей расчет в «автоматическом» режиме, координаты ПОО внесены в БД автоматизированной системы

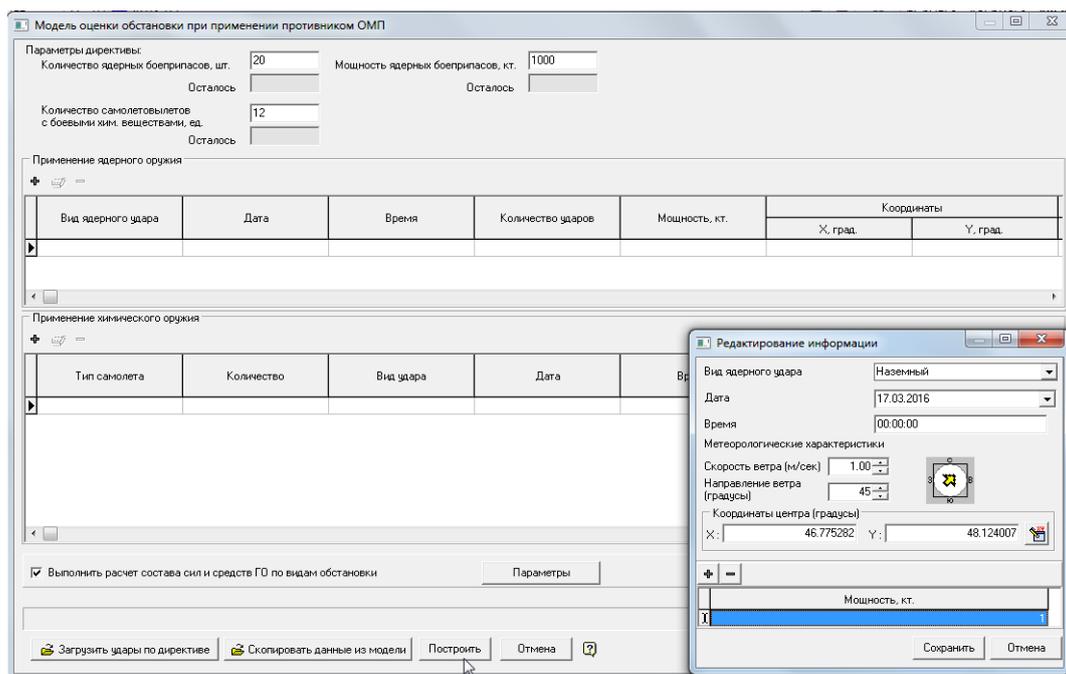


Рис. 2. Интерфейс информационного окна модуля «Прогнозирование расчетной модели» осуществляющей работу в «автоматизированном» режиме, с координатной привязкой точки поражения (места ЧС) в ГИС

Первый вариант предусматривает практически «автоматический» режим работы расчетной модели, когда оператором предусматривается выбор таких параметров, как наряд средств поражения по объектам (территориям) или типа ЧС на ПОО (сведения о ПОО должны обязательно храниться в базе данных).

Второй вариант предусматривает автоматизированный режим работы расчетной модели, в этом случае оператору необходимо с использованием ресурса геоинформационной системы (далее – ГИС) определить место воздействия на местности (произвести его координатную привязку), в данном случае автоматизированная система может и не «обращаться» к базе данных (далее – БД), в таком случае расчетная модель позволяет определить основные зоны поражения (воздействия).

Расчет параметров вероятного воздействия ССП противника и оценка последствий возникновения ЧС на ПОО должны осуществляться с последующим нанесением возможной обстановки на карту (электронную карт-основу ГИС) по следующим вероятным прогнозным данным (сценариям) согласно сведениям, представленным на рис. 1:

оценка обстановки на ХОО:

при возникновении ЧС (в мирное время):

- расчетная модель «Прогнозирование и оценка обстановки при выбросах в окружающую среду опасных химических веществ»:

«Аварийный выброс»;

«Разрушение ХОО»;

при воздействии ССП (в военное время):

- расчетная модель «Оценка химической обстановки по данным разведки»;

оценка обстановки на РОО:

при возникновении ЧС (в мирное время):

расчетная модель «Прогнозирование и оценка радиационной обстановки при разрушении РОО»;

при воздействии ССП (в военное время):

расчетная модель «Прогнозирование и оценка обстановки при разрушении АЭС»;

при воздействии ССП (в военное время):

расчетная модель «Оценка радиационной обстановки по данным разведки»;

оценка обстановки на ГТС:

при возникновении ЧС (в мирное время):

расчетная модель «Прогнозирование и оценка обстановки при возникновении гидродинамических аварий на хранилищах производственных отходов»;

при воздействии ССП (в военное время):

расчетная модель «Прогнозирование и оценка обстановки при разрушении ГТС»;

оценка обстановки на БОО (в мирное и военное время):

расчетная модель «Прогнозирование и оценка обстановки при разрушении БОО»;

оценка обстановки на пожароопасном объекте:

расчетная модель «Прогнозирование и оценка обстановки на пожароопасном объекте»:

«Огненный шар»;

«Горение пролива»;

расчетная модель «Прогнозирование и оценка обстановки при пожарах»;

оценка обстановки при взрывах:

расчетная модель «Прогнозирование и оценка обстановки при взрыве конденсированных взрывчатых веществ и облаков топливовоздушных смесей»;

расчетная модель «Прогнозирование и оценка обстановки на взрывопожароопасном объекте»:

«Дефлаграция»;

«Детонация»;

оценка обстановки при совершении террористических актов (диверсий):

расчетная модель «Террористический акт с взрывом взрывчатого вещества»;

расчетная модель «Террористический акт, обусловленный взрывом топливо-воздушной смеси (далее – ТВС) в замкнутом объеме»;

расчетная модель «Террористический акт, обусловленный взрывом ТВС в неограниченном пространстве»;

расчетная модель «Террористический акт, обусловленный взрывом емкости с газовой воздушной смесью (далее – ГВС) и легковоспламеняемой жидкостью (далее – ЛВЖ) (в т. ч. перегретой)».

Представленные выше расчетные модели «закрывают» практически весь спектр возможной обстановки военного времени и возникновения ЧС техногенного характера и террористических проявлений в мирное время.

В тоже время для оценки возможных последствий мирного времени указанный перечень моделей может быть дополнен расчетными моделями, обеспечивающими оценку последствий ЧС природного характера – при возникновении селей, оползней, наводнений, цунами, землетрясений, бактериальных и вирусных очагов заражения и др.

Следующим шагом в «развитии» расчетных моделей автоматизированных систем стало наличие расчетного модуля, обеспечивающего определение потребности сил и средств, предназначенных для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (далее – АСДНР) при локализации последствий ведения военных действий, террористических проявлений и чрезвычайных ситуаций по видам возможной обстановки: радиационной; химической; инженерной; медицинской; пожарной и др.

В моделях могут быть также реализованы расчеты по определению необходимого и анализ фактически привлекаемого для проведения АСДНР состава сил и средств ГО и РСЧС при ликвидации последствий ведения военных конфликтов, чрезвычайных ситуаций и террористических проявлений. Данная задача в ПАК и АСУ решается путем разра-

ботки дополнительного математического аппарата и ведения баз данных показателей сил и средств ГО и РСЧС, обеспечивающих проведение анализа возможности их применения в зоне поражения (ЧС), исходя из:

временных показателей прибытия в зону проведения АСДНР (в том числе с учетом возможности использования телематических данных транспортных средств сил ГО и РСЧС, оборудованных ГЛОНАСС);

их функционального предназначения и др.

Рядом расчетных моделей может также осуществляться определение объектов различного назначения (узлов связи, транспортной инфраструктуры, ПОО и др.) в зоне поражения, с указанием воздействующих на них поражающих факторов (рис. 3).

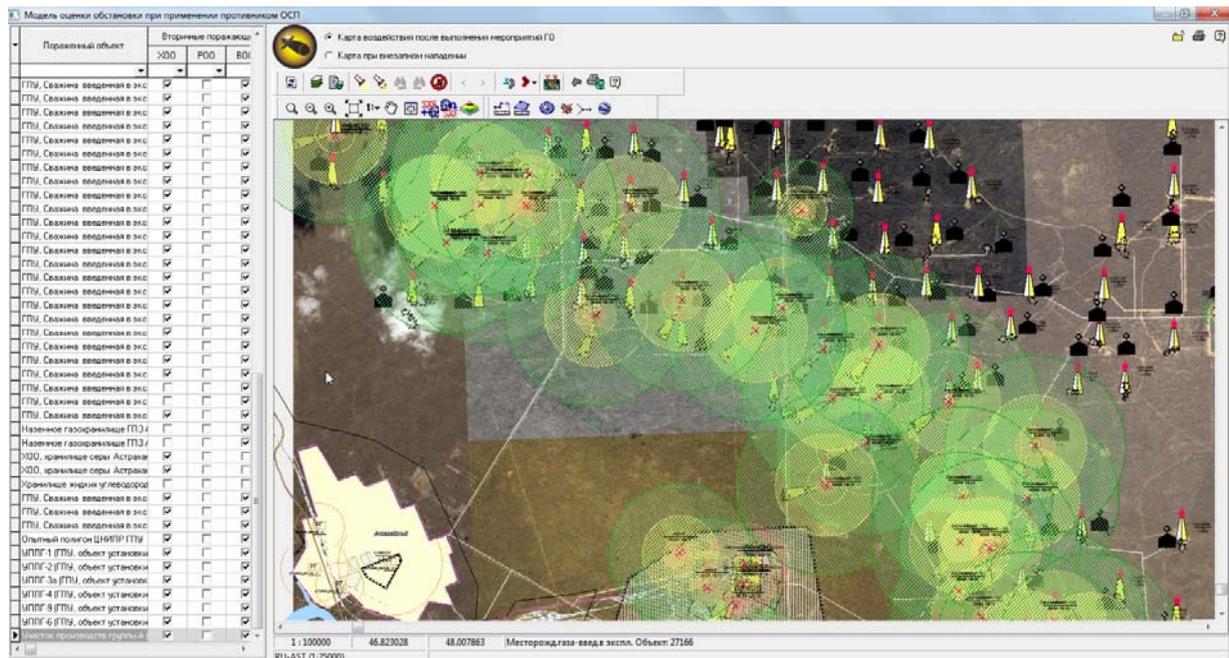


Рис. 3. Пример определения объектов в зоне поражения, в том числе от вторичных поражающих факторов, и представления в модели зон поражения

Оценка обстановки в зависимости от моделируемой ситуации на территории или объекте организации выполняется с учетом комплекса методик и руководящих документов, представленных в табл. 1, а также ряда иных утвержденным методик и методических документов.

Основу расчетных моделей составляют программные модули, реализованные на базе либо специально разработанных методик, либо использующие утвержденные руководящие документы как основу разрабатываемых алгоритмов и описаний ведения расчета (оценки) последствий и ряда других функций.

Использование специально разработанных методик требует проведения дополнительных исследований применительно к особенностям тех физических процессов, которые отличны от условий оценок, примененных ранее и представленных в ряде утвержденных документов. В тоже время использование результатов оценки расчетных моделей на базе неутвержденных руководящих документов перекладывает на руководителя соответствующего уровня юридическую ответственность за принятие решения, в случае если оценка окажется недостоверной.

Перечень методик и руководящих документов, наиболее часто применяемых при создании «типовых» расчетных моделей по оценке возможной обстановки в мирное и военное время в АС

№ п/п	Расчетная модель	Применяемая методика (документ)	Сведения об утверждении документов
Комплексные оценки возможной обстановки			
1	«Прогнозирование и оценка последствий воздействия ядерного оружия»	Методика оценки радиационной и химической обстановки по данным разведки гражданской обороны	Министерство обороны СССР, Штаб гражданской обороны СССР, 1980 г.
		Справочник по поражающему действию ядерного оружия (часть вторая). Выявление и оценка наземной радиационной обстановки	Министерство обороны СССР, 1975
		Пособие по повышению устойчивости работы объектов и отраслей промышленности в ракетно-ядерной войне (книга 1)	Министерство обороны СССР, 1972
		Пособие «Ядерное оружие»	Министерство обороны СССР
2	«Прогнозирование и оценка последствий воздействия боевых отравляющих веществ (химического оружия) оружия»	Методика оценки радиационной и химической обстановки по данным разведки гражданской обороны	Министерство обороны СССР, Штаб гражданской обороны СССР, 1980 г.
		Методическое пособие по оценке химической обстановки в ЧС	ВНИИ ГОЧС, 1999 г.
3	«Прогнозирование и оценка последствий воздействия по потенциально опасным объектам обычных средств поражения противника»	Комплекс методик прогнозирования возможной обстановки при нанесении ударов ССП и объемов выполнения АСДНР (федеральный и региональный уровни)	ЦСИ ГЗ МЧС России, 1997 г. Использован для разработки «Плана ГО РФ», утвержденного Указом Президента Российской Федерации 10.01.2000 г.
Оценка инженерной обстановки			
4	«Прогнозирование и оценка обстановки при применении противником обычных средств поражения по городу»	Методика оценки инженерной обстановки после воздействия обычных средств поражения в городе и на объектах народного хозяйства	ШГО СССР, в/ч 52609, 1990.
5	«Прогнозирование и оценка обстановки при разрушении ГТС»	Комплекс методик прогнозирования возможной обстановки при нанесении ударов ССП и объемов выполнения АСДНР (федеральный и региональный уровни)	ЦСИ ГЗ МЧС России, 1997 г. Использован для разработки «Плана ГО РФ», утвержденного Указом Президента Российской Федерации 10.01.2000 г.

№ п/п	Расчетная модель	Применяемая методика (документ)	Сведения об утверждении документов
		Методика прогнозирования и оценки обстановки при прорывах плотин гидротехнических сооружений	Приказ МЧС России и Гостехнадзора от 15.08.2003 г. № 482/175а, Москва. в/ч 52609 и НИИ «Гидропроект» им. С.Я. Жука
6	«Прогнозирование и оценка обстановки при возникновении гидродинамических аварий на хранилищах производственных отходов»	Методика расчета зон затопления при гидродинамических авариях на хранилищах производственных отходов химических предприятий	РД 09-391-00 «Методика расчета зон затопления при гидродинамических авариях на хранилищах производственных отходов химических предприятий»
Оценка химической обстановки			
7	«Прогнозирование и оценка обстановки при выбросах в окружающую среду СДЯВ»: «Аварийный выброс»; «Разрушение ХОО»	Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте.	РД.52.04.253-90. Утвержден Председателем Госкомитета СССР от 13.03.1990 г. и НГО СССР от 14.03.1990 г.
8	«Прогнозирование и оценка химической обстановки при выбросах в окружающую среду АХОВ»	Комплекс методик прогнозирования возможной обстановки при нанесении ударов ССП и объемов выполнения АСДНР (федеральный и региональный уровни)	ЦСИ ГЗ МЧС России, 1997 г. Использован для разработки «Плана ГО РФ», утвержденного Указом Президента Российской Федерации 10.01.2000 г.
9	«Оценка химической обстановки по данным разведки»	Методика оценки радиационной и химической обстановки по данным разведки гражданской обороны	Министерство обороны СССР, Штаб гражданской обороны СССР, 1980 г.
		Методическое пособие по оценке химической обстановки в ЧС	ВНИИ ГОЧС, 1999 г.
Оценка радиационной обстановки			
11	«Прогнозирование и оценка обстановки при разрушении РОО»	Комплекс методик прогнозирования возможной обстановки при нанесении ударов ССП и объемов выполнения АСДНР (федеральный и региональный уровни)	ЦСИ ГЗ МЧС России, 1997 г. Использован для разработки «Плана ГО РФ», утвержденного Указом Президента Российской Федерации 10.01.2000 г.
12	«Оценка радиационной обстановки по данным разведки»	Справочник «Ядерное оружие».	Министерство обороны СССР
		Методика оценки радиационной и химической обстановки по данным разведки гражданской обороны	Министерство обороны СССР, Штаб гражданской обороны СССР, 1980 г.

№ п/п	Расчетная модель	Применяемая методика (документ)	Сведения об утверждении документов
Оценка медицинской обстановки			
13	«Прогнозирование и оценка обстановки при разрушении БОО»	Методика оценки санитарно-эпидемиологического состояния в зонах катастроф, расчет санитарных потерь в эпидемиологических очагах	Утверждена главным государственным санитарным врачом РФ – первым заместителем министра здравоохранения РФ Г.Г. Онищенко от 6 ноября 2001 года № 2510/11646-01-34)
Оценка обстановки при пожарах			
14	«Прогнозирование и оценка обстановки на пожароопасном объекте»	Комплекс методик прогнозирования возможной обстановки при нанесении ударов ССП и объемов выполнения АСДНР (федеральный и региональный уровни)	ЦСИ ГЗ МЧС России, 1997 г. Использован для разработки «Плана ГО РФ», утвержденного Указом Президента Российской Федерации 10.01.2000 г.
15	«Прогнозирование и оценка обстановки на пожароопасном объекте», обстановка типа: «Огненный шар»; «Горение пролива»	Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля	ГОСТ Р12.3.047-98 Утвержден постановлением Госстандарта России от 3 августа 1998 г. № 304
Оценка обстановки при взрывах			
16	«Прогнозирование и оценка обстановки при взрыве конденсированных взрывчатых веществ и облаков топливовоздушных смесей»	Комплекс методик прогнозирования возможной обстановки при нанесении ударов ССП и объемов выполнения АСДНР (федеральный и региональный уровни)	ЦСИ ГЗ МЧС России, 1997 г. Использован для разработки «Плана ГО РФ», утвержденного Указом Президента Российской Федерации 10.01.2000 г.
17	«Прогнозирование и оценка обстановки на взрывопожароопасном объекте»: «Дефлаграция»; «Детонация»	Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей	РД 03-409-01 Утвержден постановлением Госгортехнадзора России от 26.06.2001 № 25
Оценка обстановки при совершении террористических актов			
18	«Террористический акт, обусловленный взрывом взрывчатого вещества»	«Руководство по анализу опасности аварийных взрывов и определению параметров их механического действия» РБ Г-05-039-96	Утверждено постановлением Госатомнадзора от 31.12.1996 г. № 100
19	«Террористический акт, обусловленный взрывом ТВС в замкнутом объеме»		

№ п/п	Расчетная модель	Применяемая методика (документ)	Сведения об утверждении документов
20	«Террористический акт обусловленный взрывом ТВС в неограниченном пространстве»		
21	«Террористический акт обусловленный взрывом емкости с ГВС/ЛВЖ (в т.ч. перегретой)»		
Оценка потребности сил и средств ГО и РСЧС для проведения АСДНР			
22	Расчет сил и средств для проведения АСДНР	Методика расчета потребности сил и средств для ведения АСДНР при землетрясениях – М.: в/ч 52609, 2000.	Утверждена приказом МЧС России от 08.08.2000г. № 419
		Методика расчета сил и средств, необходимых для локализации и обеззараживания источников химического заражения. – М.: в/ч 52609, 1999.	Утверждена приказом МЧС России от 29.10.1999 № 575
		Методика расчета сил и средств для выполнения АСДНР при наводнениях и катастрофических затоплениях – М.: в/ч 52609, 2000	Утверждена приказом МЧС России от 25.05.2000 г. № 231
		Наставление по организации и технологии ведения АСДНР при ЧС. Часть 4 «Организация и технология ведения АСДНР при оползнях, обвалах, селях, снежных лавинах, ураганах, тайфунах и смерчах» – М.: в/ч 52609, 2003	Утверждено приказом МЧС России от 12.02.2003 № 69
Дополнительные задачи при ведении оценки обстановки			
23	Определение стационарных объектов и ТС, оборудованных ГЛОНАСС, в зоне поражения	Требования к средствам навигации, функционирующим с использованием навигационных сигналов системы ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS и предназначенным для обязательного оснащения транспортных средств категории М, используемых для коммерческих перевозок пассажиров, и категории №, используемых для перевозки опасных грузов	Приказ Минтранса РФ от 31 июля 2012 г. № 285

В целях отображения результатов оценки расчетные модули современных ПАК и АСУ ГО РСЧС используют геоинформационные системы, которые позволяют формировать и визуализировать на картах-основах (картах-подложках) возможную оперативную обстановку, представленную в виде самостоятельных слоев-карт-подложек зон поражения (рассчитанных по результатам оценки последствий), и различных объектов, расположенных на территории (представленных в автоматизированной системе в базе данных, отображаемых на карте, с учетом определенного алгоритма их представления). Благодаря разработанным «механизмам» визуализации результатов расчетов в ГИС возможно представление на формируемой карте различных «результатов оценки» в виде карт-слоев и

подложек, а также другой необходимой информации в виде таблиц, надписей и иной справочной информации. По сути «электронная карта» может заменить или существенно дополнить организационно-планирующий документ (например: решение руководителя на проведение АСДНР), так как на ней будет отображена вся текстовая и графическая части документа. Такие «электронные карты» получили название картографических приложений к оперативным, тактическим или планирующим документам, на рис. 4 представлен вариант картографического приложения планирующего документа по гражданской обороне.

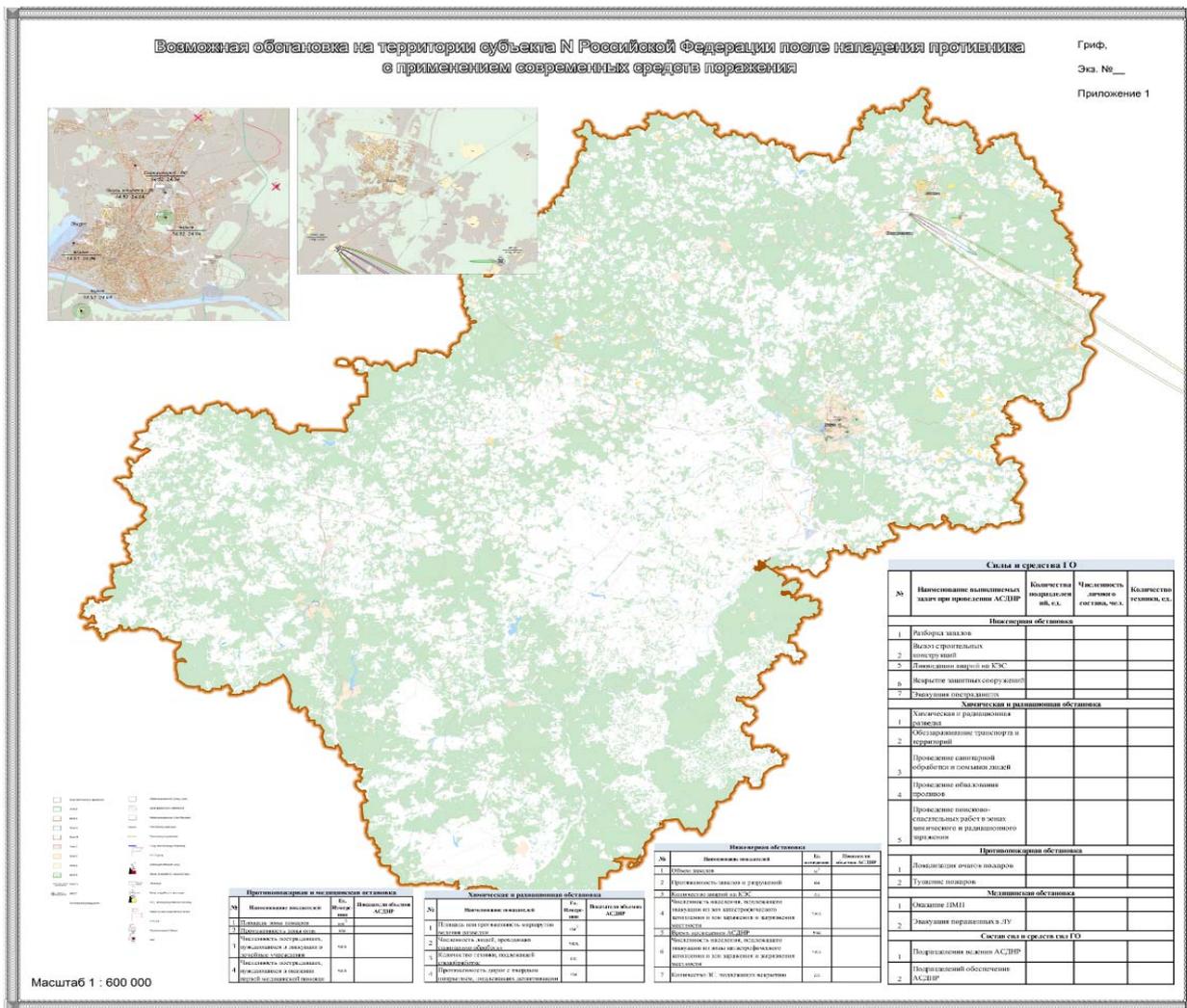


Рис. 4. Пример картографического приложения планирующего документа по гражданской обороне

Другим немаловажным фактором современных ПАК и АСУ является то, что для большинства расчетных моделей сформированы соответствующие шаблоны форм отчетных документов, позволяющие без дополнительных усилий получать пользователю результаты оценки обстановки в виде формализованного документа. Этим достигаются оперативность и точность предоставления информации соответствующим руководителям для принятия ими решений.

Стоит отметить, что большое значение для обеспечения работы расчетных моделей имеют системные классификаторы и справочники. Их унификация для ряда аналогичных систем, функционирующих в системе МЧС России, обеспечивает возможность ведения

информационного обмена сведениями об «объектах учета» в автоматизированных системах, а также обеспечивает передачу и графическое представление результатов расчетов и моделирования из одной автоматизированной системы в другую.

Работа программных модулей по оценке обстановки в условиях мирного и военного времени реализуется в соответствии с обобщенным алгоритмом, который предусматривает:

старт задачи моделирования (инициируется из главного информационного окна подсистемы оценки обстановки автоматизированной системы);

ввод исходных данных для моделирования:

из справочников (использование констант из БД);

оператором (нанесение картографических и исходных параметров возможной обстановки);

из взаимодействующих АС и средств сбора информации;

выполнение расчета зон возможного поражения;

выполнение расчета возможных потерь населения и объемов АСДНР;

выполнение расчета потребности сил и средств ГО и РСЧС, необходимых для проведения АСДНР (при включении регистра проведения расчетов, с внесением дополнительной информации о времени проведения АСДНР и климатических параметров);

выполнение расчета привлекаемых подразделений ГО и РСЧС (для проведения АСДНР);

определение объектов «учета» АС (узлов связи, транспортной инфраструктуры, ПОО, объектов, сил, средств ГО и др.) в зоне поражения, с указанием воздействующих на них поражающих факторов;

сохранение расчетных матриц значений и карт зон в БД сценариев;

сохранение результатов оценки в БД ПАК соответствующего уровня АС;

выход (возврат управления в управляющий модуль АС).

При создании АСУ ГО, в том числе обеспечивающих оценку возможной обстановки не только на потенциальных объектах, но и на всей территории Российской Федерации, могут быть созданы многоуровневые автоматизированные системы, использующие результаты оценки для решения различных функциональных задач, то есть, исходя из современных возможностей, в системе могут быть представлены следующие уровни:

объектовый (уровень организаций) – ПАК организации позволяет оценить обстановку на группе объектов одной организации, а также обеспечивает ведение сведений (базы данных) об объектах, имуществе, персонале и силах ГО организации;

муниципальный - ПАК позволяет оценить обстановку на территории муниципального образования, в том числе по всей группе потенциально-опасных объектов различных организаций, размещенных на указанной территории, а также обеспечивает автоматизированное ведение сведений (базы данных) о населении, объектах, имуществе, персонале организаций, силах ГО и РСЧС на его территории. Указанная информация периодически передается по задействованным каналам связи из ПАК организаций на муниципальный уровень;

региональный - ПАК позволяет оценить обстановку на территории субъекта Российской Федерации, в том числе по всей группе потенциально опасных объектов различных организаций, размещенных на ней, а также обеспечивает автоматизированное ведение сведений (базы данных) о населении, объектах, имуществе, силах и средствах ГО и РСЧС, а также о персонале организаций и территориальных органов федеральных органов исполнительной власти, расположенных на территории субъекта Российской Федерации. Указанная информация периодически передается по задействованным каналам связи из ПАК муниципального уровня на региональный уровень;

межрегиональный уровень - ПАК позволяет оценить обстановку на территории федерального округа, в том числе по всей группе потенциальноопасных объектов различных

организаций, размещенных на ней, а также обеспечивает автоматизированное ведение сведений (базы данных) о населении, объектах, имуществе и персонале организаций, силах и средствах ГО и РСЧС на его территории. Указанная информация периодически передается по задействованным каналам связи из ПАК межрегионального уровня на федеральный уровень;

федеральный уровень - ПАК позволяет оценить обстановку на части или на всей территории Российской Федерации, в том числе по всей группе потенциальноопасных объектов различных организаций а также обеспечивает автоматизированное ведение вышеуказанных сведений (базы данных) по всей территории Российской Федерации.

При создании АСУ прорабатываются принципы ведения «единой» базы данных, которая может вестись либо методом ее межуровневого реплицирования, либо с использованием Web-серверных технологий.

Отличительной особенностью двух указанных методов является:

при реплицировании – автоматически «снимается» копия или «обновление» созданной базы данных с ПАК нижестоящего уровня и направляется на вышестоящий уровень, где происходит «объединение» баз данных различных ПАК одного уровня по территориально-производственному принципу;

при использовании Web-серверных технологий – создается единая (обычно на федеральном уровне) база данных, которая формирует и накапливает информацию по принципу анализа и присвоения уровня ее «принадлежности», поступающую от «клиентов» всех уровней ведения системы.

При методе реплицирования БД «информацией» также могут являться: планирующие документы и оценка обстановки при воздействии ССП по объектам и территориям; планирующие документы и оценка последствий ЧС, которые также могут быть переданы на «вышестоящий» уровень и там «объединены».

В тоже время у каждого метода ведения БД АСУ есть свои положительные и отрицательные стороны.

Метод реплицирования – положительным фактором является возможность автономной работы ПАК, при отсутствии или потере возможности передачи данных по каналу связи с «вышестоящим» или «нижестоящими» уровнями системы, к отрицательным можно отнести «медлительность» и сложность «обновления» СПО ПАК соответствующего уровня.

Метод, основанный на применении Web-серверных технологий, – положительным фактором является возможность быстрого обновления, перенастройки и администрирования базы данных и СПО системы, обеспечиваемая существованием единой базы данных фактически на одном «носителе» информации, отрицательной стороной является невозможность работы «клиентов» нижестоящего уровня в системе, без каналов связи или устойчивой их работы.

В последнее время активно прорабатывается вопрос создания и внедрения в практику деятельности территориальных органов управления МЧС России АСУ, обеспечивающих проведение оценки возможной обстановки в различных условиях мирного и военного времени, а также интеграции полученных результатов из одной АС в ряд функциональных задач решаемых иной автоматизированной системой.

Так, например, достоинством функционирующей в системе МЧС России автоматизированной системы планирования и проведения мероприятий по гражданской обороне (далее АСП-ГО) является наличие в ее составе территориально-распределенных автоматизированных программно-аппаратных комплексов по планированию и проведению мероприятий ГО (далее – АПТК-ГО) федерального, межрегионального и регионального уровней, «объединенных» защищенными каналами связи, которые обеспечивают ведение межуровневого информационного обмена и оценку последствий различных угроз мирно-

го и военного времени в границах соответствующих территорий. Реализация таких подходов обеспечивает требуемый уровень «выживаемости» и «универсальности» функционирования АСП-ГО, позволяющих не только оценивать возможную обстановку, но и планировать и контролировать ход проведения АСДНР и мероприятий гражданской обороны в условиях быстроменяющейся обстановки, в том числе без ведения межуровневого иноформенного обмена между элементами системы.

Перспективным направлением развития АСП ГО является их дальнейшая тесная интеграция с закрытыми контурами автоматизированной связи Национального центра управления в кризисных ситуациях, использующих для организации каналов связи шифрокодирующую аппаратуру различных уровней секретности, этим достигается возможность передачи сведений составляющих государственную тайну.

Развитие ПАК и АСУ обеспечивает органам управления гражданской обороной минимальные временные показатели проведения расчетов возможной обстановки, однако, другим немаловажным направлением деятельности МЧС России в данной области подготовка методических документов (методик и рекомендаций) обеспечивающих оценку обстановки и анализ состава привлекаемых сил и средств ГО и РСЧС для проведения АСДНР и мероприятий по гражданской обороне.

Создание алгоритмов и описаний расчетных моделей, обеспечивающих проведение расчетов в «ручном» режиме также должно предусматривать представление типовых шаблонов ведения отчетных документов и порядка отображения информации, что обеспечит работников, уполномоченных на решение задач ГО муниципального уровня, и организаций исчерпывающим и четким методическим аппаратом по наиболее вероятным типовым сценариям развития обстановки в мирное и военное время.

Литература

1. Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (ред. от 15.02.2016 г.).
2. Федеральный закон от 12.02.1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне».
3. Федеральный закон от 06.03.2006 г. № 35-ФЗ «О противодействии терроризму».

Сведения об авторах

Курличенко Игорь Владимирович, - ведущий научный сотрудник 1 научно-исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 121352, г. Москва, Давыдовская ул., д. 7. Тел. 8-(495)-400-90-33, E-mail: centriskdtp@mail.ru

Горячева Елена Викторовна, - младший научный сотрудник 12 научно-исследовательского отдела 1 научно-исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 121352, г. Москва, Давыдовская ул., д. 7. Тел. 8-(495)-400-90-33, E-mail: centriskdtp@mail.ru

УДК 629.7.067

ПОДГОТОВКА ПЕРСОНАЛА АВИАПРЕДПРИЯТИЙ В ОБЛАСТИ СИСТЕМНОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ

Доктор техн. наук *А.Г. Гузий*, кандидат техн. наук *А.М. Лушкин*
ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр»

Обоснована необходимость, и показана целесообразность обучения персонала авиапредприятий в области управления безопасностью полетов. Приведена апробированная типовая Программа дифференцированного обучения персонала, в которой отражены требования и рекомендации нормативных документов, реализованы основные принципы системного подхода к управлению уровнем безопасности полетов в авиакомпании, отражены концептуальные рамки системы управления безопасностью полетов (СУБП), учтены достигнутый уровень СУБП и план ее развития.

Ключевые слова: персонал, обучение, стандарты, программа, категории обучаемых, управление безопасностью полетов.

PERSONNEL TRAINING OF AIRLINES IN THE FIELD OF SYSTEM SAFETY MANAGEMENT

Dr. (Tech.) A.G. Guziy, Ph. Dr. (Tech.) A.M. Lushkin
«UTair» Airlines

Shows the necessity and expediency of airlines personnel training in the field of safety management. Given tested model of differentiated personnel training, which reflects the requirements and recommendations of regulatory documents, implemented the basic principles of a systematic approach to safety management in airlines, reflect the conceptual framework of the safety management system (SMS), taken into account the achieved level of SMS and a plan for its development.

Key words: staff, training, standards, program, categories of trainees, safety management.

Необходимым условием эффективного функционирования Системы управления безопасностью полетов (СУБП) авиапредприятия является наличие персонала, подготовленного в области управления безопасностью полетов (БП) соответственно функциональным обязанностям и степени участия в конкретной СУБП, с учетом предусмотренного взаимодействия между подразделениями в авиапредприятии и ведомствами в отрасли, достигнутого уровня БП и плана развития СУБП авиапредприятия [1]. Международная организация гражданской авиации ИКАО, определяя своим стандартом концептуальные рамки СУБП поставщиков авиационных услуг, особо выделяет «Популяризацию безопасности полетов», а в ней - такой элемент СУБП, как подготовка персонала в области БП (как на государственном, так и на корпоративном уровнях) для выполнения персоналом своих функциональных обязанностей в рамках СУБП [2].

Проблема подготовки персонала в области управления безопасностью полетов обозначилась с переходом мировой авиационной общественности от концепции абсолютной безопасности полетов к концепции приемлемого риска для безопасности полетов, т.е. в

80-е годы прошлого столетия. Началом решения этой проблемы в РФ вполне официально и обоснованно, с документальным подтверждением, можно считать 2002 год, когда в Руководстве по предотвращению авиационных происшествий с государственными воздушными судами в РФ (РПАП-2002) были изложены не только обязанности «должностных лиц», но и порядок подбора и подготовки специалистов [3].

Успешному решению проблемы подготовки персонала в области управления БП в государственной авиации способствовала сохранившаяся к 2002 году совокупная научно-исследовательская и учебно-методическая база Военно-воздушной инженерной академии им. проф. Н.Е. Жуковского, Военно-воздушной академии им. Ю.А. Гагарина, Государственного научно-исследовательского института эксплуатации и ремонта авиационной техники МО РФ, Государственного научно-исследовательского испытательного института авиационной и космической медицины МО РФ, Летно-испытательного института им. М.М. Громова, Государственного летно-испытательного центра им. В.Чкалова, и других государственных учреждений.

В интересах гражданской (коммерческой) авиации начало решения проблемы подготовки персонала по управлению безопасностью полетов обозначилось на международном уровне в 2006 году введением требований по разработке и внедрению СУБП всеми эксплуатантами воздушных судов с 01.01.2009 [4].

Согласно международным стандартам и рекомендуемой практике ИКАО, весь персонал авиапредприятий должен проходить обучение в области управления БП по учебным программам, которые предусматривают базовую (первичную) подготовку персонала и дополнительную (повторную) подготовку, направленную на поддержание и повышение квалификации персонала.

Обучение персонала авиапредприятия в области управления БП делится на:

- внешнее обучение в аккредитованных учебных (образовательных) учреждениях по утвержденным программам, а также в консалтинговых учреждениях по предварительно разрабатываемым и объявляемым программам конференций и семинаров;
- внутреннее обучение на авиапредприятии по утвержденным учебным программам подготовки персонала, соответствующим достигнутому уровню развития СУБП и плану ее совершенствования.

Внешнее обучение проводится в обязательном порядке с теми категориями персонала, на которые распространяются требования по обязательной аттестации [5]. Эти категории персонала определены «Положением о порядке аттестации лиц, занимающих должности исполнительных руководителей и специалистов предприятий транспорта» (с изменениями и дополнениями) (утв. приказом Минтранса РФ и Минтруда РФ от 11.03.1994 г. № 13/11). Проводится обучение в аккредитованных учебных учреждениях установленным порядком, с документированием уровня подготовки по соответствующей специальности. Применительно к эксплуатантам воздушных судов требование обязательного обучения в области БП может быть распространено на специалистов, привлекаемых к расследованиям авиационных происшествий (АП) и инцидентов, и на инспекторов по БП.

С целью разработки и реализации Государственной программы по безопасности полетов (ГосПБП) в рамках ИКАО предусмотрен 5-тидневный курс обучения «Система управления безопасностью полетов» для персонала государственных полномочных органов, деятельность которого связана с управлением БП.

С целью приведения СУБП авиакомпании в соответствие требованиям международных стандартов эксплуатационной безопасности, например IOSA [6], Авторизованным учебным центром Международной ассоциации воздушного транспорта (International Air Transport Association - IATA) на регулярной основе проводится обучение специалистов коммерческой авиации на курсах «Система управления безопасностью полетов» с выдачей сертификатов, подтверждающих уровень подготовки специалистов.

С целью обмена передовым опытом разработки, внедрения и совершенствования СУБП на отраслевом, государственном и международном уровнях периодически проводятся тематические конференции и семинары, на которые приглашаются специалисты и руководители поставщиков авиационных услуг и государственных полномочных органов, деятельность которых связана с управлением БП.

Поскольку требования, предъявляемые к СУБП, сформулированы в самом обобщенном виде (авиакомпаниям предлагается самостоятельно выбирать стратегию и методы управления БП с учетом специфики деятельности авиакомпании и решаемых задач), типовая СУБП эксплуатанта ВС на отраслевом уровне пока не сформирована, а единое методическое обеспечение процедур управления БП отсутствует, то каждое авиапредприятие имеет свою СУБП и свой план (Программу) ее развития, ориентируясь по стратегии развития стандартов безопасности IOSA [7]. Поэтому внешнее обучение персонала не исключает, а предусматривает обязательное последующее внутреннее (корпоративное) обучение, которое должен проводиться со всем персоналом авиакомпании в объеме, необходимом для выполнения обязанностей в СУБП своей авиакомпании. Обновленные стандарты безопасности IOSA предписывают каждой авиакомпании-члену IATA с 1.09.2015 иметь Программу внутреннего обучения персонала в области управления БП, в которой должен реализовываться дифференцированный подход к объему и содержанию программы [6]: от общеознакомительного обзора в области БП – для всего персонала, в том числе не связанного функционально с производством и обеспечением полетов, до курса наивысшего уровня - для персонала, непосредственно выполняющего процедуры, связанные с управлением или с обеспечением управления БП, для внутренних аудиторов, аналитиков и экспертов, задействованных в процедурах СУБП.

В зависимости от степени участия в управлении БП и требуемого уровня подготовки, как показала практика, в авиакомпании целесообразно выделять следующие категории персонала:

I. - специалисты, непосредственно не связанные с производством и обеспечением полетов;

II. - руководящий персонал авиакомпании, подразделений, служб;

III. - руководящий персонал авиакомпании, подразделений, служб, непосредственно задействованный в производстве и обеспечении полетов;

IV. - персонал, непосредственно задействованный в производстве и обеспечении полетов;

V. - персонал, непосредственно выполняющий процедуры по управлению БП, аналитики и эксперты в области БП.

Учебные программы должны предусматривать базовую (первичную) подготовку персонала по категориям и дополнительную (повторную) подготовку, направленную на поддержание и повышение квалификации персонала с учетом развития СУБП. Обучение по программам дополнительной подготовки должно выполняться не реже одного раза в два года.

Применительно к наиболее совершенной СУБП, соответствующей международным стандартам безопасности IOSA и стратегии их развития по 2016 год включительно [6,7], разработана типовая объединенная Программа внутреннего обучения для всех категорий персонала авиакомпании, в которую включены разделы: требования к уровням подготовки, планы обучения с указанием количества часов, отводимых по учебным темам для каждой категории персонала, и содержание тем.

Тема 1. Базовые концепции безопасности полетов.

1.1. Основные понятия и определения в области БП.

1.2. Эволюция концепций и процесса обеспечения БП.

1.3. Политика, цели и задачи авиакомпании в области БП*.

- 1.4. Права и обязанности персонала, иерархия ответственности.
 - 1.5. Общая характеристика управления БП.
- Тема 2. Системный подход к управлению безопасностью полетов.
- 1.6. Предпосылки системного подхода к проблеме безопасности полетов.
 - 1.7. Международные стандарты и рекомендуемая практика управления БП*.
 - 1.8. Требования к СУБП.
 - 1.9. Принципы управления БП.
 - 1.10. СУБП эксплуатанта воздушных судов*.
 - 1.11. Перспективы развития СУБП, интеграция управления*.
 - 1.12. Информационное обеспечение. Методы распространения информации о БП*.
 - 1.13. Система добровольных сообщений*.
 - 1.14. Документация СУБП*.
 - 1.15. Координация планирования мероприятий на случай аварийной обстановки.
- Тема 3. Обеспечение безопасности полетов.
- 3.1. Способы оценки состояния БП.
 - 3.2. Контроль уровня БП.
 - 3.2.1. Показатели БП: абсолютные и относительные, общие и частные.
 - 3.2.2. Уровни БП: достигнутый, текущий, приемлемый, целевой (установленный), пороговый*.
 - 3.2.3. Мониторинг состояния БП по статистическим данным (реактивный, проактивный и прогнозный подходы).
 - 3.3. Контроль безопасности при производстве и обеспечении полетов. Выявление нарушений, несоответствий, отклонений.
 - 3.3.1. Мониторинг и анализ полетной информации.
 - 3.3.2. Мониторинг и инженерный анализ надежности.
 - 3.3.3. Расследование авиационных событий.
 - 3.3.5. Аудиты и инспекторские проверки.
 - 3.3.6. Контроль и оценка эффективности обеспечения БП в Авиакомпаниях*.
- Тема 4. Управление рисками для безопасности полетов.
- 4.1. Основные определения и понятия в области управления риском.
 - 4.2. Выявление опасных факторов: реагирующий, проактивный и прогнозный подходы.
 - 4.3. Информационная система (ИС) СУБП и ее эксплуатация*.
 - 4.4. Управление риском по результатам анализа авиационных событий (показателей достигнутого уровня БП). Реализация реактивного подхода.
 - 4.5. Управление риском по результатам анализа состояния эксплуатируемой авиатранспортной системы. Реализация проактивного и прогнозного подходов.
 - 4.6. Управление изменениями*.
 - 4.7. Реестр рисков*.
- Тема 5. Особенности организации и реализации СУБП в подразделениях.
- 5.1. Частные показатели БП и эффективности управления БП.
 - 5.2. Особенность анализа рисков, обусловленных отдельными опасными факторами.
 - 5.3. Методические рекомендации по синтезу мер регулирования рисков для БП.
 - 5.4. Возможности ИС СУБП, особенности ее использования и перспективы развития.
- Тема 6. Методическое обеспечение процедур управления БП.
- 6.1. Основы системного анализа.
 - 6.2. Реализация системного подхода к расследованию авиационных событий, анализу отклонений и синтезу мер по предотвращению авиационных событий или минимизации риска для БП*.
 - 6.3. Совершенствование процедур анализа полетной информации.

6.4. Методика мониторинга уровня БП. Статистический анализ. Методика минимизации случайной и выделения систематической составляющих текущего уровня БП.

6.5. Методика установления целевого и пороговых уровней БП и контроля текущего уровня БП*.

6.6. Методика прогнозирования уровня БП. Оценка достоверности прогнозов*.

6.7. Методика факторного анализа БП. Факторный резонанс.

6.8. Интегральное оценивание БП как состояния авиатранспортной системы*.

6.9. Моделирование авиационного происшествия по идентифицируемым факторам опасности. Методика оценивания риска по модели.

6.10. Апостериорное оценивание вероятности АП по априорной информации.

6.11. Оценка эффективности управления БП. Оптимизация управления уровнем БП.

6.12. Методы экспертных оценок. Априорное оценивание эффективности корректирующих воздействий.

Тема 7. Культура безопасности полетов в авиакомпании.

7.1.1. Совершенствование корпоративной культуры безопасности*.

7.1.2. Обучение персонала вопросам управления БП.

7.1.3. Пути повышения эффективности системы добровольных сообщений*.

*Примечание: * - обозначение вопросов, подлежащих обязательному изучению (повторению) при прохождении курсов повышения квалификации.*

Предусмотренная Программой начальная подготовка обязательна для всех. Все сотрудники авиакомпании должны быть ознакомлены с базовыми концепциями БП, политикой, целями и задачами авиакомпании в области управления БП, своими правами и обязанностями, иерархией ответственности за БП должностных лиц, включая высшее руководство, общей характеристикой и процедурами управления БП, требованиями к СУБП и структурой ее построения, порядком оформления и представления добровольных сообщений.

Персонал, непосредственно выполняющий процедуры, связанные с управлением БП (специалисты подразделения управления БП), члены Оперативного комитета по СУБП, аналитики и эксперты в области БП проходят наиболее глубокое обучение с практическим использованием реализуемых и разрабатываемых методов и средств выполнения предусматриваемых процедур в масштабах разработанной и внедренной СУБП, с учетом ее предстоящего развития и специфики выполняемых процедур. Специалисты по управлению БП, аналитики и эксперты в области БП дополнительно знакомятся с аппаратом экспертного анализа состояний сложных динамических систем, к которым относится авиационно-транспортная система (АТС) [8].

В представленной объединенной Программе внутреннего обучения персонала авиапредприятия отражены требования и рекомендации нормативных документов и реализованы основные принципы системного управления уровнем БП [2, 4]:

- всеобщность охвата всех взаимосвязанных компонентов (подсистем) эксплуатируемой АТС;

- иерархия управления БП;

- объективность (достоверность) оценивания БП, как состояния АТС;

- контролируемость БП и ее изменений;

- оперативность разработки и реализации управленческих решений;

- превентивность управления уровнем БП;

- прогнозируемость БП, как состояния АТС;

- реализуемость управления БП.

Таким образом, находятся ответы на наиболее проблемные вопросы, неизбежно возникающие на этапах разработки и внедрения СУБП:

«Что делать?» - ответ дают стандарты и рекомендуемая практика;

«Как делать?» или «Как выполнять требуемые стандартами процедуры по управлению БП» - ответ кроется в разрабатываемом в авиакомпании методическом обеспечении процедур СУБП [9, 10];

«Кто будет делать?» - отвечает внутреннее дифференцированное обучение персонала по учебной программе, соответствующей уровню внедренной в авиакомпании СУБП и плану ее развития.

Кроме того, внутреннее обучение персонала в области БП повышает общий профессиональный уровень авиаперсонала, в том числе руководящего, способствует развитию культуры безопасности на предприятии, стимулирует активность корпоративной системы добровольных сообщений [11], чем снижает степень отрицательного влияния «человеческого» фактора на безопасность полетов.

Литература

1. Гузий А.Г. Что, как и кто будет делать? [Электронный ресурс]- <http://www.aex.ru/docs/4/2012/2/6/1506/> 6.02.2012 (дата обращения 25.02.2016).
2. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. Управление безопасностью полетов. – ИКАО. - 2013. 57с.
3. Руководство по предотвращению авиационных происшествий с государственными воздушными судами в Российской Федерации (РПАП-2002)./ Сборник документов по безопасности полетов государственной авиации Российской Федерации – М.: МО РФ. - 2007. С.117-243.
4. Приложение 6 к Конвенции о Международной гражданской авиации. Эксплуатация воздушных судов. Часть 1. Международный коммерческий транспорт. Самолеты. – ИКАО. - 2006.
5. Бахтин А.В. О развитии отраслевой системы подготовки специалистов авиационного персонала в области управления безопасностью полетов. [Электронный ресурс] - <http://www.aex.ru/docs/4/2014/10/14/2133/> 6.02.2012 (дата обращения 25.10.2015).
6. The IOSA Standards Manual (ISM), 9 Ed. – IATA. - 2015.
7. IOSASMSStrategy. – IATA. - 2013.
8. Гузий А.Г., Лушкин А.М., Майорова Ю.А. Теория и практика экспертного анализа состояний сложных динамических систем: монография /А.Г. Гузий, А.М. Лушкин, Ю.А. Майорова. – М.: ИД Академии Жуковского. - 2015. – 128 с.
9. Лушкин А.М. Методическое обеспечение процедур мониторинга в системе управления безопасностью полетов. Дисс. на соиск. уч. степени канд. технич. наук. – М.: МГТУ ГА. - 2010. - 140 с.
10. Лушкин А.М. Системное управление безопасностью полетов авиакомпании по международным стандартам эксплуатационной безопасности IOSA.// Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций №6, 2015. – М.: ВИНТИ. - 2015. С.123-131.
11. Гузий А.Г., Лушкин А.М., Майорова Ю.А. Теория и практика применения добровольных сообщений в информационном обеспечении процесса управления риском./ Современные тенденции развития психологии труда и организационной психологии / Отв. ред. Л.Г. Дикая, А.Л. Журавлев, А.Н. Занковский. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН». - 2015. – 712 с. - С.680-687.

Сведения об авторах

Гузий Анатолий Григорьевич, – профессор, заместитель директора по управлению безопасностью полетов ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр», 62025, Тюмень, ул. Интернациональная, 181, тел. моб.+79151828637, E-mail: anatoliy.guziy@utair.ru

Лушкин Александр Михайлович, – заместитель генерального директора по управлению безопасностью полетов ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр», 625025, Тюмень, ул. Интернациональная, 181, тел. +7(499)7490147, моб.+79853317130, E-mail: alexander.luskin@utair.ru

УДК 519.876.5: 681.5.032

**ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ
ДЕЖУРНОЙ СМЕНЫ, ОРГАНА ПОВСЕДНЕВНОГО УПРАВЛЕНИЯ КОМИТЕТА
ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ МИНИСТЕРСТВА ВНУТРЕННИХ ДЕЛ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**С.Б. Арифджанов, кандидат техн. наук А.В. Добров
Академия гражданской защиты МЧС России**

Представлены результаты структурно-топологического анализа организационной структуры Центра управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан (КЧС МВД РК). Разработана организационная структура органа повседневного управления с учетом требований по оперативности принятия решений и структурной устойчивости в процессе функционирования.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, оперативное управление, организационная структура, структурно-топологический анализ.

**TOPOLOGICAL ANALYSIS OF ORGANIZATIONAL STRUCTURE
OF DUTY GROUP OF DAILY MANAGEMENT OF THE EMERGENCY AGENCY
OF COMMITTEE MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

**S.B. Arifdzhanov, Ph.D. (Tech.) A.V. Dobrov
Civil Defense Academy Emercom of Russia**

The article presents the results of structural topological analysis of the organizational structure of the Control center in crisis situations. A synthesized the organizational structure of the duty group daily management authority, taking into account the efficiency of decision-making and structural stability during operation.

Key words: emergency, operational management, organizational structure, structural-topological analysis.

Результаты анализа зарубежного и отечественного опыта свидетельствуют, что управление группировкой сил, предназначенной для ведения аварийно-спасательных работ, представляет сложную организационно-техническую систему.

Одним из способов смягчения последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) является повышение оперативности принятия управленческих решений на проведение аварийно-спасательных работ.

Принятие решений часто проводится в условиях дефицита времени по неполной и противоречивой информации о состоянии зоны ЧС. В связи с этим, выбор сил и средств, привлекаемых для ликвидации последствий ЧС, затруднен, и ошибочное решение может привести к большим потерям и не только материальным [1].

Строго ограниченное время на принятие решений, с одной стороны, и большие потоки информации, необходимой для обработки должностными лицами органов управления, с

другой стороны, определяют необходимость решения информационно-аналитических задач, которые требуют комплексного анализа разнообразных данных, учет их динамики, тенденций изменения, а также поиска скрытых закономерностей [2].

Как и любые организационные структуры, Государственная система гражданской защиты (ГСГЗ) Республики Казахстан включают в себя: органы управления, пункты управления, силы и средства, резервы финансовых и материальных ресурсов, а также системы связи, оповещения и информационного обеспечения.

Обеспечение повседневного управления ГСГЗ в различных режимах функционирования, возложено на ЦУКС КЧС МВД РК и Единые дежурно – диспетчерские службы территориальных подразделений городов и областей (ЕДДС ЧС) [3].

Как показывает практика, одной из основных проблем в условиях ликвидации последствий ЧС является координация деятельности привлекаемых аварийно-спасательных формирований.

Существует два пути повышения возможностей ГСГЗ: экстенсивный и интенсивный. Экстенсивный путь предполагает увеличение количества сил и средств постоянной готовности. Интенсивный путь связан с увеличением степени реализации потенциала имеющихся сил и средств за счет совершенствования системы управления [4,5].

В результате системного анализа в структуру ЦУКС предлагается ввести аналитические и прогнозные подразделения, одной из основных задач которых будет выработка предложений по формированию группировки сил и управление ею в процессе ликвидации последствий ЧС.

Структурные характеристики системы позволяют уже на ранней стадии создания системы с позиции системного подхода оценить качество ее структуры и элементов.

При исследовании структуры системы наибольший интерес представляют те свойства структуры, которые оказывают существенное влияние на эффективность функционирования и качество системы [6,7]. Организационная структура предлагаемого подразделения представлена в виде ориентированного графа на рис. 1.

В результате построения матриц смежности и инцидентности ориентированного графа получена матрица достижимости, на основе которой выделены сильно связанные подсистемы и получен конденсат ориентированного графа.

Выделение конденсации позволяет сосредоточить внимание на анализе существенных свойств, которые в наибольшей степени характеризуют особенности взаимодействия элементов системы. В конденсации отсутствуют контуры и петли, но, тем не менее, сохранены основные структурные свойства исходного графа. Конденсат ориентированного графа представлен на рис. 2.

В результате проведенного топологического анализа установлено:

Индекс связности равен 0,5 характеризует, что структура средне связная с средней степенью избыточности по связям. Таким образом, в структуре содержится недостаточное число информационных (коммуникационных) связей, то есть имеется необходимость дублирования.

Неравномерность распределения связей равна 10,09, то есть выявлено недоиспользование возможностей структуры в достижении максимальной связности. Значение параметра зависит от построения и предназначения структуры, и не определяет оптимальность системы.

Структурная компактность равна 1,56. Общая структурная близость между элементами средняя. В структуре много непосредственных связей между элементами, это свидетельствует о высокой достоверности циркулируемой информации внутри системы, но одновременно данный факт показывает о большой загруженности элементов системы.

Степень централизации структуры составляет 0,46 (средняя), что ниже показателя абсолютной централизации равной единице. В структуре существует три элемента, являю-

щихся центрами обработки и выдачи информации. Это свидетельствует о способности системы одновременно производить несколько операций, что очень важно для оперативности реагирования на ЧС.

Сложность структуры равна 6 - высокая. За счет малого количества путей прохождения информации внутри системы, снижается риск смешения и искажения обрабатываемой в системе информации.

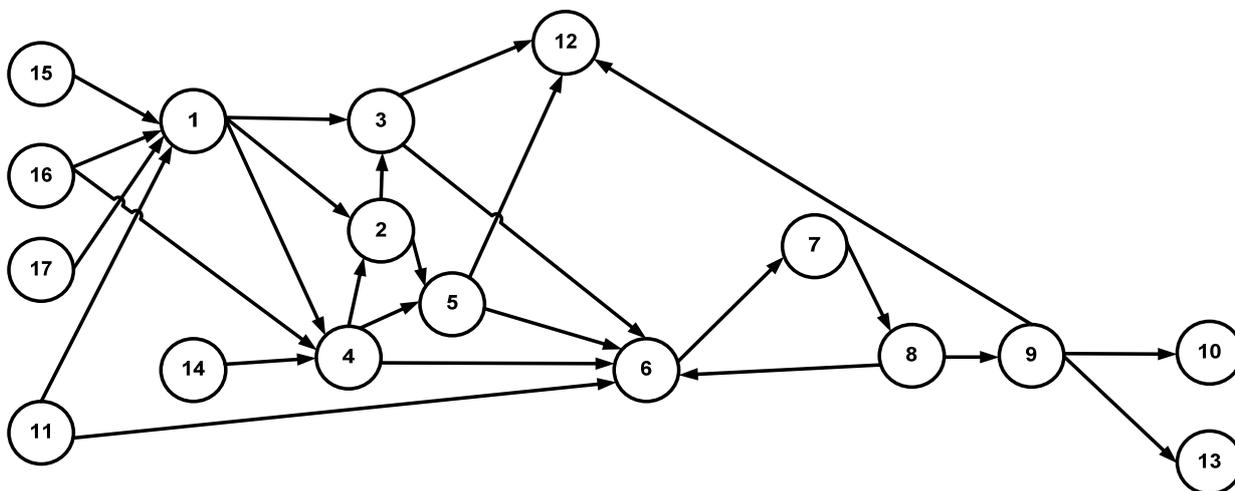


Рис. 1. Структурная схема предлагаемого подразделения в виде ориентированного графа

где:

- | | |
|---|---|
| 1 – анализ ситуации | 10 – доведение управленческого решения |
| 2 – определение возможного возникновения вторичных ЧС | 11 – мониторинг средств массовой информации (СМИ) |
| 3 – оценка обстановки | 12 – база данных |
| 4 – прогноз | 13 – база знаний |
| 5 – оценка прогноза | 14 – информация о выполненных работах в зоне ЧС |
| 6 – выработка предложений | 15 – разведка |
| 7 – оценка последствий предложенных решений; | 16 – данные всех видов мониторинга; |
| 8 – анализ ситуации с учетом предложений и принятие решений | 17 – информация от ЕДДС ДЧС областей. |
| 9 – формирование принятого решения; | |

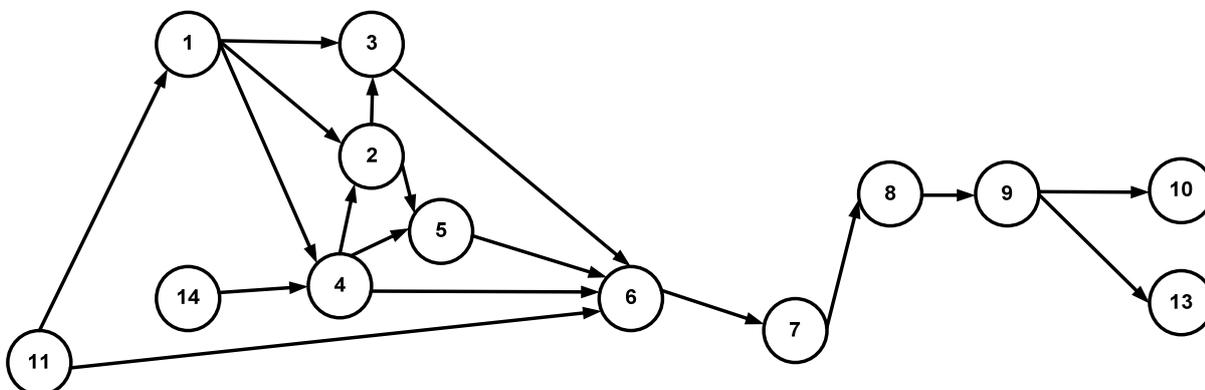


Рис. 2. Конденсат исходного ориентированного графа

Диаметр структуры равен 9 и многие элементы соединены между собой прямыми связями, поэтому в системе задержки информации могут быть незначительными в случае недостаточной пропускной способности линий связи.

Исследуемая система имеет недостаточное число связей, т.е. не предусмотрены резервные варианты (каналы) передачи информации, что говорит о низкой надежности системы и необходимости дублирования важных элементов.

В результате топологического анализа было выявлено, что наибольшей значимостью в системе обладают элементы 1,4,6 (анализ, прогноз и выработка предложений соответственно). Для повышения устойчивости системы необходимо продублировать эти элементы. Структура с дублированными элементами может выглядеть следующим образом (рис. 3).

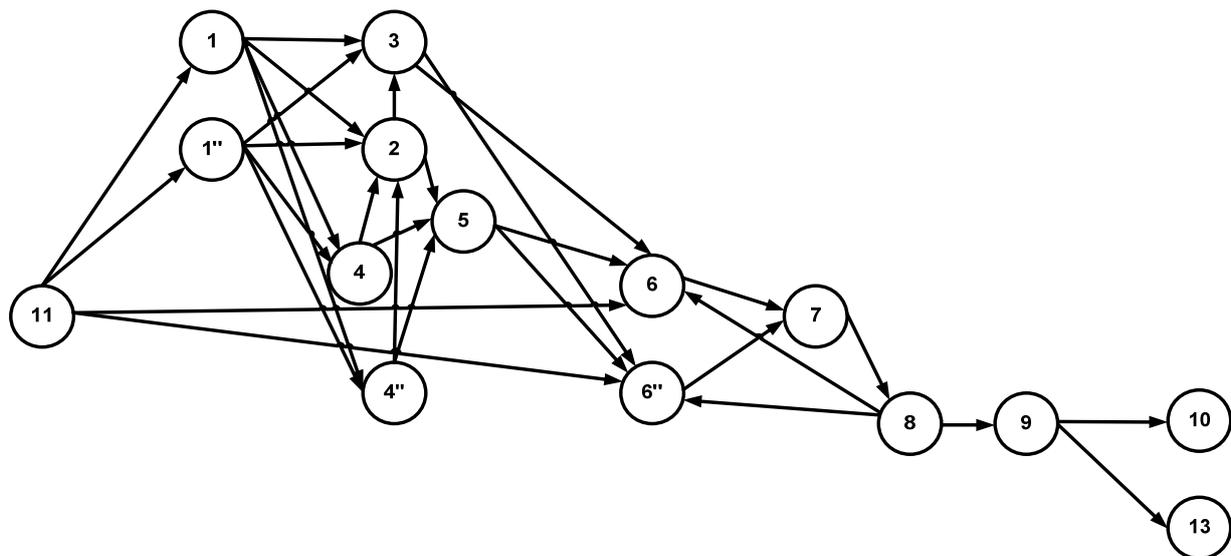


Рис. 3. Структура с введенным дублированным элементом

Результаты расчетов показателей качественных характеристик предлагаемой структуры приведены в таблице.

Таблица

Сводная таблица основных результатов структурно-топологического анализа

Характеристики структуры		Исходная	С дублированным элементом
Показатель связности	α	0,5	1,0
Диаметр структуры	d	9	9
Структурная компактность	q	1,56	1,63
Степень централизации	γ	0,46	0,28
Структурная избыточность	δ	6,0	8,23
Показатель не равномерности распределения связей	δ^2	10,09	16,28
Сложность структуры	ψ	6	13
Сложность структуры	ψ	6	13

Из анализа таблицы следует, что при введении дублирующих элементов показатели качества структуры улучшены либо сохранены, а именно:

- сохраняется диаметр структуры (т.е. не возникают дополнительные задержки сообщений);

- увеличиваются связность и структурная избыточность, а вместе с этим и устойчивость системы;

- снижается степень централизации, что позволяет несколько разгрузить отдельные элементы системы (в данном случае – выработка предложений).

При этом численно увеличивается сложность структуры системы, но это связано лишь с увеличением числа путей от входных элементов к выходным.

Следует заметить, что дублирование элементов не несет в себе увеличения экономических затрат и изменения существующей структуры, так как дублирование может осуществляться на АРМах, входящих в корпоративно-информационно-коммуникационную систему дежурной смены ЦУКС и заключается в установке соответствующего программного обеспечения и правильной конфигурации локальной вычислительной сети.

Таким образом, анализируя полученные результаты, можно судить о таких показателях функционирования исследуемой организационной структуры ЦУКС, как оперативность, структурная устойчивость и инерционность.

Предлагаемая структура способна выполнять задачи по предназначению с возможностью безошибочной работы не менее заданной.

Литература

1. Седышев В.В. «Совершенствование процесса принятия решений при управлении силами и средствами МЧС России в ЧС». (На примере Северо - Западного региона): Автореферат дис. канд. техн. наук. – Санкт-Петербург: СПб ГПС. - 2009. – 20 с.

2. Тетерин И.М., Топольский Н.Г, Чухно В.И. «Центры управления в кризисных ситуациях и система информирования и оповещения населения» уч. пособие./ под общ. ред. д-ра техн. наук, профессора Топольского Н.Г.–М.: Академия ГПС МЧС России - 2010.-269 с.

3. Постановление Правительства Республики Казахстан от 12 июня 2015 года № 431.

4. Экономика предприятия: Учебник для вузов /Под ред. проф. В.Я. Горфинкеля, проф. В.А. Швандара. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА. - 2007. - 670 с.

5. Основные пути повышения эффективности применения аварийно-спасательных служб при ликвидации чрезвычайных ситуаций: отчет о НИР (заключительный) В.С. Федорук, П.А. Попов, С.Б. Федотов, К.Б. Тикунов, В.Ф. Чурсин, А.А. Козлов, В.В. Залозный– Химки: ФГБОУ ВПО АГЗ МЧС России. - 2000– 29 с.

6. Добров А.В. Математические методы представления структуры системы. Ч. 4. «Математическое моделирование». Уч. пособие Новогорск: Изд. АГЗ МЧС РФ. - 2001.– 94с.

7. Добров А.В. Математические модели. Ч. 1. «Математическое моделирование». Уч. пособие. Новогорск: Изд. АГЗ МЧС РФ. - 2000. – 76с.

Сведения об авторах

Арифджанов Султан Бахтиярович – аспирант Академии гражданской защиты МЧС России, +79257044472,+7(499) 699 06 87, e-mail: ayna_04112011@mail.ru;

Добров Анатолий Владимирович – заведующий кафедрой системного анализа и управления Академии гражданской защиты МЧС России, +7(499) 699 06 87, e-mail: dobrov42@yandex.ru.

УДК 004.942.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ МАСС КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.В. Хаматдинова, кандидат техн. наук *О.В. Смородова*
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
г. Уфа, Россия

Представлены результаты сравнения различных способов решения задач в области промышленной безопасности предприятий нефтепереработки, реализованных в форме программных продуктов. На примере одного из предприятий выполнено компьютерное моделирование движения воздушных масс, с целью оптимизации размещения автоматизированных систем контроля загазованности открытых воздушных площадок.

Ключевые слова: моделирование, застойная зона, направление ветра, автоматизированный контроль загазованности.

COMPUTER SIMULATION OF THE BEHAVIOR OF AIR MASSES AS A TOOL FOR ENTERPRISE SECURITY

A.V. Khamatdinova, Ph.D. (Tech.) O.V. Smorodova
FSBEI NPE Ufa state petroleum technological university, Russia

The article presents the results of the comparison of different ways of solving problems in the field of industrial safety of the enterprises of oil refining, implemented in the form of software products. For example, one of the enterprises performed a computer simulation of the movement of air masses with the purpose of optimizing the placement of automated systems of control of gas contamination of open air sites.

Key words: modeling, stagnant zone, wind direction, automated monitoring for gas contamination.

На сегодняшний день на многих предприятиях отсутствует эффективная система оповещения о достижении опасного порога концентрации пожаро- и взрывоопасных веществ в воздухе промплощадки [1]. В сложившейся ситуации основной задачей является обеспечение защиты производственного персонала от рисков возникновения взрывов и пожаров. Таким инструментом является компьютерное моделирование процессов возникновения застойных зон в воздушном пространстве производственного объекта.

Компьютерное моделирование - один из мощных инструментов изучения, анализа и проектирования при функционировании сложных химических, биологических технологий и производств [2]. Идея компьютерного моделирования дает возможность проводить виртуальный эксперимент на объекте, когда в реальности это практически невозможно. В настоящее время для решения поставленной задачи широко используются различные программные продукты, обладающие определенными специальными возможностями для конкретных производственных ситуаций.

Программный комплекс **FlowVision** предназначен для моделирования трехмерных течений жидкости и газа в технических и природных объектах. Начал разрабатываться в 90-х годах и сейчас достаточно широко используется для моделирования.

Программный комплекс FlowVision решает трехмерные уравнения динамики жидкости и газа: уравнения Навье-Стокса (законы сохранения массы и импульса) и уравнение переноса энтальпии (закон сохранения энергии). При расчёте сложных течений, сопровождаемых дополнительными физическими процессами (турбулентность, горение, движение контактных границ, и т. д.), решаются дополнительные уравнения, описывающие эти процессы.

Дифференциальные уравнения аппроксимируются на расчётной сетке в предположении, что каждая ячейка представляет собой конечный объём, в котором скорости изменения физических величин сбалансированы потоками этих величин через грани ячейки. Уравнения Навье-Стокса решаются методом расщепления по физическим процессам аналогичным проекционному методу MAC.

В основе FlowVision - новейшие технологии вычислительной гидродинамики и компьютерной графики:

- прямоугольная сетка с локальным измельчением расчетных ячеек;
- аппроксимация криволинейных границ расчетной области методом подсеточного разрешения геометрии;
- импорт геометрии из системы автоматизированного проектирования или конечно-элементной программы в виде поверхностной сетки (связанных треугольников);
- язык программирования C++;
- клиент-серверная архитектура;
- совершенный пользовательский интерфейс, написанный для операционных систем Windows и Linux;
- высококачественная графика на основе OpenGL.

FlowVision является интегрированной системой - препроцессор (часть программы, в которой создаётся и редактируется расчётный проект), блок расчета уравнений и пост-процессор (часть программы, в которой анализируются результаты расчета) объединены и работают одновременно. Это позволяет пользователю проводить моделирование и одновременно анализировать результаты, менять граничные условия и параметры математической модели.

Программный продукт **Maple 7.0** позволяет производить расчеты любых математических уравнений, любой сложности. Интерфейс Maple фиксирует все технические данные пользователя, приводит анализ данных уравнений, использует средства визуализации данных.

Программа **Pspice**. Программа является модификацией программы анализа электронных цепей Spice. В настоящее время ее считают эталонной программой для моделирования электронных цепей и устройств. В этой программе имеется базовый набор необходимых электрических устройств для моделирования. Имеются функциональные цифровые блоки, выполняющие логические операции.

Программа **Micro-CAP** позволяет создавать и редактировать принципиальные схемы аналоговых и цифровых устройств. Позволяет проводить различные виды расчетов. Программа имеет обширную библиотеку моделей компонентов фирм США, Европы и Японии.

Программа **Multisim**. Особенностью этой программы является наличие виртуальных измерительных приборов, имитирующие реальные аналоги. В состав Multisim входят эффективные средства графической обработки результатов моделирования.

Программа **CircuitMaker** предназначена для моделирования аналоговых, цифровых и смешанных аналоговых цифровых устройств. Она имеет удобный графический интерфейс, позволяющий быстро подготовить электрические схемы аналоговых и цифровых устройств.

Целью компьютерного моделирования поведения воздушных потоков в атмосферном пространстве предприятия является идентификация зон с отсутствием проточного движения воздуха. Такими свойствами обладают так называемые застойные зоны. Как правило, они характеризуются повышенной, а зачастую даже максимальной по объекту концентрацией взрыво- и пожароопасных веществ. Место их локализации детерминируется геометрией и расположением зданий на генеральном плане площадки, направлением и скоростью ветра в зависимости от времени года.

Результаты создания на начальном этапе реализации предложенного метода в программе Компас 3dv14 трехмерной модели одного из предприятий нефтехимической отрасли (табл. 1) показаны на рис. 1.

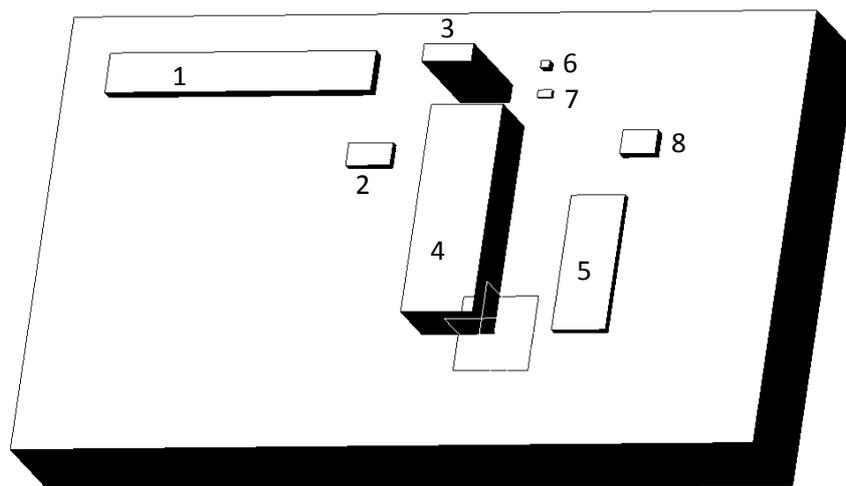


Рис. 1. Трехмерная модель территории технологической установки производственного объекта

Таблица 1

Спецификация зданий

Номер на модели	Название объекта	Высота, м	Длина, м	Ширина, м
1	Склад гранулята	7,9	177,5	26,8
2	Насосная станция водооборотная	5,1	15,3	29,6
3	Установка твердофазной поликонденсации 1	68,0	33,0	12,0
4	Корпус полимеризации	37,2	140,0	48,0
5	Установка ВОТ	4,8	91,0	36,0
6	Подсилосные помещения	2,7	4,8	9,5
7	Установка твердофазной поликонденсации 2	5,9	4,6	5,8
8	Тепловой пункт №1	6,4	23,5	15,9

Граничные условия для моделирования потоков атмосферного воздуха заданы с учетом климатических характеристик региона расположения объекта [4]:

- холодный период года – средняя максимальная температура воздуха минус 40 °С;
- средняя месячная температура воздуха наиболее холодного месяца (январь) – минус 14,1 °С;
- теплый период года - средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца – плюс 26,4 °С;
- средняя месячная температура воздуха самого теплого месяца (июль) – плюс 19,2 °С.

В табл. 2 приведены основные характеристики движения воздушных масс в годовом разрезе, а на рис. 2 – роза ветров по климатическим периодам.

Таблица 2

Основные ветровые характеристики района расположения предприятия[4]

Направление ветра	Зима	Лето	Зима	Лето
	вероятность, р, %		скорость ветра, v, м/с	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Северное	5	21	3,1	3,6
Северо-Восточное	2	3	3,3	3,5
Восточное	3	5	3,4	2,8
Юго-Восточное	10	3	4,3	3,0
Южное	47	18	5,5	3,4
Юго-Западное	18	16	4,5	3,8
Западное	10	16	4,0	3,4
Северо-Западное	5	18	4,4	3,6

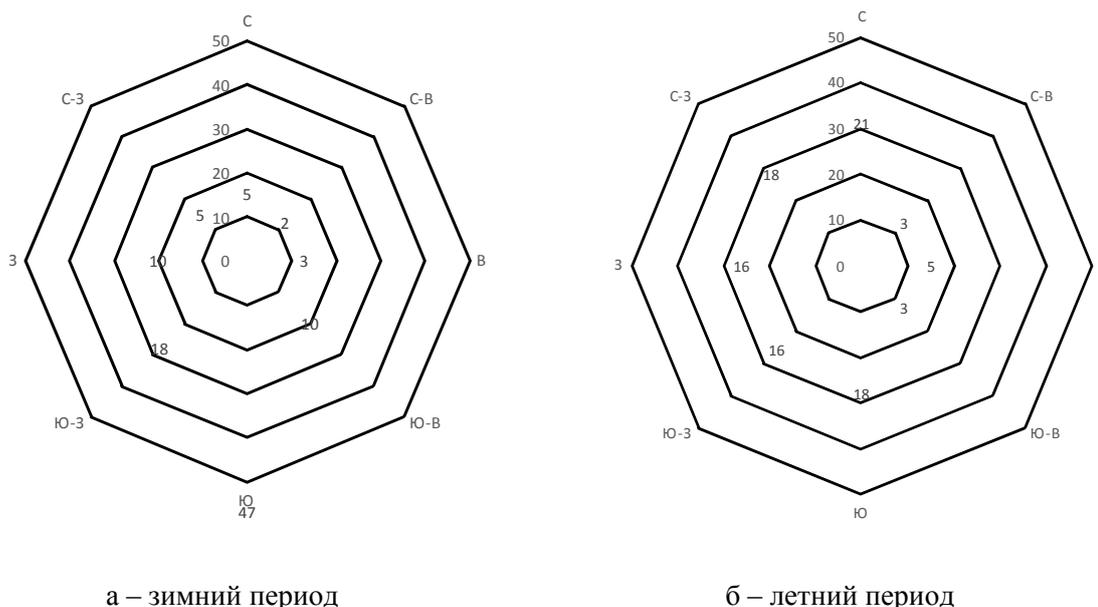


Рис. 2. Роза ветров территории промышленного объекта по временам года

Ранее было показано [5], что процесс турбулентного рассеивания загрязняющих (в том числе взрыво- и пожароопасных) веществ в атмосферном воздухе может моделироваться уравнением Гаусса:

$$C = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{y^2}{2\sigma_z^2} + \frac{H^2}{2\sigma_y^2}}}$$

Здесь величина C – искомая концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, параметр Q обозначает мощность поступления загрязняющих веществ в атмосферу; σ_y и σ_z – боковое и вертикальное стандартные отклонения при диффузии выброса в атмосферный воздух, зависят от турбулентности, состояния атмосферы и ветрового поля; y – координата вдоль оси рассеивания выбросов, H – высота расположения источника выбросов загрязняющих веществ.

Одним из основных параметров математической модели рассеивания Гаусса является скорость ветра u . Этот параметр отражает обратную пропорциональную зависимость концентрации выбросов от скорости атмосферного воздуха. Этот вывод следует из того факта, что скорость ветра связана со структурой турбулентности в атмосферном воздухе и определяет количество воздуха, которое разбавляет загрязняющее вещество в выбросе при действии турбулентного массообмена.

Таким образом, для интегрального учета как скорости ветра, так и его повторяемости по сезонам года из физических соображений в расчет принято, что увеличение повторяемости p , % и снижение скорости ветра u , м/с приводят к возрастанию риска локализации застойных зон и повышению концентрации взрыво- и пожароопасных веществ в них.

В качестве показателя риска K при этом удобно использовать комплекс:

$$K = \frac{p}{u}$$

Результаты расчета значений K для зимних и летних климатических условий представлены на рис. 3.

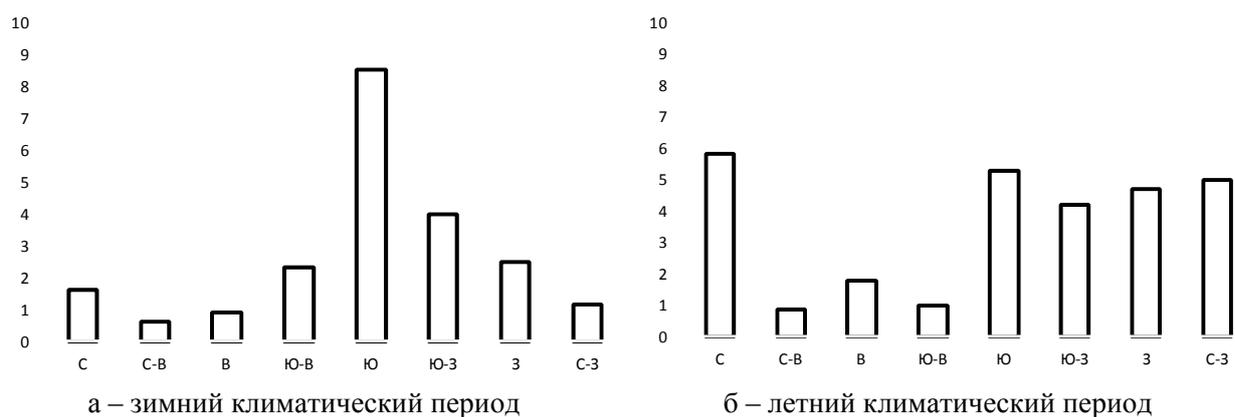


Рис. 3. Результаты расчета комплексного показателя K для оценки риска образования застойных зон воздушных масс

С учетом продолжительности зимнего и летнего периодов на объекте установлены годовые средневзвешенные значения величины K (рис. 4).

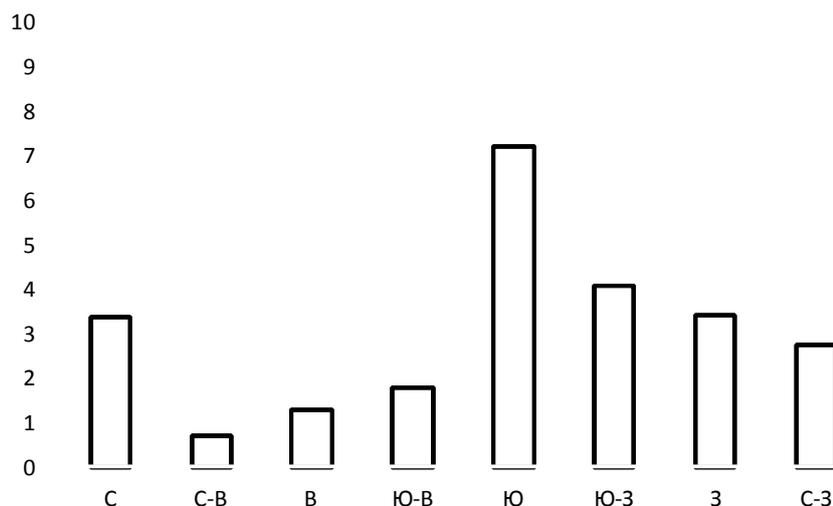


Рис. 4. Среднегодовое значение показателя К

Результаты расчетов показали, что наиболее аэродинамически опасными для возникновения застойных зон (скорость движения воздушных масс менее 0,5 м/с) направлениями ветра являются южное, юго-западное и западное. Для прогнозирования местоположения возможных застойных зон с учетом фактической застройки территории установки были использованы средства пакета компьютерного моделирования FlowVision.

Программный продукт FlowVision основан на конечно-объемном методе решения уравнений гидродинамики и использует прямоугольную адаптивную сетку с локальным измельчением. Для аппроксимации криволинейной геометрии расчетной области с повышенной точностью в пакете FlowVision используется технология подсеточного разрешения геометрии, такая технология позволяет решить проблему автоматической генерации сетки.

В качестве параметров метода численного моделирования вероятных зон застоя, используется стандартная модель турбулентности для течения газа. В данной модели турбулентного массопереноса используются уравнения Навье-Стокса. Имеется возможность учета и теплопереноса (при его наличии).

В результате компьютерного моделирования [6] потоков воздушных атмосферных масс на территории объекта была получена визуализация состояния атмосферных потоков (рис. 5, 6).

Моделирование потоков атмосферного воздуха показало наличие 6 застойных зон (табл. 3). Идентифицированные зоны пронумерованы двузначным кодом. Первая цифра кода соответствует номеру здания в спецификации к генеральному плану территории, вторая цифра – номер застойной зоны при 3D-моделировании.

Для расстановки приоритетов в оснащении территории предприятия приборами автоматического контроля концентрации опасных веществ в работе авторов [3] предлагается ранжирование наружной территории установки по количеству застойных зон, повторяющихся при различных направлениях ветра (табл. 4).

Результаты категорирования застойных зон на установке предприятия приведены в табл. 5.

Численное ранжирование идентифицированных застойных зон представлено в табл. 6 и на рис. 7. В качестве количественного критерия использовано значение показателя К, определенное интегрированием по всем направлениям ветра.

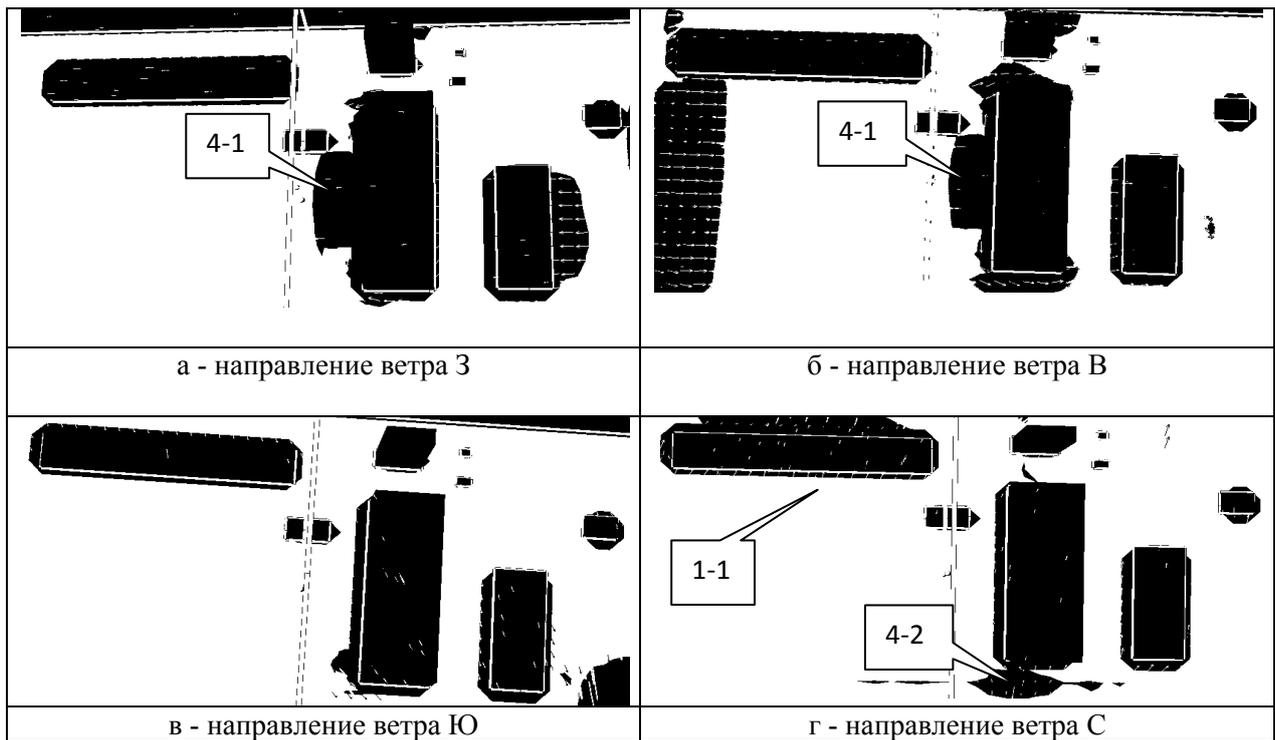


Рис. 5. Результаты моделирования поведения воздушных масс в атмосферном воздухе предприятия (по основным румбам)

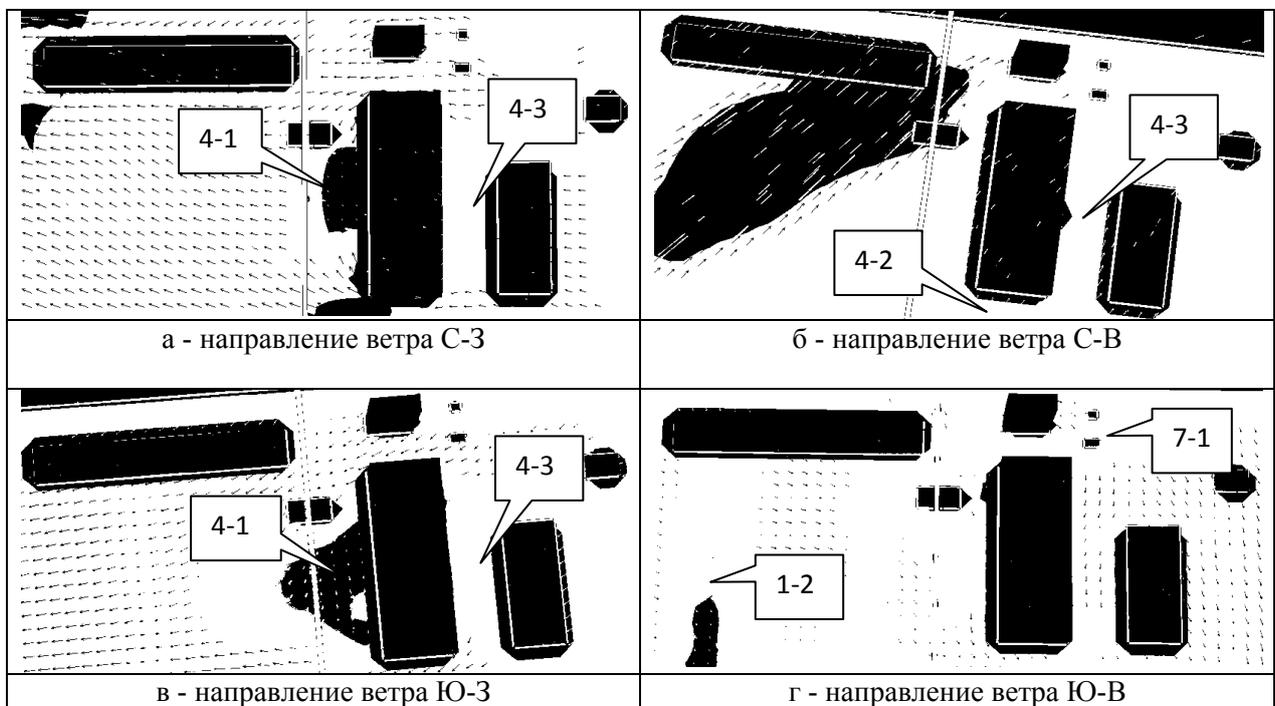


Рис. 6. Результаты моделирования поведения воздушных масс в атмосферном воздухе предприятия (по промежуточным румбам)

Таблица 3

Застойные зоны наружной территории установки в зависимости от направления ветра

	Наименование здания	З	В	Ю	С	С-З	С-В	Ю-З	Ю-В
1	Склад гранулята				1-1				1-2
2	Насосная станция водооборотная	Застойные зоны отсутствуют							
3	Установка ТФ поликонденсации 1	Застойные зоны отсутствуют							
4	Корпус полимеризации	4-1	4-1		4-2	4-1 4-3	4-2 4-3	4-1 4-3	
5	Установка ВОТ	Застойные зоны отсутствуют							
6	Подсилосные помещения	Застойные зоны отсутствуют							
7	Установка ТФ поликонденсации 2								7-1
8	Тепловой пункт №1	Застойные зоны отсутствуют							

Таблица 4

Классификация участков территории наружных установок [3]

Тип зоны	Наименование зоны	Признак зоны
А	Мертвая	Зона застоя при любом направлении ветра
Б	Плохо проветриваемая	Зона застоя при (75÷50]% направлений ветра
В	Средне проветриваемая	Зона застоя при (50÷25]% направлений ветра
Г	Слабо проветриваемая	Зона застоя менее 25% направлений ветра
Д	Проветриваемая	Зоны застоя отсутствуют при всех направлениях ветра

Таблица 5

Категории застойных зон наружной территории установки

№ п/п	Обозначение застойной зоны	Повторяемость застойной зоны при возможных направлениях ветра, %	Тип застойной зоны	Категория застойной зоны
1	1-1	12,5	Г	Слабо проветриваемая
2	1-2	12,5	Г	Слабо проветриваемая
3	4-1	50,0	Б	Плохо проветриваемая
4	4-2	25,0	В	Средне проветриваемая
5	4-3	37,5	В	Средне проветриваемая
6	7-1	12,5	Г	Слабо проветриваемая

**Оценка интегрального показателя риска чрезвычайной ситуации
по застойным зонам наружной территории установки**

№ п/п	Обозначение застойной зоны	З	В	Ю	С	С-З	С-В	Ю-З	Ю-В	Значение интегрального показателя К по застойным зонам
	Значение показателя К	3,37	0,71	1,26	1,77	7,19	4,09	3,42	2,75	
1	1-1				+					1,77
2	1-2								+	2,75
3	4-1	+	+			+		+		14,69
4	4-2				+		+			5,86
5	4-3					+	+	+		14,70
6	7-1								+	2,75

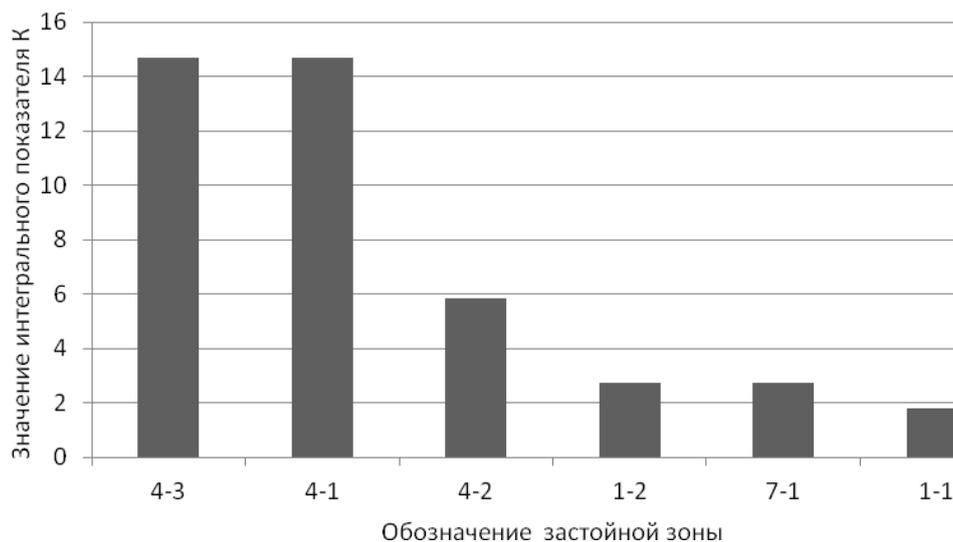


Рис. 7. Ранжирование застойных зон по результатам интегральной оценки риска возникновения чрезвычайных ситуаций

Выводы.

1. Выполненное ранжирование потенциально возможных застойных зон позволило расставить приоритеты в оснащении наружной территории установки средствами контроля загазованности атмосферного воздуха.

2. Периметр корпуса полимеризации (застойные зоны 4-1, 4-2, 4-3) необходимо оснастить системой автоматического контроля концентрации опасных веществ в атмосферном воздухе.

3. В застойных зонах 1-1, 1-2, 7-1, образующихся в основном при северном (опасном в летний период года) и юго-восточном направлении ветра, следует проводить измерения концентрации взрыво- и пожароопасных веществ периодически в соответствии с правилами эксплуатации переносными измерительными устройствами.

Литература

1. Хаматдинова А.В., Смородова О.В. Приборный контроль состояния газовой среды предприятий нефтепереработки//Технология техносферной безопасности, вып. №2(60). - 2015 г.
2. Пермяков В.Н., Парфенов В.Г., Солодовников А.В, Омельчук М.В. Применение 3D-моделирования для снижения пожаро-, взрывоопасности газонаполнительных станций. - Известия ВУЗов. Нефть и газ. - 2013.-№5.-С.82-87.
3. Тляшева Р.Р., Солодовников А.В. Прогнозирование вероятных зон застоя на наружной установке нефтеперерабатывающего предприятия. - Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. - 2006.-№2.-С.43.
4. СП 131.13330.2012. «Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*».
5. Ляпкало А.А., Дементьев А.А., Цурган А.М. Влияние скорости и направления ветра на уровень загрязнения атмосферного воздуха города продуктами сгорания топлива // Фундаментальные исследования. - 2013.- № 7.-С.125-129.
6. Система моделирования движения жидкости и газа. Руководство пользователя FlowVision. – М. – 2005, 305 с.

Сведения об авторах

Смородова Ольга Викторовна, - доцент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа.

Хаматдинова Алина Венеровна, - магистрант, гр. МБПз-14-01, ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа. e-mail: alinochka.hamatdinova@mail.ru

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.

Оформить подписку на информационные издания ВИНТИ РАН, а также заключить договоры на приобретение реферативного журнала в электронной форме (ЭлРЖ) Вы можете в **Коммерческом управлении** по адресу:

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

Телефоны: 8 (499) 155-45-25; (499) 152-58-81

Факс: 8 (499) 155-45-25;

E-mail: contact@viniti.ru, sales@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.

Оформить подписку на информационные издания ВИНТИ РАН, а также заключить договоры на приобретение реферативного журнала в электронной форме (ЭлРЖ) Вы можете в **Коммерческом управлении** по адресу:

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

Телефоны: 8 (499) 155-45-25; (499) 152-58-81

Факс: 8 (499) 155-45-25;

E-mail: contact@viniti.ru, sales@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, Минэкономики 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".

Оформить подписку на информационные издания ВИНИТИ РАН, а также заключить договоры на приобретение реферативного журнала в электронной форме (ЭлРЖ) Вы можете в **Коммерческом управлении** по адресу:

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

Телефоны: 8 (499) 155-45-25; (499) 152-58-81

Факс: 8 (499) 155-45-25;

E-mail: contact@viniti.ru, sales@viniti.ru

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

Подписано в печать 09.06.2016 г. Формат 60x84 1/8

Печать цифровая. Бум. офсетная. Усл. печ. л. 14,00 Уч.-изд. л. 11,20 Тираж 114 экз.

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

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