

ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ (ВИНИТИ)

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Научный информационный сборник

Издается с 1990 г.

№ 6

Москва 2015

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

Правовое регулирование в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

- Савченков С.Н.* О принципах и практике применения международного гуманитарного права в области защиты населения при военных конфликтах 3
- Костров А.В.* Анализ и систематизация правовых институтов исключения и освобождения от юридической ответственности руководителей работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций 12

Научно-теоретические и инженерно-технические разработки

- Махутов Н.А., Резников Д.О.* Масштабный эффект для хрупких и квазихрупких материалов – обзор 33
- Пермяков В.Н., Парфенов В.Г., Омельчук М.В.* Методика оценки устойчивости объектов хранения сжиженных углеводородных газов 73
- Доронин С.В., Рейзмунт Е.М.* Декомпозиция прикладной задачи анализа конструкционной прочности и безопасности поврежденного сосуда давления 80
- Кудрин Б.И., Седнев В.А.* Техноценнологическая теория и ее применение для обеспечения электроэнергетической безопасности и устойчивого и эффективного экономического развития страны 86

Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций

- Дурнев Р.А., Котосонова А.С., Галиуллина Р.Л.* Результаты системно-динамического моделирования процесса информирования населения при аварии на химически опасном объекте 102
- Резер С.М., Рыжова Л.А., Дугин Г.С., Терещенко С.С., Терещенко И.С.* Методические аспекты проектирования и использования ситуационных центров управления критическими системами жизнеобеспечения (на примере ситуационного центра промышленных альпинистов – «ПромАльп») 109

<i>Лушкин А.М.</i> Системное управления безопасностью полетов авиакомпании по международным стандартам эксплуатационной безопасности IOSA	123
<i>Грищенко Е.Л.</i> Интегрированные системы обеспечения транспортной безопасности	131
Информационная безопасность	
<i>Махутов Н.А., Ахметханов Р.С., Дубинин Е.Ф., Куксова В.И.</i> Информационные аспекты безопасности в техногенной сфере	136
Статистические данные о чрезвычайных ситуациях в России и за рубежом	
<i>Пляскина И.В., Горячева Е.В., Савицкая Н.В.</i> Анализ деятельности территориальных органов МЧС России в области реагирования пожарно-спасательных подразделений на дорожно-транспортные происшествия в субъектах российской федерации в 1 полугодии 2015 года.....	152
Перечень статей, опубликованных в 2015 г.	158

Contents

<i>Savchenkov S.N.</i> On the principle and practice of application of international humanitarian law for the protection population of the military conflict.....	3
<i>Kostrov A.V.</i> Analysis and systematization of legal institutions exceptions and exemptions from legal liability supervisor of accidental	12
<i>Makhutov N.A., Reznikov D.O.</i> Scale effect for brittle and quasibrittle materials – a review	33
<i>Permyakov V.N., Parfenov V.G., Omelchuk M.V.</i> Methodology of assessing resilience of facilities storing liquefied hydrocarbon gases	73
<i>Doronin S.V., Reizmund E.M.</i> The decomposition of applied problem of structural strength and safety analysis for damaged pressure vessels	80
<i>Kudrin B.I., Sednev V.A.</i> Technostalgia theory and its application to providing energy security and sustainable and effective economic development of the country	86
<i>Durnev R.A., Kotosonova A.S., Galiyllina R.L.</i> Results of system and dynamic modeling of process of informing the population at accident on chemically dangerous object	102
<i>Rezer S.M., Ryzhova L.A., Dugin G.S., Tereshenko S.S., Tereshenko I.S.</i> Metodical aspects of designing and use of situational control centers of critical life support systems on the example of the industrial climbers situational center «PromAlp».....	109
<i>Lushkin A.M.</i> The airline safety management system to international standards of operational safety IOSA	123
<i>Grishchenko E.L.</i> Safety and security integrated transport systems.....	131
<i>Makhutov N.A., Akhmetkhanov R.S., Dubinin E.F., Kuksova V.I.</i> Information aspects of safety in techno sphere.....	136
<i>Plyaskina I.V., Goryacheva E.V., Savitskaya N.V.</i> The main results of the territorial bodies of the ministry of emergency situations of Russia in responding fire and rescue units in traffic accidents in the Russian Federation in the 1 half of 2015.....	152
Table of Contents of the Articles Published in 2015	162

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

Выпускающий редактор: Тимошенко З.В.

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

Тел.: (499) 155-44-26

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

Адрес сайта: www2.viniti.ru

Отдел подписки: Тел: (499) 155-45-25

УДК 34.341.3

**О ПРИНЦИПАХ И ПРАКТИКЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО
ГУМАНИТАРНОГО ПРАВА В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ
ПРИ ВОЕННЫХ КОНФЛИКТАХ**

С.Н. Савченко
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

В работе рассмотрены судебные решения и разъяснения Верховного Суда Российской Федерации, связанные с порядком применения норм международного права в национальном законодательстве. Также рассмотрены прецеденты судебных решений, принятых Конституционными судами Российской Федерации и Республики Северная Осетия-Алания, непосредственно связанных с применением норм международного гуманитарного права.

Ключевые слова: военный конфликт, защита населения, международное гуманитарное право, международный договор, правоприменение, судебная практика.

**ON THE PRINCIPLE AND PRACTICE OF APPLICATION OF INTERNATIONAL
HUMANITARIAN LAW FOR THE PROTECTION POPULATION
OF THE MILITARY CONFLICT**

S.N. Savchenkov
FC VNI GOCHS EMERCOM of Russia

The work deals with judicial decisions and explanations of the Supreme Court of the Russian Federation related to the order of application of international law in national legislation. It is also considered the precedents of judicial decisions by the Constitutional Courts of the Russian Federation and the Republic of North Ossetia-Alania, directly related to the application of international humanitarian law.

Key words: military conflict, the protection of the population, international humanitarian law, international treaties, law enforcement, judicial practice.

Развитие правового государства, формирование гражданского общества и укрепление национального согласия в России требуют высокой правовой культуры, без которой не могут быть в полной мере реализованы такие базовые ценности и принципы жизни общества, как верховенство закона, приоритет человека, его неотчуждаемых прав и свобод, обеспечение надежной защищенности публичных интересов. В Основах государственной политики в сфере развития правовой грамотности и правосознания граждан, утвержденных Президентом Российской Федерации 28 апреля 2011 г. № Пр-1168 отмечается, что в реализации государственной политики участвуют во взаимодействии между собой федеральные и региональные государственные органы, органы местного самоуправления, профессиональные юридические сообщества и общественные объединения юристов, а также другие организации. Одними из целей рассматриваемой государственной политики являются преобразования, направленные на формирование высокого уровня пра-

вокрой культуры и правосознания граждан, а также совершенствование деятельности государственных и муниципальных органов, правоохранительных органов, направленной на обеспечение законности и правопорядка и повышение правосознания служащих государственных и муниципальных органов. Осуществление рассматриваемой государственной политики в первую очередь предусматривает повышение правовой грамотности должностных лиц, в том числе и обеспечивающих повседневную деятельность системы МЧС России.

В последние годы Российская Федерация сталкивается с ситуациями, связанными с межгосударственными и внутригосударственными спорами, находящими свое решение в форме военных конфликтов. В сложившейся международной ситуации важное место занимает применение конфликтующими сторонами норм и положений международного гуманитарного права, призванного обеспечить максимально возможную защиту гражданского населения, оказавшегося в зонах таких конфликтов. Первым шагом, обеспечивающим защиту населения в зонах военных конфликтов, является конституционное закрепление статуса международного гуманитарного права в национальном законодательстве, который определяет условия и основания действия этих норм в государстве, то есть порядок правоприменения.

В соответствии с целями и принципами Устава ООН [1] международные договоры образуют правовую основу межгосударственных отношений, являясь средством поддержания всеобщего мира и безопасности, развития международного сотрудничества. Принципы и нормы международного гуманитарного права и проблемы его применения при защите гражданского мирного населения в военных конфликтах детально описаны в статье [2], в которой обобщенно изложены принципы, концепции, нормы международного гуманитарного права применительно к решению задач защиты гражданского населения в современных международных военных конфликтах.

Однако, кроме теоретических исследований в области международного гуманитарного права несомненный интерес вызывает изучение практического применения его норм и положений на примерах конкретных судебных решений и разъяснений высших судебных инстанций Российской Федерации об особенностях их правоприменения.

Целью данной работы является рассмотрение принципов и практики применения в Российской Федерации международного гуманитарного права, связанного с защитой населения при военных конфликтах. В статье рассмотрены разъяснения Верховного Суда Российской Федерации и прецеденты судебных решений Конституционного Суда Российской Федерации и Конституционного Суда Республики Северная Осетия-Алания, связанные с применением норм международного гуманитарного права.

Необходимо отметить, что во исполнение требований пункта 4 статьи 15 Конституции Российской Федерации, нормами части 2 статьи 3 Федерального закона от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне» закреплен конституционный принцип, согласно которому если международными договорами Российской Федерации установлены иные правила, чем те, которые содержатся в законодательстве, регулирующие отношения в области гражданской обороны, то применяются правила международных договоров Российской Федерации, в связи с чем, рассмотрение вопросов, связанных с особенностями применения норм международного права, их места и правового статуса в системе национального законодательства, регулирующего отношения, в том числе и в области гражданской обороны, несомненно, является актуальной задачей.

В соответствии со статьей 126 Конституции Российской Федерации и статьей 19 Федерального конституционного закона от 31 декабря 1996 г. № 1-ФКЗ «О судебной системе Российской Федерации» Верховный Суд Российской Федерации является высшим судебным органом по гражданским делам, разрешению экономических споров, уголовным,

административным и иным делам, подсудным судам всех уровней. В соответствии с нормами пункта 1 и 5 части 7 статьи 2 Федерального конституционного закона от 5 февраля 2014 г. № 3-ФКЗ «О Верховном Суде Российской Федерации» Верховный Суд Российской Федерации, в частности:

дает судам разъяснения по вопросам судебной практики на основе ее изучения и обобщения;

разрешает в пределах своей компетенции вопросы, связанные с международными договорами Российской Федерации.

Необходимо отметить, что к полномочиям Конституционного Суда Российской Федерации, установленным федеральными конституционными законами от 21 июля 1994 г. № 1-ФКЗ «О Конституционном Суде Российской Федерации» и от 31 декабря 1996 г. № 1-ФКЗ «О судебной системе Российской Федерации» в частности отнесено разрешение дел по рассмотрению соответствия не вступивших в силу международных договоров нормам и положениям Конституции Российской Федерации. Рассматриваемая норма сужает сферу его полномочий при рассмотрении дел, связанных с правоприменением действующих норм международных договоров Российской Федерации, ограничиваясь областью защиты основ конституционного строя, основных прав и свобод человека и гражданина, обеспечения верховенства и прямого действия Конституции Российской Федерации на всей территории Российской Федерации.

Таким образом, судопроизводство, связанное с применением норм международного права, в том числе в области защиты населения при военных конфликтах, регламентируется в пределах своей компетенции Верховным Судом Российской Федерации. В первую очередь остановимся на базовых принципах, обеспечивающих правоприменение рассматриваемых норм международного права в российском законодательстве.

Во-первых, в постановлениях пленумов Верховного Суда Российской Федерации «О некоторых вопросах применения судами Конституции Российской Федерации при осуществлении правосудия» [3] и «О применении судами общей юрисдикции общепризнанных принципов и норм международного права и международных договоров Российской Федерации» [4] определяется, что исходя из смысла частей 3 и 4 статьи 15 Конституции Российской Федерации, части 3 статьи 5 Федерального закона «О международных договорах Российской Федерации» [5] судами непосредственно могут применяться только те вступившие в силу международные договоры, которые были официально опубликованы в порядке, установленном статьей 30 Федерального закона «О международных договорах Российской Федерации». В соответствии с этими нормами, суд не вправе основывать свое решение на неопубликованных нормативных актах, затрагивающих права, свободы, обязанности человека и гражданина.

Верховный Суд Российской Федерации также разъясняет, что согласно статье 24 Венской конвенции о праве международных договоров¹ [6], при решении вопроса о возможности применения договорных норм международного права, необходимо исходить из того, что международный договор вступает в силу в порядке и на дату, предусмотренные в самом договоре или согласованные между участвовавшими в переговорах государствами. При отсутствии такого положения или договоренности договор вступает в силу, как только будет выражено согласие всех участвовавших в переговорах государств на обязательность для них договора.

Во-вторых, в постановлении Пленума Верховного Суда Российской Федерации «О применении судами общей юрисдикции общепризнанных принципов и норм международного права и

¹ Ратифицирована Указом Президиума Верховного Совета СССР от 4 апреля 1986 г. № 4407-ХІ и вступила в силу для СССР 29 мая 1986 г.

международных договоров Российской Федерации» также разъясняется, что согласно части 3 статьи 5 Федерального закона «О международных договорах Российской Федерации» положения официально опубликованных международных договоров Российской Федерации, не требующие издания внутригосударственных актов для применения, действуют в Российской Федерации непосредственно. Пленум Верховного Суда Российской Федерации в постановлении «О некоторых вопросах применения судами Конституции Российской Федерации при осуществлении правосудия», в частности, отмечает, что суд при рассмотрении дела не вправе применять нормы закона, регулирующего возникшие правоотношения, если вступившим в силу для Российской Федерации международным договором, решение о согласии на обязательность которого для Российской Федерации было принято в форме федерального закона, установлены иные правила, чем предусмотренные законом. В этих случаях применяются правила международного договора Российской Федерации.

К таким договорам можно отнести, например, Женевскую Конвенцию о защите гражданского населения во время войны² [7].

Примером судебного разбирательства, связанного с применением норм и положений Женевской Конвенции о защите гражданского населения во время войны 1949 г., может послужить заявление Конституционного Суда Республики Северная Осетия-Алания от 14 августа 2008 г. [8], связанное с тем, что в августе 2008 года грузинское руководство вопреки своим заверениям о недопустимости использования силы при решении грузино-югоосетинской проблемы, совершило нападение на Южную Осетию, допустив тем самым грубейшие нарушения норм международного права и нарушив Соглашение о принципах мирного урегулирования грузино-осетинского конфликта [9]. В своем заявлении Конституционный Суд Республики Северная Осетия-Алания ссылается на то, что даже в случае возникновения военных конфликтов в международном праве действует ряд актов, нормы которых обязательны для исполнения конфликтующими сторонами и нацелены на ограничение бедствий в этот период (Женевская Конвенция от 12 августа 1949 года о защите гражданского населения во время войны, III Гаагская Конвенция об открытии военных действий, Женевская Конвенция об улучшении участи раненых и больных в действующих армиях и др.). В соответствии с этими актами в случае вооруженного конфликта при всех обстоятельствах гражданское население не должно являться объектом нападений, ему должно быть гарантировано гуманное обращение без всякой дискриминации по причинам национальности, расы, религии или веры, пола или любых других критериев. Ссылаясь на статьи 39, 42 и 51 Устава ООН, закрепляющих концепцию «законного применения вооруженной силы» в случае угрозы миру, нарушения мира или акта агрессии, Конституционный Суд Республики Северная Осетия-Алания выразил мнение, что Российская Федерация в рассматриваемом случае, применяя силу, выполнила свою конституционную обязанность по обеспечению защиты и покровительства гражданам Российской Федерации, находящимся за ее пределами, согласно нормам, установленным частью 2 статьи 61 Конституции Российской Федерации.

Принимая во внимание вышеизложенное, Конституционный Суд Республики Северная Осетия-Алания поддержал намерение Российской Федерации обратиться в международные судебные органы в целях установления всех обстоятельств и объективной оценки совершенного грузинским руководством преступления, а также привлечения к ответственности виновных лиц.

² Ратифицирована Указом Президиума Верховного Совета СССР 17 апреля 1954 г. с оговорками, сделанными при подписании.

В-третьих, к признакам, свидетельствующим о невозможности непосредственного применения положений международного договора, относятся, в частности, содержащиеся в договоре указания на обязательства государств-участников по внесению изменений во внутреннее законодательство этих государств. Так, международные нормы, связанные с защитой жертв вооруженных конфликтов международного и немеждународного характера, а также гражданской обороной закреплены в Дополнительных протоколах к Женевским конвенциям 1949 г.³ [10, 11]. В частности, в пункте 2 рассматриваемого постановления Совету Министров СССР поручено подготовить и представить в Верховный Совет СССР предложения о внесении изменений в законодательство, отражающих участие Советского Союза в упомянутых дополнительных протоколах.

Судебное решение, связанное с применением норм Дополнительного протокола к Женевским конвенциям 1949 года, касающегося защиты жертв вооруженных конфликтов немеждународного характера (Протокол II) приведено в постановлении Конституционного Суда Российской Федерации [12] принятого при рассмотрении, согласно запросу группы депутатов Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации, в открытом заседании дела о проверке конституционности ряда нормативных правовых актов Президента и Правительства Российской Федерации, регулирующих отношения, связанные с обеспечением государственной безопасности и территориальной целостности Российской Федерации, разоружения незаконных вооруженных формирований на территории Чеченской Республики и прилегающих к ней регионов Северного Кавказа. Конституционный Суд Российской Федерации, в частности, постановил, что проверка конкретных действий сторон в ходе вооруженного конфликта с точки зрения соблюдения Дополнительного протокола к Женевским конвенциям 1949 года, касающегося защиты жертв вооруженных конфликтов немеждународного характера (Протокол II), в соответствии со статьей 125 Конституции Российской Федерации и частями 1, 2 и 3 статьи 3 Федерального конституционного закона «О Конституционном Суде Российской Федерации» не может быть предметом рассмотрения Конституционного Суда Российской Федерации и должна быть осуществлена другими компетентными органами.

Однако, в особом мнении судей Конституционного Суда Российской Федерации, представленных на информационно-правовом интернет-портале ГАРАНТ.РУ, были даны оценки рассматриваемых нормативных правовых актов с конституционно-правовой точки зрения.

В особом мнении судьи А.Л. Кононова выражается, что рассматриваемые нормативные правовые акты Президента и Правительства Российской Федерации, по существу, предоставляют их исполнителям неограниченные полномочия, никак не оговаривают какой-либо порядок выбора средств и способов ведения военных действий, обращения с комбатантами, защиты гражданского населения, гражданских объектов и вообще не имеют какого-либо соотношения с нормами международного гуманитарного права. Характерно, что выступивший в судебном заседании маршал Советского Союза В.Г. Куликов подтвердил, в частности, что командованию и тем более рядовым военнослужащим эти международные нормы были просто неизвестны. Таким образом, был нарушен основной принцип применения рассматриваемых норм, гласящий, что права конфликтующих сторон выбирать методы и средства ведения войны не являются неограниченными. В результате издания и применения этих нормативных правовых актов грубейшим образом были нарушены нормы Женевской конвенции 1949 г., дополнительных протоколов к ней, прежде всего, прямо относящиеся к данному случаю нормы Протокола II, касаю-

³ Подписан от имени СССР в Берне 12 декабря 1977 г., ратифицирован постановлением Верховного Совета СССР от 4 августа 1989 г. № 330-I с заявлением и вступил в силу для СССР 29 марта 1990 г.

щиеся защиты жертв вооруженных конфликтов немеждународного характера. Указанные нормативные правовые акты Президента и Правительства Российской Федерации не содержат достаточной защиты и эффективных правовых средств против незаконного применения ограничений прав человека и злоупотребления этими ограничениями. В целом как по своему содержанию, так и по последствиям они нарушили ряд норм, касающихся прав и свобод человека, гарантированных Конституцией Российской Федерации. В особом мнении выражается также, что не представляется убедительным с конституционно-правовой точки зрения и ряд аргументов стороны, издавшей рассматриваемые нормативные правовые акты, о целесообразности и крайней необходимости предпринятых мер. Судья А.Л. Кононов также отмечает, что содержащиеся в рассматриваемых нормативных правовых актах решения обосновываются преимущественно необходимостью защиты суверенитета, территориальной целостности, конституционного порядка, государственной безопасности и прочих государственных интересов, причем права человека стоят в этом перечне на последнем месте. Однако данные понятия нельзя признать однопорядковыми, поскольку статья 2 Конституции Российской Федерации недвусмысленно и однозначно относит человека, его права и свободы к высшей ценности. Таким образом, этот основной принцип Конституции Российской Федерации был грубо нарушен в пользу государственных предпочтений.

В особом мнении судьи Б.С. Эбзеева выражается, что в постановлении Правительства Российской Федерации от 9 декабря 1994 г. № 1360 «Об обеспечении государственной безопасности и территориальной целостности Российской Федерации, законности, прав и свобод граждан, разоружения незаконных вооруженных формирований на территории Чеченской Республики и прилегающих к ней регионов Северного Кавказа» не были установлены ограничения для действий органов государства и их должностных лиц, на которых возложено исполнение данного нормативного правового акта, и не указаны гарантии защиты гражданского населения, объектов, необходимых для его выживания, установок и сооружений, перечисленных в Дополнительном протоколе к Женевским конвенциям 1949 г., касающимся защиты жертв вооруженных конфликтов немеждународного характера (Протокол II). Тем самым были созданы условия для нарушения обязательств по международным договорам Российской Федерации, которые согласно части 4 статьи 15 Конституции Российской Федерации являются составной частью ее правовой системы.

В результативной части рассматриваемого постановления Конституционного Суда Российской Федерации, в частности, содержится обращение к Федеральному Собранию Российской Федерации с рекомендацией упорядочить законодательство об использовании Вооруженных Сил Российской Федерации, а также о регулировании других возникающих в условиях экстраординарных ситуаций и конфликтов вопросов, в том числе вытекающих из Дополнительного протокола к Женевским конвенциям 1949 г., касающегося защиты жертв вооруженных конфликтов немеждународного характера (Протокол II).

Необходимо дополнительно отметить, что рассматриваемые нормативные правовые акты также нарушают ряд правовых и процессуальных норм международного права:

статьи 4 Международного пакта о гражданских и политических правах 1966 г.⁴ [13];

статьи 15 «Отступление от обязательств в чрезвычайных ситуациях» Конвенции о защите прав человека и основных свобод ETS № 005 1950 г.⁵ [14].

⁴ Ратифицирован Указом Президиума Верховного Совета СССР от 18 сентября 1973 г. № 4812-VIII и вступил в силу для СССР 23 марта 1976 г.

⁵ Ратифицирован Федеральным законом от 30 марта 1998 г. № 54-ФЗ с оговоркой и заявлением и вступил в силу для Российской Федерации 5 мая 1998 г.

Рассматриваемые нормы предусматривают условия отступления государств-участников рассматриваемых соглашений от своих обязательств, связанных с обеспечением защиты гражданских и политических прав человека и его основных свобод, в силу войны и военных конфликтов или чрезвычайных обстоятельств. Рассматриваемые соглашения особо оговаривают, что такие отступления возможны только в обстоятельствах, при которых «жизнь нации находится под угрозой» и только в такой степени, в какой это требуется остротой положения, при условии, что такие меры не являются несовместимыми с их другими обязательствами по международному праву и не влекут за собой дискриминации исключительно на основе расы, цвета кожи, пола, языка, религии или социального происхождения, а также оговаривается, что такой механизм правового регулирования не может служить основанием для каких-либо отступлений от базовых принципов международной политики в области гуманитарного права.

Рассматриваемые международные соглашения также предусматривают обязанности государств-участников немедленно информировать другие государства через посредство Генерального секретаря ООН (Генерального секретаря Совета Европы) о положениях, регулируемых рассматриваемыми соглашениями, от которых оно отступило, и о причинах, побудивших к такому решению. Также должно быть сделано сообщение через того же посредника о той дате, когда прекращается такое отступление и возобновляется осуществление положений рассматриваемых соглашений в полном объеме.

Приведенные примеры иллюстрируют необходимость строгого соблюдения всеми органами государственной власти Российской Федерации и местного самоуправления требований Конституции Российской Федерации и общепризнанных норм международного права при разработке ими нормативных правовых актов, регулирующих отношения в соответствующих областях общественных отношений.

В-четвертых, Пленум Верховного Суда Российской Федерации в постановлении «О применении судами общей юрисдикции общепризнанных принципов и норм международного права и международных договоров Российской Федерации» отмечает также особенности применения норм международного права, связанные с их правовым статусом.

Так, правила действующего международного договора Российской Федерации, согласие, на обязательность которого было принято в форме федерального закона, имеют приоритет в применении в отношении законов Российской Федерации. Например, Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении 1993 г.⁶ [15].

В то же время, правила действующего международного договора Российской Федерации, согласие, на обязательность которого было принято в форме подзаконного нормативного правового акта, имеют приоритет в применении только в отношении подзаконных нормативных актов, изданных органом государственной власти или уполномоченной организацией, заключившими данный договор. Например, Рамочная конвенция по оказанию помощи в области гражданской обороны 2000 г.⁷ [16].

В заключение хотелось бы отметить, что рассмотренные в статье принципы и практика правоприменения в Российской Федерации международных правовых норм позволяют отметить, что нормы, установленные частью 2 статьи 3 Федерального закона от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне» дублируют норму, установленную пунктом 4 статьи 15 Конституции Российской Федерации и не устанавливает правового механизма реализации положений международного гуманитарного права в области

⁶ Ратифицирована Федеральным законом от 5 ноября 1997 г. № 138-ФЗ и вступила в силу для Российской Федерации 5 декабря 1997 г.

⁷ Ратифицирована постановлением Правительства Российской Федерации от 4 октября 2002 г. № 735 и вступила в силу для Российской Федерации 27 декабря 2002 г.

гражданской обороны, что является пробелом, снижающим эффективность правового регулирования в рассматриваемой области общественных отношений.

С другой стороны, с целью реализации государственной политики в сфере развития правовой грамотности и правосознания граждан представляется немаловажным развивать правовое и методическое обеспечение, связанное с разъяснением заинтересованным лицам МЧС России требований норм и положений международного права, регулирующего отношения в области ответственности МЧС России и особенностей их правоприменения. В качестве примера, направленного на обеспечение развития правовой грамотности должностными лицами можно привести Наставление по правовой работе в Вооруженных Силах Российской Федерации, утвержденное приказом Минобороны России от 31.01.2001 № 10. Наставление определяет комплекс мер по реализации в Вооруженных Силах требований нормативных правовых актов Российской Федерации и общепризнанных принципов и норм международного права. Согласно рассматриваемому нормативному правовому акту, правовая работа осуществляется органами военного управления и воспитательной работы, командирами (начальниками), подразделениями юридической службы и включает в себя, в частности, подготовку проектов актов, их упорядочение и систематизацию, обеспечение законности и укрепление воинской дисциплины, организацию консультирования. Рассматриваемым подзаконным актом утвержден порядок осуществления правовой подготовки и воспитания личного состава путем изучения им правовых дисциплин, проведения методических сборов, семинаров, лекций, бесед и др.

Литература

1. Устав Организации Объединенных Наций (Сан-Франциско, 26 июня 1945 г.) // Действующее международное право. Документы в 2-х томах. Т. 1 / Сост.: Колосов Ю.М., Кривчикова Э.С. - М.: Юрайт, Международные отношения. - 2007. - с. 11.
2. Костров А.В., Глущенко О.О. Право: проблемы защиты в современных войнах гражданского населения // «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». - 2010, № 3, с. 15 – 27.
3. Постановление Пленума Верховного Суда Российской Федерации от 31 октября 1995 г. № 8 «О некоторых вопросах применения судами Конституции Российской Федерации при осуществлении правосудия» // Бюллетень Верховного Суда Российской Федерации. - 1996 г., № 2, с. 1.
4. Постановление Пленума Верховного Суда Российской Федерации от 10 октября 2003 г. № 5 «О применении судами общей юрисдикции общепризнанных принципов и норм международного права и международных договоров Российской Федерации» // Бюллетень Верховного Суда Российской Федерации. - 2003, № 12.
5. Федеральный закон от 15 июля 1995 г. № 101-ФЗ «О международных договорах Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. - 1995, № 29, ст. 2757.
6. Венская Конвенция о праве международных договоров (Вена, 23 мая 1969 г.) // Ведомости Верховного Совета СССР. - 1986, № 37, ст. 772.
7. Женевская Конвенция о защите гражданского населения во время войны (Женева, 12 августа 1949 г.) // Действующее международное право. Документы в 2-х томах. Т. 2 / Сост.: Колосов Ю.М., Кривчикова Э.С. М.: Юрайт, Международные отношения. - 2007, с. 58.
8. Заявление Конституционного суда Республики Северная Осетия-Алания от 14 августа 2008 г. «О поддержании намерения Российской Федерации обратиться в международные судебные органы в целях установления всех обстоятельств и объективной оценки совершенного грузинским руководством злодеяния, а также привлечения к ответственности виновных лиц» / газета «Владикавказ» от 20 августа 2008 г., № 62 (629).
9. Соглашение о принципах мирного урегулирования грузино-осетинского конфликта (Сочи, 24 июня 1992 г.) // Бюллетень международных договоров. - 1993 г., № 8.

10. Дополнительный протокол к Женевским конвенциям от 12 августа 1949 года, касающегося защиты жертв международных вооруженных конфликтов (Протокол I) // Действующее международное право. Документы в 2-х томах. Т. 2 / Сост.: Колосов Ю.М., Кривчикова Э.С. М.: Юрайт, Международные отношения. - 2007. с. 105.

11. Дополнительный протокол к Женевским конвенциям от 12 августа 1949 года, касающегося защиты жертв вооруженных конфликтов немеждународного характера (Протокол II) // Действующее международное право. Документы в 2-х томах. Т. 2 / Сост.: Колосов Ю.М., Кривчикова Э.С. М.: Юрайт, Международные отношения. - 2007. с. 158.

12. Постановление Конституционного Суда Российской Федерации от 31 июля 1995 г. № 10-П «По делу о проверке конституционности Указа Президента Российской Федерации от 30 ноября 1994 года № 2137 «О мероприятиях по восстановлению конституционной законности и правопорядка на территории Чеченской Республики», Указа Президента Российской Федерации от 9 декабря 1994 года № 2166 «О мерах по пресечению деятельности незаконных вооруженных формирований на территории Чеченской Республики и в зоне осетино-ингушского конфликта», постановления Правительства Российской Федерации от 9 декабря 1994 года № 1360 «Об обеспечении государственной безопасности и территориальной целостности Российской Федерации, законности, прав и свобод граждан, разоружения незаконных вооруженных формирований на территории Чеченской Республики и прилегающих к ней регионов Северного Кавказа», Указа Президента Российской Федерации от 2 ноября 1993 года № 1833 «Об основных положениях военной доктрины Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. - 1995, № 33, ст. 3424.

13. Международный пакт о гражданских и политических правах (Нью-Йорк, 16 декабря 1966 г.) // Ведомости Верховного Совета СССР. - 1976 г., № 17, ст. 291.

14. Конвенция о защите прав человека и основных свобод ETS № 005 (Рим, 4 ноября 1950 г.) (в ред. 11.05.1994 г.) // Бюллетень международных договоров. - 2001, № 3.

15. Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении (Париж, 13 января 1993 г.) // Бюллетень международных договоров. - 1998, № 4.

16. Рамочная конвенция по оказанию помощи в области гражданской обороны (Женева, 22 мая 2000 г.) // Бюллетень международных договоров. - 2013, № 9.

Сведения об авторе

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

УДК 614.84(083):355.244.2

АНАЛИЗ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПРАВОВЫХ ИНСТИТУТОВ ИСКЛЮЧЕНИЯ И ОСВОБОЖДЕНИЯ ОТ ЮРИДИЧЕСКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ РУКОВОДИТЕЛЕЙ РАБОТ ПО ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Кандидат техн. наук *А.В. Костров*
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Выявлены и систематизированы правовые институты исключения и освобождения от юридической ответственности должностных лиц - руководителей работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций, совершивших правонарушения при выполнении аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Ключевые слова: должностное лицо, юридическая ответственность, институт юридической ответственности, исключение юридической ответственности, освобождение от юридической ответственности.

ANALYSIS AND SYSTEMATIZATION OF LEGAL INSTITUTIONS EXCEPTIONS AND EXEMPTIONS FROM LEGAL LIABILITY SUPERVISOR OF ACCIDENTAL

Ph. D. (Tech) *A. Kostrov*
FC VNI GOCHS EMERCOM of Russia

Identified and codified legal institutions of exclusion and exemption from legal responsibility of officials - heads of works on liquidation of emergency situations (RRLCHS) who have committed offenses in the performance of rescue operations.

Key words: official legal responsibility, institution of legal liability, the exclusion of legal liability, exemption from legal liability.

Сокращения терминов

АО – административная ответственность
АП – административное правонарушение
АСДНР - аварийно-спасательные и другие неотложные работы
АСФ – аварийно-спасательное формирование
ВС РФ – Вооружённые Силы Российской Федерации, Верховный Суд Российской Федерации
ГК РФ – Гражданский кодекс Российской Федерации
ГПО – гражданско-правовая ответственность
ГСР – горно-спасательные работы
ДЛ – должностное лицо
ДО – дисциплинарная ответственность
ЗНТЧС – защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций
ИПО – источник повышенной опасности
КоАП – Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях
МРОТ – минимальный размер оплаты труда
НИР - научно-исследовательская работа
НПА - нормативный правовой акт

ОАО – освобождение от административной ответственности
ОГПО – освобождение от гражданско-правовой (гражданской) ответственности
ОДО – освобождение от дисциплинарной ответственности
ОМС – орган местного самоуправления
ОПЦ – общественно полезная цель
ОУО – освобождение от уголовной ответственности
РРЛЧС – руководитель работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций
ПИЮО – правовой институт юридической ответственности
ТК РФ – Трудовой кодекс Российской Федерации
УК РФ – Уголовный кодекс Российской Федерации
УН – уголовное наказание
УО – уголовная ответственность
УПК РФ – Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации
ФЗ – федеральный закон
ЧС – чрезвычайная ситуация
ЮО – юридическая ответственность

Введение

Настоящая статья является логическим продолжением статьи [1], посвящённой рассмотрению института правовой регламентации действий и юридической ответственности руководителей работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций (РРЛЧС). В этой связи следует сказать, что одной из задач, постановочно обсуждаемых в [1], являлась весьма актуальная задача снижения рисков необоснованного привлечения к юридической, особенно к уголовной и административной, ответственности должностных лиц (в частности РРЛЧС), принимающих управленческие решения при выполнении АСДНР в условиях высокой неопределённости. В настоящей статье анализируются и систематизируются действующие правовые институты исключения и освобождения от юридической ответственности с целью оценки и развития правовых норм, обеспечивающих снижение указанных выше рисков.

Общетеоретические аспекты институтов исключения и освобождения от юридической ответственности лиц, совершивших правонарушения, рассмотрены в статьях [2,4,5], диссертациях [3,7,8], монографии [9], комментарии [6], на сайтах интернета [10,11]. Среди этих и других просмотренных работ не обнаружены работы, содержащие системный анализ и систематизацию правовых институтов исключения и освобождения должностных лиц, отвечающих за выполнение АСДНР.

Предметом исследования в статье являются именно институты исключения и освобождения от юридической ответственности РРЛЧС. Действие этих институтов распространяется и на других ДЛ, отвечающих за выполнение АСДНР.

В теории права исключение юридической ответственности (ЮО) определяется как отказ компетентных органов государства квалифицировать совершённое лицом правонарушение, совершённое при соответствующих обстоятельствах, как противоправное деяние (субъект правонарушения не признаётся в силу действующих правовых норм правонарушителем), а освобождение от ЮО – как отказ тех же органов от осуждения поведения правонарушителя и применения к нему мер принуждения. Основанием для исключения или освобождения являются юридические факты или фактические обстоятельства, при наличии которых в силу норм права снимается обязанность лица (лиц) претерпевать меры государственного принудительного воздействия за совершенное правонарушение [9].

Указанные отказы компетентных органов, закреплённые соответствующими нормами права (статьями законов), предопределяются исходными началами правовой системы – принципами справедливости, гуманизма, практическими соображениями развития творческих действий и ответственности лиц при их деятельности, другими принципами.

Исключение ЮО применяется тогда, когда ЮО в принципе быть не может (хотя правонарушение было) по причине наличия законодательно оговоренных или имеющих место в реальности условий или аномальных состояний правонарушителя. В случае освобождения лица от ЮО ответственность есть, но в силу опять же ряда оговоренных в законе и проявляющихся в реальности условий правонарушитель освобождается от неё. Исключение не допускает вообще указанную ответственность, освобождение - снимает обязанности правонарушителя претерпевать государственно-принудительное воздействие. Следует заметить, что хотя институты исключения и освобождения от ЮО в теории права имеют отличающиеся определения, в законодательстве (особенно в гражданском), они нередко отождествляются, что не является корректным. Анализ российского законодательства, показал, что существующий правовой институт юридической ответственности (ПИЮО) включает в себя как институт исключения юридической ответственности, так и институт освобождения от неё¹.

Цель статьи – на основе анализа российского законодательства, регулирующего отношения по реализации юридической ответственности должностных лиц, руководящих АСДНР, 1) выявить и систематизировать институты *исключения* и *освобождения от юридической ответственности* РРЛЧС, действующих в условиях неопределённости, 2) сформулировать недостатки указанных институтов.

При рассмотрении предмета исследования использованы данные правоприменительной практики, содержащиеся в [13,14].

1. Чрезвычайные обстоятельства, являющиеся основанием для исключения юридической ответственности РРЛЧС

Рассматриваемый институт исключения юридической ответственности РРЛЧС, состоящий из институтов исключения дисциплинарной, гражданской, административной и уголовной ответственностей, перечисленных в статье 28 ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», базируется на признании базовых понятий нескольких чрезвычайных обстоятельств, деяния РРЛЧС при которых не представляют общественной опасности, не являются противоправными и не являются виновными. К таким обстоятельствам относятся: **непреодолимая сила (форс-мажорные обстоятельства); необходимая оборона; крайняя необходимость; казус или случай; обоснованный риск.**

Непреодолимая сила (НС) - обстоятельство, которое не зависит от воли и желания РРЛЧС, преодолеть которое (обстоятельство) он не может. И оно объективно оказывается возмущающим фактором при осуществлении распоряжений и обязательств РРЛЧС, ведущим к правонарушению (п. 3 ст. 401 ГК РФ). НС чрезвычайна по источнику возникновения, масштабу и интенсивности проявления. К НС относят разрушительные явления природы: наводнения, землетрясения, смерчи, обвалы, цунами, извержения вулканов; не-

¹) В теории юридической ответственности [9] ПИЮО определяется как обособленный комплекс правовых норм, регулирующих с помощью специфических способов общественные отношения, связанные с реализацией юридической ответственности. Для ПИЮО характерны: 1) системность и относительная обособленность; 2) категоричное (императивное) действие в качестве основного, диспозитивное и поощрительное в качестве дополнительных; 3) сложная структура, включающая в себя различные субинституты и сложные взаимосвязями координации и субординации; 4) многофункциональность, объединяющая регулятивную, предупредительную, карательную, восстановительную, воспитательную функции.

которые общественные и иные явления - военные действия, эпидемии и другие. НС, как правило, исключает возможность ее предвидения. Непредотвратимость последствий НС трактуется, исходя из наличия или отсутствия научно-технических возможностей у РРЛЧС противостоять указанным явлениям. Она состоит в том, что в данных условиях отсутствуют технические и иные средства, с помощью которых можно предотвратить само обстоятельство и связанные с ним последствия.

Необходимая оборона (НО) - совершенное с общественно полезной целью вменяемым лицом (в частности РРЛЧС) деяние, причинившее вред охраняемым правом отношениям при наличии оснований, предусмотренных законом, и с соблюдением установленных им пределов правомерности (ст. 37 УК РФ). Закон выделяет НО как обстоятельство, исключающее преступность деяния. НО рассматривается как конституционное право каждого гражданина на защиту своих интересов, интересов других лиц и государства от общественно опасных посягательств (ст. 45 Конституции РФ). Право на НО было присуще всем законодательным системам, действовавшим на всех этапах существования человеческого общества. Это право признаётся естественным, прирожденным правом человека. Защита правового порядка, возможность для каждого лица пользоваться правами и благами, ему принадлежащими, есть необходимое условие существования цивилизованного общества.

В постановлении от 27 сентября 2012 г. № 19 Пленума Верховного Суда РФ "О применении судами законодательства о необходимой обороне и причинении вреда при задержании лица, совершившего преступление" сказано, что уголовно-правовая норма о необходимой обороне, являясь одной из гарантий реализации конституционного положения о том, что каждый вправе защищать свои права и свободы всеми способами, не запрещенными законом (ч. 2 ст. 45 Конституции РФ), обеспечивает защиту личности и прав обороняющегося, других лиц, а также защиту охраняемых законом интересов общества или государства от общественно опасного посягательства.

Цель НО - защита охраняемых правом интересов. Причинение посягающему вреда в процессе осуществления защиты носит вынужденный характер. Измененная редакция ст. 37 УК РФ (ч. ч. 1, 2.1 и 3) усиливает позицию обороняющейся стороны, расширяет право граждан на оборону от опасных посягательств. Российский закон исходит из того, что нормы, содержащиеся в ст. 37 УК РФ, в равной мере распространяются на всех лиц независимо от их профессиональной или иной специальной подготовки и служебного положения, а также независимо от возможности избежать посягательства или обратиться за помощью к другим лицам или органам власти. В теории уголовного права и в судебной практике выработаны условия правомерности НО, относящиеся к посягательству и к защите от него.

Крайняя необходимость (КН) – обстоятельство, связанное с устранением опасности, угрожающей интересам личности, общества, государства, если такая опасность при данных обстоятельствах не могла быть устранена другими средствами и при этом не было допущено превышение пределов КН (в частности, причиненный вред должен быть меньшим, чем вред предотвращенный). В деятельности РРЛЧС обстоятельства КН могут возникать часто. В отличие от НО, когда вред причиняется лицу - посягателю, при КН вред наносится охраняемым законом интересам (здоровью и правам других лиц, в том числе имущественным правам, общественному порядку, интересам службы, порядку управления, экологической безопасности и так далее). Причинение вреда при КН допускается для устранения создаваемой разнообразными источниками (не только общественно опасным посягательством), реальной опасности, грозящей личности и правам оказавшегося в таком состоянии лица или иных лиц, интересам общества или государства. При этом возникающая опасность должна быть непосредственной, в случае неустранения ко-

торой немедленно могут наступить вредные последствия для охраняемых законом интересов личности, общества, государства.

Казус или случай - это невиновное причинение вреда. Это обстоятельство впервые было сформулировано в уголовном законе, в соответствии с которым (ч. 1 ст. 28 УК РФ) деяние признается совершенным невиновно, если лицо, его совершившее, не осознавало и по обстоятельствам дела не могло осознавать общественной опасности своих действий (бездействий) либо не предвидело возможности наступления общественно опасных последствий и по обстоятельствам дела не должно было и не могло их предвидеть.

«Казус или случай» характеризуется тем, что в процессе совершения социально значимого деяния ни само деяние, ни наступившие от него последствия не расценивались лицом, их совершившим, как общественно опасные и уголовно-противоправные, не было их соотнесения с требованиями общества, государства или интересами отдельной личности. Этого соотнесения и не требовалось, если лицо действовало, например, в рамках крайней необходимости. Под такое толкование, как нам представляется, подпадают действия руководителя горноспасательных работ – командира отряда А.С.Апалькова, обсуждаемые в статье [1]. Но это одна сторона казуса (случая), одно проявление необходимости.

Другая сторона — лицо не могло и не должно было сознавать развития иных событий, иных проявлений необходимости, которые пересекаются при его действиях. Случай (казус) есть пересечение двух необходимостей, развитие которых находилось вне сознания лица, осуществляющего одну из этих необходимостей. Для этого случая применяется вторая часть указанной статьи УК РФ: «деяние признается также совершенным невиновно, если лицо, его совершившее, хотя и предвидело возможность наступления общественно опасных последствий своих действий (бездействия), но не могло предотвратить эти последствия в силу несоответствия своих психофизиологических качеств требованиям экстремальных условий или нервно-психическим перегрузкам». Эти обстоятельства нельзя рассматривать как случай; они признаются законом как невиновное причинение вреда. Здесь возникает проблема профессиональной специальной ограниченной (уменьшенной) вменяемости лица, причинившего вред. В этом случае не объективная случайность, а субъективная реальность исключает вменяемость лица и, следовательно, его вину (кстати, действия А.С.Апалькова признаны как действия вменяемого руководителя, поэтому вторая часть указанной статьи для него неприменима). Заметим, что наряду с рассматриваемой нормой статьи 28 УК РФ существует иная точка зрения на типичные обстоятельства исключения рассматриваемой ответственности. Например, известный юрист автор монографии [9] не признаёт невменяемость лица как основание исключения юридической ответственности.

Обоснованный риск – правомерное поведение (действие или бездействие) лица, направленное на достижение общественно полезной цели, при осуществлении которого имеется вероятность наступления неблагоприятных последствий, в том числе причинения вреда охраняемым уголовным правом интересам и благам. Как обстоятельство, исключающее преступность деяния, обоснованный риск впервые был включен в проект УК РФ в 90-е годы прошлого века (УК РФ принят 13.06.1996 г., вступил в действие 01.09.1997 г.). Необходимость включения в уголовное законодательство норм, регламентирующих обоснованный риск, обсуждался юристами задолго до принятия УК РФ. Обстоятельства обоснованного риска в правоприменительной практике нередко (до появления УК РФ) толковали как обстоятельства крайней необходимости, что не являлось правильным. В современных условиях развития общества, науки и техники выполнение профессиональных функций работниками, особенно в чрезвычайных ситуациях, оказалось связанным с высокими рисками причинения вреда охраняемым правом интересам общества и государства. Поэтому возникла необходимость включения в уголовное законодательство специальной статьи, определяющей обстоятельства обоснованного риска (в

УК РФ - это статья 41 (Обоснованный риск) с таким расчётом, чтобы её (статьи) нормы, с одной стороны, не являлись сдерживающим фактором в исполнении профессиональных функций работника (в нашем случае - РРЛЧС), а, с другой, не исключали бы при наличии его вины личной ответственности. Найти оптимальное соотношение обстоятельств и ответственности – задача Законодателя.

2. Анализ и систематизация правового института исключения юридической ответственности РРЛЧС

Как говорилось выше, ЮО РРЛЧС включает дисциплинарную, гражданско-правовую, административную и уголовную ответственности. Ниже системно рассмотрены институты исключения этих ответственностей.

2.1. Анализ правового института исключения дисциплинарной ответственности РРЛЧС

Законодательно обстоятельства, исключающие дисциплинарную ответственность, установлены только для лиц (в частности РРЛЧС), относящихся к категории военнослужащих. Они определены Федеральным законом от 27 мая 1998г. № 76 - ФЗ "О статусе военнослужащих", ст.28.3 (Обстоятельства, исключающие дисциплинарную ответственность военнослужащего) и представлены в следующей форме²:

1) не является дисциплинарным проступком действие (бездействие), совершенное:

во исполнение обязательного для военнослужащего или гражданина, призванного на военные сборы, приказа или распоряжения командира;

в состоянии необходимой обороны, то есть при защите личности и прав обороняющегося или другого лица, охраняемых законом интересов общества или государства от общественно опасного посягательства, если при этом не было допущено превышения пределов необходимой обороны;

при задержании лица, совершившего преступление, для доставления органам власти и пресечения возможности совершения им новых преступлений, если иными средствами задержать такое лицо не представлялось возможным, и при этом не было допущено превышения необходимых для этого мер;

в состоянии крайней необходимости;

при обоснованном риске для достижения общественно полезной цели;

в результате физического принуждения, если вследствие такого принуждения военнослужащий или гражданин, призванный на военные сборы, не мог руководить своими действиями (бездействием);

2) не допускается привлечение военнослужащего или гражданина, призванного на военные сборы, к дисциплинарной ответственности:

в случае отсутствия события дисциплинарного проступка;

если его действие (бездействие) не является противоправным или виновным, в том числе по основаниям, установленным пунктом 1 настоящей статьи, или совершено вследствие хронического психического расстройства, временного психического расстройства, слабоумия или иного болезненного состояния психики;

повторно за один и тот же дисциплинарный проступок;

по истечении срока давности привлечения к дисциплинарной ответственности, установленного пунктом 8 статьи 28.2 настоящего Федерального закона;

² Излагаются сокращённо, с полным их определением читатель может ознакомиться в указанной статье Закона.

в случае отмены или признания утратившим силу федерального закона либо его положения, предусматривающего дисциплинарную ответственность военнослужащего или гражданина, призванного на военные сборы, за совершенное противоправное действие (бездействие), либо положения федерального закона или иного нормативного правового акта Российской Федерации, которое военнослужащим или гражданином, призванным на военные сборы, было нарушено;

в случае исключения его из списков личного состава воинской части в связи с увольнением с военной службы (отчислением с военных сборов или окончанием военных сборов).

Для государственных гражданских служащих (ГГС), из которых также могут назначаться РРЛЧС, дисциплинарная ответственность определена Федеральным законом от 27 июля 2004 г. № 79-ФЗ «О государственной гражданской службе Российской Федерации». Можно сказать, что эта ответственность является для ГГС основным видом юридической ответственности, поскольку иные её виды (гражданско-правовая, материальная, административная, уголовная), как показывает практика, применяются в исключительных случаях. Закон строго определяет такие понятия, как «служебная дисциплина» (ст. 56), «виды дисциплинарных взысканий» (ст. 57), «порядок наложения и снятия дисциплинарного взыскания» (ст. 58), «служебная проверка», а также процедуры её проведения, предшествующие наложению дисциплинарного взыскания (ст. 59), но закон не содержит определений обстоятельств, исключающих дисциплинарную ответственность ГГС. Конечно же, это является **явным недостатком закона**.

ТК РФ, содержащий нормы, регламентирующие дисциплину труда и в какой-то степени дисциплинарную ответственность работников и работодателей, из которых также могут назначаться РРЛЧС, не содержит института исключения дисциплинарной ответственности работников и работодателей.

При анализе законодательства не обнаружены нормы, определяющие обстоятельства, исключающие дисциплинарную ответственность сотрудников органов внутренних дел (внутренней службы).

Из изложенного следует, что российский институт исключения дисциплинарной ответственности для большей части категорий лиц, из которых могут назначаться РРЛЧС, в настоящее время имеет значительные пробелы.

2.2. Анализ правового института исключения гражданско-правовой ответственности РРЛЧС

Обстоятельства, являющегося основанием для исключения ответственности лиц (в том числе и РРЛЧС) в гражданском праве³, подразделяются на: 1) нормативные; 2) право-субъектные; 3) юридико-фактические. Основания 1) составляют указания закона о том, что правомерные действия лица, в частности по осуществлению права либо исполнению обязанности, не влекут за собой ГПО; основания 2) распространяются на сравнительно небольшой круг субъектов гражданского права - на малолетних (до 15 лет) и на лиц, признанных в установленном законом порядке недееспособными (указанные лица не могут отдавать себе должного отчета за свои поступки, предвидеть возможные отрицательные их последствия); основания 3) объективные и субъективные по характеру основания – это непреодолимая сила, отсутствие вины правонарушителя, вина самого потерпевшего и др.

Остановимся на непреодолимой силе (НС) как чрезвычайном и непредотвратимом обстоятельстве, препятствующем исполнению полномочий (обязанностей) субъектом

³ Сразу же следует заметить, что в гражданском праве понятия «исключение ответственности» и понятие «освобождение от ответственности» нередко не различаются.

(п. 3 ст. 401 ГК РФ). Возникновение НС не зависит от воли и деятельности РРЛЧС и, как правило, исключает возможность предвидения НС.

При доказанности факта проявления НС исключается гражданско-правовая ответственность (ГПО):

- 1) лиц за ненадлежащее исполнение своих обязательств (п. 3 ст. 401 ГК РФ);
- 2) перевозчика и отправителя груза в случае неподачи транспортных средств либо неиспользования поданных транспортных средств (п.2 ст. 794 ГК РФ);
- 3) перевозчика за задержку отправления транспортного средства, перевозящего пассажира, или опоздание прибытия такого транспортного средства в пункт назначения (за исключением перевозок в городском и пригородном сообщениях) (ст. 795 ГК РФ);
- 4) доверительного управляющего за причиненные убытки (ч. 2 п. 1 ст. 1022 ГК РФ);
- 5) владельца источника повышенной опасности за вред, причиненный этим источником (п. 1 ст. 1079 ГК РФ);
- 6) операторов почтовой связи за утрату, порчу (повреждение), недоставку отправлений, нарушение контрольных сроков пересылки (ФЗ от 17 июля 1999г. № 176 –ФЗ «О почтовой связи»).

Во всех указанных выше случаях исключения ГПО наличие НС должно доказывать лицо, подвергнутое НС, кроме очевидных явлений - стихийных бедствий, военных действий и других.

В соответствии со статьёй 1066 ГК РФ не подлежит возмещению вред, причиненный в состоянии необходимой обороны, если при этом не были превышены ее пределы.

2.3. Анализ правового института исключения административной ответственности РРЛЧС

Указанный институт исключения в российском законодательстве представлен в сущности нормами одной статьи КоАП РФ. Это статья 2.7, устанавливающая, что не является административным правонарушением причинение лицом вреда, охраняемым законом интересам в состоянии крайней необходимости, т. е. для устранения опасности, непосредственно угрожающей личности и правам данного лица или других лиц, а также охраняемым законом интересам общества или государства, если эта опасность не могла быть устранена иными средствами и, если причиненный вред является менее значительным, чем предотвращенный вред.

В статье определено понятие «превышение пределов крайней необходимости», под которым понимаются обстоятельства: 1) когда причинение вреда явно не соответствует характеру и степени угрожавшей опасности и обстоятельствам, при которых опасность устранялась; 2) когда указанным интересам был причинен вред, равный или более значительный, чем предотвращенный. Совершение указанного превышения выводит правонарушителя за рамки административной ответственности, но влечет за собой уголовную ответственность, причём только в случаях умышленного причинения вреда. КН - безусловное основание исключения не только административной ответственности.

2.4. Анализ правового института исключения уголовной ответственности РРЛЧС

В уголовном праве предусмотрены обстоятельства, исключающие уголовную ответственность. Согласно УК РФ ими могут быть (ст. 31 УК РФ):

- 1) добровольный отказ от преступления, т.е. прекращение лицом приготовления к преступлению либо прекращение действий (бездействия), непосредственно направленных на совершение преступления, если лицо осознавало возможность доведения престу-

пления до конца. Организатор преступления и подстрекатель к преступлению не подлежат уголовной ответственности, если эти лица своевременным сообщением органам власти или иными предпринятыми мерами предотвратили доведение преступления исполнителем до конца. Поспособник преступления не подлежит уголовной ответственности, если он предпринял все зависящие от него меры, чтобы предотвратить совершение преступления.

Статья 37 УК РФ устанавливает, что не является преступлением причинение вреда посягающему лицу в состоянии необходимой обороны (НО), т.е. при защите личности и прав обороняющегося или государства от общественно опасного посягательства, если при этом не было допущено превышение пределов НО. Право на НО имеют в равной мере все лица независимо от их профессиональной либо иной специальной подготовки и служебного положения. Это право принадлежит лицу независимо от возможности избежать общественно опасного посягательства или обратиться за помощью к другим лицам или органам власти. Превышение пределов НО признаются умышленные действия, явно не соответствующие характеру и степени общественной опасности посягательства;

2) причинение вреда лицу, совершившему преступление, при его задержании для доставления органам власти и пресечении возможности совершения им новых преступлений, если иными средствами задержать такое лицо не представлялось возможным и при этом не было допущено превышение необходимых для этого мер (ст. 38 УК РФ);

3) причинение вреда охраняемым уголовным законом интересам в состоянии крайней необходимости (КН), т.е. для устранения опасности, непосредственно угрожающей личности и правам данного лица или иных лиц, охраняемым законом интересам общества или государства, если такая опасность не могла быть устранена иными средствами и при этом не было допущено превышение пределов (КН) (ст. 39 УК РФ);

4) причинение вреда охраняемым уголовным законом интересам в результате физического принуждения, если вследствие такого принуждения лицо не могло руководить своими действиями (бездействием) (ст. 40 УК РФ);

5) причинение вреда охраняемым уголовным законом интересам при обоснованном риске для достижения общественно полезной цели. Риск признается обоснованным, если указанная цель не могла быть достигнута иными действиями (бездействием), и лицо, допустившее риск, предприняло достаточные меры для предотвращения вреда охраняемым уголовным законом интересам. Риск не признается обоснованным, если он заведомо был сопряжен с угрозой для жизни многих людей, с угрозой экологической катастрофы или общественного бедствия (ст. 41 УК РФ);

6) причинение вреда охраняемым уголовным законом интересам лицом, действующим во исполнение обязательных для него приказа или распоряжения. Уголовную ответственность за причинение такого вреда несет лицо, отдавшее незаконный приказ или распоряжение. Неисполнение заведомо незаконных приказа или распоряжения исключает уголовную ответственность (ст. 42 УК РФ).

3. Анализ и систематизация правового института освобождения РРЛЧС от юридической ответственности

Институт освобождения от юридической ответственности (ОЮО) в определённой степени мотивирует положительное поведение субъектов права и, конечно же, экономит государственные средства, затрачиваемые на реализацию института юридической ответственности. ОЮО представляет собой механизм индивидуализации этой ответственности за совершение какого-либо противоправного деяния. Развитие института ОЮО говорит о реализации принципа гуманизма, на котором основано построение любого правового государства. Следует заметить, что ОЮО свойственно любой отрасли права, в частности уголовной, административной, гражданско-правовой, дисциплинарной.

Для снижения рисков необоснованных обвинений лиц в совершении ими правонарушений в российском законодательстве используется принцип неответственности (презумпция невиновности), закрепленный в ст. 49 Конституции РФ. В соответствии с этим принципом каждый обвиняемый в совершении правонарушения считается невиновным, пока его виновность не будет доказана в суде. Как говорилось выше, освобождение от юридической ответственности - это отказ компетентных органов государства, в предусмотренных законом случаях, от осуждения (порицания) поведения и применения мер государственного принуждения по отношению к лицам, совершившим правонарушения. В качестве оснований освобождения от ЮО принимаются юридические факты или фактические обстоятельства, при наличии которых в силу норм права с лица снимается обязанность претерпевать меры государственного принуждения за совершенное им правонарушение.

К основаниям ОЮО законодательство относит: амнистию или помилование; изменение социально-политической обстановки, вследствие которого лицо ко времени рассмотрения дела в суде перестало быть общественно опасным; передачу лица на поруки; передачу дела в товарищеский суд; применение мер общественного воздействия; истечение сроков давности привлечения к ответственности; деятельное раскаяние виновного; прекращение уголовного дела в связи с применением мер административного взыскания; примирение с потерпевшим; др. основания.

Заметим, - ОЮО не тождественно освобождению от наказания. От ЮО может быть освобожден или подозреваемый, или обвиняемый, или подсудимый, причем это может исполняться на стадиях дознания и предварительного следствия, прокурорского или судебного рассмотрения. От наказания освобождается уже осужденное лицо, причём - только судом.

3.1. Анализ правового института освобождения РРЛЧС от дисциплинарной ответственности

Анализ российского законодательства показал, что оно не содержит системного института освобождения от дисциплинарной ответственности (ДО) должностных лиц (в том числе и РРЛЧС), осуществляющих руководство АСДНР в области ЗНТЧС⁴. Вместе с тем выявлены отдельные случаи судебного освобождения должностных лиц от этой ответственности. Ознакомление с практикой рассмотрения российскими судами дел, связанных с применением института ДО по отношению к должностным лицам - военнослужащим, которые могут являться РРЛЧС, позволил выявить нередкие случаи судебного привлечения к ДО военнослужащих. В соответствии с п. 38 постановления Пленума ВС РФ от 29 мая 2014 г. № 8 «О практике применения судами законодательства о воинской обязанности, военной службе и статусе военнослужащих» военные суды обязаны оценивать не только обоснованность привлечения к ДО военнослужащего, но и соразмерность (*обратное понятие - несоразмерность*⁵, прим. автора) применённого дисциплинарного взыскания тяжести совершенного проступка и степени его вины. Военным

⁴ Этот вывод можно распространить и на законодательства о военнослужащих, государственных гражданских служащих и о сотрудниках внутренней службы (органов внутренних дел). Тем не менее, в отдельных источниках заявляется, что в соответствии с трудовым законодательством основанием для освобождения от ДО являются: 1) непреодолимая сила, приведшая к нарушению работником дисциплины труда или неисполнению своих обязанностей; 2) крайняя необходимость или необходимая оборона; 3) отсутствие хотя бы одного из условий привлечения к дисциплинарной ответственности (одной противоправности); 4) неисполнение работодателем обязанностей по созданию работнику надлежащих условий труда.

⁵ Под «несоразмерностью» примененного к лицу дисциплинарного взыскания понимается очевидное несоответствие примененного дисциплинарного взыскания тяжести совершенного проступка. Кстати, суды не вправе определять вид дисциплинарного взыскания, которое надлежит применить к военнослужащему.

судам предписано учитывать, в соответствии со статьей 96 Дисциплинарного устава ВС РФ, что дисциплинарное взыскание - «предупреждение о неполном служебном соответствии» может быть применено только к военнослужащему, проходящему военную службу по контракту, занимающему штатную воинскую должность. По отношению к военнослужащему, состоящему в распоряжении командира (начальника)⁶, указанное дисциплинарное взыскание не применяется⁷.

Примером частичного судебного освобождения от дисциплинарной ответственности (по истечении определённого времени) может служить решение военного суда [13] по заявлению должностного лица - военнослужащего о признании незаконными действия МО РФ, связанные с наложением в приказе на заявителя дисциплинарного взыскания - предупреждения о неполном служебном соответствии и досрочном увольнении с военной службы в связи с невыполнением условий контракта. Суд удовлетворил заявление истца (частично), обязав МО РФ: 1) отменить свой приказ в части наложения на заявителя дисциплинарного взыскания - предупреждения о неполном служебном соответствии; 2) внести соответствующие изменения в упомянутый выше приказ.

3.2. Анализ правового института освобождения РРЛЧС от гражданско-правовой ответственности

Основаниями освобождения от ГПО правонарушителя⁸ являются субъективные и объективные обстоятельства, наличие которых, в соответствии с гражданским правом, позволяет освободить от применения мер указанной ответственности. К этой группе оснований относятся: а) отсутствие вины правонарушителя; б) непреодолимая сила и обоснованный риск; в) вина самого потерпевшего; др. основания.

Отсутствие вины правонарушителя – обстоятельство, являющееся одним из наиболее распространенных оснований освобождения от ГПО. Если правонарушитель действовал невиновно, то он не несет ГПО. Таково общее правило, имеющее неодинаковое значение для возложения мер как договорной, так и внедоговорной (деликтной) ГПО. Вместе с тем в отдельных случаях законодательство возлагает обязанность возмещения причиненных убытков на невиновного должника или невиновного причинителя вреда. Примером договорных обязательств, в которых должник (хранитель) обязан к возмещению убытков независимо от наличия или отсутствия вины, может служить договор хранения. В соответствии с ГК РФ организация, для которой хранение является одной из целей деятельности, освобождается от ГПО за утрату, недостачу или повреждение имущества, вызванные непреодолимой силой (в этом случае основания «освобождения» и «исключения» совпадают).

⁶См. ст. 13 Положения о порядке прохождения военной службы (утв. Указом Президента РФ от 16 сентября 1999 г. № 1237), гласящую, что для решения вопросов дальнейшего прохождения военной службы военнослужащие, проходящие военную службу по контракту, могут быть зачислены в распоряжение, как правило, ближайшего прямого командира (начальника), имеющего право издания приказов, должностным лицом, имеющим право назначения на воинскую должность, которую замещает указанный военнослужащий. Главной особенностью правового положения военнослужащего, находящегося в распоряжении, является прохождение им военной службы не на воинской должности, что влечет за собой определенные правовые последствия, связанные с исполнением обязанностей военной службы, выплатой денежного довольствия, присвоением воинских званий.

⁷ В случае систематического нарушения должностных и (или) специальных обязанностей до окончания срока действия данного взыскания военнослужащий может быть представлен к снижению в воинской должности или досрочному увольнению с военной службы.

⁸ Здесь под правонарушителем понимается РРЛЧС или иное должностное лицо, осуществляющее полномочия по ликвидации чрезвычайной ситуации.

Обязанность возмещения причиненного вреда независимо от вины возлагается и в некоторых других предусмотренных законом случаях. Например, ГК РФ устанавливает обязанность владельца источника повышенной опасности (ИПО) возместить причиненный владельцем ИПО вред независимо от того, был ли виновен владелец ИПО или нет. Обязанность возмещения вреда, причиненного владельцем ИПО, устанавливается по общему правилу, на основаниях ГПО и на некоторых других основаниях при невиновном причинении вреда.

Таким образом, для решения вопроса об освобождении правонарушителя от ГПО достаточно установления факта отсутствия его вины.

Непреодолимая сила, как основание освобождения от ГПО, является объективным обстоятельством, воздействующим на поведение причинителя вреда (должника⁹⁾), в результате чего действиями (бездействием) последнего причиняются убытки потерпевшему (кредитору). Непреодолимая сила может рассматриваться в качестве основания освобождения от ГПО, если она находится в причинной связи между поведением правонарушителя (причинителя вреда) и нанесённым вредом. *Обоснованный риск* – см. статью 22 (Тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ) Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», устанавливающую, что личный состав пожарной охраны, иные участники тушения пожара, ликвидации аварии, катастрофы, иной чрезвычайной ситуации, действовавшие в условиях крайней необходимости и (или) обоснованного риска, от возмещения причиненного ущерба освобождаются. Считаем целесообразным включить эту норму в ГК РФ и в ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей».

Вина потерпевшего, как основание освобождения от ответственности. ГК РФ, предусматривает возможность уменьшения размера ГПО должника (РРЛЧС) перед кредитором (потерпевшего), поскольку неисполнение или ненадлежащее исполнение обязательства произошло по вине обеих сторон (так называемая смешанная вина). Кроме того, суд вправе уменьшить размер указанной ответственности должника в тех случаях, когда кредитор виновно (умышленно или по неосторожности) содействовал увеличению размера убытков, причиненных неисполнением или ненадлежащим исполнением обязательства, либо не принял необходимых мер по уменьшению этих убытков.

Таким образом, нормы ГК РФ устанавливают снижение размера ГПО причинителя вреда (РРЛЧС) при наличии вины потерпевшего (спасаемого) в неисполнении или ненадлежащем исполнении причинителем вреда соответствующего обязательства. Более диалектично в законе сформулировано положение о смешанной вине применительно к случаю внедоговорных обязательств: ГК РФ устанавливает правило, что если грубая неосторожность самого потерпевшего содействовала возникновению или увеличению вреда, то в зависимости от степени вины потерпевшего (а при вине причинителя вреда и в зависимости от степени его вины) размер возмещения должен быть уменьшен, или в возмещении вреда должно быть отказано. Следовательно, закон содержит положение, в соответствии с которым вина потерпевшего может быть основанием не только частично-го, но и полного освобождения причинителя вреда (РРЛЧС) от ГПО.

Практика реализации норм, регламентирующих ГПО, показывает, что вина кредитора (потерпевшего) служит основанием к полному освобождению от ГПО должника (причинителя вреда) в тех случаях, когда она является умышленной. На это прямо указывает статья 1079 ГК РФ, освобождающая владельца ИПО от ГПО, когда потерпевший действовал умышленно. Поскольку же вина кредитора (потерпевшего) характеризуется как

⁹⁾ «Должник» (причинитель вреда), «кредитор» (потерпевший) - специальные термины гражданского права. В качестве должника может выступать РРЛЧС, в качестве кредитора - спасаемое население, орган власти, организация.

неосторожная, полного освобождения должника (причинителя вреда) от ГПО не наступает, а принимается решение о снижении размера ГПО.

Иными основаниями освобождения от ГПО являются: согласие потерпевшего (характерно для сферы внедоговорных обязательств); противоправные действия третьих лиц. Рассмотрим эти основания.

Пункт 3 статьи 1064 ГК РФ устанавливает, что вред, причиненный правомерными действиями, подлежит возмещению в случаях, предусмотренных законом. В возмещении вреда может быть отказано, если вред причинен по просьбе или с согласия потерпевшего, а действия причинителя вреда не нарушают нравственные принципы общества.

ГК РФ предусматривает ГПО должника (причинителя вреда) за неисполнение или ненадлежащее исполнение обязательства третьими лицами, на которых оно было возложено. Норма ГПО устанавливает, что за противоправность действий третьих лиц именно должник отвечает перед кредитором (в законе не говорится, что ГПО несет непосредственный исполнитель).

Применительно к внедоговорной ГПО судами выработано правило, в соответствии с которым владелец ИПО может быть освобожден от ГПО перед потерпевшим в тех случаях, когда при соблюдении им правил по охране ИПО третьи лица противоправно завладели данным ИПО и причинили вред потерпевшему. Если же владелец ИПО не выполнил необходимых требований по его охране, чем воспользовались третьи лица (причинители вреда), то владелец ИПО несет ГПО перед потерпевшим вместе с третьими лицами.

3.3. Анализ правового института освобождения РРЛЧС от административной ответственности

Правовой институт освобождения от административной ответственности (АО) включает ряд тех же норм, которые регулируют отношения, связанные с исключением АО. К основаниям, исключающим АО, относятся:

- 1) невменяемость физического лица;
- 2) наличие обстоятельств, исключающих общественную опасность деяния лица, - непреодолимой силы, необходимой обороны, крайней необходимости;
- 3) отсутствие в деянии лица признаков юридического состава административного правонарушения (АП);
- 4) казус¹⁰.

Ниже кратко толкуются каждая из указанных групп оснований.

Группа 1). Вменяемость лица, привлекаемого к АО, как и его возраст, является характеристикой правонарушителя, который в совокупности с другими элементами образует состав правонарушения. Отдельные юристы, например автор [9], считают, что обоснованность выделения невменяемости в качестве самостоятельного основания, исключающего ЮО, не корректно. Однако это основание фигурирует во многих НПА, в том числе и в КоАП РФ- статья 2.8, согласно которой физическое лицо не подлежит АО, если оно во время совершения противоправных действий (бездействия) находилось в состоянии невменяемости. Российское законодательство предусматривает два критерия невменяемости - медицинский и юридический.

¹⁰Казус (лат. casus)- в праве: 1) событие, которое не зависит от воли лица и поэтому не может быть предусмотрено (спрогнозировано) заранее; 2) случайное действие, которое в отличие от умышленного или неосторожного имеет внешние признаки правонарушения, но лишено элемента вины и, следовательно, не влечет юридической ответственности. Понятия «казус» и «непреодолимая сила» нетождественны.

Медицинский критерий указывает на различные формы болезненных расстройств психической деятельности человека. Административное законодательство определяет следующие виды таких расстройств:

хроническое психическое расстройство, например, шизофрению, эпилепсию, маниакально-депрессивный психоз и иные длительные формы расстройства психики, имеющие устойчивый характер и тенденции к прогрессированию;

временное (краткосрочное) психическое расстройство, например, алкогольный психоз («белая горячка»), временное расстройство психики, вызванное тяжелым душевным потрясением (патологический аффект), и прочие болезненные состояния психики, заканчивающиеся выздоровлением;

слабоумие (либо врожденный (олигофрения), либо приобретенный в результате изменений мозга при различных заболеваниях (деменция) дефект психики, проявляющийся в слабости интеллекта);

иное болезненное состояние психики (различного рода заболевания, как таковые психическими не являющиеся, но сопровождающиеся временным расстройством психики).

Юридический критерий невменяемости заключается в отсутствии у лица способности осознавать фактический характер и противоправность своих действий или бездействия (интеллектуальный аспект), а также руководить ими (волевой аспект).

Группа 2). Семантика понятий - непреодолимая сила (НС), крайняя необходимость (КН), необходимая оборона (НО) рассмотрены в разделе 1 настоящей статьи. Заметим, институт КН установлен статьёй 2.7 КоАП РФ¹¹. Далее, как такового правового института прямого регулирования АО в случаях НО административное законодательство РФ не содержит.

Группа 3). Правонарушение — это деяние всегда виновное, неосторожное или умышленное. Неосторожную вину следует отличать от невинного причинения вреда или казуса, при котором ЮО (в том числе и АО) не наступает.

Группа 4). Речь идет о ситуациях, когда в деянии лица присутствуют все признаки состава правонарушения, но отсутствует вина. Суть казуса состоит в том, что лицо, совершившее то или иное деяние, формально зафиксированное как правонарушение, не должно и не могло предвидеть общественно опасных (вредных) последствий своего деяния (действия упоминаемого во введении руководителя горноспасательных работ – командира отряда (А.С. Апалькова) подпадают под определение казуса). При проявлении казуса в деянии лица могут быть все признаки состава правонарушения, но отсутствует вина.

Чтобы застраховать лицо от необоснованных обвинений в совершении правонарушений (в том числе и АП) в законодательстве РФ используется принцип неответственности (презумпция невинности), закрепленный в ст. 49 Конституции РФ. Этот принцип означает, что каждый обвиняемый в совершении правонарушения считается невинным, пока его виновность не будет доказана в суде.

Применительно к институту АО этот принцип сформулирован в ст.1.5 КоАП РФ:

лицо подлежит АО только за те АП, в отношении которых установлена его вина;

лицо, в отношении которого ведется производство по делу об АП, считается невинным, пока его вина не будет доказана в порядке, предусмотренном настоящим Кодексом, и установлена вступившим в законную силу постановлением судьи, органа, должностного лица, рассмотревших дело;

лицо, привлекаемое к АО, не обязано доказывать свою невинность;

¹¹ В этой статье конкретно не определено, о каком лице (физическом или юридическом) идет речь. Можно считать, что возникшие обстоятельства КН могут быть признаны уполномоченным органом или должностным лицом, а при совершении противоправных действий - юридическим лицом.

неустрашимые сомнения в виновности лица, привлекаемого к АО, толкуются в пользу этого лица.

Данный принцип распространяется как на физических (в том числе и на ДЛ), так и на юридических лиц, привлекаемых к АО. Он исходит из того, что всякое сомнение, которое не представляется возможным устранить в установленном законом порядке, должно истолковываться в пользу лица, привлекаемого к АО. Законом установлено предположение, что лицо даже при наличии фактических обстоятельств, свидетельствующих о признаках объективной стороны правонарушения, считается невиновным до тех пор, пока не будет доказано обратное. При этом бремя доказывания ложится не на обвиняемое лицо, а на органы обвинения.

В российском законодательстве, в том числе и в административном, используется понятие «малозначительность правонарушения», фигурирующее в институте освобождения от АО. В статье 2.9 КоАП РФ сказано, что при малозначительности совершенного АП судья, орган, ДЛ, уполномоченное рассматривать дело об АП, могут освободить лицо, совершившее АП, от АО и ограничиться устным замечанием. Здесь говорится об освобождении от АО, когда АП имело место быть, но правоприменитель считает его незначительным и освобождает виновное лицо от АО. Освобождение от АО виновного лица в случае малозначительности правонарушения – это не обязанность правоприменителя, а его право. Статья 2.9 устанавливает, что оценка малозначительности является прерогативой правоприменителя. Однако статья не содержит четкого определения понятия «малозначительность». Законодательное закрепление единого определения понятия «малозначительность административного правонарушения» необходимо для единообразного практического применения этой статьи.

Закон предусматривает и другие основания для освобождения лица от АО, например, истечение предусмотренных статьей 4.5 КоАП РФ сроков давности привлечения к АО. В рамках института освобождения от АО допускается такая мера воздействия, как устное замечание. Это означает, что законодательством предусмотрено воздействие на правонарушителя, если даже им совершено малозначительное правонарушение.

В заключение укажем обстоятельства¹², смягчающие и отягощающие АО лиц, допустивших АП.

Смягчающие обстоятельства (ст. 4.2 КоАП РФ):

раскаяние лица, совершившего АП;

предотвращение лицом, совершившим АП, вредных последствий АП, добровольное возмещение причиненного ущерба или устранение причиненного вреда;

совершение АП в состоянии сильного душевного волнения (аффекта) либо при стечении тяжелых личных или семейных обстоятельств.

Отягощающие обстоятельства (ст. 4.3 КоАП РФ):

продолжение противоправного поведения, несмотря на требование уполномоченных на то лиц прекратить такое поведение;

повторное совершение однородного АП, если за совершение первого АП лицо уже подвергалось административному наказанию (АН) и по нему не истек годичный срок со дня окончания исполнения постановления о назначении АН, предусмотренный ст. 4.6 КоАП РФ;

совершение АП группой лиц;

совершение АП в условиях стихийного бедствия или при других чрезвычайных обстоятельствах;

совершение АП в состоянии опьянения.

¹² Здесь перечислены только те обстоятельства, которые актуальны для ДЛ, в частности для РРЛЧС.

3.4. Анализ правового института освобождения РРЛЧС от уголовной ответственности

Специфика освобождения от уголовной ответственности (ОУО) состоит в том, что в отношении лица, совершившего преступление, судом при наличии предусмотренных уголовным законодательством условий обвинительный приговор не выносится. Лицу не назначается мера уголовного наказания. Но ОУО не влечет полного прощения виновного, реабилитацию и освобождение от всех неблагоприятных правовых последствий совершенного им правонарушения. Осуждение совершенного преступления и порицание (кара) совершившего преступление лица при ОУО не исключается. Осуждаемое лицо не освобождается от ГПО, от возмещения судебных издержек, от возможных дисциплинарных, гражданско-правовых или административных наказаний.

В УК РФ предусмотрены различные виды ОУО лица, совершившего уголовное правонарушение, в связи с:

наличием условий, указанных в законе (ст. 28, 39 – 42); деятельным раскаянием (ст. 75); примирением с потерпевшим (ст. 76); истечением сроков давности (ст. 78).

Специфические основания ОУО, в соответствии с ч. 2 ст. 75 УК РФ, предусмотрены в примечаниях к ряду статей Особенной части УК РФ (ст. 126, 205, 206, 228 и др.). Возможность ОУО предусматривается также статьей 84 УК РФ при амнистии.

ОУО возможно при наличии условий, предусмотренных в перечисленных в статьях УК РФ, в совокупности составляющих основания соответствующего вида освобождения. При этом обязательной предпосылкой применения любого вида ОУО является достоверно установленный факт совершения лицом преступления. Не может рассматриваться как ОУО лица в силу отсутствия оснований для ее применения (например, по причине невменяемости).

Решение об ОУО может быть принято, в соответствии с законодательством, в ходе предварительного расследования органом дознания с согласия прокурора, следователем с согласия начальника следственного отдела, а также прокурором либо судом или единолично судьей в судебном заседании, но до момента удаления суда в совещательную комнату для вынесения приговора, а также в некоторых случаях, определенных законом, в кассационной и надзорной инстанциях.

ОУО невозможно после вступления обвинительного приговора суда в законную силу. При этом согласно статьям 27, 28, 213 УК РФ уголовное дело не может быть прекращено в связи с ОУО, если обвиняемый (подозреваемый) против этого возражает.

Непредоставление обвиняемому (подсудимому) возможности воспользоваться упомянутым выше правом на возражение против ОУО по реабилитирующему основанию должно признаваться безусловным основанием для отмены приговора суда. Обвиняемому должно быть разъяснено его право возражать против прекращения дела. Начальный момент, когда становится возможным ОУО, в уголовном законодательстве не определен. ОУО должно предшествовать, как минимум, установление признаков состава преступления в деянии лица. Для этого должно быть проведено расследование и привлечение к нему лица, как обвиняемого.

ОУО оформляется специальным постановлением или определением о прекращении уголовного дела (статьи 213, 254, 256 УПК РФ). ОУО по основаниям, предусмотренным статьей 75 УК РФ, статьями Особенной части УК РФ, а также статьями 78 и 84 УК РФ является обязанностью правоприменительных органов, по иным основаниям (статьи 75, 76, 90 УК РФ) — правом указанных органов.

Характерными обстоятельствами для ОУО применительно к должностным лицам (ДЛ), гражданам, лицам без гражданства являются следующие:

невиновное причинение вреда (ст. 28 УК РФ):

1) деяние признается совершенным невиновно, если лицо, его совершившее, не осознавало и по обстоятельствам дела не могло осознавать общественной опасности своих действий (бездействия) либо не предвидело возможности наступления общественно опасных последствий и по обстоятельствам дела не должно было или не могло их предвидеть;

2) деяние признается также совершенным невиновно, если лицо, его совершившее, хотя и предвидело возможность наступления общественно опасных последствий своих действий (бездействия), но не могло предотвратить эти последствия в силу несоответствия своих психофизиологических качеств требованиям, обусловленным экстремальными условиями или нервно-психическими перегрузками);

крайняя необходимость (ст. 39 УК РФ):

не является преступлением причинение вреда охраняемым уголовным законом интересам в состоянии крайней необходимости, то есть для устранения опасности, непосредственно угрожающей личности и правам данного лица или иных лиц, охраняемым законом интересам общества или государства, если эта опасность не могла быть устранена иными средствами и при этом не было допущено превышение пределов крайней необходимости (КН);

превышением пределов КН признается причинение вреда, явно не соответствующего характеру и степени угрожавшей опасности и обстоятельствам, при которых опасность устранялась, когда указанным интересам был причинен вред равный или более значительный, чем предотвращенный. Такое превышение влечет за собой уголовную ответственность только в случаях умышленного причинения вреда);

физическое или психическое принуждение (ст. 40 УК РФ):

не является преступлением причинение вреда охраняемым уголовным законом интересам в результате физического принуждения, если вследствие такого принуждения лицо не могло руководить своими действиями (бездействием);

вопрос об уголовной ответственности за причинение вреда охраняемым уголовным законом интересам в результате психического принуждения, а также в результате физического принуждения, вследствие которого лицо сохранило возможность руководить своими действиями, решается с учетом положений статьи 39 настоящего Кодекса);

обоснованный риск (ст. 41 УК РФ):

не является преступлением причинение вреда охраняемым уголовным законом интересам при обоснованном риске для достижения общественно полезной цели;

риск признается обоснованным, если указанная цель не могла быть достигнута не связанными с риском действиями (бездействием) и лицо, допустившее риск, предприняло достаточные меры для предотвращения вреда охраняемым уголовным законом интересам;

риск не признается обоснованным, если он заведомо был сопряжен с угрозой для жизни многих людей, с угрозой экологической катастрофы или общественного бедствия);

исполнение приказа или распоряжения (ст. 42 УК РФ):

не является преступлением причинение вреда охраняемым уголовным законом интересам лицом, действующим во исполнение обязательных для него приказа или распоряжения. Уголовную ответственность за причинение такого вреда несет лицо, отдавшее незаконные приказ или распоряжение;

лицо, совершившее умышленное преступление во исполнение заведомо незаконных приказа или распоряжения, несет уголовную ответственность на общих основаниях. Неисполнение заведомо незаконных приказа или распоряжения исключает уголовную ответственность);

условное осуждение (ст. 73 УК РФ):

если, назначив исправительные работы, ограничение по военной службе, содержание в дисциплинарной воинской части или лишение свободы на срок до восьми лет, суд придет к выводу о возможности исправления осужденного без реального отбывания наказания, он постановляет считать назначенное наказание условным.

при назначении условного осуждения суд учитывает характер и степень общественной опасности совершенного преступления, личность виновного, в том числе смягчающие и отягчающие обстоятельства;

при назначении условного осуждения суд устанавливает испытательный срок, в течение которого условно осужденный должен своим поведением доказать свое исправление. В случае назначения лишения свободы на срок до одного года или более мягкого вида наказания испытательный срок должен быть не менее шести месяцев и не более трех лет, а в случае назначения лишения свободы на срок свыше одного года - не менее шести месяцев и не более пяти лет. Испытательный срок исчисляется с момента вступления приговора в законную силу. В испытательный срок засчитывается время, прошедшее со дня провозглашения приговора).

деятельное раскаяние (ст. 75 УК РФ):

должностное лицо (ДЛ), впервые совершившее преступление небольшой или средней тяжести, может быть освобождено от уголовной ответственности (УО), если после совершения преступления добровольно явилось с повинной, способствовало раскрытию преступления, возместило причиненный ущерб или иным образом загладило вред, причиненный в результате преступления, и вследствие деятельного раскаяния перестало быть общественно опасным. При этом должно быть заключение компетентного государственного органа об отсутствии необходимости привлекать данное лицо к уголовной ответственности (см. также статьи 140 – 142 УПК РФ).

Согласно ст. 75 УК РФ лицо, совершившее тяжкое или особо тяжкое преступление, освобождается от УО только в случаях, специально предусмотренных соответствующими статьями Особенной части УК РФ. Такие специальные основания ОУО содержатся в примечаниях к статьям Особенной части УК РФ - 122, 126, 127, 134, 184, 198, 204-206, 208, 210, 222, 223, 228, 275, 282, 282, 291, 307, 337, 338. Освобождение по указанным основаниям является мерой вынужденной, обусловленной необходимостью предотвращения наступления более тяжелых последствий совершаемого преступления, стимулирования виновного к сотрудничеству со следственными органами;

примирение с потерпевшим (ст. 76 УК РФ):

лицо, впервые совершившее преступление небольшой или средней тяжести, может быть освобождено от УО, если оно примирилось с потерпевшим и загладило причиненный потерпевшему вред. Признание основания ОУО по рассматриваемому обстоятельству - не обязанность, а право следственных и судебных органов. Процессуальным условием применения статьи 76 УК РФ является согласие самого обвиняемого на его ОУО по данному основанию (см. также ст. 27 УПК РФ);

истечение сроков давности (ст. 78 УК РФ):

лицо освобождается от УО, если со дня совершения преступления истекли: два года после совершения преступления небольшой тяжести; шесть лет после совершения преступления средней тяжести; десять лет после совершения тяжкого преступления; пятнадцать лет после совершения особо тяжкого преступления. Указанные сроки давности исчисляются со дня совершения преступления и до момента вступления приговора суда в законную силу (ст. 9 УК РФ). В случаях истечения сроков давности до момента вступления приговора суда в законную силу (ст. 390 УПК РФ) лицо, совершившее преступление, должно быть в безусловном порядке освобождено от УО (ст. 78 УК РФ). Освобождение

за истечением срока давности применяется по всем категориям преступлений, оно безусловно, окончательно и необратимо).

ОУО по рассматриваемому основанию является обязанностью соответствующего правоприменительного органа. Единственное исключение из этого правила, предусмотренное ст. 78 УК РФ, относится к лицам, совершившим преступления, наказуемые смертной казнью или пожизненным лишением свободы, для них ОУО не является обязательным, сколько бы ни прошло времени со дня совершения такого преступления. Вопрос о применении сроков давности к таким лицам решается судом с учетом тяжести совершенного преступления, личности виновного, продолжительности времени, истекшего после совершения преступления, и других обстоятельств. При этом, если суд не сочтет возможным освободить указанное лицо от УО в связи с истечением сроков давности, он не вправе назначить ему наказание в виде смертной казни или пожизненного лишения свободы.

Статья 78 УК РФ в соответствии с нормами международного права предусматривает исключение из общего правила о давности привлечения к УО - сроки давности не применяются к лицам, совершившим наиболее опасные преступления против мира и безопасности человечества (статьи 353, 356-358 УК РФ);

малозначительность деяния (ст. 14 УК РФ):

не является преступлением действие (бездействие), хотя формально и содержит признаки деяния, предусмотренного настоящим Кодексом, но в силу малозначительности не представляет общественной опасности. Как отмечалось в предыдущем разделе, прямых критериев для определения «малозначительности деяния» ни в административном, ни в уголовном российских законодательствах пока не существует. Малозначительность деяния в судебной практике устанавливается путём оценки степени общественной опасности, при которой совершенное деяние преступлением не признается, и, следовательно, уголовная ответственность не наступает (исключается).

Следует заметить, что уклонение от следствия или суда в соответствии со ст. 78 УК РФ не является самостоятельным преступлением, но оно может стать таковым, например, при побеге из-под стражи в процессе следствия.

4. Обобщение недостатков (пробелов) институтов исключения и освобождения от юридической ответственности РРЛЧС

По институту исключения юридической ответственности:

1) отсутствуют институты исключения дисциплинарной ответственности для РРЛЧС, являющихся гражданскими служащими, государственными гражданскими служащими, сотрудниками внутренней службы;

2) законодательство нечётко разграничивает институты исключения и освобождения от гражданско-правовой ответственности правонарушителей (в том числе и РРЛЧС);

3) неразвитость института исключения административной ответственности (АО), предусматривающего исключение от АО должностных лиц, в том числе и РРЛЧС, только при обстоятельствах крайней необходимости при малозначительности деяния (правонарушения);

4) несовершенство статьи 41 УК РФ (Обоснованный риск), обуславливающее вынужденное обращение правоприменителя к статье 39 (Крайняя необходимость) и, следовательно, к риску необоснованного привлечения к уголовной ответственности (УО) РРЛЧС, принявшего управленческое решение в условиях высокой неопределённости.

5) отсутствуют нормы, позволяющие исключать дисциплинарную, гражданско-правовую, административную и уголовную ответственности конкретно должностных лиц (РРЛЧС), допустивших правонарушение в связи с принятием высокорискованных управ-

ленческих решений в условиях неопределенности (имеется лишь институт исключения дисциплинарной ответственности лиц, являющихся военнослужащими).

По институту освобождения от юридической ответственности:

1) отсутствует системный институт освобождения от дисциплинарной ответственности (ДО) должностных лиц (в том числе и РРЛЧС), осуществляющих руководство работами по ликвидации чрезвычайных ситуаций (можно сказать, что этого института в российском законодательстве вообще нет);

2) отсутствует правовой институт прямого регулирования административной ответственности при обстоятельствах необходимой обороны (НО);

3) несовершенство норм статьи 41 УК РФ (Обоснованный риск), обуславливающее высокий риск необоснованного привлечения к уголовной ответственности (УО) РРЛЧС, принявших управленческие решения в условиях высокой неопределенности;

4) законодательство не содержит системного института, регулирующего отношения по освобождению от всех рассматриваемых видов юридической ответственности должностных лиц (в частности РРЛЧС), допустивших правонарушение в связи с принятием высоко рискованных управленческих решений в условиях неопределенности.

Обобщив выявленные недостатки институтов исключения и освобождения от юридической ответственности РРЛЧС, допустивших правонарушения при принятии управленческих решений в условиях неопределенности, можно сказать, что эти институты в российском законодательстве должны быть подвергнуты существенному развитию. Если говорить более конкретно, а именно об институте освобождения РРЛЧС от уголовной ответственности, то, по нашему мнению, необходимо в первую очередь корректировать статью 41 УК РФ (Обоснованный риск).

Заключение

Настоящая статья даёт ответ на поставленный во введении статьи [1] второй вопрос сформулированной задачи - позволяет ли российское законодательство минимизировать риски соответствующих государственных органов власти по необоснованному привлечению к юридической ответственности должностных лиц, руководящих АСДНР в условиях высокой неопределенности прогноза развития ЧС и больших опасностей для жизни и здоровья спасателей и спасаемых. Дан весьма ограниченный ответ на третий вопрос, какие нормы права института юридической ответственности лиц, осуществляющих руководство АСДНР, следует усовершенствовать, а возможно и заменить на новые, чтобы снизить указанные выше риски. Чтобы получить предметный ответ на третий вопрос, необходимо провести дополнительные исследования.

Литература

1. Костров А.В. Правовая регламентация действий и юридической ответственности руководителя работ по ликвидации чрезвычайной ситуации // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций - 2015, № 4, с. 20-45.

2. Благов Е.В. Квалификация деяний, исключаящих уголовную ответственность // Государство и право. - 2002, №9.

3. Шурдумов А.Ю. Обоснованный риск как обстоятельство, исключаящее преступность деяния / Автореферат диссертации на соискание уч. степени канд. юрид. Наук. - 2003, МГУ им. М.В. Ломоносова.

4. Юшков Ю.Н. Институт необходимой обороны и его роль в борьбе с преступностью в современных условиях // Государство и право. - 2004. № 4.

5. Туганов Ю. Н. Институт дисциплинарной ответственности и его развитие в военном праве России//Российский судья. - 2005, № 9.
6. Комментарий к Уголовному кодексу РФ/Под ред. А.В. Наумова. М.: Норма. - 2006.
7. Шумков А.С. Обоснованный риск как обстоятельство, исключающее преступность деяния/ Автореферат диссертации на соискание уч. степени канд. юрид. Наук. - 2007, ГУ-ВШЭ.
8. Носова Ю.Б. Дисциплинарная ответственность государственных гражданских служащих Российской Федерации. - Автореферат диссертации на соискание уч. степени канд. юрид. наук. - 2008, Воронеж.
9. Витрук Н.В. Общая теория юридической ответственности. Монография. — М.: Норма. - 2009.
10. Уголовное право. Освобождение от уголовной ответственности как самостоятельный институт уголовного права - URL: http://www.ozd.ru/gosudarstvo_i_pravo/ugolovnoe_pravo_11.html
11. Освобождение от уголовной ответственности - URL:<http://center-yf.ru/data/Yuristu/Osvobozhdenie-ot-ugolovnoi-otvetstvennosti.php>
12. Павлодский Е.А. Случай и непреодолимая сила в гражданском праве. - М. - 1978.
13. Решение Балашихинского гарнизонного военного суда - URL: <https://rospravosudie.com/court-balashixinskij-garnizonnyj-voennyj-sud-moskovskaya-oblast-s/act-106213108/>
14. Савченков С.Н. Обзор судебной практики о привлечении должностных лиц к административной ответственности за правонарушения в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. - 2015, № 3, с.3 – 11.

Сведения об авторе

Костров Анатолий Васильевич – ведущий научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), с.н.с., тел. (495) 400– 90 – 44, моб. (903) 293 – 82 – 61, E –mail: avk 1933 @ yandex.ru

УДК 539.4

МАСШТАБНЫЙ ЭФФЕКТ ДЛЯ ХРУПКИХ И КВАЗИХРУПКИХ МАТЕРИАЛОВ – ОБЗОР

Чл.-корр. РАН, доктор техн. наук *Н.А. Махутов*,
кандидат техн. наук *Д.О. Резников*
Институт машиноведения им. Благонравова А.А. РАН

Представлен обзор различных подходов к описанию масштабного эффекта прочности конструкций из материалов различных типов, которые базируются на статистической и детерминистической (энергетической) трактовках. Анализируются факторы предопределяющие вид законов подобия прочности для конструктивных элементов при наличии и отсутствии макродефектов. Проводится уточнение детерминистических и вероятностных критериев прочности с учетом влияния масштабного фактора.

Ключевые слова: масштабный эффект, прочность, хрупкое разрушение, вязкое разрушение, квазихрупкое разрушение, вероятность разрушения.

SCALE EFFECT FOR BRITTLE AND QUASIBRITTLE MATERIALS – A REVIEW

Corresponding member of the RAS, Dr. (Tech.) *N.A. Makhutov*,
Ph. D. (Tech) *D.O. Reznikov*
Institute of Machine Sciences. Russian Academy of Sciences

The paper reviews different (statistical and energetic) approaches to describing size effect on strength of brittle and quasibrittle materials. The key factors influencing the character of scaling laws for structures with and without macro defects are analyzed. A correction of deterministic and probabilistic structural strength criteria is carried out accounting for the scale effect.

Key words: scale effect, strength, brittle failure, ductile failure, quasibrittle failure, failure probability.

1. Введение

Опыт проектирования и эксплуатации конструкций и машин свидетельствует о наличии значительного несоответствия между характеристиками прочности, полученными при испытании образцов, и конструкционной прочностью реальных объектов. Вопрос о возможности использования механических характеристик материалов, определенных при испытаниях лабораторных образцов, для проведения расчетов на прочность натуральных конструкций и о выработке принципов переноса результатов испытаний образцов материала (или малых моделей конструкций) на полноразмерные конструкции является чрезвычайно актуальным.

Для решения поставленной задачи может быть использована теория подобия, позволяющая в ряде случаев сформулировать условия, при которых результат, полученный на испытательной установке при разрушении образцов, будет адекватно отражать закономерности разрушения реальной конструкции в натуральных условиях эксплуатации.

Установление закона подобия деформирования и разрушения при нагружении геометрически подобных твердых тел имеет большое значение при выполнении практических расче-

тов на прочность элементов сложных конструкций. Одной из возникающих при этом трудностей является выполнение для геометрически подобных конструкций условий механического подобия, под которым понимается обеспечение тождественности тензоров напряжений и тензоров деформации во всех соответствующих точках конструкций.

Очевидно, что особенно сложно на практике бывает добиться обеспечения механического подобия для конструкций, изготовленных из структурно-неоднородных материалов. И наоборот, наиболее просто перенесение результатов лабораторных испытаний на полноразмерные конструкции осуществляется для геометрически подобных конструкций из идеально однородных и изотропных материалов. К сожалению, реальные конструкционные материалы всегда обладают определенной анизотропией, неоднородностью внутреннего строения и пространственной вариативностью механических свойств. Поэтому опыт использования характеристик материалов, полученных на лабораторных образцах, при оценках прочности реальных конструкций подтверждает необходимость построения сложных критериев и законов подобия.

Следует отметить, что даже решения более простой задачи по обеспечению условий геометрического подобия образцов при увеличении их размеров в большинстве случаев бывает сложно достичь вследствие того, что при переходе от малогабаритных моделей к полноразмерным объектам уменьшаются отношения: размеров структурных неоднородностей материала, конструктивных дефектов и зон контакта к характерным размерам конструкции. Кроме того при указанном переходе возникает ряд других неподобных факторов, к которым, в частности, относятся отношения радиуса закругления трещины к ее длине и длины трещины к размеру конструкции. При этом геометрическое подобие следует рассматривать как макроскопическое подобие, при котором не учитываются такие микропараметры как: диаметр зерна, расстояние между частицами и их размер, размер структурных неоднородностей материала. С этой точки зрения масштабный эффект при разрушении может рассматриваться как следствие проявления микропроцессов на макроуровне.

Указанные факторы, действуя совместно, оказывают негативное воздействие на механические свойства более крупных конструкций, снижая их характеристики прочности и пластичности. Это связанное с нарушением механического подобия снижение прочности и пластичности геометрически подобных элементов конструкций при увеличении их характерных размеров называют масштабным эффектом или эффектом влияния абсолютных размеров [1, 2].

К настоящему времени проведен комплекс исследований, посвященных влиянию абсолютных размеров конструкций и деталей машин на их механические свойства, для различных типов материалов и видов нагружения [3-6]:

- Значительное количество исследований было посвящено оценке влияния размеров образцов на хрупкую прочность [7, 8].

- Масштабный эффект при вязком разрушении исследован в основном при испытании металлических надрезанных образцов на растяжение и изгиб. Сделаны попытки разработать модель вязкого разрушения тела с трещиной, позволяющую прогнозировать вязкость разрушения с учетом влияния напряженного состояния [9].

- Было исследовано влияние абсолютных размеров деталей на критическую температуру хрупкости, и определены зависимости критических температур хрупкости от линейных размеров образца при динамических испытаниях [10].

- В работах [7, 8, 11, 12] исследуется влияния масштабного эффекта на сопротивление усталости.

- Развитие теории трещин и необходимость учета характеристик трещиностойкости среди параметров, определяющих масштабный эффект, привело к пересмотру представлений о подобии при разрушении тел с трещинами и концентраторами. Был сформули-

рован ряд условий подобия элементов конструкций с трещинами, позволивших предложить методики моделирования условий разрушения крупногабаритных конструкций (образцов) с трещинами по результатам испытаний их уменьшенных моделей при соответственно измененных условиях испытаний.

- При описании масштабного эффекта прочности конструктивных элементов из упругопластических материалов, содержащих концентраторы напряжений, обоснована необходимость введения в дополнение к параметрам геометрического подобия параметра размерности длины, который связан с градиентом напряжений вблизи концентратора [13]. Позднее аналогичные представления появились и при объяснении масштабного эффекта прочности квазихрупких материалов [14].

- Для ряда материалов, в частности поликристаллических материалов, разработаны подходы по изучению масштабного эффекта физико-механических свойств на микроуровне [15,16]. Однако до настоящего времени проведено очень мало работ, которые позволяют осуществить переход от (а) микроуровня, характеризующего для структурно неоднородных материалов размерами микрообъема (для поликристаллов – размерами зерна), учитывающем особенности взаимодействия матрицы с наполнителем, к (б) мезоуровню, включающем минимальный объем структурно-неоднородного материала, который можно наделить осредненными свойствами макрообъема, а затем к (в) макроуровню (конструктивным элементам), рассматриваемых материалов, т.е. осуществить прогнозирование физико-механических свойств макрообъема, исходя из свойств отдельных микрообъемов.

Форма проявления масштабного эффекта в значительной степени определяется структурными особенностями используемого конструкционного материала. Поэтому при исследовании масштабного эффекта приходится отказываться от классических представлений о сплошном, однородном, изотропном, линейно-упругом теле. Роль структурных неоднородностей в проявлении масштабного эффекта прочности конструкций из квазихрупких материалов еще недостаточно изучена, однако уже разработаны ряд обобщенных моделей для прогнозирования влияния абсолютных размеров на прочность конструкций из композиционных материалов (бетоны, стеклопластики, углепластики и др.) [5,17-19].

Анализ многочисленных публикаций, посвященных учету влияния абсолютных размеров на характеристики прочности и пластичности, свидетельствует о том, что на сегодняшний день не существует общепризнанной интерпретации всех особенностей проявления масштабного эффекта, в основе которой лежала бы адекватная физическая модель, учитывающая основные особенности материалов, включая неоднородность их структуры, уровень их дефектности, геометрические параметры объектов и условий нагружения [20]. Иным словами для различных видов материалов и геометрических параметров конструкций не существует единого закона подобия $f(D)$, который позволил бы связать значение разрушающего напряжения для конструкции $\sigma_c(D)$, имеющей характерный размер D , с разрушающим напряжением $\sigma_c(D_0)$ для геометрически подобного ей образца, имеющего характерный размер D_0 .

То есть невозможно получить универсальное уравнение вида $\sigma_c(D) = f(D) \cdot \sigma_c(D_0)$, которое позволило бы, зная разрушающее напряжение образца (модели), оценить напряжение, при котором будет разрушена геометрически подобная ему (ей) конструкция.

В рамках классических теорий прочности закон подобия принимает вид $f(D) \equiv 1$, то есть, масштабный эффект отсутствует (рис. 1, линия 1). Как будет показано ниже, для хрупких материалов закон подобия описывается степенной зависимостью вида $f(D) \sim (D/D_0)^{-m}$, где m - параметр, характеризующий уровень дефектности материала, который для большинства материалов лежит диапазоне 3 – 10.

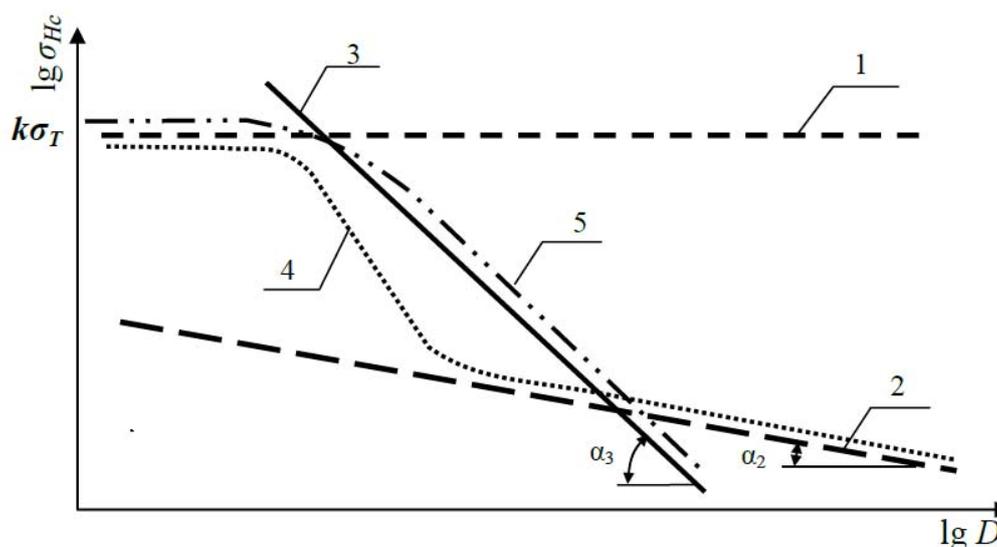


Рис. 1. Законы подобия для конструкций из различных типов материалов

- 1 - Закон подобия для упругопластических тел – масштабный эффект отсутствует;
 - 2 - Закон подобия для хрупких конструкций, $\text{arctg} \alpha_2 = -n / m$,
(n - размерность подобия, m - характеристика дефектности материала);
 - 3 - Закон подобия для конструкций, разрушающихся после устойчивого роста магистральных трещин,
 $\text{arctg} \alpha_3 = -1 / 2$;
 - 4 - Закон подобия для конструкций из квазихрупких материалов, разрушающихся при возникновении макротрещин;
 - 5 - Закон подобия для конструкций из квазихрупких материалов, разрушающихся в результате развития макротрещин;
- σ_{Hc} - номинальная прочность, представляя собой характеристику разрушающей нагрузки
(см. п.2 выражение (11))

Для квазихрупких материалов¹, в частности композитов, закон подобия имеет существенно более сложный вид, и зависит от геометрии конструкции, наличия макродефектов, структуры материала и вида нагружения (рис. 1, линии 4 и 5). Для оценки прочности квазихрупких материалов были разработаны нелокальные и градиентные критерии достижения предельных состояний, базирующиеся на представлении о формировании в материале зоны предразрушения, в которой идет перераспределение напряжений и развивается процесс разрушения. Очевидно, что закон подобия прочности для квазихрупких материалов будет зависеть от соотношения размеров конструкции D и зоны предразрушения l_f , которое как показывает опыт, не является постоянным при переходе от малоразмерных к крупногабаритным конструкциям. Как правило, с ростом D зона предразрушения сначала увеличивается пропорционально D , но затем при определенном значении D_* перестает расти (рис. 2).

¹ К квазихрупким относятся материалы конструкций, у которых размеры структурных неоднородностей l_0 не являются пренебрежимо малыми по сравнению с характерными размерами самой конструкции D .

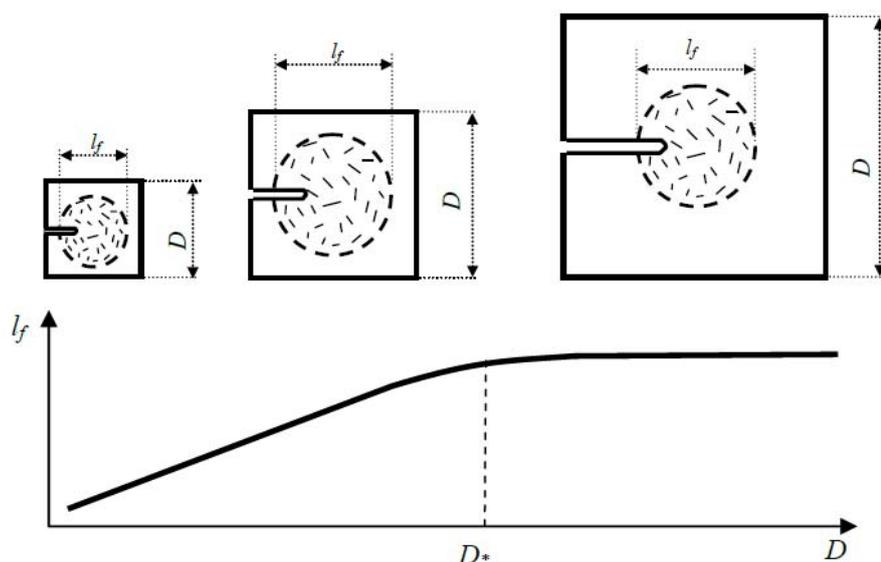


Рис. 2. Зависимость размера зоны предразрушения l_f от характерного размера конструкции D

Существуют два основных взгляда на природу масштабного эффекта [20]:

- Масштабный эффект имеет статистическую (вероятностную) природу и связан с понятием *опасный дефект материала*. Чем больше объем конструктивного элемента, тем выше вероятность появления более опасного дефекта, приводящего к локальному разрушению. С точки зрения статистического подхода среднее значение напряжения разрушения определяется величиной местного напряжения в той точке объекта, где имеется наиболее опасный дефект материала. Чем больше объем объекта, тем выше вероятность появления более опасного дефекта, то есть меньше его прочность (рис. 1 линия 2).

- Масштабный эффект имеет детерминистическую физическую природу, причем его описание может быть проведено на уровне изотропной среды и не требует привлечения вероятностных подходов и введения вероятностных распределений дефектов в материале. При этом чаще всего используется энергетическая концепция МЭ. Энергетический подход основан на том факте, что при полном геометрическом подобии объектов с характерным размером D и одинаковым характере нагружения (т.е. при соблюдении условий, так называемого механического подобия) запасы упругой энергии деформации пропорциональны объему (D^3), а энергия, затрачиваемая на продвижение трещины, пропорциональна площади сечения (D^2) [21, 22]. Поэтому, сопоставив уравнения энергетического баланса, для двух геометрически подобных объектов малого и больших размеров, можно прийти к выводу, что во втором случае, разрушение будет достигаться при меньших значениях действующих напряжений (рис. 1, линия 3).

2. Масштабный эффект статистической природы (МЭСП)

С точки зрения статистического подхода математическое ожидание напряжения разрушения определяется величиной местного напряжения в той точке конструкции, в которой имеется наиболее опасный дефект материала [20]. Чем больше объем материала, тем выше вероятность появления более опасного дефекта, т.е. меньше прочность конструк-

ции. При этом могут быть приняты различные допущения о функции распределения дефектов в материале. Соответственно могут быть получены различные зависимости разрушающего напряжения от объема рассматриваемой конструкции:

$$\sigma_c \sim V^{-1/3m} . \quad (1)$$

Тогда для геометрически подобных конструкций, имеющих характерный размер D , можно (в случае трехмерного подобия) записать:

$$\sigma_c \sim D^{-1/m} , \quad (2)$$

или

$$\sigma_{c1} / \sigma_{c2} = (D_1 / D_2)^{-1/m} = (V_1 / V_2)^{-1/3m} , \quad (3)$$

где индексы 1 и 2 – соответствуют 1 и 2-ой конструкции; m - характеристика дефектности материала, значение которой может быть найдено экспериментально (для бездефектного материала $m \rightarrow \infty$, т.е. σ_c не зависит от D и, следовательно, масштабный эффект отсутствует).

Характер степенных зависимостей вида (1) и (2) обосновывается в рамках теории Вейбулла [23]. Рассмотрим сначала одномерную систему, состоящую из последовательно соединенных элементов, например, - цепь (рис. 3) [24].

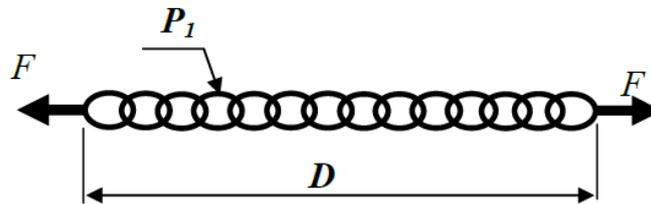


Рис.3. Модель слабого звена цепи ($n = 1$ - одномерное подобие)

Прочность Σ_{1c} каждого элемента (звена) цепи представляет собой случайную величину, распределенную по закону $P_1(\sigma)$ (рис. 7), который характеризует вероятность разрушения элемента: $P_1(\sigma) = P(\Sigma_{1c} < \sigma)$.

При этом вероятность неразрушения элемента равна $1 - P_1(\sigma)$. Тогда вероятность неразрушения всей системы из N последовательно соединенных элементов, прочности которых являются независимыми одинаково распределенными величинами, определяется выражением:

$$1 - P_\phi(\sigma) = [1 - P_1(\sigma)]^N , \quad (4)$$

где $P_\phi(\sigma)$ - вероятность разрушения системы.

Прологарифмировав левые и правые части уравнения (4) и учитывая, что для малых $P_1(\sigma) : \ln(1 - P_1(\sigma)) \approx -P_1(\sigma)$, получим:

$$\ln(1 - P_\phi(\sigma)) = -N \cdot P_1(\sigma). \quad (5)$$

Данное выражение может быть распространено на случай распределенной равномерно нагруженной системы, например, длинного волокна (рис. 4). Если принять $N = V / V_e$, то, $\ln(1 - P_\phi(\sigma)) = -(V / V_e)P_1(\sigma)$.

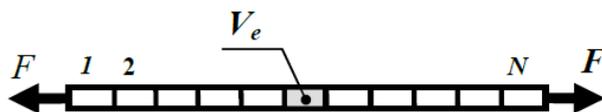


Рис.4. Одномерная система с распределенными параметрами ($n = 1$ одномерное подобие)

Тогда можно записать:

$$P_\phi(\sigma) = 1 - \exp\left[-\frac{V}{V_e} P_1(\sigma)\right], \quad (6)$$

здесь V - объем конструкции, V_e - элементарный (репрезентативный) объем (ЭО), представляющий собой минимально возможный объем, который можно рассматривать как элемент сплошной среды, для которого имеет смысл понятие напряжения. С практической точки зрения V_e выбирается таким образом, чтобы можно было экспериментально получить распределение прочности $P_1(\sigma)$.

Для описания хвостовой части распределения прочности элемента в работе [23] было предложено трехпараметрическое распределение (левый хвост распределения Вейбулла), которое хорошо согласуется с имеющимися эмпирическими данными (рис. 7):

$$\begin{cases} P_1(\sigma) = \left(\frac{\sigma - \sigma_u}{\sigma_0}\right)^m, & \text{если } \sigma > \sigma_u \\ P_1(\sigma) = 0, & \text{если } \sigma \leq \sigma_u \end{cases} \quad (7)$$

В выражении (7) фигурируют эмпирические параметры: m - параметр формы (модуль Вейбулла), σ_0 - параметр масштаба и σ_u - пороговое значение, которое обычно принимают равным 0.

Недавно степенной характер хвостовой части распределения прочности по выражению (7) был обоснован с позиций зависимости энергии активации разрыва межатомных связей от уровня напряжений [25].

В более общем случае неоднородного напряженного состояния, например, в случае изогнутой балки (рис. 5), систему можно представить состоящей из малых объемов $\Delta V_{(j)}$, $j = 1, 2, \dots, k$, внутри которых напряжения можно считать постоянными. Тогда условие неразрушения системы принимает вид [24]:

$$1 - P_\phi = \exp\left\{-\frac{\Delta V_{(1)}}{V_e} P_1(\sigma_1)\right\} \times \exp\left\{-\frac{\Delta V_{(2)}}{V_e} P_1(\sigma_2)\right\} \times \dots \times \exp\left\{-\frac{\Delta V_{(k)}}{V_e} P_1(\sigma_k)\right\},$$

или в краткой форме:

$$1 - P_\phi(\sigma) = \exp\left\{-\sum_{j=1}^k \frac{\Delta V_{(j)}}{V_e} P_1(\sigma_j)\right\}. \quad (8)$$

Далее в предельном переходе при $\Delta V_{(j)} \rightarrow 0$, можно перейти к интегральной записи вида:

$$1 - P_\phi(\sigma) = \exp\left\{-\int_V \left\langle \frac{\sigma(x) - \sigma_u}{\sigma_0} \right\rangle^m \frac{dV(\mathbf{x})}{V_e}\right\}, \quad (9)$$

где \mathbf{x} - координатный вектор материальной точки, расположенной в объеме dV ,

$$\langle z \rangle = \begin{cases} z, & \text{если } z > 0 \\ 0, & \text{если } z \leq 0 \end{cases}.$$

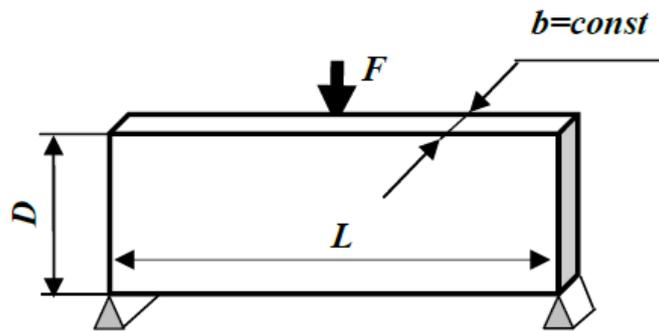


Рис.5. Балка ($n = 2$ -двухмерное подобие)

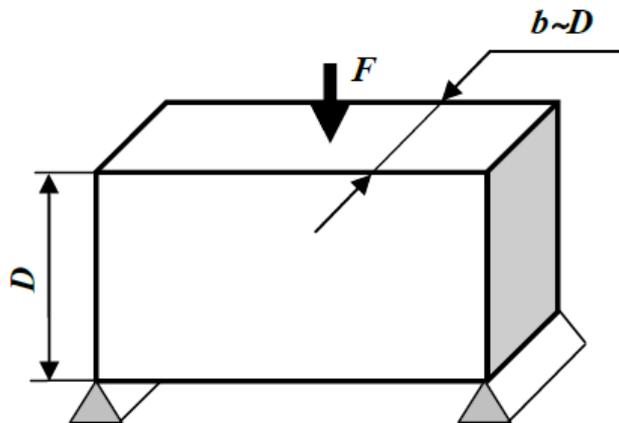


Рис.6. Пространственный объект ($n = 3$ - трехмерное подобие)

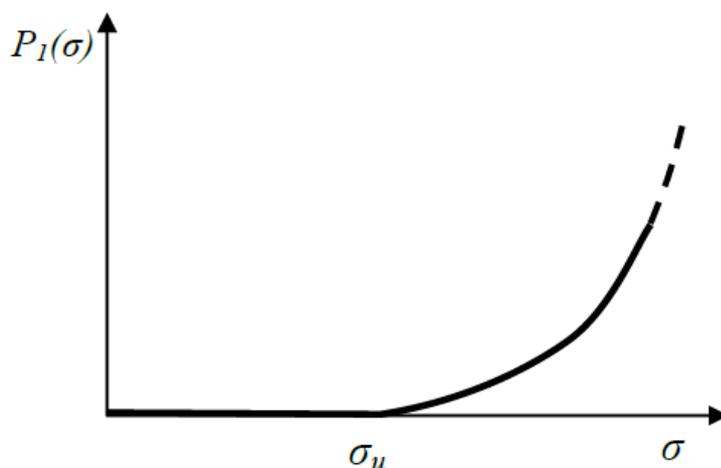


Рис.7. Функция распределения прочности элемента

Выражение (9) может быть распространено на случай трехосного напряженного состояния. Для этого в принципе необходимо рассматривать поверхность разрушения в трехмерном пространстве напряжений. Однако в целях упрощения можно предположить, что трещины будут возникать только в плоскостях, перпендикулярных к главным напряжениям $\sigma_i(\mathbf{x})$ ($i=1,2,3$) и, что развитие трещины зависит только от главного напряжения, действующего в направлении нормальном к плоскости трещины. Тогда рассматривая совместную вероятность неразрушения системы по плоскостям трех главных напряжений, можно аналогично выражению (8) записать:

$$1 - P_\phi(\sigma) = \exp \left\{ - \int_V \sum_{i=1}^n \left\langle \frac{\sigma_i(\mathbf{x}) - \sigma_u}{\sigma_0} \right\rangle^m \frac{dV(\mathbf{x})}{V_e} \right\}, \quad (10)$$

где n - размерность задачи (может быть равной 1, 2 или 3).

Масштабный эффект определяется путем сопоставления прочности геометрически подобных конструкций, имеющих различные характерные размеры D . Для проведения такого сопоставления вводятся понятия номинального (условного) напряжения, представляющего собой параметр нагрузки, который определяется пропорциональным отношению действующей нагрузки и площади поперечного сечения:

$$\begin{aligned} \sigma_{H_3} &= C_H \frac{F}{b \cdot D} \quad (\text{для случая двумерного подобия, рис. 5}), \\ \sigma_{H_3} &= C_H \frac{F}{D^2} \quad (\text{для случая трехмерного подобия, рис. 6}), \end{aligned} \quad (11)$$

где F - действующая нагрузка; b - толщина конструкции, которая, в случае двумерного подобия, является постоянной или, в случае трехмерного подобия, - пропорциональной характерному размеру D . Коэффициент C_H выбирается таким образом, чтобы выражение (11) соответствовало напряжению в определенной точке конструкции.

Например, для шарнирно опертой балки (рис.5), имеющей пролет L , толщину b и высоту D , которая нагружена в срединном сечении сосредоточенной силой F , C_H можно выбрать таким образом, чтобы σ_{H_3} совпало с максимальным нормальным напряжением в срединном сечении балки:

$$\sigma_{H_3} = \frac{3FL}{2bD^2} = C_H \frac{F}{bD},$$

где $C_H = 1.5 \frac{L}{D}$.

Таким образом, номинальное напряжение представляет собой параметр нагрузки, характеризующий максимальное главное напряжение в наиболее нагруженном ЭО конструкции. При известном соотношении σ / σ_{H_3} будет удобно перейти от рассмотрения функций напряжений $P_1(\sigma)$ и $P_\phi(\sigma)$ к функциям номинальных напряжений $P_1(\sigma_{H_3})$ и $P_\phi(\sigma_{H_3})$.

Соответственно вводится и понятие номинальной прочности конструкции, которая равна значению номинального напряжения при максимальной (разрушающей) нагрузке:

$$\sigma_{H_c} = C_N \frac{F_c}{b \cdot D}.$$

Если исходить из традиционного анализа в постановке теории упругости или теории пластичности, то масштабный эффект должен отсутствовать. Однако, как показал Вейбулл [23], если учесть то, что механические свойства материала являются случайными и варьируются в различных точках конструкции, то неизбежно возникает масштабный эффект номинальной прочности.

Действительно, пусть распределение напряжений в конструкции записывается как:

$$\sigma_i(\mathbf{x}) = \sigma_{H_3} S_i(\xi), \quad \xi = \frac{1}{D} \mathbf{x},$$

где x_1, x_2, \dots, x_n - декартовы координаты, S_i - безразмерная функция вектора относительных координат $\xi = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$, которая определяется на основе решения задачи теории упругости или теории пластичности.

Учитывая $dV = dx_1 \cdot dx_2 \cdot \dots \cdot dx_n = D^n d\xi_1 \cdot d\xi_2 \cdot \dots \cdot d\xi_n$, запишем:

$$\ln(1 - P_\phi(\sigma_{H_3})) = -\frac{D^n}{V_e} \int_{\Omega} \sum_{i=1}^n \left\langle \frac{\sigma_{H_3} S_i(\xi) - \sigma_u}{\sigma_0} \right\rangle^m d\xi_1 \cdot d\xi_2 \cdot \dots \cdot d\xi_n, \quad (12)$$

где Ω - область конструкции в относительных координатах ξ , которая является одинаковой для геометрически подобных конструкций различных размеров.

Как правило, с целью упрощения и учитывая, что по имеющимся экспериментальным данным бывает крайне трудно подобрать значение порогового параметра, полагают $\sigma_u = 0$. Тогда выражение (12) может быть переписано как [24]:

$$\ln(1 - P_\phi(\sigma_{H_3})) = -\frac{D^n}{V_e} \left(\frac{\sigma_{H_3}}{\sigma_0} \right)^m I_n, \quad (13)$$

где

$$I_n = \int_{\Omega} \sum_{i=1}^n [S_i(\xi)]^m \cdot d\xi_1 \cdot d\xi_2 \cdot \dots \cdot d\xi_n, \quad (14)$$

здесь I_n , σ_0 и V_e - остаются константами при варьировании размера D . Тогда для заданной вероятности разрушения $P_\phi = q$ может быть построена зависимость q -ой квантили номинальной прочности от характерного размера D (или объема системы V , $V \sim D^n$):

$$\sigma_{H_{Cq}} = k_0 D^{-n/m}, \quad (15)$$

где $k_0 = \sigma_0 \left[-V_e \cdot \ln(1 - P_\phi) / I_n \right]^{1/m} = const$, $n = 1, 2$ или 3 - размерность задачи.

Если принять $P_\phi = 0.5$, то можно получить выражение масштабного эффекта для 50%-квантиля величины номинальной прочности $\sigma_{H_{C50\%}}$, который можно считать приближенно равным математическому ожиданию $\mu_{\sigma_{Hc}}$ номинальной прочности².

Эксперименты на растяжение образцов из бетона дают значение $m \approx 12$. Для случая одномерного подобия ($n = 1$) масштабный эффект будет иметь вид: $\sigma_{Hc} \sim D^{-1/12}$; для случая двухмерного подобия ($n = 2$) - $\sigma_{Hc} \sim D^{-1/6}$; для случая трехмерного подобия ($n = 3$) - $\sigma_{Hc} \sim D^{-1/4}$.

Таким образом, для идеально хрупких материалов масштабный эффект имеет чисто статистическую природу и определяется случайным характером прочностных свойств материала: чем больше конструкция, тем выше вероятность, что в какой-либо ее точке материал будет иметь низкую прочность, что и вызовет мгновенное разрушение конструкции.

3. Ограниченность статистического подхода к описанию масштабного эффекта

3.1. Неучет перераспределения напряжений в процессе разрушения

Чтобы оценить вероятность разрушения конструкции необходимо получить функцию $S_i(\xi)$, характеризующую напряжения в точке с координатами $\mathbf{x} = D \cdot \xi$. При этом необходимо различать два типа конструкций [24]:

1) конструкции, разрушающиеся при возникновении макроскопических трещин – это означает, что в конструкции в момент разрушения присутствуют только микротрещины или иные дефекты, что является типичным, например, для керамических материалов или металлических материалов в состоянии усталостного охрупчивания;

2) конструкции, разрушающиеся в результате развития макротрещин (например, конструкций из композиционных материалов).

² Далее для краткости вместо обозначений $\sigma_{H_{C50\%}}$ и $\mu_{\sigma_{Hc}}$ будет использоваться σ_{Hc} , под которым будет пониматься математическое ожидание номинальной прочности, а индекс «э» в записи номинального напряжения σ_{H_3} далее будем опускать, и использовать запись σ_H .

Для конструкций первого типа известен вид функции распределения напряжений $S_i(\xi)$ в момент времени, непосредственно перед разрушением, поскольку присутствующие в конструкции микротрещины оказывают пренебрежимо малое влияние на общее распределение напряжений. К данному типу относятся конструкции из хрупких материалов, в частности, из металлов, подвергшихся усталостному охрупчиванию.

Для конструкций второго типа (например, конструкций из бетона или углепластиков) ситуация будет принципиально иной. Вследствие наличия армирования такие конструкции не разрушаются в момент образования макротрещин. Часто конструкции из квазихрупких материалов разрушаются только в результате развития трещин, длина которых может достигать от 50 до -90% от характерного линейного размера поперечных сечений. Очевидно, в процессе разрушения таких конструкций имеют место значительные пластические деформации, при которых неизбежно происходит существенное перераспределение напряжений. Таким образом, поле напряжений $\sigma(\mathbf{x})$ в момент перед разрушением радикально отличается от распределения напряжений, которое может быть получено исходя из решения упругой задачи. Следовательно, оценка номинального разрушающего напряжения с помощью выражений (14) и (15), в которых фигурирует величина I_n , определяющаяся исходя из решения упругой задачи, является не вполне корректной.

В основе статистического подхода к описанию масштабного эффекта лежит теория Вейбулла, базирующаяся на двух гипотезах:

1) Конструкция разрушается в тот момент, когда напряжения в одном бесконечно малом элементарном объеме конструкции достигает предела прочности Σ_c .

2) Предел прочности Σ_c является случайной величиной, которая варьируется для различных ЭО конструкции. Вероятность $P_1(\Sigma_c < \sigma)$ того, что элементарный объем конструкции разрушится при напряжениях меньше σ , определяются хвостовой частью распределения Вейбулла $\varphi(\sigma)$, которая приближенно может быть представлена в виде:

$$\varphi(\sigma) \approx \left\langle \frac{\sigma - \sigma_u}{\sigma_0} \right\rangle^m \quad (\sigma > \sigma_u \approx 0). \quad (16)$$

Вейбулл успешно применил это распределение к классической задаче об оценке вероятности разрушения длинной цепи или троса. Данное распределение также хорошо подходит для описания статически определимых конструкций, состоящих из большого числа элементов, которые разрушаются в случае разрушения одного из них (рис. 8).

В случае двух- или трехмерного объекта теория Вейбулла может применяться, только если объект разрушается в момент появления микротрещины (рис. 9). Это имеет место в охрупченных металлических конструкциях, в которых критическая трещина в момент разрушения пренебрежимо мала по сравнению с размерами поперечного сечения и способна вызвать лишь пренебрежимо малое перераспределение напряжений. Как будет показано ниже, теория Вейбулла не может столь же успешно использоваться для конструкций из квазихрупких материалов, которые разрушаются только после того, как магистральная трещина захватывает значительную часть поперечного сечения. В этом случае размерами зоны предразрушения уже нельзя пренебрегать по сравнению с размерами самой конструкции.

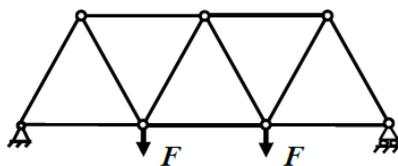


Рис. 8. Статически определимая конструкция

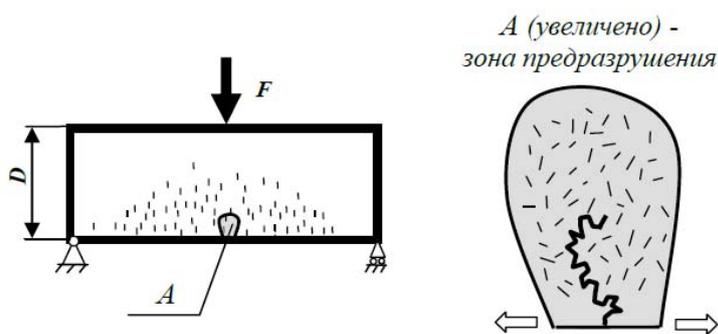


Рис. 9. Двухмерная система, в которой развивается зона предразрушения

Базовое допущение статистического подхода Вейбулла состоит в том, что конструкция разрушается в тот момент, когда в какой-либо ее точке ξ действующее напряжение $\sigma^3(\xi)$ превосходит локальное значение прочности $\sigma_c(\xi)$: $\sigma_c(\xi) < \sigma^3(\xi)$. Это допущение является оправданным для хрупких материалов, для которых зона предразрушения стягивается в точку. Для квазихрупкого материала классическая теория Вейбулла может быть применима только, если выполняются следующие три условия:

а) Характерный размер конструкции D значительно превосходит размер l_0 репрезентативного объема, который является постоянной материала и приблизительно соответствует ширине зоны предразрушения h : $D \gg l_0 \approx h$.

б) Конструкция не содержит надрезов и предварительно существующих макротрещин.

в) Конструкция имеет положительную геометрию.

Если условие (а) не выполняется, то цепь в рассматриваемой модели слабого звена должна считаться конечной, что существенно сказывается на хвостовой части распределения $P_\phi(\sigma)$. Если не выполняются условия (б) или (в), то местоположение зоны предразрушения первоначальной трещины является практически фиксированным и определяется, прежде всего, геометрией конструкции и условиями ее нагружения, а не случайным характером локальной прочности. Поэтому точки, в которых может зародиться трещина, лежат в очень малой области конструкции, что делает статистический масштабный эффект пренебрежимо малым.

Ограничения на применение статистического подхода к конструкциям из квазихрупких материалов связаны во многом с тем обстоятельством, что теория Вейбулла исходит из того, что рассматриваемый материал не имеет характеристической длины. В то время как квазихрупкие материалы, очевидно, имеют характеристический размер, соответствующий размерам неоднородностей структуры материала l_0 . В связи с этим статистиче-

ский подход Вейбулла может применяться к квазихрупким материалам только для крупногабаритных конструкций, когда размер структурных неоднородностей оказывается пренебрежимо мал по сравнению с размерами конструкции ($l_0 \ll D$). В этом случае материал конструкции перестает проявлять квазихрупкие свойства и начинает вести себя как хрупкий.

Таким образом, статистическая трактовка масштабного эффекта имеет ограниченные возможности для описания разрушения конструкций из квазихрупких материалов. Это связано с тем, что необходимым условием квазихрупкого разрушения является наличие зоны предразрушения, имеющей конечные размеры, сопоставимые с размерами структурных неоднородностей материала.

3.2. Различия между случаями двух- и трехмерного подобия

Другим спорным моментом статистического подхода, базирующегося на теории Вейбулла, является влияние размерности подобия n , которая фигурирует в выражении (15). Пусть характерный размер балки увеличивается в отношении D/D_0 либо в рамках двухмерного подобия, когда толщина балки $b = const$ (рис. 5), либо при трехмерном подобии, когда толщина балки также пропорционально возрастает, как и другие размеры ($b \sim D$, рис. 6). В соответствии с выражением (15) величина σ_{Hc} должна в первом случае изменяться пропорционально $(D/D_0)^{-2/m}$, а во втором – пропорционально $(D/D_0)^{-3/m}$. Однако существующие экспериментальные данные не подтверждают наличия такого различия для случаев двухмерного и трехмерного подобия. Сравнивая углы наклона графиков зависимости номинального напряжения от характерного размера в двойных логарифмических координатах $\lg \sigma_{Hc} - \lg D$ можно прийти к выводу, что указанной зависимости от размерности подобия не наблюдается [24].

3.3. Неучет пространственной корреляции прочностных свойств материала

Еще одним спорным вопросом, возникающим при оценке возможности применения классической теории Вейбулла для описания статистической прочности распределенных систем, является неучет пространственной корреляции между прочностными свойствами соседних элементарных объемов (рис.4). Данное допущение может считаться оправданным при рассмотрении цепных систем, но оно становится некорректным при переходе к распределенным системам. Действительно, если прочностные свойства материала одного из элементарных объемов непрерывной системы оказываются в области распределения прочности, расположенной ниже математического ожидания, то прочность материала соседнего элементарного объема также с высокой вероятностью будет располагаться в этой же части распределения. Учет пространственной корреляции может осуществляться с помощью введения автокорреляционных функций случайных полей локальной прочности или на основе использования нелокальных теорий прочности [14.]

4. Масштабный эффект энергетической природы (МЭЭП)

Энергетическая концепция масштабного эффекта при разрушении была впервые введена в работах Н.Н.Давиденкова [21]. В настоящее время энергетический подход к оценке масштабного эффекта активно развивается в работах Базанта [14, 18]. МЭЭП вытекает непосредственно из баланса упругой энергии, высвобождаемой при разрушении конструкции, и работы, затрачиваемой на разрушение.

Локальные теории разрушения, в частности, линейная механика разрушения способна лишь отчасти объяснить изменение прочности и пластичности при переходе от малых к большим образцам. Формула Гриффитса определяет критическое напряжение σ_c , при котором трещина длиной $2a$ переходит в неустойчивое состояние [22]:

$$\sigma_c = \{2\gamma E / [(1-\nu^2)\pi a]\}^{1/2} \sim a^{-1/2}, \quad (17)$$

где γ - энергия поверхностного натяжения, E - модуль упругости, ν - коэффициент Пуассона. Очевидно, что выражение (17) не содержит в явном виде характерного размера образца D . Однако, если рассмотреть геометрически подобные образцы, в которых изначально имеется надрез (или ненагруженная усталостная трещина длиной $2a$), причем длина надреза пропорциональна D , то для таких образцов будет характерно проявление масштабного эффекта, обусловленного энергетическими факторами.

Принципиально проявление масштабного эффекта объясняется различием в запасах потенциальной (упругой) энергии в конструктивных элементах различного размера.

При анализе МЭЭП необходимо различать два типа конструкций:

- 1) Конструкции из квазихрупких материалов, разрушающиеся в результате развития макротрещин;
- 2) Конструкции из квазихрупких материалов, которые разрушаются в момент инициации макротрещины при ее выходе за границы ЭО.

Особенности проявления энергетического масштабного эффекта для указанных типов конструкций будут рассмотрены в двух последующих разделах.

4.1. Масштабный эффект для конструкций, разрушающихся в результате развития магистральных трещин

В данном разделе рассматриваются конструкции с надрезами или ненагруженными усталостными трещинами, растущими от свободной поверхности устойчивым образом до достижения разрушающей нагрузки (рис. 10) [14, 18]. Для таких конструкций случайный характер прочностных свойств материала в различных точках конструкции не является существенным фактором снижения номинальной прочности при росте абсолютных размеров, поскольку наличие концентратора напряжений предопределяет место разрушения. Доминирующим фактором здесь становится детерминистический масштабный эффект энергетической природы.

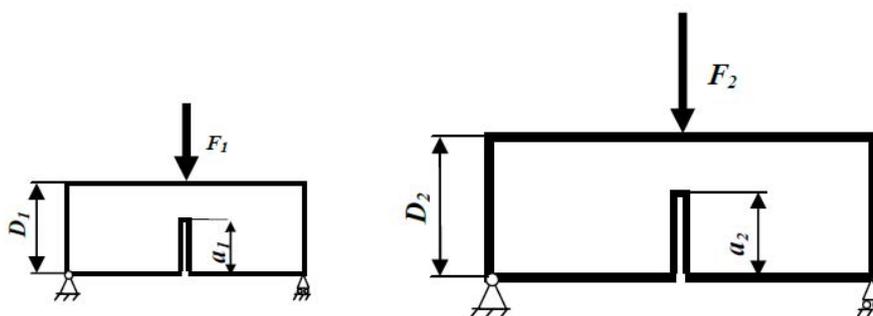


Рис. 10. Геометрически подобные конструкции с магистральными трещинами, пропорциональными их характерным размерам $a_i / D_i = const$

Может быть представлена простая иллюстрация МЭЭП. Рассмотрим прямоугольную пластину (рис. 11), которая изначально подвергалась равномерному растяжению с номинальным напряжением σ_H . При возникновении трещины длиной a , имеющей область предразрушения толщиной h , происходит разгрузка напряжений и высвобождение энергии деформации из областей 1 и 2. Угол наклона q области разгрузки напряжений является постоянным при изменении размера пластины D , и определяется геометрией конструкции и свойствами материала. Будем считать, что размер трещины a пропорционален D , а ширина области предразрушения h определяется размером структурных неоднородностей материала и может считаться постоянной при варьировании D .

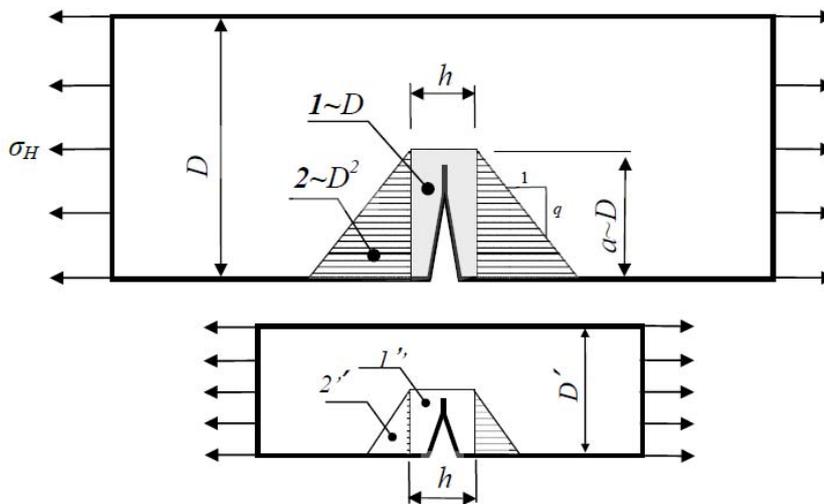


Рис. 11. Области разгрузки напряжений, обусловленные трещинами в образцах различных размеров

Тогда при достаточно больших D величину h можно считать малой. В этом случае энергия будет высвобождаться, главным образом, из областей 2, площадь которых пропорциональна D^2 . Следовательно, высвобождающаяся энергия $Q \sim D^2 \sigma_H^2 / E$. В то время как энергия, расходуемая на развитие трещины, пропорциональна площади полосы, имеющей постоянную толщину h . То есть, энергия, необходимая для разрушения пропорциональна $G_f D$ (где G_f - энергия разрушения, приходящаяся на единичную площадь поверхности трещины). Таким образом, имеем: $D^2 \sigma_{Hc}^2 / E \sim G_f D$. Следовательно, для больших D :

$$\sigma_{Hc} \sim D^{-1/2}. \quad (19)$$

Отсюда следует, что в двойных логарифмических координатах зависимость номинального (разрушающего) напряжения σ_{Hc} от характерного размера D будет иметь вид прямой линии, имеющий тангенс угла наклона, равный $-1/2$, что в ряде случаев хорошо согласуется с имеющимися экспериментальными данными.

С другой стороны при малых D область 1 оказывается пренебрежимо малой по сравнению с областью 2. Это означает, что количество высвобождаемой энергии пропорцио-

нально $D\sigma_{Hc}^2 / E$. Тогда, исходя из условия энергетического баланса, можно записать условие разрушения: $D\sigma_{Hc}^2 / E \sim G_f D$. Откуда следует, что при малых D номинальная прочность не зависит от D : $\sigma_{Hc} = const$, то есть при $D \rightarrow 0$ кривая закона подобия будет иметь горизонтальную асимптоту с ординатой $k\sigma_T$, где k - константа, определяемая геометрией конструкции с трещиной и условиями нагружения. Следовательно при малых D масштабный эффект не проявляется.

Если рассматривается масштабный эффект в конструкциях, содержащих геометрически подобные макротрещины или трещиноподобные дефекты ($a / D = const$, рис. 10), то согласно работе [18], в которой рассматривается уравнение энергетического баланса при разрушении тела с трещиной, можно получить следующее приближенное соотношение между номинальной прочностью σ_{Hc} и D :

$$\sigma_{Hc}(D) = k\sigma_T \left(1 + \frac{D}{D_0} \right)^{-1/2}, \quad (21)$$

здесь D_0 - характеристическая константа, соответствующая пересечению асимптот $D \rightarrow 0$ и $D \rightarrow \infty$.

Асимптотически для очень малых размеров $D \ll D_0$ кривая, описываемая выражением (21), стремится к горизонтальной асимптоте $\sigma_{Hc} = k\sigma_T$ (идеально пластические свойства), а для очень больших размеров $D \gg D_0$ к асимптоте, линейной механики разрушения $\sigma_{Hc} \sim D^{-1/2}$ (идеально хрупкие свойства, рис. 12).

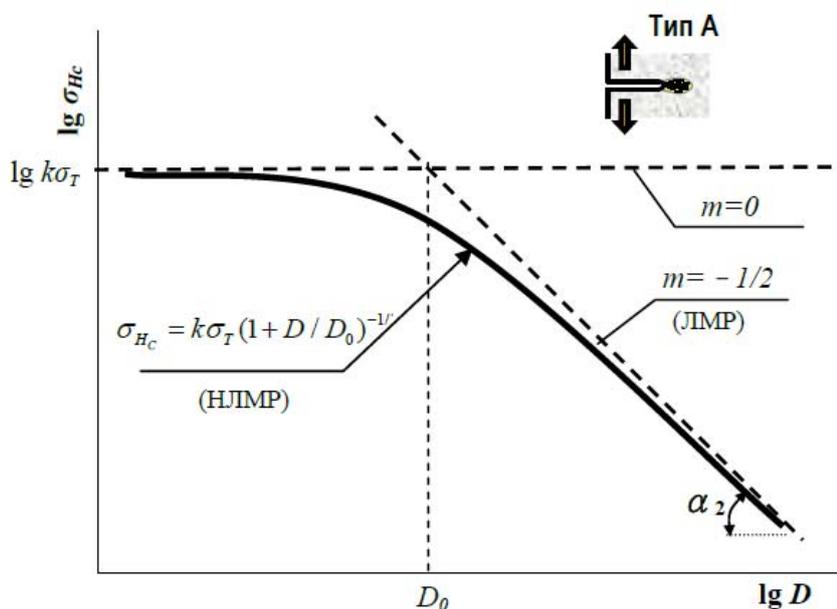


Рис. 12. Масштабный эффект типа А для геометрически подобных конструкций, содержащих пропорциональные трещины (асимптоты: $arctg\alpha_1 = 0$, $arctg\alpha_2 = -1/2$)

Простые степенные законы подобия выполняются для конструкций из структурно однородных материалов, у которых отсутствует характеристический размер. Для квазихрупких материалов, которые имеют характеристический размер, определяемый структурной неоднородностью, закон подобия оказывается более сложным. Однако очевидно, что при достаточно больших размерах конструкции D , размеры неоднородностей материала (и, следовательно, характеристическую длину материала) можно считать малыми. То есть степенной закон подобия для конструкций из квазихрупких материалов должен выполняться асимптотически для достаточно больших размеров D ($D \rightarrow \infty$), когда влияние характеристической длины материала l_0 становится несущественным. В случае если в момент разрушения присутствует большая трещина, показатель степени закона подобия равен $m = -1/2$ (линейная механика разрушения).

При весьма малых D , когда размер композитного образца с трещиной сопоставим с l_0 , пластическая зона предразрушения захватывает всю конструкцию. При этом будет иметь место горизонтальная асимптотика, соответствующая решениям, получаемым с помощью континуальных моделей. Это означает, что для очень малых размеров масштабный эффект также должен асимптотически стремиться к степенному закону. При этом показатель степени должен быть равен ($m = 0$), что соответствует классическому критерию прочности $\sigma_{Hc} = k\sigma_T = \text{const}_D$.

Величина номинальной прочности здесь не зависит от разброса свойств материала в различных точках конструкции. Место разрушение практически предопределено геометрией конструкции. Поэтому масштабный эффект имеет чисто детерминистическую (энергетическую) природу.

Однако сложность оценки влияния масштабного эффекта для квазихрупких материалов заключается в том, что значительная доля конструкций попадает в переходную область между двумя асимптотами, для которой закон подобия должен иметь вид некоторой переходной кривой, вид которой может быть определен с привлечением подходов нелинейной механики разрушения (НЛМР).

4.2. Масштабный эффект в конструкциях из квазихрупких материалов, которые разрушаются при инициации макротрещин

Принципиально иной тип масштабного эффекта имеет место в конструкциях из квазихрупких материалов, разрушающихся в момент образования макротрещин на свободной поверхности (когда не возникает магистральных трещин, пропорциональных размерам конструкции $a_f \propto D$) (рис. 13). В данном случае масштабный эффект будет иметь комбинированный характер и представлять собой суперпозицию действия энергетического и статистических факторов [19, 26].

Для таких конструкций вид кривой, характеризующей влияние масштабных факторов на номинальную прочность σ_H , имеет принципиально иной вид, чем в случае конструкций, в которых развиваются магистральные трещины. Также как и в рассмотренном п.4.1 случае при малых D будет иметь место горизонтальная асимптотика кривой подобия (рис. 14), обусловленная тем, что при малых D , зона предразрушения захватывает всю конструкцию. Далее с ростом D будет проявляться масштабный эффект энергетической природы, поскольку с ростом D будет пропорционально увеличиваться и размер зоны предразрушения l_0 (но тангенс угла наклона не будет равен $-1/2$). Однако при достаточ-

но больших размерах конструкции D , размер зоны предразрушения перестает возрастать с ростом D (см. рис. 2). Вследствие этого при дальнейшем увеличении D ($D \gg l_0$) начнет проявляться масштабный эффект статистической природы.

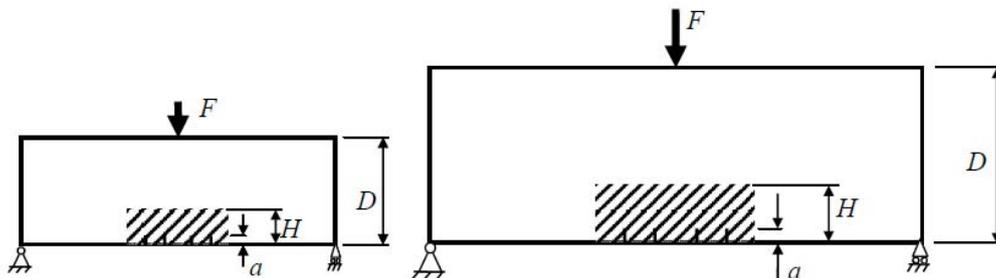


Рис.13. Геометрически подобные конструкции из квазихрупких материалов, разрушающиеся момент инициации макротрещин

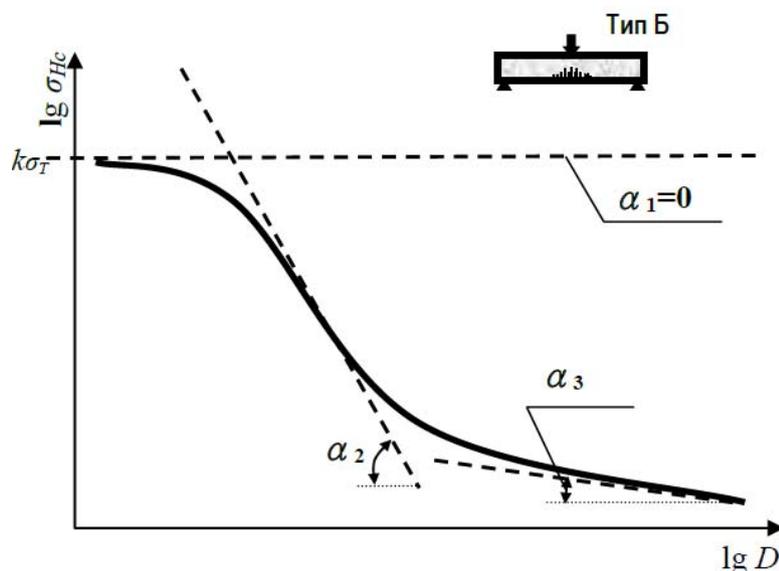


Рис.14. Комбинированный энергетико-статистический закон подобия номинальной прочности для конструкций из квазихрупких материалов, разрушающихся при появлении макротрещин

(асимптоты: $\arctg \alpha_1 = 0$, $\arctg \alpha_2 = -1/r$, $\arctg \alpha_3 = -n/m$)

(В масштабный эффект для геометрически подобных конструкций, разрушающихся при появлении макротрещин)

В работе [27] получен следующий комбинированный энергетико-статистический закон подобия:

$$\sigma_{Hc}(D) = f_r^\infty \left[\left(\frac{D_b}{D} \right)^{rn/m} + \frac{rD_b}{D+l_p} \right]^{1/r}, \quad (22)$$

где f_r^∞ , D_b , r , l_p - положительные эмпирические константы. Параметр f_r^∞ характеризует решение упругой задачи по оценке прочности крупногабаритной конструкции

($D \rightarrow \infty$). Показатель r определяет крутизну наклона степенного закона подобия промежуточной асимптоты. Параметр D_b - определяет толщину слоя растрескивания и связан с размером зерна, изменение параметра приводит к сдвигу кривой закона подобия вправо или влево. При $D_b = 0$ имеем случай хрупкого поведения материала (при $D_b > 0$ - материал имеет квазихрупкие свойства). Параметр l_p - длина автокорреляции механических свойств материала, обеспечивает достижение горизонтальной асимптоты пластического решения при $D \rightarrow 0$ ($D \ll l_p$). Если $l_p = 0$, то горизонтальная асимптотика при $D \rightarrow 0$ отсутствует (для малых размеров будет асимптотика степенного закона подобия).

Для малоразмерных конструкций $\lim_{D \rightarrow 0} \sigma_{Hc}(D) = f_r^\infty r^{1/r} \left(\frac{D_b}{D+l_p} \right)^{1/r} \sim D^0$ - асимптота пластического решения (континуальная модель).

Для крупногабаритных конструкций $\lim_{D \rightarrow \infty} \sigma_{Hc}(D) = f_r^\infty \left(\frac{D_b}{D} \right)^{n/m} \sim D^{-n/m}$ - асимптота статистического масштабного эффекта Вейбулла.

Как отмечалось в п.4, если в рассматриваемой конструкции действует масштабный эффект энергетической природы, то он проявляется значительно более сильно, чем масштабный эффект статистической природы (линии 2 и 3, рис.1). Если исходить из статистического МЭ, то согласно выражению (15) при выборе материала с показателем $m \approx 7$ для конструктивных элементов, характерные размеры которых различаются в 10 раз, разрушающие напряжения отличаются лишь на 41%, в то время как, если исходить из энергетического МЭ по выражению (19), то разрушающие напряжения в аналогичном случае будут различаться уже в 3,16 раза. Поэтому проявление МЭСП следует отслеживать в тех случаях, когда более сильный МЭЭП не действует.

5. Особенности влияния масштабного фактора на вероятностные распределения номинальной прочности для материалов различных типов

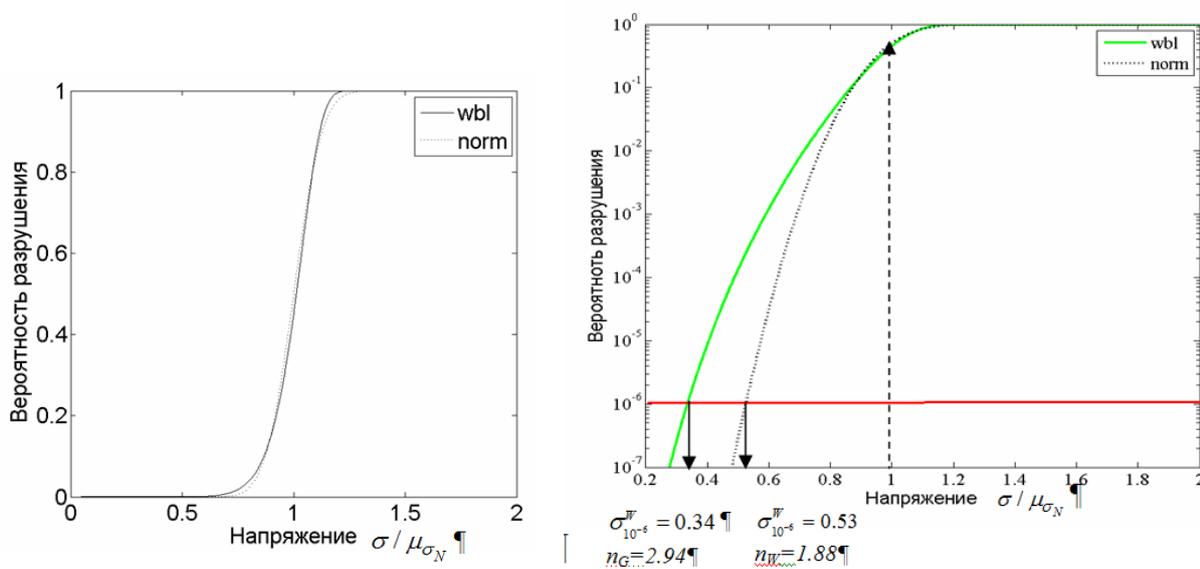
5.1 Влияние типа распределения прочности на вероятность разрушения и назначение запасов прочности

Номинальная прочность является случайной величиной. В предыдущих разделах при описании масштабного эффекта речь шла преимущественно о влиянии характерного размера конструкции D на математическое ожидание номинальной прочности σ_H . Проведенные оценки позволяют обеспечивать прочность исходя из нормативных подходов, которые базируются на назначении центральных запасов прочности конструкций $n_1(D)$, с учетом влияния их абсолютных размеров.

Однако при оценках прочностной надежности и защищенности конструкций существенное влияние имеет также и тип распределения номинальной прочности [25,31]. В настоящее время при проектировании ответственных конструктивных элементов опасных промышленных объектов ставится задача обеспечить чрезвычайно низкую вероятность разрушения в процессе их эксплуатации $P_\phi < [P_\phi] = 10^{-6}$. Для таких низких значений вероятности невозможно экспериментально получить функцию распределений прочности в области хвостов распределений, соответствующих $P_\phi = F_{\Sigma_c}(\sigma) < 10^{-6}$, так как для этого потребовалось бы проведение $10^7 - 10^8$ опытов. Поскольку такое число экспериментов на практике для реальных конструкций провести невозможно, то необходимо построить фи-

зически обоснованную модель для оценки хвостовых частей распределений прочности конструктивных элементов, и в частности, определить тип распределения прочности в области низких квантилей.

Простейшее сопоставление двух имеющих одни и те же математические ожидания и дисперсии распределений Гаусса (левый хвост которого убывает по экспоненциальному закону) и Вейбулла (левый хвост которого убывает по степенному закону) показывает (рис. 15 а и б), что в случае распределения Гаусса, прочности квантиль $\sigma_{10^{-6}}^G$, соответствующий вероятности разрушения $P_\phi = 10^{-6}$, расположен значительно ближе к математическому ожиданию номинальной прочности μ_{σ_H} , чем аналогичный квантиль $\sigma_{10^{-6}}^W$, соответствующий распределению Вейбулла. То есть в отличие от центральных областей распределений, которые практически совпадают, хвостовые части этих распределений будут заметно отличаться.



а) Вид функций распределения в линейных координатах

б) Вид функций распределения в полулогарифмических координатах

Рис.15. Расположение графиков распределений прочности Вейбулла и Гаусса

$\sigma_{10^{-6}}^G$ - квантиль распределения прочности, соответствующий вероятности разрушения $[P_\phi] = 10^{-6}$ при Гауссовом распределении прочности; $\sigma_{10^{-6}}^W$ - аналогичная величина при Вейбулловом распределении прочности

Для рассматриваемого численного примера квантиль Вейбулловского распределения прочности $\sigma_{10^{-6}}^W$, соответствующий вероятности разрушения $P_\phi = 10^{-6}$, равен $0.34\mu_{\sigma_H}$, а подобный квантиль распределения Гаусса - $\sigma_{10^{-6}}^G = 0.53\mu_{\sigma_H}$. Иными словами, чтобы вероятность разрушения не превысила величину $P_\phi = 10^{-6}$, для случая, когда прочность распределена по закону Вейбулла, необходимо, чтобы действующее напряжение σ_ϕ было не выше, чем $0.34\mu_{\sigma_H}$, а в случае распределения Гаусса – не выше, чем $0.53\mu_{\sigma_H}$. Следовательно, чтобы снизить вероятность разрушения до значений $P_\phi < 10^{-6}$, в случае рассматриваемых типов распределений прочности необходимо выбирать центральные запасы на уровне $n_W = 2.94$ и $n_G = 1.88$ соответственно.

5.2. Распределения номинальной прочности конструкций из идеально упругопластических и хрупких материалов

В случае идеально пластичных и идеально хрупких материалов характер функций распределений прочности является вполне понятным и стабильным при изменении D :

Функция распределения прочности идеально пластичного материала имеет вид Гауссова (нормального) распределения:

$$P_{\phi}(\sigma) = \Phi\left(\frac{\sigma - \mu}{\delta}\right), \quad (23)$$

где $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-x^2/2} dx$ - функция Лапласа, μ и δ - соответственно математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение.

Такой вид распределения объясняется тем, что прочность конструкции, выполненной из пластичного материала, определяется суммой несущих способностей большого числа элементарных объемов материала, расположенных вдоль поверхности разрушения. Поэтому в соответствии с центральной предельной теоремой прочность конструкции можно считать распределенной по закону Гаусса. Следовательно, левый хвост распределения прочности $F_{\Sigma_c}(\sigma)$ убывает по экспоненциальному закону, то есть достаточно быстро. Особенностью конструкций из пластических материалов является отсутствие масштабного эффекта, объясняемое способностью материала перераспределять напряжения в областях с низкой локальной прочностью. Таким образом, при увеличении абсолютных размеров конструкции из материала с высокой пластичностью не меняется ни математическое ожидание, ни тип распределения прочности. При этом можно предположить, что разброс значений номинальной прочности будет снижаться за счет увеличения базы усреднения (рис. 15).

Как показано в п.2 прочностная надежность конструкции из хрупких материалов описывается моделью слабого звена бесконечной цепи элементарных объемов ($N \rightarrow \infty$). Прочность каждого из элементарных объемов Σ_i распределена по закону $P_1(\sigma) = P(\Sigma_i < \sigma)$. Прочность конструкции является случайной величиной S_N , равной минимуму бесконечной последовательности одинаково распределенных случайных величин, представляющих собой прочности отдельных ЭО:

$$S_N = \min(\Sigma_1, \Sigma_2, \dots, \Sigma_N), \quad N \rightarrow \infty.$$

Поэтому прочность конструкции из хрупкого материала будет характеризоваться экстремальным распределением минимумов функции распределения прочности элементарных объемов.

Перейдем к нормированным переменным: $x = \sigma / \sigma_0$ - нормированное напряжение, $X_i = \Sigma_i / \sigma_0$ - нормированная прочность ЭО. $Y_N = \min(X_1, X_2, \dots, X_N)$ - нормированная прочность конструкции. Тогда распределение прочности (вероятность разрушения) конструкции может быть записано: $P_N(y) = P(\min_{i=1}^N X_i \leq y)$

Далее согласно выражению (4) можно записать:

$$P_N(y) = 1 - [1 - P_1(y)]^N. \quad (22a)$$

Учитывая, что $\lim_{N \rightarrow \infty} (1 + x/N)^N = e^x$, это выражение может быть переписано в виде:

$$P_N(y) = 1 - e^{-NP_1(y)}. \quad (22б)$$

Полученное выражение представляет собой экстремальное распределение (распределение минимумов) прочностей элементарных объемов конструкции.

Согласно теореме Фишера-Типпетта при $N \rightarrow \infty$ существуют только три асимптотические формы экстремального распределения $P_N(y)$:

- 1) $P_N(y) = 1 - e^{-e^y}$ - распределение Гумбеля.
- 2) $P_N(y) = 1 - e^{-|y|^{-m}}$ - распределение Фречета.
- 3) $P_N(y) = 1 - e^{-y^m}$ - распределение Вейбулла.

Первая экстремальная форма реализуется, если элементарное распределение $P_1(y)$ имеет бесконечный, убывающий по экспоненте хвост. Вторая экстремальная форма соответствует случаю бесконечного хвоста с обратным степенным законом вида $|\sigma|^{-m}$. Третья экстремальная форма имеет место, если базовое распределение $P_1(y)$ имеет степенной хвост с конечным пороговым значением. Первые два типа экстремальных форм имеют неограниченные хвосты, уходящие в область отрицательных значений, и, следовательно, не подходят для описания прочности конструкции. Поэтому выбор в качестве $P_1(\sigma)$ распределения Вейбулла, имеющего ограниченный степенной хвост, является оправданным.

Таким образом, влияние масштабного эффекта статистической природы на вероятностное распределение прочности хрупкой конструкции может быть описано на основе статистической теории Вейбулла с привлечением теории экстремальных значений. При увеличении характерного размера D геометрически подобных конструкций, происходит снижение математического ожидания μ_{σ_H} и среднеквадратического отклонения δ_{σ_H} прочности, но сохраняется тип функции распределения прочности конструкций, а именно - распределения Вейбулла (рис. 16).

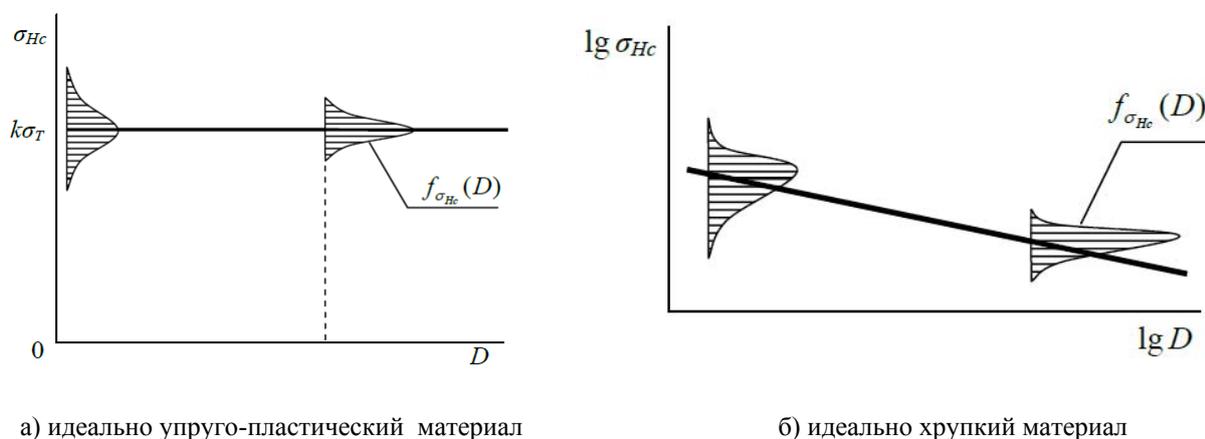


Рис.16. Зависимости распределения номинальной прочности от абсолютного размера конструкции $f_{\sigma_{Hc}}(D)$ - плотность распределения номинальной прочности конструкции

Учитывая выражение (22а), функцию плотности распределения номинальной прочности конструкции $p_\phi(\sigma) = dP_\phi(\sigma) / d\sigma$ можно выразить через функцию распределения прочности элементарного объема:

$$p_\phi(\sigma) = Np_1(\sigma)\{1 - P_1(\sigma)\}^{N-1}.$$

Рассмотрим численный пример оценки прочности конструкции из хрупкого материала на основе модели слабого звена бесконечной цепи для двух базовых типов распределения прочности одного звена. На рис. 17 представлены функции плотности распределения прочности конструкции для различных значений числа элементарных объемов $N : N = 1, 10^2, 10^4, 10^6$ для двух различных базовых распределений прочности ЭО $P_1(\sigma)$: - распределения Вейбулла (рис.17 а) и распределения Гаусса (рис.17 б). При этом оба базовых распределения имеют одинаковые математические ожидания ($\mu_1^W = \mu_1^G = 1$) и среднеквадратические отклонения ($\delta_1^W = \delta_1^G = 0.1$). Заметим, что увеличение N означает для одномерной задачи пропорциональное увеличение характерного размера D ($N \sim D$). Из представленных графиков следует, что с ростом абсолютных размеров будут снижаться математическое ожидание $\mu_{\sigma_{\text{нс}}}$ и среднеквадратическое отклонение $\delta_{\sigma_{\text{нс}}}$ прочности конструкции. Причем с ростом N заметно увеличивается разница, между функциями распределений прочности конструкции, построенными для различных типов распределения прочности элементов $P_1(\sigma)$. Важно отметить, что в случае, если в качестве базового распределения прочности ЭО $P_1(\sigma)$ было избрано распределение Гаусса, то экстремальное распределение (распределение прочности конструкции) заходит в область отрицательных значений, что не имеет физического смысла. Поэтому выбор распределения Вейбулла, в качестве базового распределения прочности ЭО, является предпочтительным [28].

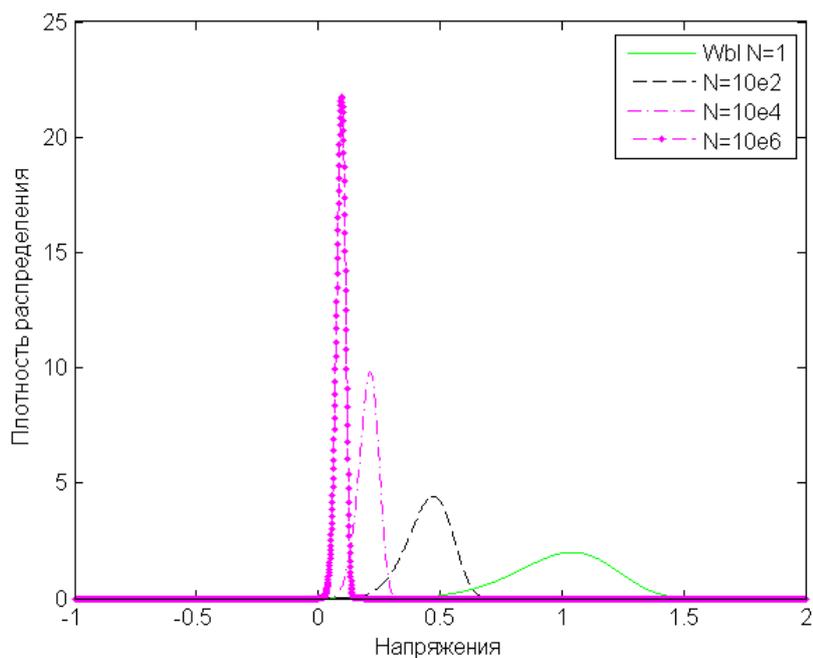
В случае хрупкого материала элементарный объем стягивается в точку и число ЭО $N \rightarrow \infty$ при любом размере конструкции. Для случая $N \rightarrow \infty$ распределение прочности конструкции может исследоваться с привлечением подходов теории экстремальных значений. В соответствии с теоремой Фишера-Типпета-Гнеденко, поскольку базовое распределение прочности элементарного объема описывается распределением Вейбулла (с параметрами σ_0 и m), то распределение прочности конструкции будет иметь экстремальную форму третьего типа, которое также представляет собой распределение Вейбулла, математическое ожидание и коэффициент вариации которого буду записываться в виде:

$$\mu_{\sigma_{\text{нс}}} = \sigma_0 N^{-1/m} \Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right),$$

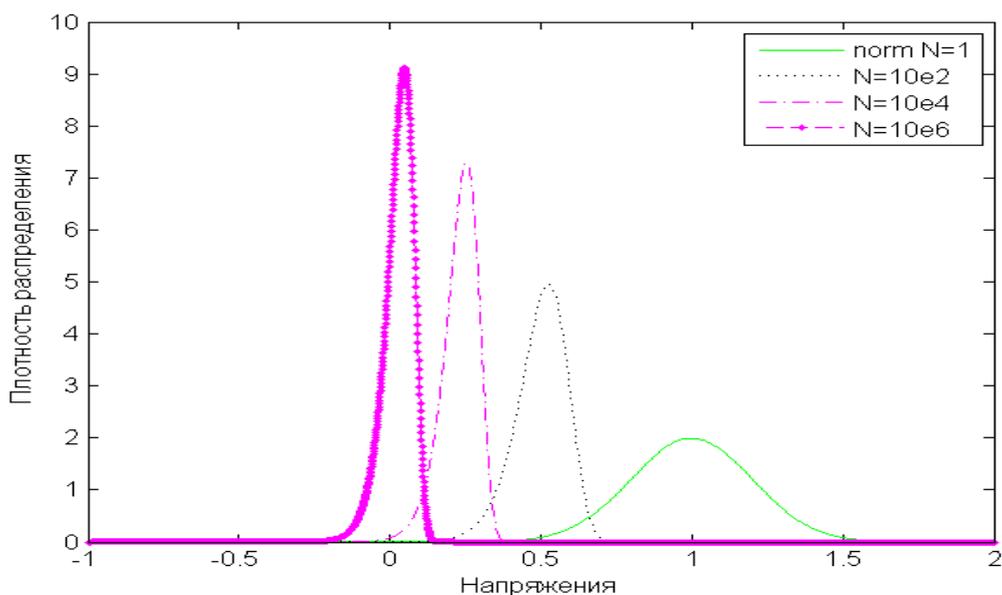
$$\omega_{\sigma_{\text{нс}}} = \sqrt{\Gamma\left(1 + \frac{2}{m}\right)\Gamma^{-2}\left(1 + \frac{1}{m}\right) - 1},$$

где $\Gamma(\cdot)$ - гамма функция.

Характерно, что поскольку m является постоянной материала и не зависит от D (или N), то коэффициент вариации номинальной прочности также не будет зависеть от характерного размера конструкции.



а) Распределение прочности одного ЭО подчиняется закону Вейбулла

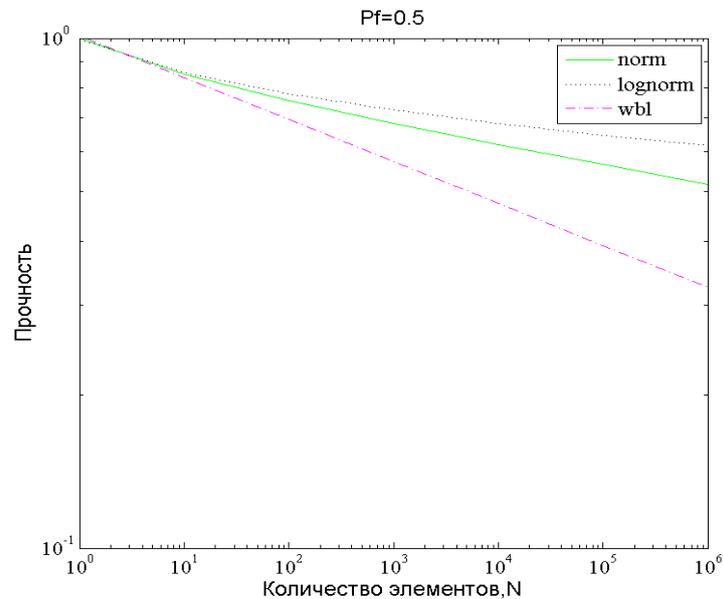


б) Распределение прочности одного ЭО подчиняется закону Гаусса

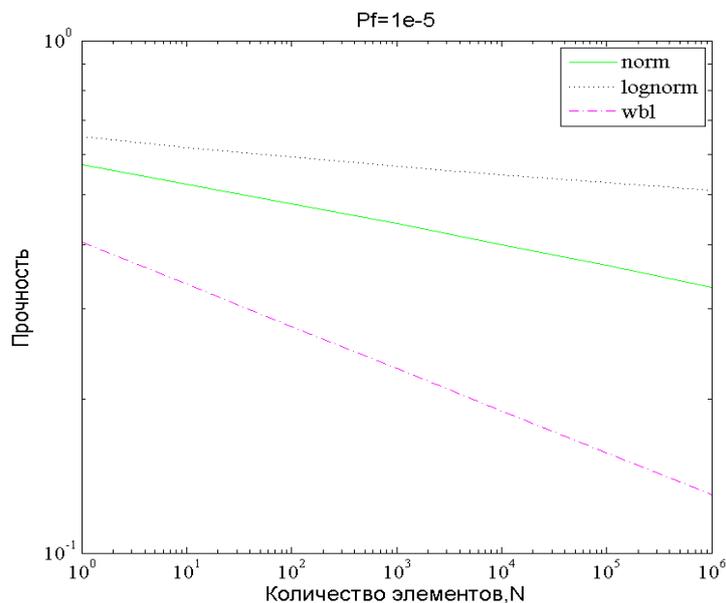
Рис. 17. Функции плотности распределения прочности конструкций при различных числах элементарных объемов N

Сильное влияние типа распределения прочности ЭО при большом N (и соответственно большом D) на прочность конструкции может быть проиллюстрировано, если построить зависимости $\sigma(N)$, обратные выражению (24), для различных базовых типов распределений. На рис. 18 а и б, представлены зависимости номинальной прочности конструкции от числа элементов N , каждый из которых имеет функцию распределения

прочности $P_1(\sigma)$ с математическим ожиданием 1 и среднеквадратичным отклонением 0.1 для трех типов распределений - распределения Вейбулла, распределения Гаусса и логарифмически нормального распределения: $\mu_1^W = \mu_1^G = \mu_1^{LN} = 1$ и $\delta_1^W = \delta_1^G = \delta_1^{LN} = 0.1$. Представленные на рисунках зависимости подтверждают проявление масштабного эффекта для математического ожидания μ_{σ_H} и низких квантилей (уровня 10^{-5}) распределения прочности конструкций, а также демонстрируют существенное влияние типа распределения прочности ЭО $P_1(\sigma)$ на прочность конструкции.



а) Зависимости для 50% вероятности разрушения



б) Зависимости для вероятности разрушения $P_\phi = 10^{-5}$

Рис. 18. Масштабный эффект прочности системы при различных базовых типах распределений прочности ЭО

5.3 Использование модели слабого звена цепи конечной длины для оценки конструкционной прочности квазихрупких материалов

Как уже отмечалось в п.2. разрушение конструкции из хрупкого материала происходит в той точке, в которой нарушается локальное условие прочности. Для хрупких материалов масштабный эффект имеет чисто статистическую природу и определяется случайным характером прочностных свойств материала: чем больше конструкция, тем выше вероятность, что в какой-либо ее точке вследствие дефектности материал будет иметь низкую локальную прочность, что и вызовет мгновенное разрушение конструкции.

К квазихрупким относятся конструкционные материалы, у которых размер структурных неоднородностей l_0 не является пренебрежимо малым по сравнению с характерным размером самой конструкции D . Вследствие чего механические свойства материала этих конструкций зависят от их размеров.

Малоразмерные конструкции из квазихрупких материалов демонстрируют квазипластические свойства и механизмы разрушения (соответственно им присущи гауссовы распределения номинальной прочности). Для крупногабаритных конструкций, напротив, характерны хрупкие механизмы разрушения, а распределения номинальной прочности подчиняется закону Вейбулла. В настоящее время подобное проявление масштабного эффекта подтверждается значительным числом экспериментальных исследований [14, 32].

Квазихрупкие материалы разрушаются в результате формирования зоны предразрушения, в которой происходит локальное перераспределение напряжений. Поэтому разрушение квазихрупких материалов должно рассматриваться как процесс, происходящей не в математической точке, в которой достигается максимальное значение эквивалентного напряжения, а в некоторой области вокруг этой точки (зоне предразрушения). При этом вводится параметр, определяющий характерный размер структуры материала. Этот параметр оценивается на основании аппроксимации экспериментальных данных о величине локальной прочности в зоне концентрации в момент образования трещины. В большинстве случаев он имеет порядок размера структурных неоднородностей l_0 и его можно считать приближенно равным ширине зоны предразрушения.

Отличительной особенностью проявления масштабного эффекта прочности для квазихрупких материалов является тот факт, что с ростом характерных размеров меняется не только среднее значение номинальной прочности (что имеет место и для хрупких материалов), но тип ее вероятностного распределения. Для квазихрупких материалов масштабный эффект имеет как стохастическую, так и детерминистическую (энергетическую) составляющие. Поэтому закон подобия номинальной прочности квазихрупких материалов имеет значительно более сложный вид.

В данном разделе рассматривается класс конструкций (тип Б), которые разрушаются в случае, когда макротрещина появляется и выходит за границы одного элементарного объема. Разрушение происходит при максимальной нагрузке, под действием которой трещина динамически распространяется по сечению конструкции. Подобное поведение характерно для конструкций с положительной геометрией, которые имеют положительную производную коэффициента интенсивности напряжений по длине трещины при постоянной нагрузке ($\partial K / \partial a > 0$). В статистической постановке такая конструкция может моделироваться как последовательность элементарных объемов (т.е. с помощью модели слабого звена цепи конечной длины). При этом под элементарным объемом (ЭО) далее понимается минимальный объем, разрушение которого вызывает разрушение конструкции. Размер элементарного объема приблизительно

равен длине автокорреляции пространственной вариации прочности материала. Поэтому прочностные свойства различных элементарных объемов могут считаться взаимно независимыми величинами. Ключевой особенностью подобных конструкций, позволяющей использовать модель слабого звена, является то, что разрушение одного элементарного объема означает разрушение всей конструкции. Причем для квазихрупких конструкций число звеньев цепи N является конечным и равным числу элементарных объемов.

В связи с тем, что для квазихрупких конструкций, число N является конечным, для получения функции распределения номинальной прочности конструкции $P_\phi(\sigma_H)$ уже недостаточно знания левого хвоста распределения элементной прочности, то есть, необходимо знать всю функцию распределения прочности ЭО $P_1(\sigma)$.

Важно, что для квазихрупких конструкций не только математическое ожидание прочности, но и само распределение прочности $F_{\Sigma_c}(\sigma)$ является функцией характерного размера конструкции $D: F_{\Sigma_c}(\sigma | D)$. В работах [29, 31], базируясь на атомистических подходах механики разрушения, было показано, что распределение прочности $P_1(\sigma)$ ЭО может аппроксимироваться с помощью составного распределения, объединяющего распределение Гаусса, к которому в точке сопряжения σ_s низкой квантили, соответствующей вероятности $P_s \approx 10^{-3} - 10^{-4}$ присоединяется левый хвост распределения Вейбулла:

$$P_1(\sigma) = \begin{cases} r_f(1 - e^{-(\sigma/\sigma_1)^m}) \approx r_f \langle \sigma / \sigma_1 \rangle^m = P_W(\sigma) & (\sigma \leq \sigma_s) \\ P_s + \frac{r_f}{\delta_G \sqrt{2\pi}} \int_{\sigma_s}^{\sigma} e^{-(\sigma' - \mu_G)^2 / 2\delta_G^2} d\sigma' = P_G(\sigma) & (\sigma > \sigma_s) \end{cases}, \quad (25)$$

где $\langle x \rangle = \max(x, 0)$; m - модуль Вейбулла; $s_1 = s_0 r_f^{1/m}$; s_0 - параметр масштаба Вейбулловского хвоста; μ_G и δ_G - математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение распределения Гаусса (если бы оно было продолжено до $-\infty$); r_f - нормирующий параметр, обеспечивающий выполнение условия $P_1(\infty) = 1$; $P_s = r_f \{1 - \exp[-(\sigma_s / \sigma_1)^m]\} \approx (\sigma_s / \sigma_1)^m$ значение функции распределения прочности в точке сопряжения σ_s .

Также было установлено, что, что составной характер распределений сохраняется для распределений номинальной прочности конструкций. Причем при увеличении размера D точка сопряжения σ_s сдвигается вправо в сторону более высоких квантилей распределений (рис. 19). Таким образом, вид функции распределения прочности конструкции из квазихрупкого материала зависит от ее размера D . Для малогабаритных конструкций $F_{\Sigma_c}(\sigma)$ близка к нормальному и имеет Вейбулловский хвост, сопрягающийся с Гауссовой центральной областью при квантилях σ_s уровня $10^{-3} - 10^{-5}$ (низких вероятностях разрушения $P_\phi \sim 10^{-3} - 10^{-5}$). Для крупногабаритных конструкций, напротив, функция распределения прочности близка к распределению Вейбулла, и переходит в нормальное распределение только при высоких квантилях распределения прочности, соответствующих $P_\phi \sim 0,999$.

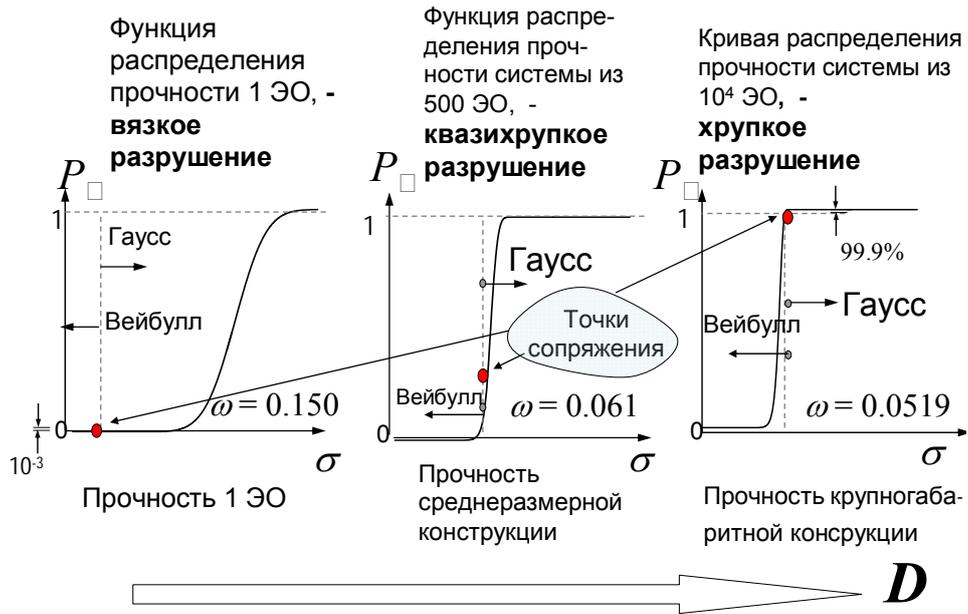


Рис.19. Вид составных распределений прочности конструкций из квазихрупких материалов различных размеров [36]

5.4. Асимптотики масштабного эффекта для квазихрупких конструкций

В работах [14, 26] с помощью специальных иерархических моделей была установлена взаимосвязь распределения прочности квазихрупких материалов на наномасштабном и макромасштабном уровнях (рис. 20). Указанная иерархическая модель может представлять собой пучок, состоящий из двух длинных цепей уровня 1, каждая из которых будет состоять из пучков 1 уровня, в свою очередь включающих цепи уровня 2 и т.д. вплоть до достижения наномасштабного уровня. При этом цепи представляют локализацию разрушений, а пучки характеризуют условие совместности (сопряжения) между смежными масштабными уровнями, а также и механизм перераспределения нагрузок при частичном повреждении материала.

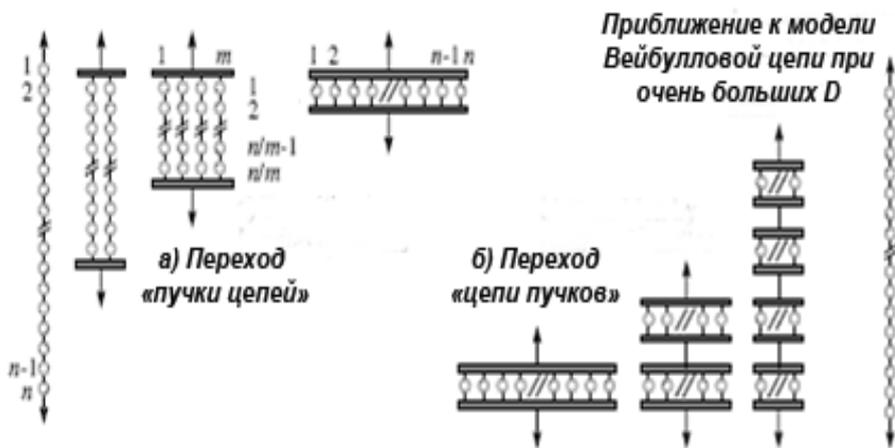


Рис. 20. Асимптотические переходы при построении вероятностных моделей прочности конструкций из квазихрупких материалов [37]

Асимптотика малых размеров

В соответствии с представлениями о сценарии разрушения малогабаритных конструкций ($D \rightarrow 0$) из квазихрупких материалов, формирующаяся зона предразрушения захватывает весь объем конструкции. Описание такого механизма разрушения осуществляется с помощью модели когезионной трещины, распространяющейся на все поперечное сечение (рис. 21). Оценка прочности такой конструкции может проводиться с помощью известной модели пучка параллельных волокон Даниэлса (рис. 22).

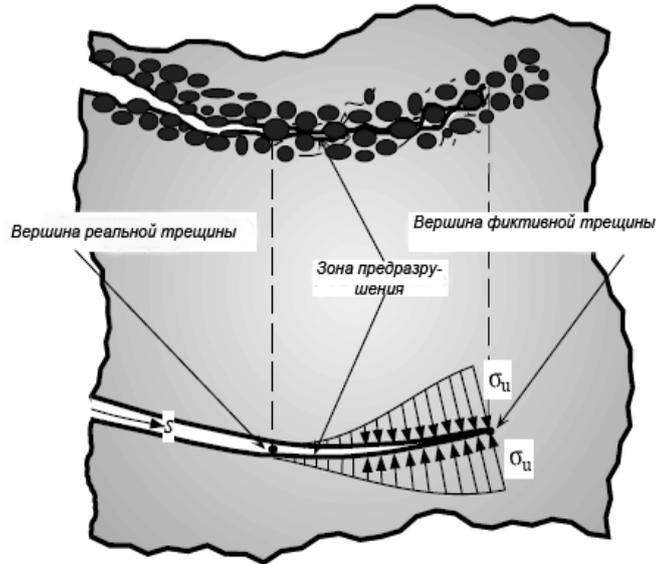


Рис. 21. Описание зоны предразрушения с помощью модели когезионной трещины [35]

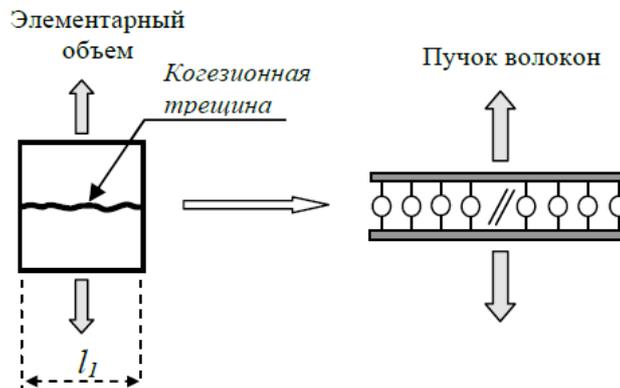


Рис. 22. Переход к модели пучок Даниэлса при $D \rightarrow 0$

Использование модели пучка Даниэлса, в которой материал волокон считается идеальным упругопластическим, позволяет обеспечить выполнение требования о конечности величины номинальной прочности (при $D \rightarrow 0$: $\sigma_{nc} \rightarrow k\sigma_T$, где k - константа, определяемая геометрией конструкции и условиями нагружения). Благодаря этому

при $D \rightarrow 0$ удается обеспечить асимптотическое соответствие решениям континуальных моделей.

В работах [27, 28] было показано, что вероятность разрушения подобной системы (или функция распределения ее прочности) при достаточно большом количестве волокон в пучке ($n_f \rightarrow \infty$) может быть аппроксимировано стандартным Гауссовым распределением:

$$G_n(\sigma) = P(Q_n^* \leq \sigma) \approx \Phi\left(\frac{\sigma - \mu^*}{\delta^*} \sqrt{n_f}\right). \quad (26)$$

Причем параметры распределения прочности пучка – математическое ожидание μ^* и дисперсия δ^* / n_f могут быть явным образом выражены через функцию распределения прочности отдельных волокон $F(\sigma): \mu^* = E\{Q_n^*\} = \sigma_*[1 - F(\sigma_*)]$, $\delta^{*2} / n_f = D[Q_n^*] = \sigma_*^2 F(\sigma_*)[1 - F(\sigma_*)]$, где $\sigma = \sigma_*$ - значение, доставляющее максимум величине $\sigma(1 - F_X(\sigma))$.

Если прочность каждого из волокон распределена по закону Вейбулла $F(\sigma) = 1 - \exp(-(\sigma / \sigma_1)^{m_1})$ где σ_1 - параметр масштаба, m_1 - модуль Вейбулла, то могут быть получены асимптотические значения параметров Гауссова распределения прочности пучка при $n_f \rightarrow \infty$:

$$\begin{aligned} x_0 &= \sigma_1 \cdot m_1^{-1/m_1}, \\ \mu^* &= \sigma_1 \cdot m_1^{-1/m_1} \cdot e^{-1/m_1}, \\ \delta^* &= \sigma_1 \cdot m_1^{-1/m_1} \cdot \sqrt{e^{-1/m_1} [1 - e^{-1/m_1}]}. \end{aligned} \quad (27)$$

Асимптотика больших размеров

Разрушение крупногабаритных конструкций происходит, когда зона предразрушения будет полностью сформирована. Структурная схема надежности конструкции, в которой при постоянной нагрузке с увеличением длины трещины возрастает коэффициент интенсивности напряжений (или скорость высвобождения энергии), может моделироваться с помощью цепи, каждое из звеньев которой представляет собой ЭО (или зону предразрушения). Вероятность разрушения подобной конструкции описывается с помощью модели слабого звена цепи конечной длины, согласно которой прочность конструкции σ_{Hc} представляет собой случайную величину, равную минимуму значений прочности отдельных звеньев $\sigma^{(i)}$, $i = 1, 2, \dots, N$ $\sigma_{Hc} = \min(\sigma^{(1)}, \sigma^{(2)}, \dots, \sigma^{(N)})$ (рис. 23). В соответствии с теорией экстремальных значений существует только три предельные формы распределений минимумов, одним из которых является распределение Вейбулла, которое хорошо согласуется с экспериментальными данными.

Основываясь на модели слабого звена цепи конечных размеров аналогично тому, как это делалось в п.2, можно утверждать, что рассматриваемая конструкция оказывается в неразрушенном состоянии, если неразрушенными оказываются все ЭО конструкции. Поэтому функция распределения прочности конструкции может быть записана в виде:

$$P_\phi(\sigma_H) = 1 - \prod_{i=1}^N \{1 - P_1[\sigma_H s(x_i)]\} \quad (28)$$

или

$$\ln[1 - P_\phi(\sigma_H)] = \sum_{i=1}^N \ln\{1 - P_i[\sigma_H s(x_i)]\} \approx - \sum_{i=1}^N P_i[\sigma_H s(x_i)], \quad (29)$$

где $N = V / V_e$ - количество элементарных объемов; V и V_e - соответственно объемы всей конструкции и одного элементарного объема; $s(x_i)$ - безразмерная функция напряжений, подбирающаяся таким образом, чтобы фактические напряжения $\sigma(x_i)$ в i -ом ЭО, центрированном по координате x_i равнялись $\sigma_H s(x_i)$. При этом $\sigma(x_i)$ может рассматриваться как максимальное главное напряжение σ_I . Приближенное равенство справедливо поскольку при большом N цепь должна разрушаться при $P_i \ll 1$.

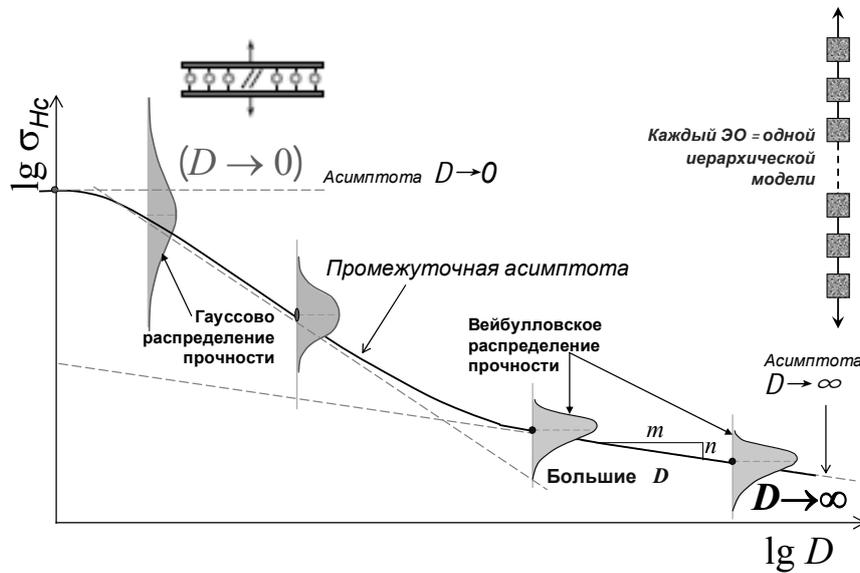


Рис.23. Влияние масштабного эффекта Типа Б на математическое ожидание и вид распределения прочности конструкций из квазихрупких материалов [33]

На основе обработки экспериментальных данных Вейбулл сделал вывод, что левый хвост распределения прочности ЭО хорошо описывается степенной зависимостью:

$$P_k(\sigma) \approx (\sigma(\mathbf{x}_k) / \sigma_0)^m,$$

где σ_0 и m - постоянные материала, называемые параметрами масштаба и формы распределения Вейбулла. Здесь $\sigma(\mathbf{x}_k)$ - неотрицательные значения наибольшего главного напряжения.

Тогда выражение (29) можно записать в виде:

$$-\ln[1 - P_\phi(\sigma_H)] = \sum_{k=1}^N \left(\frac{\sigma(\mathbf{x}_k)}{\sigma_0} \right)^m \approx \int_V \left(\frac{\sigma(x)}{\sigma_0} \right)^m \frac{dV}{l_0^n}. \quad (30)$$

Подынтегральная функция $c_f(x) = \left(\frac{\sigma(x)}{\sigma_0}\right)^m \frac{1}{l_0^n}$ получила название концентрации вероятности разрушения.

Производя замену переменных (переходя к безразмерным переменным) $\xi = x/D$, $\sigma(x) = \sigma_H S(\xi)$ и, учитывая что $dV(x) = D^n dV(\xi)$, можно переписать выражение (30) в следующем виде:

$$-\ln[1 - P_\phi(\sigma_H)] = (\sigma_H / S_0)^m,$$

Откуда распределение прочности конструкции.

$$P_\phi(\sigma_H) = 1 - \exp\left\{-\left(\sigma_H / \sigma_0\right)^m \Psi \cdot (D / l_0)^n\right\} = 1 - \exp\left\{-\left(\sigma_H / S_0\right)^m\right\}, \quad (31)$$

где

$$S_0 = \sigma_0 (l_0 / D)^{n/m} \Psi^{-1/m}, \quad \Psi = \int_V [S(\xi)]^m dV(\xi). \quad (32)$$

Рассматривая (31) можно отметить, что при малых σ_H хвостовая часть распределения прочности конструкции также имеет вид степенной зависимости:

$$P_\phi(\sigma_H) \approx (\sigma_H / S_0)^m.$$

Правая часть уравнения (31) представляет собой функцию распределение Вейбулла с параметром масштаба S_0 . Преобразовав (32) можно получить:

$$\sigma_{Hc} = C_0 (l_0 / D)^{n/m}, \quad (33)$$

где $C_0 = C_f \Psi^{-1/m}$, $C_f = \sigma_0 [-\ln(1 - P_\phi)]^{1/m}$.

Выражение (33), в котором C_0 и S_0 не зависят от D , определяет закон подобия номинальной прочности конструкции для заданной вероятности разрушения P_ϕ . Математическое ожидание номинальной прочности $\mu_{\sigma_{Hc}}$ может быть вычислено как:

$$\mu_{\sigma_{Hc}} = \int_0^\infty \sigma_{Hc} p_\phi(\sigma_{Hc}) d\sigma_{Hc},$$

где $p_\phi(\sigma_{Hc}) = dP_\phi(\sigma_{Hc}) / d\sigma_{Hc}$ - плотность распределения номинальной прочности конструкции.

Используя выражение (32) после очевидных преобразований можно получить закон подобия Вейбулла, представляющий математическое ожидание номинальной прочности как функцию характерного размера конструкции D и геометрического параметра Ψ .

$$\mu_{\sigma_{Hc}}(D, \Psi) = \sigma_0 \Gamma(1 + 1/m) = C_s(\Psi) D^{-n/m},$$

где $C(\Psi) = \Gamma(1 + 1/m) l_0^{n/m} \sigma_0 / \Psi^{1/m}$.

Коэффициент вариации номинальной прочности определяется как:

$$\omega_{\sigma_{Hc}}^2 = \left[\int_0^{\infty} \sigma_H^2 dP_{\phi}(\sigma_H) \right] / \mu_{\sigma_H}^2 - 1.$$

Учитывая (31) после ряда преобразований можно получить:

$$\omega_{\sigma_{Hc}} = \sqrt{\frac{\Gamma(1+2/m)}{\Gamma^2(1+1/m)}} - 1. \quad (34)$$

Выражение (34) для коэффициента вариации номинальной прочности не зависит от размера и геометрии конструкции. Оно может использоваться для введения эквивалентного числа ЭО N_e , такое что цепь из N_e равномерно нагруженных ЭО будет иметь ту же функцию распределения прочности. Для цепи, каждое из звеньев которой нагружено растягивающей нагрузкой $\sigma = \sigma_H$ справедливо:

$$P_{\phi}(\sigma_H) = 1 - \exp\{-N_e(\sigma_H / \sigma_0)^m\}. \quad (35)$$

Приравняв правые части выражений (35) и (31) можно получить:

$$N_e = (\sigma_0 / S_0)^m = (D / l_0)^n \Psi. \quad (36)$$

Таким образом, для конструкций из квазихрупких материалов применима модель слабого звена цепи ограниченных размеров. Причем функции распределения прочности каждого ЭО имеет вид сопряжения распределений Вейбулла и Гаусса. Это существенно осложняет проведение оценки прочности как на основе детерминистических (основанных на назначении запасов), так и вероятностных (базирующихся на индексах надежности) оценок прочности квазихрупких конструкций. Однако при оценках вероятности разрушения достаточно крупных конструкций решающее значение приобретает степенной хвост распределения прочности ЭО. Вследствие чего, функция распределения прочности конструкции будет иметь характер распределения Вейбулла. В этом случае удобно ввести понятие эквивалентного числа ЭО конструкции N_e , которое равно числу ЭО, обеспечивающему ту же вероятность разрушения для образца, подвергающегося равномерному одноосному нагружению. Величина N_e зависит от поля напряжений. Для крупногабаритных конструкций ($N_e > 5000$) функция распределения прочности $F_{\Sigma c}(\sigma)$ может быть получена аналитически. Для малогабаритных и среднегабаритных конструкций, для которых функция распределения прочности будет зависеть от гауссовой и вейбуловской частей распределения прочности ЭО, подобного аналитического выражения для функции распределения прочности конструкции получить не удастся.

Промежуточная асимптотика

Для среднегабаритных конструкций, размеры которых не могут быть отнесены к асимптотическим областям $D \rightarrow 0$ и $D \rightarrow \infty$ область предразрушения не является пренебрежимо малой по сравнению с размерами самой конструкции, перераспределение нагрузок и выделение энергии в процессе развития разрушения является весьма существ-

венным. Вследствие чего масштабный эффект будет иметь существенную детерминированную составляющую. Механизм разрушения образца для механических испытаний, имеющего размер, который превышает характеристическую длину, может быть представлен с помощью гибридной последовательно-параллельной модели (рис. 20). Статистический эффект перераспределения напряжений, вызывающий выделение энергии, может быть представлен с помощью параллельных связей между элементами, каждый из которых представляет собой ЭО. Количество ЭО в конструкции может быть невелико, вследствие чего распределение прочности нельзя будет с необходимой точностью аппроксимировать с помощью уравнения (26). В этом случае вероятность разрушения может быть определена с помощью рекурсивной формулы, полученной для пучка параллельных нитей:

$$G_n(\sigma) = P(Q_n^* \leq \sigma) = \sum_{i=1}^n (-1)^{i+1} \binom{n_f}{i} [F_X(\sigma)]^i G_{n-i} \left(\frac{n_f \sigma}{n_f - i} \right),$$

где $G_0(x) \equiv 1$ и $G_1(x) = F_X(x)$, $\binom{n}{k} = \frac{n!}{(n-k)!k!}$. Здесь n_f - количество элементов характеристического объема (волокон в пучке), $F(\sigma)$ - распределение прочности для каждого элемента (волокна).

С другой стороны возможность появления трещины в различных сечениях конструкции может быть учтена путем соединения пучков в последовательную структуру («цепь пучков»). При этом длина конструкции может быть учтена с помощью введения определенного количества пучков. Благодаря этому детерминистическая и статистическая составляющие масштабного эффекта могут быть учтены в единой модели, которая также позволяет осуществлять корректный переход от асимптоты $D \rightarrow 0$ к асимптоте $D \rightarrow \infty$. В первом предельном случае (когда $D \rightarrow 0$) модель «цепь пучков» будет вырождена в пучок микросвязей. В противоположном случае ($D \rightarrow \infty$) размер пучка является фиксированным, поскольку зона предразрушения уже была полностью сформирована, а количество пучков будет возрастать по мере увеличения размера конструкции D . При этом сама модель «цепь пучков» будет приобретать свойства модели слабого звена цепи.

6. Уточнение детерминистических и вероятностных критериев прочности конструкций из квазихрупких материалов с учетом влияния масштабного эффекта

При разработке системы критериев оценки прочности и методов, используемых для анализа риска и безопасности крупногабаритных конструкций, следует рассматривать взаимосвязанные вероятностные и детерминистические подходы [38-41].

1) Детерминистические подходы к обеспечению прочности основаны на обеспечении запасов по основным механизмам достижения предельных состояний. Детерминистические подходы обычно используются на начальном этапе конструирования конструкций для определения размеров наиболее нагруженных сечений проектируемых конструктивных элементов, когда еще отсутствует достаточный статистический материал для анализа, при существенных изменениях конструкций ТС и условий их эксплуатации.

2) Вероятностные подходы к обеспечению прочности базируются на снижении вероятности достижения предельных состояний до предписанного уровня. Вероятностные подходы могут иметь преимущественное значение в тех случаях, когда уже накоплена (или может быть получена) значительная исходная статистическая информация по уровням эксплуатационных нагрузок и вариативности основных механических свойств кон-

струкционных материалов. Указанные подходы при их численной реализации дают возможность определять вероятностные исходные характеристики прочности и позволяют подойти к количественному определению риска и безопасности.

Проявление масштабного эффекта энергетической и статистической природы обуславливает наличие сильной зависимости запаса прочности конструкции от D .

Вид закона подобия $\sigma_{Hc}(D)$ будет непосредственно определять кривую расчетного запаса прочности (рис. 25):

$$n(D) = \frac{\sigma_{Hc}(D)}{\sigma_{H3}(D)}. \quad (37)$$

Прологарифмировав выражение (37), получим:

$$\lg n(D) = \lg \left(\frac{\sigma_{Hc}(D)}{\sigma_{H3}} \right) = \lg \sigma_{Hc}(D) - \lg \sigma_{H3} = \lg \sigma_{Hc}(D) - c_1.$$

Таким образом, расчетный запас является убывающей функцией D . При постоянном номинальном напряжении $\sigma_{H3} = const = c_1$ график функции расчетного запаса $n(D)$ в двойных логарифмических координатах может быть получен путем параллельного переноса вниз вдоль оси ординат графика функции закона подобия номинальной прочности $\sigma_{Hc}(D)$ на величину $\lg \sigma_{H3}$.

Очевидно, что вид кривой запаса прочности определяется типом закона подобия. Для конструкций Типа А кривая запаса прочности (рис. 24а) будет существенно отличаться от аналогичной кривой для конструкции Типа Б (рис. 24б).

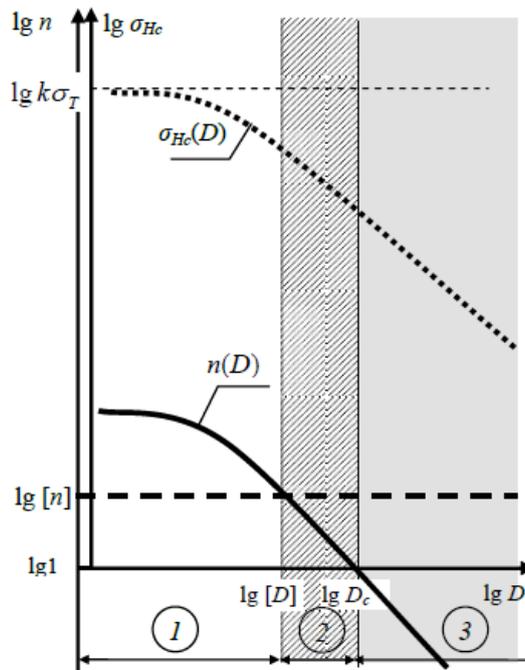


Рис.24а Вид зависимости запаса прочности от D для закона подобия Типа А
1, 2 и 3 – соответственно диапазоны безопасных, опасных и запрещенных характерных размеров

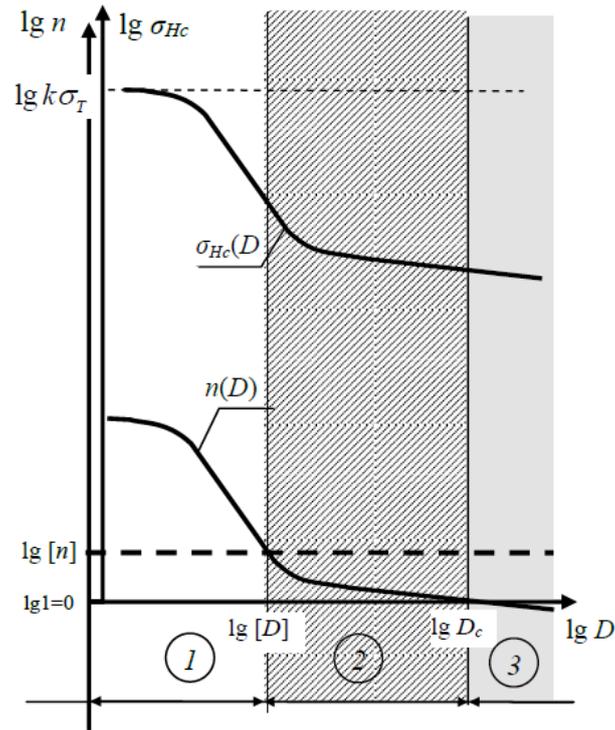


Рис.246 Вид зависимости запаса прочности от D для закона подобия Типа Б
1, 2 и 3 – соответственно диапазоны безопасных, опасных и запрещенных характерных размеров

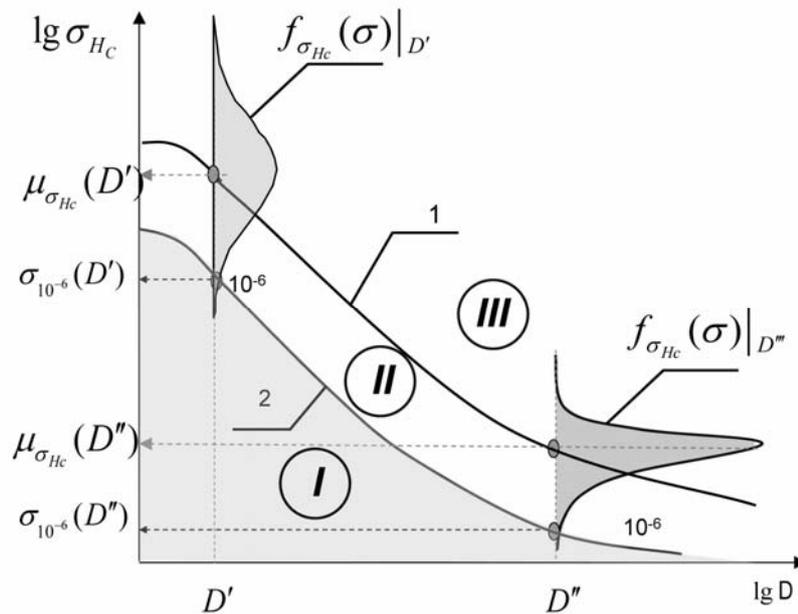


Рис.25. Зависимость распределений прочности конструкции от размера конструкции
1- Закон подобия номинальной прочности, соответствующей вероятности разрушения $P_\phi = 0.5$;
2- Закон подобия значений прочности, соответствующих вероятности разрушения $P_\phi = 10^{-6}$;
I – область безопасных состояний; II – область безопасных состояний;
III – область запрещенных состояний

Знание законов подобия $\sigma_{Hc}(D)$ позволяет, базируясь на нормативном детерминистическом подходе к обеспечению прочности, определять границы диапазонов безопасных $n(D) > [n]$ (или $\lg n(D) > \lg [n]$), опасных $1 < n(D) < [n]$ (или $0 < \lg n(D) < \lg [n]$) и запрещенных $n(D) < 1$ (или $\lg n(D) < 0$) характерных размеров D . Таким образом, чтобы учесть масштабный эффект, расчетные запасы прочности для квазихрупких материалов должны рассматриваться как функции размеров (и формы) конструкций. В связи с этим необходим пересмотр существующих норм расчетов и построения кривых запасов прочности, отражающих зависимость номинальной прочности конструкции от ее характерных размеров.

Анализ законов подобия позволяет также корректировать методики обеспечения прочности конструкций, базирующиеся на вероятностных подходах. Для различных типов материалов и конструкций могут быть построены зависимости значений номинальной прочности от характерного размера D , соответствующие математическим ожиданиям прочности (или вероятности разрушения $P_\phi = 1/2$) (кривая 1, рис. 25) и вероятности разрушения $P_\phi = 10^{-6}$ (кривая 2, рис. 25). Данные кривые позволяют строить области безопасных, опасных и запрещенных состояний по критерию допустимой вероятности разрушения.

Литература

1. Махутов Н.А. Конструкционная прочность, ресурс и техногенная безопасность. В 2 ч. – Новосибирск. Наука. - 2005.
2. Шашенко А.Н., Сдвижкова Е.А., Кужель С.В. Масштабный эффект в горных породах: Монография. Донецк: Издательство «Норд-Пресс». - 2004. - 126 с.
3. Effect of specimen size on the behavior of fast crack propagation and arrest / Nakanishi Hiroshi, Furukawa Toshio, Sakuwa Makoto, Suzuki Megumu // Zairyo. = J. Soc Mater Sci Jap=1993.- 42, №479,- P. 962-968.
4. Heller R. A. Size effects in brittle materials // Period polytechn. Mech. Eng.-1992-36, №2 - p. 135-152
5. Hill R. Elastic behaviour of a crystalline aggregate. Proc. Phys. Soc. - 1952, A 65 - P. 349-354.
6. Melkote S. N., Endres WJ. The importance of including size effect when modeling slot milling // Trans. ASME. J. Manuf. Sci. and Eng. Trans. ASME. J. Eng. Ind.-1998.-120. № 1,- p. 68-75.
7. Филин А.П. Прикладная механика твердого деформируемого тела., т.1 -М.: Наука. - 1975 832 с.
8. Шмид Е., Боас В. Пластичность кристаллов в особенности металлических. Москва: Редакция техническо-теоретической литературы. – 1938, 316 с.
9. Ференц В.Я. Оценка методом микротвердости степени неоднородности состава по сечению зерен железа // В кн.: Методы испытаний на микротвердость. М.:Наука. -1965. с.171-176.
10. Витман Ф.Ф. О масштабном факторе в явлении хладноломкости стали // Журнал технической физики. - 1946, Т.II, №9.
11. Эффективные характеристики текстурированных поликристаллов, полученных методом высокоскоростного затвердевания расплава. / Митин Б.С., Шермергор Т.Д., Фролов В.Д., Серов М.М., Яковлев В.Б.// ФММ. - 1995. -т. 80, вып. 1. -с. 85-123.
12. Когаев В.П. Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени. М., Машиностроение. - 1977, 232 с.

13. Ужик Г.В. Масштабный фактор в связи с оценкой прочности металлов и расчетом деталей // Известия АНССР ОТН. - 1955 № 11 -с. 109-121. 14. Z. Bazant, J.Planas. Fracture and Size Effect in Concrete and other Quasibrittle Materials. CRS Press LLC. Boca Raton. USA. - 1998. 612p.
15. Кукса Л.В. О минимальных размерах элементарной ячейки поликристалла, имеющей осредненные свойства макрообъема // Проблемы прочности - 1987,- №9,- с.58-61.
16. Кукса Л.В. Сравнительные исследования неоднородности упругой и пластической деформации металлов // Проблемы прочности. - 1986. - J4 3. -с.59-63.
17. Tabiei A., Sun J., Simitzes G. J. Scaling laws of cylindrical shells under lateral pressure//AIAA Journal.- 1997.-35, № 10.-р.1669-1671.
18. Z. Bazant, Er-Ping Chen. Scaling of structural failure. Applied Mechanics Review. Vol. 50, no 10, pp.593-627
19. Bažant, Z.P., and Novák, D.. “Energetic statistical size effect in quasibrittle failure at crack initiation.” ACI Materials Journal 97 (3), 381-392. 2000.
20. Иванов А.Г., Минеев В.Н. О масштабных эффектах при разрушении // ФГВ. - 1979. - №5.- С. 70-95
21. Давиденков Н.Н. Некоторые проблемы механики материалов. Лениздат. - 1943
22. Орленко Л.П. Физика взрыва. Изд. 3-е, переработанное. – в 2т. Т.2 –М.: ФИЗМАТЛИТ. - 2002. -656 с.
23. Weibull W. A statistical theory of the strength of materials, vol. 151. Stockholm: Royal Swedish Institute of Engineering Research. - 1939
24. Z. Bařant, Yunping Xi, S. Reid. Statistical Size Effect in Quasi-Brittle Structures: I. Is Weibull Theory Applicable? Journal of Engineering Mechanics, Vol. 117, No. 11, 1991, pp. 2609-2622.
25. Z.Bazant, S.Pang, Activation energy based extreme value statistics and size effect in brittle and quasibrittle fracture.” Journal of the Mechanics and Physics of Solids 55. - 2007, pp. 91–134.
26. Z.Bazant Scaling of structural failure.Elsivier LTD. - 2005, 327 p.
27. M. Vorechovsky. Stochastic Fracture Mechanics and Size Effect. PhD Thesis. - 2004. Brno University of Technologies. 180 p.
- M. Vorechovsky. Incorporation of statistical length scale into Weibull strength theory for composites. Composite Structures 92 pp. 2027–2034. - 2010
28. Novák, D., Bařant, Z. P., Vořechovský, M., “Computational modeling of statistical size effect in quasibrittle structures.” In:Der Kiureghian, A., Madanat, S., Pestana, J. M. (Eds.), ICASP 9, International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering. Millpress, Rotterdam, San Francisco, USA, 621–628. - 2003.
29. Jia-Liang Le; J. Eliáš; Z. Bařant, Computation of Probability Distribution of Strength of Quasibrittle Structures Failing at Macrocrack Initiation. Journal of Engineering Mechanics. No 7 2012 pp.887-899
30. Z. Bařant, S. Pang, M. Vořechovský, D. Novák, R. Pukl. Statistical size effect in quasibrittle materials: Computation and extreme value theory. Fracture Mechanics of Concrete Structures (Proc., FraMCoS-5, 5th Int. Conf. on Fracture Mech. of Concrete and Concr. Structures, Vail, Colo.), Vol. 1, V.C. Li, K.Y. Leung, Willam, K.J., and Billington, S.L., eds., IA-FraMCoS. - 2004. pp.189-196.
31. Z. Bazant , Jia-Liang Le. Recent Progress in Energetic Probablistic Scaling Laws for Quasi-Brittle Fracture. Borodich (ed.), IUTAM Symposium on Scaling in Solid Mechanics, Springer Science+Business Media B.V. - 2009. pp.135-155
32. J. Kaderova, M. Vorechovsky. Experimental Testing of Statistical Size Effect in Civil Engineering Structures. An international Journal of Science pp. 516-523, 2013
33. Z. Bazant, Sze-Dai Pang, M. Vorechovsky, D. Novak. Energetic–statistical size effect simulated by SFEM with stratified sampling and crack band model. International Journal for Numerical Methods in Engineering. - 2007; 71:1297–1320

34. Z.Bazant, M.Vorechovsky, D.Novak. Asymptotic prediction of energetic-statistical size effect from deterministic finite element solutions. *Journal of Engineering Mechanics*, 133(2): pp.153-162, 2007.
35. Carpinteri A.; Cornetti P.; Barpi F.; Valente S. Cohesive Crack Model Description of Ductile to Brittle Size-scale Transition: Dimensional Analysis vs. Renormalization Group Theory. In: *ENGINEERING FRACTURE MECHANICS*, vol. 70, pp. 1809-1839. - 2003. -
36. Z. BAŽANT. Nano-mechanics based assessment of failure risk, size effect and lifetime of quasibrittle structures at different scales. CapeTown, 3rd Int. Conf. on Struct. Eng., Mech, & Computation (SEMC. - 2007.
37. Z. Bazant. Probability distribution of energetic-statistical size effect in quasibrittle fracture. *Probabilistic Engineering Mechanics*. - 2004. V.19 , pp. 307–319
38. Махутов Н.А., Петров В.П., Резников Д.О., Куксова В.И. Обеспечение защищенности критически важных объектов на основе снижения их уязвимости// *Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций*. - 2009. № 2. с. 50-69.
39. Махутов Н.А., Резников Д.О. Сопоставительная оценка нормативного и основанного на управлении риском подходов к оценке защищенности сложных технических систем// *Проблемы машиностроения и надежности машин*. - 2011. № 6. с. 92-98.
40. Махутов Н.А., Резников Д.О. Сопоставление детерминированных и вероятностных оценок прочности конструктивных элементов технических систем при серийных нагрузках//*Проблемы машиностроения и надежности машин*. - 2014. № 5. с. 41-46.
41. Махутов Н.А., Резников Д.О. Соотношение между запасом прочности и вероятностью разрушения при однократных и серийных нагрузках// *Проблемы анализа риска*. - 2014. Т. 11. № 1. с. 6-18.

Сведения об авторах

Махутов Николай Андреевич, главный научный сотрудник Института машиноведения им. А.А.Благонравова, РАН, Тел. (499) 135 7771; email: mibsts@mail.ru, 101990, г. Москва, Малый Харитоньевский пер., д.4.

Резников Дмитрий Олегович, ведущий научный сотрудник Института машиноведения им. А.А.Благонравова, РАН, тел. (495) 623 5835, 8-916 663 1146, email: ImashReznikoff@yandex.ru, 101990, г. Москва, Малый Харитоньевский пер., д.4.

УДК 614.841.334

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

Доктор техн. наук *В.Н. Пермяков*, кандидат техн. наук *В.Г. Парфенов*,
М.В. Омельчук

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень (Россия)

Приведены результаты научных исследований в области обеспечения безопасности с использованием технологий компьютерного моделирования. Предложена методика оценки устойчивости объектов хранения сжиженных углеводородных газов, которая может быть применена на всех этапах жизненного цикла указанных объектов.

Ключевые слова: научные результаты; сжиженные углеводородные газы; оценка устойчивости; критерий устойчивости.

METHODOLOGY OF ASSESSING RESILIENCE OF FACILITIES STORING LIQUEFIED HYDROCARBON GASES

Dr. (Tech.) *V.N. Permyakov*, Ph. D. (Tech) *V.G. Parfenov*, *M.V. Omelchuk*
Tyumen State Oil and Gas University

This paper presents the results of scientific research in the field of object protection using computer simulation technology. The paper presents a methodology of assessing resilience of facilities storing liquefied hydrocarbon gases, applicable to all stages of the said facilities' life cycle.

Key words: scientific results; liquefied hydrocarbon gases; resilience assessment; stability criterion.

Одним из направлений повышения безопасности объектов хранения сжиженных углеводородных газов, является уменьшение зон потенциального скопления пожаровзрывоопасных газов [1].

Существующие методики, направленные на уменьшение зон застоя на территории объектов, не предусматривают активного вмешательства во всестороннее преобразование объемно-планировочных решений объекта с целью уменьшения размеров зон застоя, а лишь предлагают варианты переноса объекта строительства на другую площадку, либо перемещения объекта вокруг своей оси на выбранной территории. Поэтому существует необходимость в разработке методики, предусматривающей не только вышеобозначенные мероприятия, но и внесение отдельных объемно-планировочных изменений с их обязательным апробированием на предмет уменьшения зон застоя, что, в свою очередь, способно повысить безопасность баз хранения сжиженных углеводородных газов и прилегающих территорий.

Авторами предлагается методика, учитывающая вышеуказанную проблему. Ее укрупненный алгоритм представлен на рис. 1.

Предложенная методика предназначена для повышения устойчивости функционирования объектов хранения сжиженных углеводородных газов на основе динамической модели местности. В виду схожести аварийных процессов, данная методика может быть распространена на объекты хранения широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ).

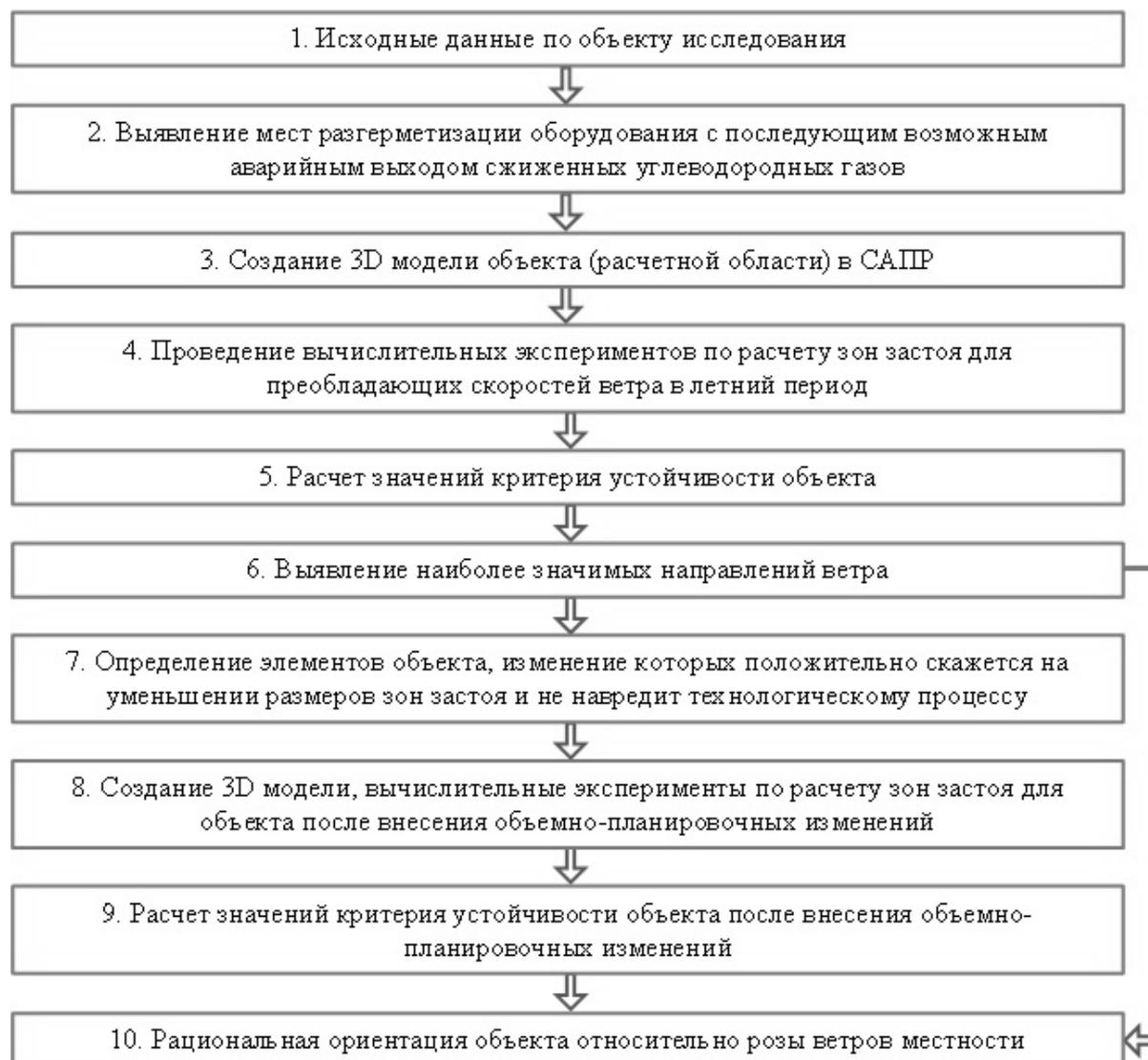


Рис. 1. Укрупненный алгоритм методики оценки устойчивости объектов хранения сжиженных углеводородных газов

Этап 1. Исходные данные по объекту исследования.

Для проведения исследований необходимы следующие исходные данные:

- генеральный план объекта и прилегающей территории;
- топография рельефа местности;
- сведения о численности сотрудников близлежащих организаций, потенциальной опасности близлежащих производств, количестве проживающего вблизи населения;
- габариты, форма всех сооружений объекта;
- расположения сооружений относительно друг друга;
- основные технологические операции на объекте;
- повторяемость направлений ветра в летний период для данной территории;
- повторяемость скорости ветра в летний период для данной территории;
- характеристика источников зажигания на объекте и вероятности их появления.

Этап 2. Выявление мест разгерметизации оборудования с последующим возможным аварийным выходом сжиженных углеводородных газов.

В рамках этого этапа необходимо рассмотреть возможные причины возникновения аварийных ситуаций на объекте, рассмотреть сценарии аварий, в том числе наиболее вероятные и наиболее опасные.

Этап 3. Создание 3D модели объекта (расчетной области) в системе автоматизированного проектирования (САПР).

При создании 3D модели можно не учитывать одиночно пролегающие трубопроводы небольшого диаметра (200 мм и менее). Это допущение не оказывает влияния на результат, т.к. параметры таких трубопроводов не позволяют создать зоны застоя значимого размера. Пример трехмерной модели объекта представлен на рис. 2.

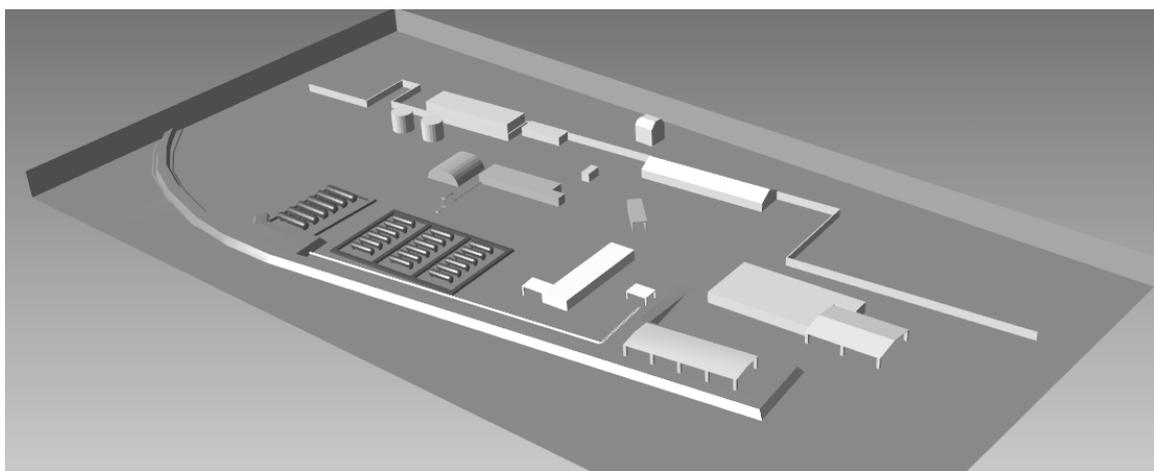


Рис. 2. Пример трехмерной модели объекта

Этап 4. Проведение вычислительных экспериментов по расчету зон застоя для преобладающих скоростей ветра в летний период.

При проведении вычислительных экспериментов, учитывая физико-химические свойства сжиженных углеводородных газов, необходимо определять зоны застоя на высоте 0,2; 0,5; 1,5 м при скоростях ветра, преобладающих в летний период на территории расположения объекта. Примеры визуализации воздушных потоков и зон застоя представлены на рис. 3 [2].

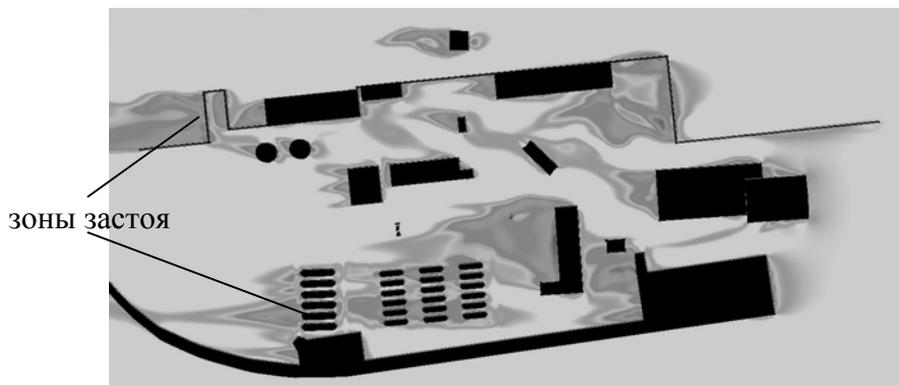


Рис. 3. Пример визуализации воздушных потоков и зон застоя

По результатам вычислительных экспериментов в зависимости от направления ветра и высоты замеров находятся размеры зон застоя. Также выявляется каким направлениям ветра соответствуют максимальные и минимальные площади зон застоя.

Расчет массы испарившегося сжиженного углеводородного газа рекомендуется проводить с учетом следующей функциональной зависимости:

$$m(t) = m_0 \cdot \left(a_0 + a_1 \cdot \left(\frac{\Delta t}{t_k} \right)^{-0,01} + a_2 \cdot e^{-\frac{\Delta t}{t_k}} \right), \quad (1)$$

где $m(t)$ – масса вещества, испарившегося с начала разлива до момента времени t , кг;
 m_0 – начальная масса вещества, кг;
 a_0, a_1, a_2 – коэффициенты (значение коэффициентов для некоторых температур хранения T_{xp} и температур окружающей среды $T_{окр}$ представлено в табл. 1);
 Δt – время, прошедшее с момента пролива, с;
 t_k – время, прошедшее с момента пролива до окончания расчета, с ($t_k = 3600$).

Таблица 1

Значение коэффициентов для функциональной зависимости (1)

Вещество	Условия применения				Коэффициенты		
	Масса, кг	Температура, °С		Максимальная площадь разлива, м ²	a ₀	a ₁	a ₂
		хранения	окружающей среды				
ШФЛУ	264960	-8	20	12076,3	6,869	-5,697	-0,61
ШФЛУ	264960	-8	20	2025	0,881	-0,489	-0,178
ШФЛУ	264960	20	20	9922,5	6,456	-5,324	-0,451
ШФЛУ	264960	35	35	8560,3	7,23	-6,157	-0,256
ШФЛУ	264960	-40	-40	15437,8	0,255	-0,145	-0,089
Пропан	86320	20	20	3318,3	6,871	-5,806	-0,344
Пропан	86320	35	35	2884,3	7,519	-6,504	-0,166
Пропан	86320	-40	-40	5001,4	0,284	-0,174	-0,087

Этап 5. Расчет значений критерия устойчивости объекта.

В связи с тем, что устойчивость объекта пропорциональна вероятности появления источника зажигания на пути распространения облака и размерам зон застоя, можно предложить следующий критерий устойчивости для направления ветра (НВ) X:

$$K_y(НВ) = \frac{P(НВ) \cdot S_{з.з.} \cdot \left(1 - \prod_{i=1}^I \prod_{n=1}^N [1 - Q_i(ИЗ_n / ГС)] \right)}{S_{н.у.}}, \quad (2)$$

$$K_y(НВ) = \frac{P(НВ) \cdot S_{з.з.} \cdot \left(1 - \prod_{i=1}^I \prod_{n=1}^N [1 - Q_i(ТИ_n) \cdot Q_i(B_n)] \right)}{S_{н.у.}}, \quad (3)$$

где $P(НВ)$ – вероятность появления ветра направления X;
 $S_{з.з.}$ – площадь зон застоя для направления ветра X, м²;

$S_{п.у.}$ – площадь участка поиска зон застоя за вычетом площади оборудования, m^2 ;

Q_i (ИЗ_п/ГС) – условная вероятность появления на пути распространения облака ТВС в i -м элементе объекта n -го источника зажигания, способного воспламенить горючую среду;

Q_i (ТИ_п) – вероятность появления в i -м элементе объекта в течение года n -го энергетического (теплового) источника;

Q_i (B_n) – условная вероятность того, что воспламеняющая способность появившегося в i -м элементе объекта n -го энергетического (теплового) источника достаточна для зажигания горючей среды, находящейся в этом элементе.

Вероятность появления ветра определенного направления рекомендуется брать на основе многолетних статистических данных для летнего периода года рассматриваемой территории. Расчет площадей зон застоя рекомендуется производить на высотах 0,2, 0,5 и 1,5 м при наименьшей из скоростей движения воздуха, характерных для летнего периода рассматриваемой территории. Для расчета критерия устойчивости необходимо брать наибольшее из рассчитанных значений площади зоны застоя.

При расчете критерия устойчивости объекта условную вероятность появления на пути распространения облака ТВС в i -м элементе объекта источника зажигания, способного воспламенить горючую среду, рекомендуется производить на основе «Метода определения вероятности возникновения пожара (взрыва) в пожароопасном объекте» [3] или брать готовые значения из научной литературы [4]. Основные промежуточные значения при расчетах вероятности появления источника зажигания представлены в табл. 2.

Таблица 2

Основные промежуточные значения при расчетах вероятности появления источника зажигания

Обозначение	Наименование параметра
Q (ТИ ₁)	Вероятность появления разряда атмосферного электричества
Q (ТИ ₂)	Вероятность появления электрической искры
Q (ТИ ₃)	Вероятность появления фрикционной искры
Q (ТИ ₄)	Вероятность появления открытого пламени и искры
Q (ТИ ₅)	Вероятность появления элементов, нагретых выше допустимой температуры

В свою очередь, каждый из указанных параметров требует детального анализа и определения дополнительных величин.

Пример результатов расчета критерия устойчивости для различных направлений ветра представлен в табл. 3.

Этап 6. Выявление наиболее значимых направлений ветра.

Наиболее значимыми направлениями ветра являются те, при которых возможны наибольшие человеческие и материальные потери. Для реализации данного этапа необходимы сведения о близлежащих организациях, потенциальной опасности близлежащих производств и количестве проживающего вблизи населения.

Наиболее значимым направлениям ветра должны соответствовать наименьшие значения критерия устойчивости. Необходимо стремиться к уменьшению значений критерия устойчивости, тем самым повышая безопасность объекта.

Пример результатов расчета критерия устойчивости

Обозначение	Значение критерия устойчивости
$K_v(C)$	0,00089
$K_v(CB)$	0,00033
$K_v(B)$	0,00490
$K_v(ЮВ)$	0,00225
$K_v(Ю)$	0,00768
$K_v(ЮЗ)$	0,00593
$K_v(З)$	0,01013
$K_v(СЗ)$	0,00099

В случае, если проблему можно решить путем рациональной ориентации объекта относительно розы ветров рассматриваемой местности, то можно сразу перейти к реализации этапа № 10.

Этап 7. Определение элементов объекта, изменение которых положительно скажется на уменьшении размеров зон застоя, и не навредит технологическому процессу.

С целью уменьшения площади потенциальных зон скопления выброшенного вещества на этапе проектирования имеется возможность произвести возможные объемно-планировочные изменения в проектной документации.

Для объектов хранения сжиженных углеводородных газов уменьшения размеров зон застоя можно добиться за счет внесения следующих объемно-планировочных изменений [5]:

- расположение резервуаров со сжиженными углеводородными газами на высоте 3 м над уровнем земли, установка их на круглые опоры, изменить угол расположения резервуаров по отношению к интересующему направлению ветра;
- перенос зданий, влияющих на образование застойных зон или уменьшение их габаритов за счет оптимизации технологических процессов;
- отказ от железнодорожной насыпи (при наличии) за счет прокладывания рельс на уровне земли или территориальный перенос ее.

Этап 8. Создание 3D модели, вычислительные эксперименты по расчету зон застоя для объекта после внесения объемно-планировочных изменений.

Создание 3D модели и проведение вычислительных экспериментов на данном этапе следует производить аналогично Этапу № 3 и 4. В процессе их проведения следует рассмотреть как реализацию объемно-планировочных изменений по отдельности, так и комбинированно.

Этап 9. Расчет значений критерия устойчивости объекта после внесения объемно-планировочных изменений.

Расчет следует производить аналогично Этапу № 5 для каждого внесенного объемно-планировочного решения.

Этап 10. Рациональная ориентация объекта относительно розы ветров местности

При реализации данного этапа следует руководствоваться правилом: наиболее значимым направлениям ветра, с точки зрения возможных человеческих жертв, должны соответствовать наименьшие значения критерия устойчивости.

Вывод:

1. Предложен критерий устойчивости объекта хранения сжиженных углеводородных газов. Наиболее значимым направлениям ветра (определяется индивидуально для конкретного объекта) должны соответствовать наименьшие значения критерия устойчивости.

2. Разработана методика оценки устойчивости объектов хранения сжиженных углеводородных газов. Данная методика позволяет прогнозировать зоны застоя для объектов с учетом метеорологических условий местности расположения, и предусматривает повышение их устойчивости, в том числе за счет объемно-планировочных изменений на всех этапах жизненного цикла объекта.

3. Предложенная методика предназначена для повышения устойчивости функционирования объектов хранения сжиженных углеводородных газов на основе динамической модели местности.

Литература

1. Пермяков В.Н., Парфенов В.Г., Омельчук М.В. Применение CFD-технологий для определения зон застоя на объектах хранения сжиженных углеводородных газов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2013. – №2. – С. 192-196.

2. Пермяков В.Н., Парфенов В.Г., Омельчук М.В. Повышение устойчивости объектов хранения сжиженных углеводородных газов с использованием технологии вычислительной гидродинамики // Естественные и технические науки. – 2013. – №4. – С. 316-319.

3. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов. - 1991. – 102 с.

4. CPR-18E. Guidelines for quantitative risk assessment (Purple book). – 2-nd ed. — Hague: VROM. - 2005

5. Пермяков В.Н., Омельчук М.В. Внесение архитектурно-планировочных изменений с целью уменьшения зон застоя // Естественные и технические науки. – 2014. – №1. – С. 287-288.

Сведения об авторах

Пермяков Владимир Николаевич, - профессор, зав. кафедрой «Техносферная безопасность», ТюмГНГУ, 625000, Россия, Тюменская область, г. Тюмень, улица Мельникайте, д. 70, каб.913. 8 (3452) 390-343. v.n.permyakov@mail.ru

Парфенов Виталий Григорьевич, - доцент кафедры «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет». 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 38. Тел.: (3452) 390-342. E-mail: 205tgngu@mail.ru.

Омельчук Михаил Владимирович, - ассистент кафедры «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет». 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 38. Тел.: (3452) 390-342. E-mail: omelchuk.m.v@mail.ru.

УДК 001.89: 539.4

ДЕКОМПОЗИЦИЯ ПРИКЛАДНОЙ ЗАДАЧИ АНАЛИЗА КОНСТРУКЦИОННОЙ ПРОЧНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПОВРЕЖДЕННОГО СОСУДА ДАВЛЕНИЯ*

Кандидат техн. наук *С.В. Доронин*, кандидат техн. наук *Е. М. Рейзмут*
СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН

Выполнена декомпозиция прикладной задачи анализа конструкционной прочности и безопасности поврежденного сосуда давления в форме системы взаимосвязанных частных задач. Сформулирована причинно-следственная связь факторов прикладной задачи. Получено приближенное решение частной задачи моделирования аварийного воздействия, приведшего к фактически наблюдаемым повреждениям. Выполненный расчетный анализ позволил подтвердить конструкционную прочность поврежденного сосуда давления с рядом допущений и ограничений.

Ключевые слова: декомпозиция, прикладная задача оценки конструкционной прочности, поврежденный сосуд давления, системный анализ, моделирование аварийного воздействия.

THE DECOMPOSITION OF APPLIED PROBLEM OF STRUCTURAL STRENGTH AND SAFETY ANALYSIS FOR DAMAGED PRESSURE VESSELS

Ph.D. (Tech.) *S.V. Doronin*, Ph.D. (Tech.) *E. M. Reizmunt*
SDTB «Nauka» KSC SB RAS

The decomposition of applied problem of structural strength and safety analysis for damaged pressure vessels in the form of system of interconnected partial problems is done. Cause-effect relations of applied problem factors is formulated. The approximate solution of a particular problem of modeling the emergency impact which actually led to the observed damage is received. Investigation current analysis confirmed structural strength of the damaged pressure vessel with a number of assumptions and limitations.

Key words: decomposition, applied problem of estimating the structural strength, damaged pressure vessel, system analysis, the emergency impact modeling.

В рамках системного подхода к анализу и обеспечению конструкционной прочности и безопасности требуется выработать универсальную методическую основу, позволяющую совмещать существующие и прогнозируемые комплексные подходы к анализу безопасности [1]. Такая основа в силу сложности проблемы техногенной безопасности предполагает рассмотрение многоуровневой иерархии фундаментальных и прикладных задач. В качестве одного из практических шагов в разработке указанной основы следует считать систематизацию типовых прикладных задач и, несмотря на индивидуальные особенности конкретных задач в рамках одного типа, их декомпозицию и анализ возможности применения общих подходов и методик.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-08-31555 мол_а.

В практике научно-технической экспертизы последствий аварийных повреждений технологического оборудования и возможности его безопасной эксплуатации систематически возникает прикладная задача (ПЗ) оценки прочности поврежденных конструкций. В силу многообразия технических решений оборудования, причин, условий и обстоятельств повреждения конструкций, особенностей применяемых технологических процессов решение этой задачи не предполагает использования стандартных алгоритмов анализа. Опыт исследования свойств поврежденных конструкций [2-5] свидетельствует о необходимости оригинальных методических подходов в каждом конкретном случае.

Структура и состав предметной области знаний, используемых при решении рассматриваемой ПЗ, не регламентированы. В большинстве случаев необходимы междисциплинарные подходы к ее постановке и решению. Задача должна рассматриваться с позиций системного анализа и решаться с использованием его идеологии, важнейшим элементом которой является декомпозиция структуры ПЗ, используемых моделей, методов и их информационного обеспечения. В результате декомпозиции ПЗ представляется системой «частных» задач (ЧЗ) с определением исходной информации и конкретных методик и алгоритмов их решения.

Конкретизация формулировки ПЗ и ее декомпозиция осуществляются под управлением априорных представлений о характере и режимах нагружения, техническом состоянии поврежденной конструкции, формирующихся на основании анализа доступной информации о предшествующих событиях ее жизненного цикла, причинах, условиях, обстоятельствах аварийного повреждения. Декомпозиция предполагает

логический анализ проблемной ситуации, описывающей содержание прикладной задачи;

установление причинно-следственной связи факторов, количественная характеристика которых является необходимой и достаточной информационной базой решения прикладной задачи;

формулировку перечня и описание взаимосвязи ЧЗ, совокупность решений которых равнозначна решению исходной ПЗ.

Далее выполняется анализ содержания ЧЗ и определение, достаточно ли для их решения имеющихся научных знаний, или эти задачи требуют принципиально новой информации и организации дополнительных фундаментальных исследований. В последнем случае для обеспечения возможности решения ПЗ принимаются определенные допущения, упрощения, предположения, с одной стороны, снижающие достоверность получаемых результатов, с другой – дающие возможность получить некоторую оценку требуемых результатов. Эта оценка может рассматриваться как ограниченное решение ЧЗ.

Таким образом, декомпозиция ПЗ позволяет установить содержащиеся в ней фундаментальные проблемы, акцентировать внимание на невозможности получения полного и однозначного решения ПЗ и тех допущениях, упрощениях, предположениях, при которых может быть получено ограниченное решение ПЗ. При этом принципиально важно, что формулировка указанных допущений, упрощений, предположений, и качественный анализ вносимого ими уровня неопределенности являются неотъемлемой частью результата.

Для конкретизации и иллюстрации отдельных аспектов постановки и решения ПЗ дальнейшие рассуждения выполняются на примере поврежденной конструкции бака наполнения гидравлического пресса технологической линии трубопрессового производства.

Бак наполнения пресса представляет собой вертикальный сварной сосуд давления, состоящий из обечайки длиной 3420 мм, диаметром 2232 мм, толщиной стенки 12 мм, с двумя эллиптическими днищами высотой 625 и 626 мм, толщиной 16 мм. Емкость 16 м³. Давление рабочее 0,8 МПа, пробное – 1,15 МПа. Входной патрубок диаметром 273 мм расположен в нижней части сосуда на высоте 206 мм от стыка цилиндрической обечайки

с нижним днищем. Отверстие патрубка укреплено накладным кольцом шириной 42,5 мм, толщиной 16 мм.

В результате разрушения задвижки при гидравлическом ударе в магистрали патрубок сосуда подвергся аварийному нагружению, в результате чего патрубковая зона обечайки оказалась вдавленной внутрь сосуда с образованием вмятины обечайки сложной конфигурации. Габаритные размеры вмятины составили 840×750 мм, максимальная глубина 58 мм. Контур вмятины представлен на рис. 1.

Анализ условий и режимов нагружения, доступной информации об условиях и обстоятельствах аварии позволили свести решение ПЗ о конструкционной прочности поврежденного сосуда к анализу статической прочности конструкционного материала поврежденной зоны – как бездефектного, так и имеющего дефекты сплошности (в том числе трещиноподобные дефекты), возникшие при аварийном воздействии, а также сформировать перечень факторов, влияющих на решение ПЗ, в их причинно-следственной взаимосвязи (рис. 2).

Сформулирована система ЧЗ, обеспечивающих решение рассматриваемой ПЗ (рис. 3).

Краткая характеристика ЧЗ анализа конструкционной прочности сосуда давления выглядит следующим образом.

Оценка статической прочности материала поврежденной зоны – как бездефектного, так и при наличии дефектов сплошности – не вызывает методических затруднений и может обеспечить высокую достоверность результатов при наличии надежных исходных данных, получаемых из трех источников – результатов решения ЧЗ построения трехмерной твердотельной модели структуры конструкционного материала поврежденной зоны, оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) поврежденного сосуда, прогноза механических характеристик материала в поврежденной зоне.

Решение первой из этих задач (построения модели структуры материала поврежденной зоны) опирается на известные фундаментальные знания и разработанные на их основе приборы и методы измерений и обработки их результатов, может быть получено с высокой степенью точности.

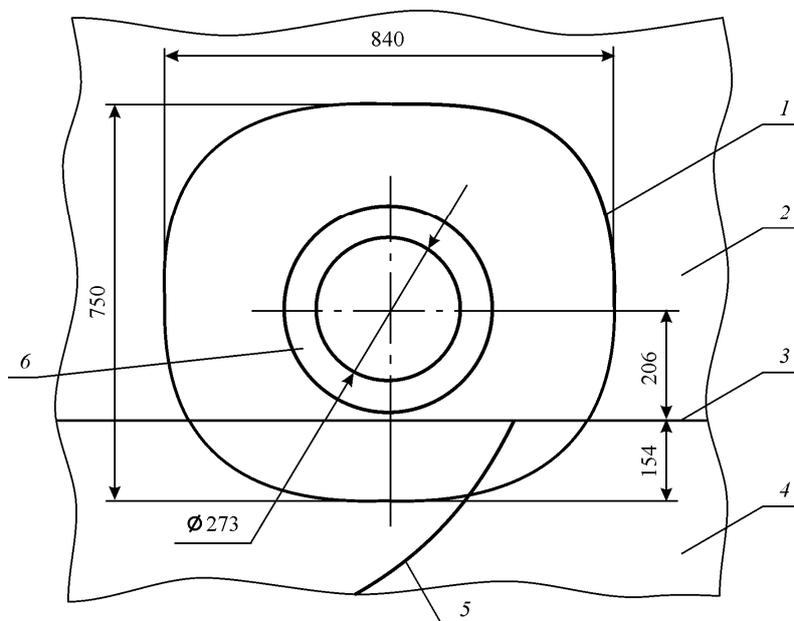


Рис. 1. Геометрическая схема вмятины в поврежденной патрубковой зоне

1 – контур вмятины; 2 – цилиндрическая обечайка; 3 – сварной шов стыка цилиндрической обечайки с нижним днищем; 4 – нижнее эллиптическое днище; 5 – сварной шов в нижнем днище; 6 – накладное кольцо

специальных исследований. Таким образом, ЧЗ оценки НДС поврежденного сосуда может быть решена при введении допущения о величине (чаще всего нулевой) уровня собственных напряжений.

Третья задача – ЧЗ прогноза механических характеристик материала в поврежденной зоне – на основании имеющихся физико-математических моделей деформирования материала может быть решена лишь частично: возможно получение оценок пределов текучести материала поврежденной зоны при выбранных законах упрочнения, но неопределенными остаются значения предела прочности и трещиностойкости. Их при отсутствии экспериментальных данных также приходится постулировать (обычно принимая равными таковым для неповрежденного материала).

Задача нестационарного анализа НДС сосуда при аварийном воздействии сводится к численному анализу переходных процессов при упругопластическом деформировании и при современном развитии методов конечно-элементного анализа и прикладного программного обеспечения может быть решена с точностью, удовлетворяющей потребности научно-технической экспертизы, в предположении достоверности условий нагружения. Определение последних для рассматриваемой ПЗ сталкивается со значительными трудностями: построение модели аварийного воздействия, приведшего к фактически наблюдаемым повреждениям, выполняемое на базе измерения и определения геометрии поврежденного сосуда, относится к классу обратных задач, практическое решение которых для объектов сложных конфигураций в нестационарной постановке требует дополнительных фундаментальных исследований.

Приближенное практическое решение ЧЗ построения модели аварийного воздействия, приведшего к фактически наблюдаемым повреждениям, осуществлялось путем многовариантного численного решения прямой задачи упругопластического деформирования сосуда с варьированием и уточнением на каждой последующей итерации внешних силовых воздействий на патрубок. Алгоритм решения включает два шага нагружения. На первом шаге действует расчетное внутреннее давление и внешние воздействия на патрубок, имитирующие аварийные воздействия. На втором шаге снимаются все нагрузки, включая внутреннее давление. На этом этапе получается расчетная оценка остаточных упругопластических деформаций сосуда после аварии. В результате многовариантного анализа найдены возможные значения величин внешних воздействий, вследствие которых получаются остаточные деформации, достаточно близко соответствующие фактическим. В силу отсутствия теоретического обоснования алгоритма решения обратных задач упругопластического деформирования конструкций рассматриваемой конфигурации нельзя считать полученный вариант внешних воздействий единственным. Далее, при решении ЧЗ оценки НДС поврежденного сосуда используется третий шаг нагружения – догружение упругопластически деформированного сосуда внутренним рабочим давлением.

В результате выполненного анализа для рассматриваемого сосуда установлено:

1. Поврежденный сосуд характеризуется высоким уровнем остаточных напряжений. Материал сосуда значительно упрочнен. Он находится в равновесном после наклепа упругом состоянии.
2. Дополнительное нагружение внутренним давлением, создавая напряжения и деформации противоположного знака, разгружают сосуд, снижая общий уровень напряжений и деформаций. Причем снижаются упругие деформации и напряжения. Пластические деформации неизменны. Это свидетельствует о том, что сосуд работает в упругой стадии деформирования.

Таким образом, выполненный расчетный анализ позволил подтвердить конструкционную прочность поврежденного сосуда давления. Однако это решение справедливо для найденного возможного варианта внешних аварийных воздействий при допущении отсутствия собственных напряжений, и в результате характеризуется неопределенным

уровнем достоверности. Возникающие вследствие этого риски могут быть снижены дополнительным анализом остаточного ресурса поврежденной конструкции [6, 7], представляющим собой самостоятельную прикладную задачу, требующую декомпозиции и последовательного решения соответствующих частных задач.

Использование рассматриваемого подхода к декомпозиции прикладных задач открывает принципиальные возможности унификации и регламентации как методов их решения, так и требований к объему и качеству исходной информации. Это позволяет получать и анализировать решения однотипных прикладных задач с единых методических позиций с фиксацией возможных источников неопределенностей и порождаемых ими рисков. Кроме того, в результате декомпозиции прикладных задач устанавливаются направления фундаментальных исследований, требуемых для снижения уровня неопределенности и повышения достоверности результатов решения задач этого класса.

Литература

1. Махутов Н.А., Руденко В.А. Требования к информационному обеспечению моделирования в экспертной системе «Прочность. Ресурс. Безопасность» // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2005. – № 2. – С. 52-59.
2. Доронин С.В., Чурсина Т.А. Влияние распределения начальной дефектности на сценарий развития аварийной ситуации // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2004. – № 6. – С. 99-104.
3. Доронин С.В. Расчеты прочности при восстановлении сценария аварийной ситуации // Безопасность труда в промышленности. – 2006. – № 10. – С. 31-35.
4. Решение задач конструкционной прочности / С.В. Доронин, А.М. Лепихин, Е.М. Сигова и др. // Энергонадзор. – 2011. – № 6. – С. 22-24.
5. Доронин С.В., Филиппова Ю.Ф., Баранцев С.В. Расчетно-экспериментальный анализ аварийного разрушения пространственной стержневой конструкции // Безопасность труда в промышленности. – 2014. – № 5. – С. 40-43.
6. Лепихин А.М., Москвичев В.В., Доронин С.В. Остаточный ресурс потенциально опасных объектов и методы его оценки по критериям механики разрушения // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 1999. – № 11. – С. 34-38.
7. Методические аспекты оценки остаточного ресурса оборудования потенциально опасных промышленных объектов / Н.А. Махутов, А.А. Шаталов, А.М. Лепихин и др. // Безопасность труда в промышленности. – 2002. – № 11. – С. 19-23.

Сведения об авторах

Доронин Сергей Владимирович, – старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука» Красноярского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, а/я 25515, Мира пр., д. 53, г. Красноярск, 660049, тел. раб. (391) 22-77-296, тел. моб.: 8-923-315-27-23, e-mail: mr.svdoronin@yandex.ru

Рейзмут Елена Михайловна, – научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука» Красноярского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, а/я 25515, Мира пр., д. 53, г. Красноярск, 660049, тел. раб. (391) 22-77-296, тел. моб.: 8-953-596-69-54, e-mail: e.sigova@gmail.com

УДК 351(075.8)

**ТЕХНОЦЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
И УСТОЙЧИВОГО И ЭФФЕКТИВНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
СТРАНЫ**

**Доктор техн. наук, *Б.И. Кудрин*
Московский энергетический институт**

**Доктор техн. наук *В.А. Седнев*
ФГБОУ ВПО «Академия государственной противопожарной службы МЧС России»**

В статье рассмотрены особенности техноценологической теории, используемой для оценки устойчивости и оптимальности построения любых многоуровневых структур и систем, применительно к проблемам обеспечения электроэнергетической безопасности и устойчивого и эффективного экономического развития страны.

Ключевые слова: многоуровневые системы, устойчивость, структура, электроэнергетическая безопасность, экономическая безопасность, территория, соотношение «крупное-среднее-мелкое», управление развитием, технический ценоз, *H*-распределение.

**TECHNOSTALGIA THEORY AND ITS APPLICATION TO PROVIDING
ENERGY SECURITY AND SUSTAINABLE AND EFFECTIVE ECONOMIC
DEVELOPMENT OF THE COUNTRY**

**Dr. (Tech.) *B.I. Kudrin*
Moscow power engineering Institute,**

**Dr. (Tech.) *V.A. Sednev*
Federal state budgetary educational institution of higher professional education «Academy of the state fire-fighting service of EMERCOM of Russia»**

In the article the peculiarities technoservices theory used to assess the sustainability and optimality of construction of any multilevel structures and systems, as applied to the problems of providing energy security and the sustainable and effective economic development of the country.

Key words: multilevel systems, stability, structure, electricity safety, economic security, territory, the ratio of «large-medium-small», management development, technical cenosis, *H*-distribution.

При создании многоуровневых структур и систем всех сфер экономики возникает задача их обоснования, оценки эффективности и последствий создания. Однако, с одной стороны, например, комплексная оценка эффективности и оценка последствий создания многоуровневых структур, где могут быть установлены до 10^{11} шт. различных изделий разных видов, не выполняется, а, с другой стороны, отсутствует математический аппарат, позволяющий это сделать.

В то же время необходимость безопасного и устойчивого развития отраслей и подотраслей промышленности, как самостоятельных, сбалансированных единиц экономики,

обуславливает потребность в разработке методов оценки и методик прогнозирования показателей устойчивости их функционирования. А преодоление кризисных явлений и глобализация экономики ставят перед обществом вопрос о путях модернизации и о стратегии безопасного и устойчивого развития России.

По данным Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации [1], за 2015 г. армию безработных пополнили 142 тыс. чел. Проблемы возникли в производстве автомобилей, железнодорожных вагонов, подъёмных кранов, электрооборудования, медицинского, точного и оптического оборудования. Самая тяжёлая ситуация складывается в регионах, в которых расположены крупные, в т. ч. градообразующие, предприятия этих отраслей, что негативно влияет на их экономическую безопасность. Военные предприятия держатся благодаря средствам, выделяемым на оборонно-промышленный комплекс. Так, связанные с армейским госзаказом цеха «Уралвагонзавода» работают на полную мощность, но простаивают соседние, где производят вагоны. За помощью к Правительству Российской Федерации обратились 44 региона. Мы до сих пор не ступили на путь децентрализации планирования, ориентации на показатели прибыли и рентабельности, на увеличение самостоятельности предприятий. Отказ от ценологических критериев и ограничение его видового разнообразия, игнорирование соотношения «крупное – мелкое» тормозят развитие России с темпами роста ВВП, характерными для развитых стран и ряда стран Востока.

Например, в 2009 г. промышленность «упала» на 10,8%, а производство электроэнергии (ЭЭ) составило 992 млрд. кВт ч. В результате вернулись к параметрам выработки 1990 г. Есть закономерность [2], согласно которой при падении производства объёмы выработки ЭЭ снижаются меньше, а при росте промышленности - медленнее растут. Идеология, опиравшаяся на Государственный план электрификации России (ГОЭЛРО), основывалась на опережающем росте электропотребления, но не обеспечивала электроэнергетическую безопасность страны. Фактически же за основу следует взять постулат о разных темпах роста промышленности и электроэнергетики, о наблюдаемом и закономерном отставании роста электропотребления от роста ВВП, а затем и о его прекращении (при увеличении ВВП).

Оказалась невыполненной задача, поставленная ГОЭЛРО: «Россию всю, и промышленную, и сельскохозяйственную, сделаем электрической». Основные положения ГОЭЛРО (1920 г.): строительство осуществляется по единому государственному плану; индустриализация опирается на опережающее развитие тяжелой промышленности; производство концентрируется путем сооружения промышленных комбинатов на базе энергетических центров; географическое перемещение промышленности с ориентацией на строительство моногородов и других поселений на базе градообразующих предприятий с привязкой социальной сферы к основному производству; опережающее развитие электрификации при концентрации мощностей и централизации электроснабжения такое, чтобы рост электроёмкости опережал рост производительности труда и рост выпуска продукции. Индустриализация страны способствовала в известной мере ее промышленной безопасности, но при абсолютной централизации, отраслевом монополизме и градообразующей гигантомании.

Констатируя, что электрификация России не состоялась, электроэнергетическая безопасность страны не обеспечена, а глубинка инфраструктурой не охвачена, покажем, что концепция индустриализации должна смениться в условиях постиндустриального общества, отвергающего монополизм и жёсткое администрирование, распределённым подходом, соответствующим ценологическим представлениям. Это даст возможность аккумулировать субъектно-ориентированный потенциал индивидов, преобразовав его в источник самовоспроизводства общественного богатства, основанного на частном труде, где единицей является семья (минисообщество), имеющая возможность вести товарное

производство, т. е. создать малый и микробизнес. Субъектно-ориентированная распределённость предполагает изменение социокультурных оснований, опирающихся на ценологические законы самоорганизации, которые устанавливают математически определённое видовое разнообразие и соотношение по параметру между крупным, средним и мелким.

План ГОЭЛРО явился вершиной отечественной научной мысли, реализация которой дала возможность осуществить индустриализацию и обеспечить на какое-то время промышленную и экономическую безопасность страны, и которая опиралась на крупное, стремящееся объединяться в системы и ведущее к абсолютному монополизму. План концептуально опирался на первую научную картину мира и не руководствовался ценологическими представлениями, тогда рождавшимися. Политическое решение 1929 г. об отрубании *H*-хвоста гиперболы (ликвидация мелкой генерации в городе и на селе) нарушило ценологические *H*-ограничения, что в начале XXI века исправляется. Голова, строительство крупного по ГОЭЛРО, обязана ценологически быть, а потому строительство мощных электростанций (ЭС) – правильно в своё время.

В 1920-1980-х гг. считалось, что можно все запланировать. Концептуально это сводится к вариационным принципам механики и электродинамики, согласно которым при одних исходных данных однозначно рассчитывается материальный объект - любая из составляющих техники (собственно техника, технология, материал, потребительная продукция, отходы). Но оказалось, что рассчитанный по формулам первой научной картины мира результат практически нельзя реализовать: неизбежны ошибки и отклонения по массе, габаритам, надежности, которые в пределе описываются нормальным законом распределения, где существуют математическое ожидание (среднее) и конечная дисперсия (ошибка). Для нас важен переход от этой вероятно-статистической картины к негауссовской ценологической, где отсутствует математическое ожидание, а дисперсия бесконечна.

Третья научная ценологическая картина мира раскрывает особенности технических ценозов, где математически неприменимо понятие среднее, и обеспечивает безопасное, устойчивое и эффективное их функционирование. Это существенное отличие от картины мира Ньютона-Максвелла (основы электротехники), где существует жёсткий набор формул для изготовления чего-либо и вероятно-статистических представлений электрических систем и сетей, опирающихся на гауссову математику: среднее и конечную ошибку. Предлагаемая теория позволяет руководителям любого уровня, специалистам всех отраслей знаний оценивать соотношения крупного и мелкого, единичного и массового, уникального и стандартизированного, государственного и индивидуального. Мы занимаемся существующим, тем, что уже получилось, и прогнозной стратегией будущего. Наша концепция утверждает, что все можно было жестко планировать на начальном этапе индустриализации и в годы войны, но уже завершение индустриализации и период застоя показали нежизнеспособность такой системы. Объекты - особи ценоза начинают «делить» общий ресурс. Если ресурс - инвестиции и говорить об охвате всех поселений региона, всей территории России, то неизбежна выработка концепции развития до 2030 г. и далее - до 2050 г., при этом во главе угла должна стоять проблема энергетической безопасности.

Здесь важно уточнить понятие «ценоз». Это могут быть выделенные по какому-либо параметру предприятия отрасли по стране, мелкие и средние (и отдельно - крупные) по региону; цеха, производства, другие административно-хозяйственные единицы одного предприятия; или станки, электродвигатели одного цеха, которые начинают бороться за ресурс. Результат множества слабых и сильных взаимодействий особей различных видов приводит к тому, что на все ценозы, на все приведенные примеры накладывается закон информационного отбора, устанавливающий определенное соотношение по разнообразию (встречаемости видов) и соотношению «крупное-мелкое», математически моделируя

это гиперболическим H -распределением. Индустриализация в России это не учитывала, курс был взят на строительство гигантов, не соблюдая соотношение крупных, средних и мелких предприятий, негативно влияя на экономическую безопасность страны.

Анализ хода индустриализации в стране в 1920-1990-е гг. (считая от плана ГОЭЛРО), рассмотрение сроков строительства и организации привлечения людских ресурсов, конечное соотношение: электрическая мощность градообразующего предприятия - объемы инвестиций по годам - число жителей города - все это говорит о корреляционно определяемых и статистически значимых корреляционных закономерностях развития. И здесь - важный вывод: крупные предприятия, питающиеся на напряжении 110 (154) и 220 (330) кВ, с точки зрения инвестиций, находятся на особом положении, напрямую решая вопрос о генерации и сетях и о тарифах на ЭЭ. Это относится и к его реакции на Саяно-Шушенскую аварию, заключающейся в мерах и схемах, обеспечивающих электроснабжение Саянского алюминиевого гиганта.

Ценологический анализ развития регионов России за 1970–2013 гг. показал, что сохраняющиеся тенденции к монополизму и централизации электроэнергетики снижают электроэнергетическую и экономическую безопасность и пагубны для будущего страны. Теоретическое соотношение 10 % по электропотреблению самых богатых регионов к 10% самых бедных должно составлять 10–15 (децильный коэффициент). В 2010 г. оно приблизилось к 40. Крайне необходимым становится перераспределение средств для реализации принципов Государственного плана рыночной электрификации России (ГОРЭЛ) [2], ставящих целью электрифицировать всю страну, обеспечить ее электроэнергетическую безопасность, охватить инфраструктурой глубинку, довести средний класс до 60 %. В ближайшее десятилетие на модернизацию электроэнергетики ожидается инвестиций в объеме 11,1 трлн. руб. Может быть малую часть этих средств перенаправить на обыденность повседневности?

Мы сегодня говорим об обязательности ценологического H -соотношения и применяем аппарат ценологической математики [3-7], который позволяет: объективно, имея в виду энтропийные ограничения закона информационного отбора, с одной стороны, наиболее эффективно распределить возможные выделяемые ресурсы и реализовывать задачи обеспечения безопасности страны в целом, с другой - оценить ожидаемые результаты на каждой точке H -кривой (по каждому объекту - особи); выявить аномальные точки по гиперболе дня последующего принятия эффективного решения; провести структурно-топологический H -анализ годового (месячного) относительного изменения исследуемого параметра при заданности общего ресурса. Распределение В. Парето, сформулированное в 1897 г, применительно к доходам граждан одной страны, для России контрастирует существенное искажение H -распределения, не обеспечивает стабильное развитие общества и безопасность общественных (социальных) отношений.

Ставя вопрос о региональных инвестициях в безопасность и в развитие территорий, необходимо учитывать, для какого уровня принимается решение. Мы связываем эти уровни с уровнями системы электроснабжения как наиболее объективной величиной, характеризующей отдельное физическое (население) и юридическое лицо. Наиболее широкий класс потребителей - 90% всех абонентов (население, бизнес, бюджетная сфера, жилищно-коммунальное хозяйство) питается на низком напряжении 0,4 кВ. В бизнесе - это мини-предприятия. Следующая ступень (9% - малые предприятия, имеющие собственные трансформаторы; к ним относятся малые предприятия, разного рода товарищества, хозяйствующие единицы). Наконец, средние предприятия (1%) имеют собственные распределительные устройства среднего напряжения (3, 6, 10, 20 кВ). Для каждого региона существуют начальные точки ранжирования - гиганты, как алюминиевый завод в Хакасии, «АвтоВАЗ» в Тольятти (как и Москва для России). Они являются ценологически особыми при инвестировании в регионы и должны рассматриваться особо. Мы же гово-

рим о политике электроэнергетической безопасности применительно к региону, ко всей массе электропотребителей.

Опираясь на изложенное, выстроим сущностные объекты познания в виде последовательного, вытекающего один из другого ряда реальностей: физическая, биологическая, техническая, информационная, социальная. Тогда максимально общо субъект познания может представить каждую реальность в виде триады: элементы-особи, отличающиеся друг от друга количественными параметрами (и обязательно – качественно), фиксируемые вербально; неформализуемое сообщество элементов – ценоз (cenose, cenosis); сфера как бесконечное множество вложенных ценозов. В этом случае следует говорить не о междисциплинарном подходе, а о трансдисциплинарном представлении такого объекта, который может быть изучаем и признан «своим» каждой из существующих наук, но который имеет общее «наднаучное», не столько математическое оформление, сколько концептуальное утверждение, опирающееся на третью научную картину мира и имеющее широкие перспективы использования в различных областях деятельности, включая обеспечение безопасности территорий.

Неизбежность разнообразия, необходимость выдерживать соотношение «крупное–среднее–мелкое» по определяющему параметру прослеживается до античности. Структурная устойчивость определённого класса объектов физической, биологической, технической, информационной, социальной предметных областей подтверждается распределениями (законами): доходов – Бальби (1830), Парето (1897), выдающихся учёных – Гальтона (1875), гравитационного поля звёзд – Хольцмарка (1910), систем стенографии – Эсту (1916), биологических родов по числу видов – Виллиса (1922), Юла (1924), учёных по числу публикаций – Лотки (1926), слов по частоте употребления – Ципфа (1927), биологических особей, видов, родов, семейств – Вильямса и Фишера (1944), информационных массивов – Брэдфорда (1948), наконец, обобщёнными законами Ципфа (1949) и Мандельброта (1952), для объектов технической реальности – авторскими, Кудрина Б.И., с приоритетом по первому открытию – 1973, по второму – 1976 год [8]. Приведённые примеры говорят об общности построения ценозов любой природы, о параллелях и аналогиях законов эволюции, о глобальном векторе отбора, который специфичен для каждой предметной области и выстраивает энергетический, естественный, информационный, документальный, интеллектуальный отборы в ряд, где каждый порождает последующий и включает предыдущий, обеспечивая безопасное и устойчивое развитие страны. Такая высокая степень общности предполагает неизбежную работу с собственным мышлением, что позволяет выйти на новый уровень принятия важных (государственных) решений и частных (ключевых и текущих), определяющих производство, личную жизнь и безопасность.

Общность делает необходимым свободное оперирование с постулатами третьей научной картины мира, которые мировоззренчески отличаются от классических и постклассических представлений. Третья картина опирается на новый математический аппарат, для большинства специалистов неизвестный, который восходит к общей теории устойчивых распределений П. Леви (1924), рассмотренных у нас Хинчиным, Колмогоровым, Гнеденко. Теория была расширена открытием безгранично делимых распределений, что позволяло говорить о концепции негауссовости, опирающейся на предельную теорему Гнеденко–Дёблина (1939), играющую роль центральной предельной теоремы. Для практики это означает, что структура ценоза, например, структура Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, описывается некоторым гиперболическим H -распределением (и можно говорить об H -анализе, H -прогнозе, H -оценке), у которого теоретически отсутствует математическое ожидание (поэтому нельзя применять среднее как таковое), а ошибка при принятии решения в точке (по элементу структуры ценоза) может быть сколь угодно большой (дисперсия стремится к бесконечности). Другими словами, возникает необходимость изучения, а затем и воздейст-

вия на объекты, для которых не действуют центральная предельная теорема и закон больших чисел, а нормальное распределение не является предельным.

Это требует определения понятия «ценоз», тем более что не любое сообщество есть ценоз. Говоря о ценологическом мировоззрении, мы не используем термин система, который является ключевым при системном подходе, системном анализе, системных исследованиях, наконец, в системно-мыслительной методологии и который опирается на детерминизм представлений первой научной картины мира и вероятностные – второй. Ими система определена как целое, составленное из частей; как объективное единство связанных друг с другом предметов, явлений, знаний о природе и обществе, образующее некоторую целостность и подчинённое определённому руководящему принципу. Система – категория, обозначающая объект, организованный в качестве целостности (где энергия связей между элементами системы превышает энергию их связей с элементами других систем), и задающая онтологическое ядро системного подхода.

Для ценоза неприменимы ключевые понятия теории систем: вход, выход, обратная связь. Он вообще не делится на части, а образуется неделимыми элементами, каждый из которых выполняет единичное количество функций, и эти функции слабо определяются другими; отдельные элементы более значимо «повязаны» вне, чем внутри ценоза. Есть отдельные элементы, постоянно или мигрирующе присутствующие в ценозе (и определяющие функционирование, жизнь и смерть некоторых других элементов), но они принадлежат или не принадлежат этому ценозу. Ценоз не является подсистемой ни «более высокого», ни «более низкого» порядка. Ценозы, можно сказать, один в другой «вложены».

Использование ценологического (ценотического) подхода подтверждает необходимость руководствоваться мировоззрением третьей научной картины мира, обеспечивающей безопасное, устойчивое и эффективное развитие страны, и предполагающей: 1) не существует системы показателей, адекватно описывающей ценоз, что требует от субъекта, принимающего решения, создания «собственной» системы, которая кластером или иным методом находит «родственные» ценозы; 2) совпадение основных или иных показателей не говорит об идентичности двух ценозов: необходимо ранжирование по нескольким параметрам для объективации оценки состояния ценоза и траектории его развития; 3) время для ценозов необратимо, бифуркационно однонаправленно и феноменологично, а пространство нужномерно.

Предлагаемые открытия направлены на содействие становлению ценологического (ценотического) мировоззрения и его внедрение во все сферы человеческой деятельности, включая безопасность территорий, для выявления механизма негауссовости, где, упрощённо говоря, отсутствует среднее, а дисперсия бесконечна; для объяснения видовой, ранговидовой и ранговой по параметру форм структурной устойчивости гиперболических распределений. Для специалистов-практиков открытия предлагают модели и методы использования всех форм негауссовых распределений; нахождения аномальных точек-объектов и предсказания критического состояния техноценозов; теоретически решают вопросы нормирования и рационального распределения ограниченных ресурсов, что в целом, влияет на безопасность территорий.

Говоря о показателях, выделяющих ценоз (вне зависимости от их вербального или формализованного представления), следует иметь в виду: 1) ценоз не может быть адекватно описан системой показателей, любая система – не чёткая и не полная, увеличение количества показателей и кажущееся повышение точности (достоверности) каждого не приближает или мало приближает к самому акту выделения ценоза; 2) два ценоза, описанных одной системой показателей, совпадающих в пределах точности, принятой для данного класса измерений, могут различаться по существу (другими характеристиками, параметрами, представлениями) сколь угодно сильно; 3) ценологическое время – время

феноменологическое; оно необратимо; ценоз, даже описываемый не изменившимися качественно и количественно показателями, через время Δt уже иной; но это время $t < \Delta t$ не измеряется малыми промежутками (для одного ценоза – секундами, для другого – годами), а сравнимо (относительно порядка) со временем жизни особей тех видов, что группируются вокруг поинтер-точки \mathcal{R} ; 4) ценологическая фрактальность проявляется вложенностью ценозов такой, что она иерархически ограничена 5–7 уровнями (в отличие от бесконечности Мандельброта, представленной, например, кривой Коха); 5) ценологическое пространство неоднородно, нужномерно, в отличие от конечного евклидова или неевклидовых геометрий. Изложенное в сжатом виде и есть *третья научная ценологическая картина мира*, обеспечивающая оптимальность построения любых многоуровневых структур и систем и их безопасность.

Технический ценоз (и социальный также) находится в устойчивом состоянии, если при видовом его моделировании 5-10% особей-изделий относится к новым кастам (уникальным, редким), что составляет 40-60% видового состава - объёма словаря, а 40-60% всех особей-изделий попадает в саранчовые (массовые) касты, охватывающие 5-10% общего числа видов. Любой ценоз с нарушением этого соотношения попадает (переходит) в неустойчивое состояние (связь указанной неустойчивости с представлениями Эйлера и Ляпунова требует специального рассмотрения). Например, создание в конкретном месте противопожарной службы или ее элемента обходится в десятки миллионов рублей, но ущерб от пожаров может быть велик и превосходить затраты на создание и содержание специализированных пожарно-спасательных подразделений. Повышение пожарной безопасности связано с увеличением затрат, которые возрастают относительно быстрее, чем повышается пожарная безопасность. Поэтому требуется ставить вопрос об оптимальной ценологической структуре пожарно-спасательных подразделений. А пока только на 22.04.2015 г. в Хакасии одновременно вспыхнули 40 населенных пунктов, сгорели 30 человек, 1285 домов, предварительный ущерб – 7 млрд. руб.

Строя зависимости «ранг–размер» для различных регионов, можно понять, чего не хватает главным управлениям МЧС России по субъектам Российской Федерации, и в каком диапазоне должны лежать желаемые инновации, чтобы обеспечить, например, пожарную безопасность территорий.

Приведенные ограничения и сам подход являются новыми только применительно к технической реальности и к проблемам безопасности, к выделению и описанию технических ценозов. За рубежом (а вместе с утверждением рыночной экономики - и у нас): в экономике, физике, биологии, социологии, науковедении - в самых различных естественных и общественных науках - такой подход общепризнан, и речь может идти о спорах вокруг математических моделей и количественных характеристик описания ценоза той или иной природы. Самоорганизация, фрактальность - вот термины, характеризующие направление.

Первая, физическая (механическая), картина мира Ньютона ввела идеальное понятие точки и оперировала с этим понятием, давая однозначные решения, обязательные в механике, электротехнике, вообще в любых технических науках. Аксиоматичность характеризует и сегодня, в основном, принципы (основы) технического образования, в том числе в области безопасности жизнедеятельности: всё рассчитываемо, регламентируемо, определяемо. Убеждение в однозначности ответов при одних исходных данных стало основой не только технического мышления (нынешняя ориентация на гуманитаризацию образования отражает назревшую необходимость изменения мышления, веление времени - надвигающуюся технотронную цивилизацию), но и экономических представлений, распоряжений Правительства Российской Федерации. Важно, что такое мышление сохраняется и сохраняется убежденность в доказательности формализованных расчетов.

Вторая картина мира Эйнштейна-Бора ввела вероятностные представления в описание физического, а затем и биологического, технического (технетического), информационного и социального миров. Но при этом всегда предполагалось, что действуют центральная предельная теорема и закон больших чисел. Следовательно, можно было оперировать математическим ожиданием события и, хотя и вероятностной, но конечной ошибкой, в том числе при прогнозировании количества чрезвычайных событий (ситуаций). В технических науках, да и у большинства грамотных людей вообще, появление вероятностных представлений не изменило мышления. Точнее, в представлениях людей мир, особенно технический, оставался численно представимым: всё можно подсчитать и измерить, пусть с ошибкой, но укладывающейся в понятие «плюс-минус».

Третья картина мира, основанная на принципах глобального эволюционизма, по В.С. Стёпину, отличается «резким усилением междисциплинарного синтеза знаний, повышением удельного веса междисциплинарных исследований. Этот этап характеризуется уменьшением уровня автономности специальных научных картин мира и восстановлением общенаучной картины мира как единого системного образа...». Новая парадигма вводит технический мир в общую единую картину мира, в единую теорию глобального эволюционизма, показывая, что техническое в процессе своего развития создало техноценозы, снижающие собственную безопасность и безопасность территорий, а они, в свою очередь, обладают такой же структурной общностью, как физхимценозы. Выражаясь более общо, техноценозы, как и биоценозы, с одной стороны от них, так и инфоценозы, и далее - социоценозы, с другой, описываются единым статистическим аппаратом, точнее - параметры самоорганизации ценозов находятся в одних пределах. Сущностное различие стойхейона (первоосновы) проявляется изменением применения (использования) информации физическими, биологическими, техническими (технетическими), информационными и социальными реальностями. Следовательно, помимо общности, открытой кибернетикой и заключающейся в общности процессов управления и связи, существует общность структуры ценозов любой природы (для техноценозов показана Кудриным Б.И.), что и дало формальное основание для появления названия «технетика» и использования биотерминов при описании технического мира.

Гносеологически третья картина мира характеризуется переходом к изучению этого мира, опираясь на целостные образования - ценозы различной природы. Математически же подтверждается, что мир описывается моделями H -распределения, характерными особенностями которых являются неприменимость понятия «среднего» (отсутствием математического ожидания), возможность сколь угодно большой ошибки (бесконечность дисперсии) при решении любого конкретного вопроса (решение в точке неопределённо). Для техноценозов не действуют, или действуют в деформированном виде, предельные теоремы теории вероятностей: центральная предельная теорема и закон больших чисел. Прогнозировать, используя математический аппарат, возможно, лишь руководствуясь кривой в целом, тенденцией поведения саранчѳвых (массового) и ноемых (единичного, уникального) каст и движением всего множества особей (видов) относительно особой поинтер-точки H -распределения, которая объединяет непрерывную и дискретную стороны поведения техноценоза, навевая аналогии с корпускулярно-волновыми свойствами мира Луи де Бройля (1924). Осознание новой картины мира это есть осознание, что такое ценоз вообще (как уровень иерархии, ступень классификации) и технический ценоз, в частности, обеспечивая, тем самым, и безопасность окружающего мира. При этом, с точки зрения теории и практики, встречаемся с противоположными позициями: с общесистемных – устойчивость и эффективность ценоза тем выше, чем бѳльшим разнообразием элементов ценоз характеризуется; с точки зрения унификации – всё сделать одинаковым.

Возвращаясь к проблеме электрификации и обеспечения электроэнергетической безопасности всей страны, подчеркнем, что ни для одного региона она не состоялась (имея в

виду подключение к единой энергосистеме, бесперебойность, качество электроэнергии). ГОЭЛРО и весь ход дальнейшего развития в направлении монополизации электроэнергетики лишь провозглашали электрификацию, но ни экономически, ни технически не рассматривали мелкое и отдаленное. Политические решения в 1930-х гг. уничтожили свыше 1 млн. мелких электростанций (прежде всего на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ), таких как ветряные и водяные мельницы, которых, на р. Оскол, например, было свыше 50, а в Тамбовской губернии - без малого 6000). В 1960-е гг. (и после) в рамках программы избавления от неперспективных деревень были закрыты средние электростанции мощностью от сотен киловатт до нескольких мегаватт. Тогда применительно к регионам (областям) России задача разбивается на две, относительно независимые:

обеспечение тепловой и электрической энергией городов и крупных (средних и мелких) промышленных и иных объектов, - здесь необходима ревизия всех источников энергии (электростанций и котельных), а затем ценологический анализ того, что нужно для энергетической самодостаточности и безопасности;

ориентирование электрификации глубинки на развитие сетей и массовую малую генерацию на основе традиционного углеводородного сырья и, главное, использование местных и возобновляемых источников энергии (таких как ветер, геотерм, отходы древесины, ивовые плантации, солнце, микро- и малые ГЭС и др.).

Своеобразный план рыночной электрификации, а на его основе, обеспечения безопасного и устойчивого функционирования существующих и создания и развития возможных поселений, должен стать государственным (ГОРЭЛ), комплексным. Сейчас исход населения в города кажется непреодолимым. Но этот общемировой процесс трансформируется (сохранение фермерства в США, ивовые плантации в Скандинавии, хутора в Эстонии). России обезлюживание территории несет угрозу ее безопасности: страна может превратиться в площадку для извлечения сырья – особенно, если учесть, что бедные районы продолжают беднеть. Затронутые вопросы неразрешимы без надежного электроснабжения и обеспечения электроэнергетической безопасности каждой семьи и частного в глубинке. Инженерная практика России и мировая свидетельствуют о том, что воздушные линии электропередачи протяженностью 10 км (тем более 50 км) без автономного электроснабжения не позволяют организовать производство. Задача ГОРЭЛ: электрифицировать Россию, охватить инфраструктурой глубинку. Поэтому от энергетического придатка цивилизации и деградации из-за заброшенности глубинки необходимо перейти не к мобилизационной, а к эволюционной модели модернизации, которая не удастся в течение последних 90 лет. Надо создать условия такой среды, чтобы человек хотел здесь жить и здесь созидать. Федеральной инвестиционной программой 2000-2008 гг. намечалось построить 1412 объектов с вводом к 2009 г. Введено 212. При втором месте в мире по продажам вооружений и миллиардерам, у нас 97-е место по доходам на душу населения.

В 1930 г. было 110 млн. крестьян. Закон 1937 г. лишил крестьян свободы перемещения. Следует содействовать фермерству и малому предпринимательству на отдаленных и необжитых территориях, обеспечивая также их развитие, безопасность и безопасность территорий страны в целом. В США ежегодно продают 500 тыс. деревянных индивидуальных домов, в Японии - 300 тыс. В Скандинавии 90% всех домов – деревянные. У нас неограниченные лесные и земельные ресурсы, поэтому возможен и необходим переход к усадебному хозяйствованию. Потенциально заинтересованные: молодежь без жилья, семьи, нуждающиеся в жилье, отслужившие в силовых структурах, безработные, мигранты. Возможна загрузка машиностроения оснасткой, инструментом, оборудованием, включая станочное. Проблема: беспрепятственное выделение земли под индивидуальное строительство и товарное производство. Нужны решительные экстраординарные меры, борьба с волокитой, формирование индивидуального домостроения, создание предпосылок для формирования среднего класса. Дом - главная составляющая имущественного

ценза. Этому критерию соответствуют 2/3 населения Западной Европы. В Калининграде было 56 254 хозяина, владевших 72% земли Пруссии. Хутора были уничтожены, дороги перекопаны, 160 колхозов не смогли выращивать продукцию из-за разрушения мелиорации.

Во всех приоритетных направлениях всегда есть энергоэффективность и энергосбережение, но здесь мало прорывных НИОКР. Электроёмкость планируется снизить к 2020 г. на 40%, к 2030 г. - на 60%. Инвестиции в ТЭК 2006-2030 гг. - 1,87 трлн. долл. Холдинг МРСК в ближайшие 8-10 лет собирается потратить на обновление сетей 2,8 трлн. руб. К 2050 г. в Европе 90% ЭЭ намечают от ВИЭ. В 2009 г. мощность ветряных электростановок в США уже 35,2 млн. кВт, в Германии - 25,8 млн., в России - 15 тыс. кВт. Стратегия: комбинированные ВИЭ - каждой семье. Техноценологическая оценка электроэнергетической безопасности и техноценологический прогноз развития каждого региона Российской Федерации до 2060 г. показал, что сохранение тенденции роста электропотребления первых 10% регионов России приведет к дальнейшему обнищанию (по электропотреблению) 10% беднейших регионов и распаду государства.

Применение рассмотренных открытий и закономерностей позволяет эффективно осуществлять хозяйственную деятельность от отдельного предприятия до масштабов всей страны, опираясь на количественные взаимоотношения во всех аспектах хозяйственной деятельности. Теория, например, отвечает на такие вопросы: какое количество крупных, средних и малых предприятий и иных объектов деятельности должно быть в стране для обеспечения ее промышленной, экономической и социальной безопасности; каких и сколько технических изделий должно быть на предприятии; сколько на одну большую гидроэлектростанцию надо построить малых, чтобы экономически выгодно обеспечивать электроэнергией регион, обеспечивая при этом его электроэнергетическую безопасность; какое в городе должно действовать количество промышленных и сервисных предприятий – крупных и мелких, различных форм собственности и видов деятельности, чтобы обеспечить жителей всеми видами товаров и услуг, процветали производство и сфера быта; каким банкам оказывать помощь в условиях кризиса, и др.

Неучёт ценологического мировоззрения при принятии законодательных и исполнительных решений задерживает инновационное развитие России, не дает осуществить в стране индустриализацию, не обеспечивает безопасность территорий. При этом уже в 53 высших учебных заведениях страны техноценологическая теория и порядок её применения включены для изучения в учебные программы. Начало этому послужило обоснование Кудриным Б.И. в 1993 г. специальности для инженеров, магистров и бакалавров по профилю «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений», открытие ее по инженерной специальности 140610 и утверждение для учреждений высшего профессионального образования в составе дисциплин в области 140400 «Электроэнергетика и электротехника». Это стало возможным благодаря созданию им же в 1989 г. электрики – науки о потребителях электрооборудования и электроэнергии. Особенности потребления ЭЭ проявились с начала индустриализации (1926 г.), когда сам потребитель определял требуемую мощность, необходимость строительства теплоэлектростанций или прокладку линии электропередачи от государственной районной электростанции. Создание единой энергетической системы и появление электроэнергетики, как отрасли, привели к тому, что потребитель отошёл на второй план и потерял самостоятельность. А ведь ЭЭ и тепло – два конечных социально значимых продукта, которые не могут быть дорогими. Иначе экономика не будет развиваться.

При этом, например, применение с 1980 г. комплексного метода расчёта электрических нагрузок [9], основанного на реализации основных положений техноценологической теории, используемого для проектирования электроснабжения всех объектов страны, в том числе обеспечивающих ее электроэнергетическую безопасность: даёт ошибку

не более 5 %, а используемые ранее методы завышали нагрузки для объектов на 50–200 %; увеличивает загрузку оборудования и сетей до нормативных значений, причем отказ от сооружения части подстанций и сетей при новом строительстве и техническом перевооружении обеспечивает также многомиллиардную ежегодную экономию в финансовых средствах и ресурсах.

Дальнейшее внедрение техноценологической теории в различных сферах повышает обоснованность расчётов и качество принимаемых решений. Ниже рассмотрены, с техноценологической точки зрения, примеры применительно к проблемам электроэнергетики и экономики, в том числе примеры управленческих решений, нарушающих техноценологические закономерности, с комментариями:

- целевые показатели Программы модернизации электроэнергетики на период до 2030 г., млрд. кВтч: тах сценарий долгосрочного прогноза социально-экономического развития страны – 1810; базовый вариант Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики – 1553; min сценарий долгосрочного прогноза социально-экономического развития страны до 2030 г. – 1430 млрд. кВтч (В.А. Баринов, ИНП РАН). Ценология называет 1200 (30.06.2014 г.);

- в природе нет двух предметов абсолютно равных. При виде двух Фордов, похожих друг на друга, что никто не может их различить, и с частями столь сходными, что их можно поставить одну на место другой, невольно приходит в голову, что машины в самом деле одинаковы. Но это не так. Они различны в работе. Не может быть утверждения, более нелепого и вредного для человечества, как то, что все люди равны (Генри Форд) (наше утверждение. 11.09.2013 г.);

- одинаковых винтовок не существует, даже если они произведены одной фирмой. Даже к лучшей винтовке необходимо подобрать нужные патроны. Для их отбора делают отстрел, чтобы выявить, какие патроны дают наименьший разброс. При отстреле нового из 100 винтовок выбирают 10–15, кластер, удовлетворяющий требованиям состязаний (минимизируют дисперсию для патрона 2,6 г). Каждый спортсмен пользуется своими патронами и своим Гауссом. Малокалиберный, 2,6 грамма, очень капризен, их также отбирают в соответствии с прогнозом погоды под нормальное распределение (всеобщность ценологического мироустройства).

Ценологичность всеусушна: на точность стрельбы сильно влияют особенности металла, из которого сделан ствол ружья, а качество производимой стали меняется постоянно и зависит даже от атмосферного давления в день, когда её выплавляли. Да и разница всего в пару градусов во время закалки металла скажется на сделанном из него оружии. В современных соревнованиях техническая реальность – все её составляющие – играет едва ли не определяющую роль в достигаемом результате;

- в советские времена в ВВС в эксплуатации находилось свыше 50 типов самолётов, 10 – вертолётов, 45 – авиационных двигателей, 500 – авиационных средств поражения и свыше 90 типов средств наземного базирования (М.М. Растопшин) (ценология и унификация. 10.09.2008 г.);

- принято решение изготовить три абсолютно идентичные ракеты. Ценологическая теория утверждает, что в технике, особенно в столь сложной, абсолютной идентичности добиться невозможно. Любые комплектующие имеют некоторый разброс параметров, который должен поддаваться регулировке в заданных пределах. Похожая ситуация и с конструкционными материалами (08.10.2010 г.);

- «Булава» упала (12.12.2009 г.) и это объяснимо: нарушены законы ценологии. Остался один монополист в конструировании ракет – Московский институт теплотехники. Остальные институты отстранены, производства альтернативных ракетных комплексов ликвидированы. Напомним, что расцвет отечественной авиации опирался на множество КБ, возглавлявшихся личностями и объективно выстраивавших *H*-распределение;

- высокий уровень конкурентоспособности военной и гражданской промышленности достигается в мире малым и средним бизнесом, потенциал которых часто интегрирован с крупными корпорациями. Но реальных шагов для развития такого бизнеса в России нет и не ожидается. Для нынешнего руководства образование в обществе большой прослойки малозависящего от власти электората может представлять перманентную опасность (В. Дворкин, ГНС ИМЭМО РАН) (аксиоматичность ценологии. 17.02.2013 г.).

Органы власти, вероятно, не руководствовались ценологическим миропониманием, когда стало очевидно, что сотни и тысячи разрозненных предприятий не могли ни обеспечить развитие оборонно-промышленного комплекса, ни сохранить имеющийся потенциал, и было принято решение о формировании оборонных холдингов – «головы» *H*-распределения, как стратегического направления развития оборонно-промышленного комплекса в 2000-е годы.

У нас в обрабатывающей промышленности занято 3,5 % малых предприятий. На «Бонинг» работает 40000 малых предприятий; на «Тойоту» – 30000; на «Сименс» – 10000 (ценологическая промсаранча). При этом семейство Superjet 100, которое строит ЗАО «Гражданские самолёты Сухого», проектировалось с участием в производстве более 20 компаний, каждая из которых поставляет различные узлы и агрегаты, включая авионику, гидравлику и системы управления. Выбран перспективный тренд создания разных продуктов на базе единой платформы. Унификация позволит строить на одной базе авиалайнеры разной вместимости и назначения, не вкладывая огромные средства в создание новых моделей самолётов. Налицо ценологическое понимание необходимости опираться на новое разнообразие, но не упускать саранчёвость, обеспечивающую эффективность;

- сообщалось об обсуждении характеристики перспективного авианесущего корабля водоизмещением более 50 тыс. т, длиной до 300 м, со своими самолётами и кораблями сопровождения. Подобное строительство в США стоит 8,5 млрд. долл. плюс окружение. Необходимо проверить множество намечаемых к строительству объектов по значимым параметрам на соответствие *H*-распределению (включая видовое). Иначе существует опасность повторения опыта строительства подлодки «Курск», не обеспеченной причальными, обслуживающими, спасательными средствами (27.09.2011 г.);

- Трансмашхолдинг освоил рельсовые автобусы РА-2 для 17 железных дорог, имеющих каждая 10–20 тупиковых ответвлений (до 100, реже – до 150–180 км). Этим решается замена крупного и обеспечиваются комфорт, безопасность, энергосбережение. Так реализуются ценологические представления, даже если авторы и не говорят нашими словами (22.10.2006 г.);

- А. Дворкович выразил мнение, что «мода на появление государственных отраслевых корпораций чрезвычайно опасна» (о ценологии?). Опыт СССР показал, что планирование развития «сверху» превращает госпредприятия в большую дыру в бюджете. Государственные расходы, нарушающие ценологические ограничения, – смертельный диагноз для экономики (07.10.2007 г.);

- генеральный директор ОАО «Южная генерирующая компания – ТГК-8» стандартную систему управления, когда бизнес-процессы замыкаются на центральный аппарат, меняет на формирование бизнес-единиц, наделённых полномочиями по осуществлению оперативной деятельности. Руководителям предоставлено право решать все текущие задачи: производство тепла и ЭЭ, поиск потребителей продукции, кадровые назначения и др. Формирование таких бизнес-единиц – шаг по ценологическому пути определённой децентрализации (интуитивно – к ценологии. 28.03.2007 г.);

- установленная мощность электростанций Японии, объединённых в энергосистему, 279 ГВт. Для каждого абонента перерыв электроснабжения – не больше 10 минут в год; потери в сетях – на уровне 5,2 %. На производство ВВП, эквивалентного 1000 долл. США в ценах 2000 г., Япония расходует энергоресурсов в 16,6 раза меньше, чем Россий-

ская Федерация. Потребители 50 кВт и выше с 2005 г. имеют право выбирать поставщика ЭЭ (Независимая газета. 13.05.2009 г.);

- Президент страны, обсуждая высокотехнологический сектор, говорил, что государственная монополия заинтересована, в какой-то степени, остановить развитие, используя монопольное преимущество, а не инвестировать в «мелочёвку», в новые технологии «не у них» (ценологическое движение. 14.10.2009 г.);

- в Англии на железоделательных мануфактурах XVIII века применялось до 500 молотков различной формы, каждым из них производилась только одна операция. Небольшая мануфактура по производству иголок (10 чел.) при разделении операций выпускала в день 48 тысяч иголок. Один же человек, делая все 92 операции, изготавливал не более 20 иголок (В.Ф. Рунге) (о разнообразии. 17.03.2013 г.);

- элементарность, восходящая к Демокриту неделимость: элемент, единица, штука, особь, индивид, индивидуальность, меняется в сторону большей содержательности вплоть до формирования сообщества – ценоза. Элемент технического: болт, шестерня, подшипник, крыльчатка, вал, редуктор, двигатель, агрегат, кран, ..., рабочая клеть, прокатный стан, прокатный цех, прокатное производство завода, прокатные станы страны (1978 г.: 360 особей, 149 видов, ноёва каста 58,7 %, $\alpha=0,78$), мировое прокатное производство (об элементарном. 09.01.2011 г.);

- в 1950 г. С. Лебедев построил компьютер серии МЭСМ, бывший одним из лучших в мире, а СССР – лидером, сделавшим ставку на большие машины. Необходимость в саранче, компактном предмете обихода для каждого человека не укладывалась в нашу идеологию. Став коммерческим продуктом, вычислительная техника выбросила нас из технологических партнёров (проигнорировали ценологию. 29.12.2011 г.);

- на долю аналогов российских комбинатов-гигантов в США приходилось (2001 г.) 55 % производства, в России – более 90 %. В России сталь и прокат производят 12 предприятий, в США – около двух тысяч (ценология и чёрная металлургия. 20.04.2013 г.);

- компания «Брок-Инвест-Сервис» инвестирует заводик производительностью 25 тыс. т проката в год, ориентируясь на разнообразие запросов потребителей – небольшие партии каждого конкретного сорта. Называют одинаковую долю обработки металла (30–40 %) для выживания и развития независимой металлосервисной компании (ценология прорвалась. 04.06.2012 г.);

- в России возможно создание крупнейшего в мире горнорудного конгломерата – мегакомпания, включающей активы Норникеля, Русала, Евраз, Металлоинвеста с выручкой около 50 млрд. долл., капитализацией – 60 млрд. долл. Мировой лидер – ВНР Billiton, соответственно, 72 и 193 млрд. долл. (ноёво мегаслияние. 29.12.2012 г.);

- производство готового проката в декабре 2008 г. рухнуло на 40,7 % к декабрю 2007 г.; кокса – на 44,2 %, стальных труб – на 35,3 %, железной руды – 45,6 %. Темпы спада по регионам (ноябрь 2008 г. к ноябрю 2007 г.): Вологодская обл. – 44 %, Челябинская – 35 %, Кузбасс – 23 %. Производственные мощности в 2007 г. по стали составляли 73–75 млн. т (произведено 72,2 млн. т), по прокату 63–65 млн. т (60,2 млн. т: лист – 49,6 %, сорт – 50,4 %). Важно, что электропотребление падает медленнее: для указанных значений это 10–15 %. Электропотребление нелинейно снижается медленнее падения производства, а при восстановлении производства медленнее растёт, но по киловатт-часам не достигает прежних значений (металлургия, кризис, электропотребление. 02.02.2009 г.);

- российское экономическое пространство: Москва – 23 % суммарного валового регионального продукта, Тюмень – 12 %; первый дециль электрического пространства – 48,3 % (2005 г.), последний дециль дотируемых регионов – 1,5 %. Отношение не 10 раз, как полагал правильным Парето, а 32,5. Есть определённая корреляция с доходами 10 % самых богатых и 10 % самых бедных, которая официально для 2008 г. называлась как разница в 16 раз, крайняя оценка 30–40 (игнорируем *H*-ограничения. 31.01.2009 г.);

- в машиностроении три года назад разница в производительности труда была более чем в 10 раз, в деревообработке и пищевой промышленности – в 23 раза. Тут могли играть роль различия в уровне цен по регионам, но таких огромных цифр эти различия объяснить не могут. Это явление объясняет общая ценология (технетика), которая утверждает, что разница в 10, 100, 1000 и более раз – обычное состояние, строго объясняемое теоретическим отсутствием для структуры ценозов математического ожидания и бесконечностью дисперсии (Б. Кудрин. Бесконечной дисперсии – быть. 30.01.2009 г.);

- средняя зарплата рабочих основных профессий электроэнергетики в большинстве регионов - 15–23 тыс. руб. Высший менеджмент – 10 % всех работников - съедают 40 % всего фонда оплаты. Отсюда гигантская дифференциация, социальное расслоение, текучесть кадров (Всероссийский электропрофсоюз) (ценологию побоку. 10.02.2013 г.);

- разрыв в денежном довольствии контрактников нижнего уровня войсковой иерархии и военачальников достиг 15-кратного значения (В. Цымбал). Парето не одобрил бы этого, а скандинавы, держащие соотношение 6–8, удивились бы (17.03.2007 г.);

- средний возраст автомобилей в России около 12 лет, что полезно знать 2313653-м жителям, получившим права в 2012 г. Но что такое это среднее? (А. Пикуленко);

- управление ассортиментом на рынке бытовой техники и электроники основывается на нише «средний плюс» и Правиле Парето, а управление рентабельностью – на цене, сервисе, логистике, дистрибуции (М. Соловьёв) (17.04.2010 г.);

- директор Центра исследований постиндустриального общества В. Иноземцев: «... бизнесу в сфере домостроения надо сказать, что с 2012 или 2014 г. предельный объём использования бетона на квадратный метр такой-то. Не получается? – проект будет закрыт. Если государство хочет на что-то влиять, оно должно устанавливать свой контроль». Если победит это мировоззрение первой картины мира (всё рассчитываемо), уверенность во всеисии среднего, то прощай модернизация, энергосбережение и путь России вперёд. Сорок лет я доказываю необходимость руководствоваться ценологической теорией, которая при нормировании отрицает возможность использования среднего и в 60-е годы XX века явилась составляющей «японского чуда». Пусть В. Иноземцев осудит Исетский завод за удельный расход 3033 кВтч/т проката и похвалит Константиновский с его расходом 40 кВтч/т. (Б. Кудрин. 10.10.2009 г.);

- «Субъективность многослойная: скажем, Нью-Йорк Драйзера и Нью-Йорк О. Генри – города хоть и одной эпохи, однако не только разные, но и для каждого – особые» (П. Вайль). Это и есть ключевые несистемные свойства ценоза: субъективность границ и представлений такая, что у электрики Запсиба одна граница, у теплосиловиков, генплана – другая. А главный энергетик страны и главный энергетик Магнитки по видам деятельности концептуально не сопоставимы;

- гипотеза цифровой последовательности – ряда сущего: «Большой взрыв» – единое сущее античности, где элемент-особь невыделяем $10^0=1$. Далее за несколько минут Природа сотворила около десяти устойчивых, с точки зрения человека, элементарных частиц; затем, помедлив, химических элементов $10^2=100$, из них земных минералов – $10^4=10000$; потом видов живого – 100 млн.; видов технического – 10^{16} ; информационных единиц – 10^{32} , социальных событий – 10^{64} . Вселенная, по Дж. Литлвуду, состоит из 10^{79} элементарных частиц.

- РЖД не знает об *H*-распределении и не руководствуется инвариантностью структуры техноценоза – в частности, в грузовых перевозках, где особь – единичный заказ грузоотправителя. М. Дмитриев (08.12.2009 г.) замечает, что наши железные дороги - это дороги, ориентированные на перевозку крупнотоннажных однородных простых грузов. Примерно 40 % перевозок осуществляется сотней крупнейших компаний, получающих основную прибыль. Но существуют и предприятия, занимающиеся повагонными перевозками (2/3 всего объёма), когда продукция отгружается малыми партиями адресатам по терри-

тории страны. Таких предприятий около 60000. В Европе контейнерные поезда ходят как пассажирские. У нас такого рода услуги не предоставляются. Реформа ОАО «РЖД» монополизует тягу, исключает конкуренцию операторов, делает немассовых грузоотправителей неконкурентоспособными. Всё делается не так, как требует ценологическая теория. Этим ставится барьер на пути технологических прорывов и инноваций (ценология не колея для РЖД. 10.12.2009 г.);

- чиновники вновь игнорируют основное положение ценологической теории, доказавшей, что оперирование средним ведёт к сколь угодно большой ошибке: «Федеральная налоговая служба полагает, что собранная ими информационная база и новые методики позволяют выловить компании, в налоговом поведении которых есть некоторые отклонения от среднеотраслевых показателей. К примеру, если предприятие начнёт вдруг, согласно отчётности, потреблять больше обычного электроэнергии, газа или воды, то это может стать поводом для дополнительной выездной проверки» (14.03.2006 г.) (ФНС игнорирует Н-распределение).

Гипотеза профессора Лозенко В.К.: «В первом приближении законы бизнесэволюции определяются законами техноэволюции, хотя для любого исторического момента времени следующий шаг в направлении развития технетики делается усилиями бизнеса. И этот, уже сделанный шаг в направлении эволюционного развития техники, заставляет все другие бизнесценозы развиваться в этом направлении. Технетика и бизнес взаимосвязаны и взаимообусловлены. Не может существовать бизнес без технетики, равно как не может существовать технетика без бизнеса». Таким образом, техноценология (технетика) вносит научную строгость в соотношения рассматриваемых категорий крупного и мелкого, массового и единичного, уникального и стандартизированного; устанавливает количественные взаимоотношения во всех аспектах хозяйственной деятельности как необходимое условие экономически выгодного ведения хозяйства любой отрасли; показывает существование и действие законов техноэволюции, что позволяет управлять хозяйственным механизмом, реализовать проявление узловых точек научно-технического прогресса и обеспечивать безопасность территорий.

Рассмотренные и другие задачи могут быть решены с применением техноценологической теории построения и управления развитием многоуровневых систем, методов технического анализа и техноценологических моделей, позволяющих анализировать закономерности и оценивать перспективы развития структур, систем, её элементов и показателей. Это позволяет обосновывать безопасные и устойчивые и формировать эффективные многоуровневые структуры и системы для всех сфер реальностей (технической, физической, биологической, информационной и социальной), оценивать и сравнивать эффективность систем и объектов, управлять отбором (развитием), специфическим для каждой из реальностей: энергетическим, естественным, информационным, документальным и интеллектуальным, и прогнозировать их развитие.

Кризис в стране налицо. И, вероятно, связан с тем, что мы не осознаем мир техноценозов, существующий вокруг нас. Техногенный мир – мир техноценозов – требует нового взгляда на него. Техноценологическая теория объясняет многие явления и указывает выход из современных тупиков.

Литература

1. Аргументы и факты. №16.2015 г.
2. Кудрин Б.И. Не новые новости: будни неприятия ценологии. Неценологическая обыденность, или к чему мы идём? – Общая и прикладная ценология. Вып. 52. «Ценологические исследования». Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Технетика. - 2014. – 154 с.
3. Кудрин Б.И. Введение в технетику. – Томск: Изд-во Томского гос. ун-та. - 1991. – 384 с.

4. Кудрин Б.И., Седнев В.А., Воронов С.И. Семнадцать лекций по общей и прикладной ценологии. Монография. – МЭИ, Академия ГПС МЧС России, РАН. - 2014. – 227 с.

5. Седнев В.А. Техноценологические методы построения и управления развитием многоуровневых систем. Монография. Академия ГПС МЧС России. - 2008. – 132 с.

6. Седнев В.А., Смуров А.В. Методы оценки и обоснования мероприятий по обеспечению электроэнергетической безопасности субъектов Российской Федерации в условиях чрезвычайных ситуаций. Монография. – Академия ГПС МЧС России. - 2014. – 125 с.

7. Философские основания технетики. I. Православие и современная техническая реальность. II. Онтология технической реальности и понятийное сопровождение ценологического мировоззрения. III. Математический аппарат структурного описания ценозов и гиперболические Н-ограничения. Вып. 19. «Ценологические исследования». – М.: Центр системных исследований. - 2002. – 628 с.

8. Кудрин Б.И. Два открытия: явление инвариантности структуры техноценозов и закон информационного отбора. Вып. 44. «Ценологические исследования». – М.: Технетика. - 2009. – 82 с.

9. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат. - 1988, 1995, 2005–2007, 2009, 2011–2013 гг.

Сведения об авторах

Седнев Владимир Анатольевич, - профессор кафедры защиты населения и территорий Московского энергетического института, тел. 84956172683, sednev70@yandex.ru

Кудрин Борис Иванович, - профессор кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» Московского энергетического института, заместитель главного редактора журнала «Промышленная энергетика», руководитель секции «Философия техники и общей ценологии» Российского философского общества, профессор, тел. 89161365998, 84956152870, e-mail: coenose@rambler.ru.

УДК 004.81

РЕЗУЛЬТАТЫ СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИНФОРМИРОВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ АВАРИИ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНОМ ОБЪЕКТЕ

Доктор техн. наук *Р.А. Дурнев, А.С. Котосонова, Р.Л. Галиуллина*
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

В предыдущей статье приведена системно-динамическая модель информирования населения при аварии на химически опасном объекте с помощью сервисов сотовой связи. В настоящей статье приведены результаты моделирования действий людей в указанных условиях, позволяющие определить рациональную частоту рассылки сообщений и оценить вклад информирования в реализацию защитных мероприятий. Данные результаты положены в основу рекомендаций по информированию населения в условиях чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова – системно-динамическая модель, авария, химически опасный объект, информирование населения, сообщение, защитные действия, моделирование, машинный эксперимент.

RESULTS OF SYSTEM AND DYNAMIC MODELING OF PROCESS OF INFORMING THE POPULATION AT ACCIDENT ON CHEMICALLY DANGEROUS OBJECT

Dr. (Tech.) R.A. Durnev, A.S. Kotosonova, R.L. Galiyllina
FC VNII GOChS Emercom of Russia

In the previous article the system and dynamic model of informing the population during an accident is given in chemically dangerous object by means of services of cellular communication. The results of modeling actions of people in the specified conditions allowing to determine the rational frequency of mailing messages and to estimate an informing contribution to realization of protective measures are given in the present article. These results are the basis for recommendations about informing the population in the conditions of emergency situations.

Key words: – system and dynamic model, accident, chemically dangerous object, informing the population, the message, protective actions, modeling, machine experiment.

В предыдущей статье [1] описана системно-динамическая (поток-уровневая) модель процесса действий населения в зоне заражения аварийно химически опасными веществами (АХОВ) при аварии на химически опасном объекте (ХОО). Предполагалось, что её применение в различных программных средах позволит определить рациональную частоту рассылки сообщений, реализуемых с помощью различных сервисов сотовой связи, оценить отдельные психофизиологические и психосемантические аспекты «обработки» человеком предупреждающей информации – закономерности её понимания, усвоения, реализации последующих действий, определить общий вклад в реализацию правильных защитных мер.

Скриншот схемы данной модели, представленной в программной среде Anylogic 7.1.2, показан на рис. 1.

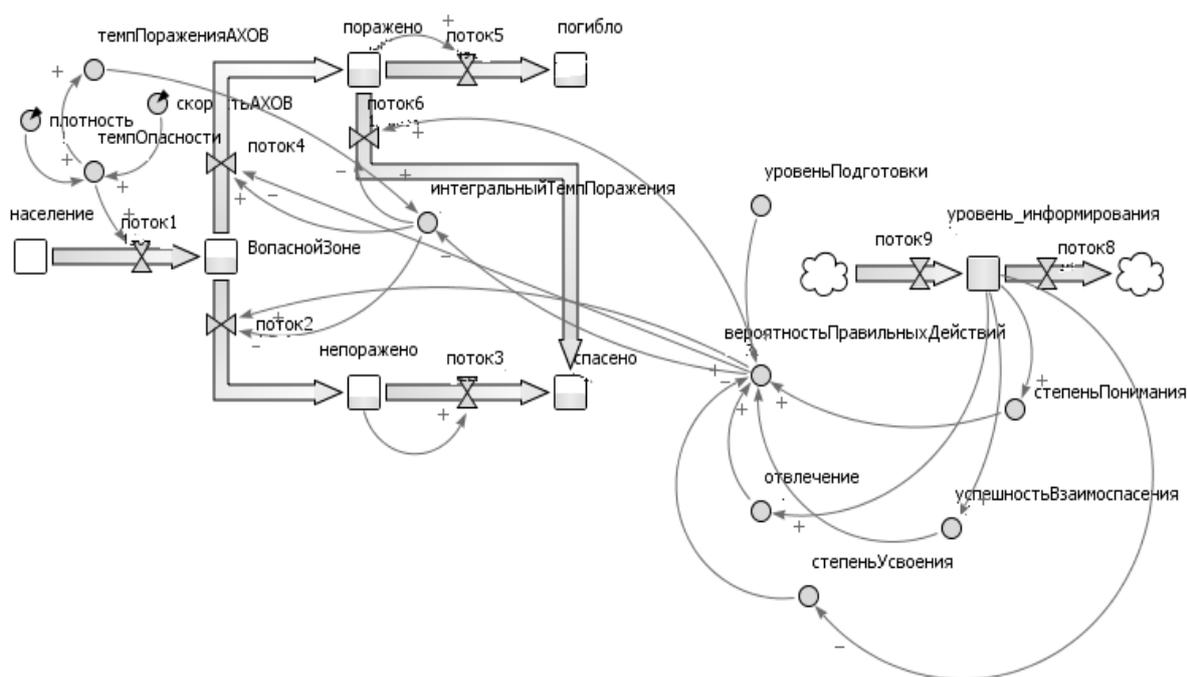


Рис. 1. Скриншот схемы системно-динамической модели процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО

Вначале проводились машинные (на ПЭВМ) эксперименты, в которых моделировались потоки погибших и спасенных людей при воздействии на них АХОВ без учета уровня их информированности (без правой части схемы на рис.1). Из графика на рис. 2 видно, что зависимость количества погибших и спасенных человек от площадной скорости распространения АХОВ ($V_{сАХОВ}$) имеет линейный характер. Количество спасенных человек значительно превышает количество погибших по причине незначительных концентрации указанных веществ и скорости их распространения.

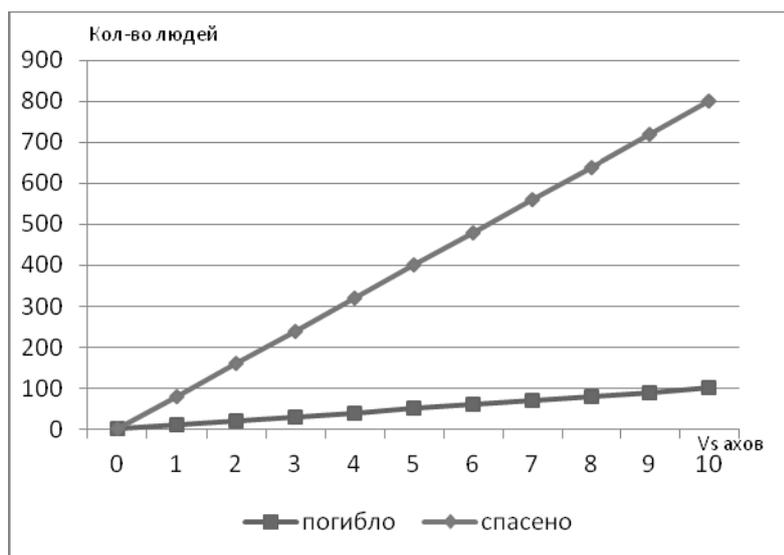


Рис. 2. Зависимость количества погибших и спасённых людей от площадной скорости распространения АХОВ

В последующих машинных экспериментах моделировались потоки людей при воздействии на них АХОВ уже с учетом уровня информированности. Для этого вначале оценивалась зависимость количества погибших и спасенных людей от таких составляющих переменной «вероятность правильных действий», как «вероятность правильного понимания информации» ($P_{пон}$), «вероятность отвлечения на понимание и усвоение информации» ($P_{отвл}$), «вероятность усвоения информации» ($P_{усв}$) и «вероятность успешной само- или взаимопомощи после информирования» ($P_{спас}$) (см. [1]). При этом потоки сообщений, влияющие на данные вероятности в соответствии с формулами и графиками, приведенными в статье [1], на данном этапе не реализовывались.

Для оценки указанных зависимостей в разных сериях машинных экспериментов значения одной из указанных составляющих изменялись от 0 до 0,8 с шагом 0,1. Одновременно с этим другие составляющие переменной «вероятность правильных действий», а также все остальные входные переменные модели (площадная скорость распространения АХОВ, время его действия и т.п.) фиксировались на определенном уровне, т.е. учитывались в качестве констант. Полученные графики зависимостей количества погибших и спасенных людей от различных составляющих вспомогательной переменной «вероятность правильных действий» представлены на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что указанные зависимости являются однотипными - монотонными, нелинейными (экспоненциальными). При этом количество спасенных возрастает, а погибших уменьшается при росте $P_{пон}$, $P_{усв}$, $P_{спас}$ и уменьшении $P_{отвл}$. Определенное различие указанных зависимостей заключается в скорости возрастания либо убывания количества погибших и спасенных людей. Так, например, для значений аргумента (вероятности), равных 0,8, значения функции примерно равны:

- 800 спасенных и 100 погибших для $P_{пон}$;
- 700 погибших и 200 спасенных для $P_{отвл}$;
- 850 спасенных и 50 погибших для $P_{усв}$;
- 750 спасенных и 150 погибших для $P_{спас}$.

В этой связи можно заключить, что на переменную «вероятность правильных действий» большее влияние оказывает «вероятность усвоения информации» и «вероятность правильного понимания информации» и меньшее - «вероятность успешной само- или взаимопомощи после информирования» и «вероятности отвлечения на понимание и усвоение информации».

Следующие машинные эксперименты проводились для оценки зависимости количества погибших и спасенных людей от среднего темпа оповещения населения с помощью текстовых сообщений (τ , количество сообщений в единицу времени, ед/час).

Для оценки указанных зависимостей в разных сериях машинных экспериментов значения одной из рассматриваемых составляющих ($P_{пон}$, $P_{отвл}$, $P_{усв}$ или $P_{спас}$) изменялись в соответствии с потоком сообщений, показанным в правой части схемы на рис.1. Одновременно с этим другие составляющие переменной «вероятность правильных действий» фиксировались на определенном уровне.

Характер большинства вышеприведенных зависимостей показывает рис.4, что есть рациональное число сообщений в единицу времени, до которого количество погибших снижается и после него растёт, а количество спасенных растёт и потом снижается. Это связано с тем, что при получении дополнительных сообщений увеличивается количество информации, объясняющей порядок действий при аварии на ХОО, и вероятность правильных действий людей растёт. В то же время, при превышении рационального числа сообщений в единицу времени количество спасенных убывает (количество погибших увеличивается) в связи с тем, что люди получают избыточную информацию, теряются, возникает информационный шум, который мешает принимать правильные и быстрые решения.

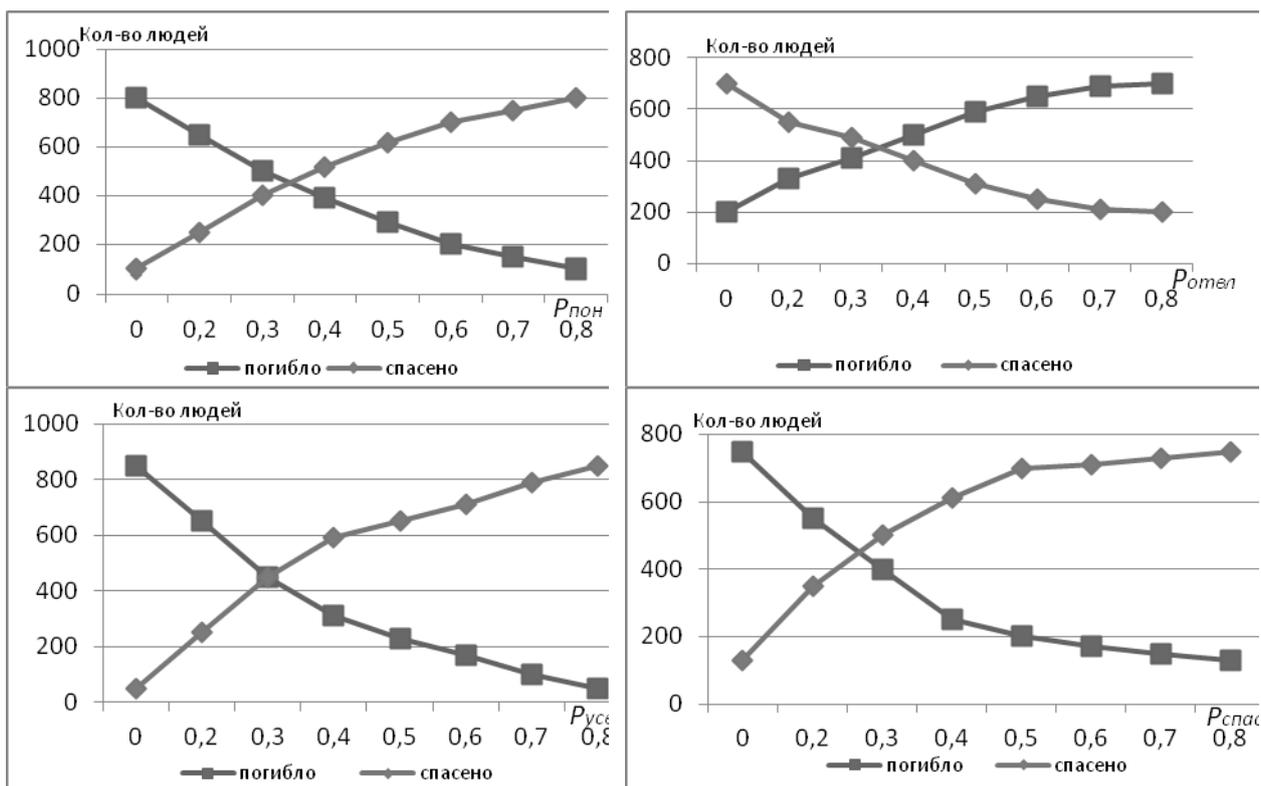


Рис. 3. Зависимостей количества погибших и спасённых людей от составляющих переменной «вероятность правильных действий»

Исключением является график «вероятности отвлечения на понимание и усвоение информации». Его интерпретация может быть связана с тем, что чем больше сообщений человек получает, тем больше тратит времени на выполнение защитных мероприятий. При этом в условиях дефицита времени при воздействии поражающих факторов в зоне заражения АХОВ увеличивается количество погибших и уменьшается количество спасённых людей.

В следующей серии машинных экспериментов оценивалась зависимость количества спасённых людей от темпа сообщений. Для этого учитывались все входные переменные модели, а также вышерассмотренные составляющие переменной «вероятность безопасных действий» ($P_{пон}$, $P_{отвл}$, $P_{усв}$ и $P_{спас}$), которые изменялись в зависимости от числа сообщений в единицу времени по формулам, приведенным в статье [1].

На рис. 5 приведен график зависимости количества спасённых людей от темпа сообщений.

Из рис. 5 видно, что рациональное число сообщений в единицу времени для площадной скорости распространения АХОВ (соответствующей скорости ветра около 3 м/с) составляет 4 (ед./ч). Для того, чтобы установить рациональное число текстовых сообщений в час при различных параметрах развития аварии на ХОО, зависящих в связи с особенностями модели, в основном, от скорости ветра, проводилась очередная серия машинных экспериментов.

Из графика на рис. 6, построенного по их результатам, видно, что если площадная скорость распространения АХОВ незначительная (при скорости ветра около 2 м/с), то рациональным числом является 6-8 сообщений за час.

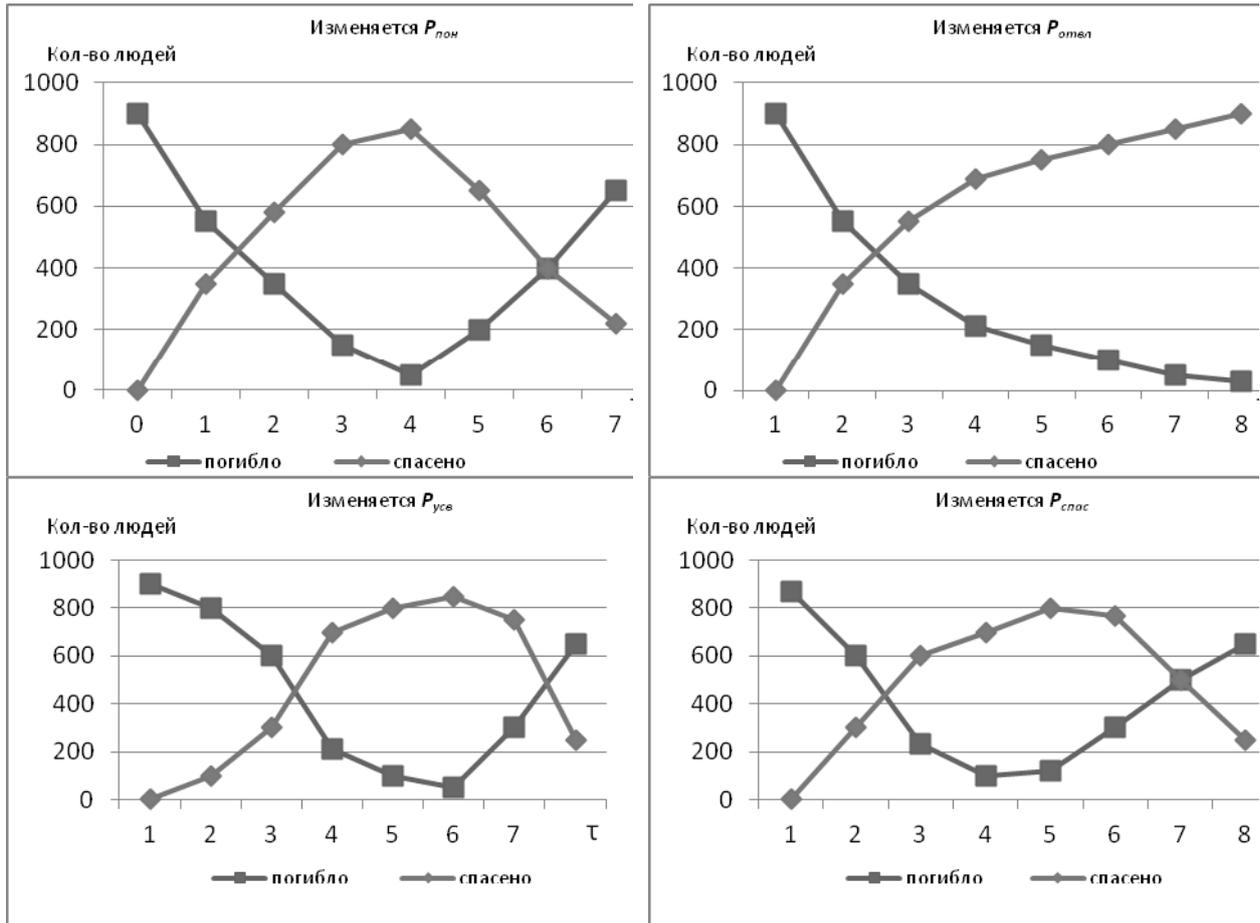


Рис. 4. Зависимости количества погибших и спасённых людей от количества сообщений в единицу времени

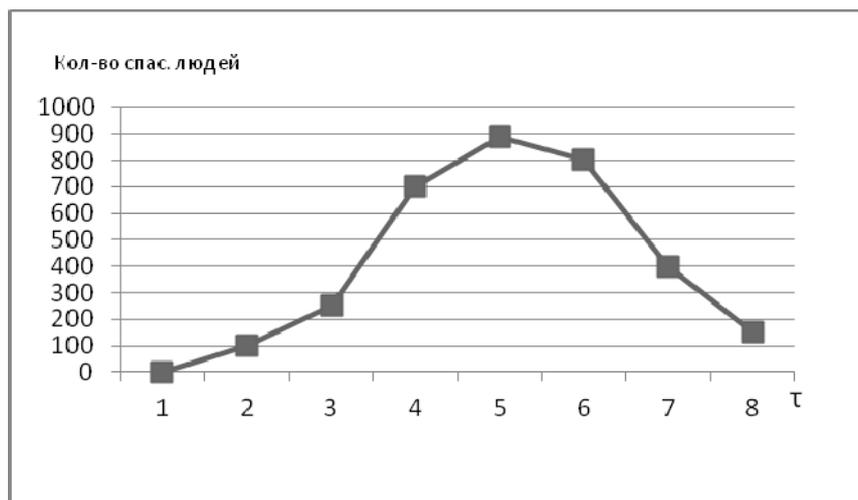


Рис.5. Зависимость количества спасённых людей от темпа сообщений

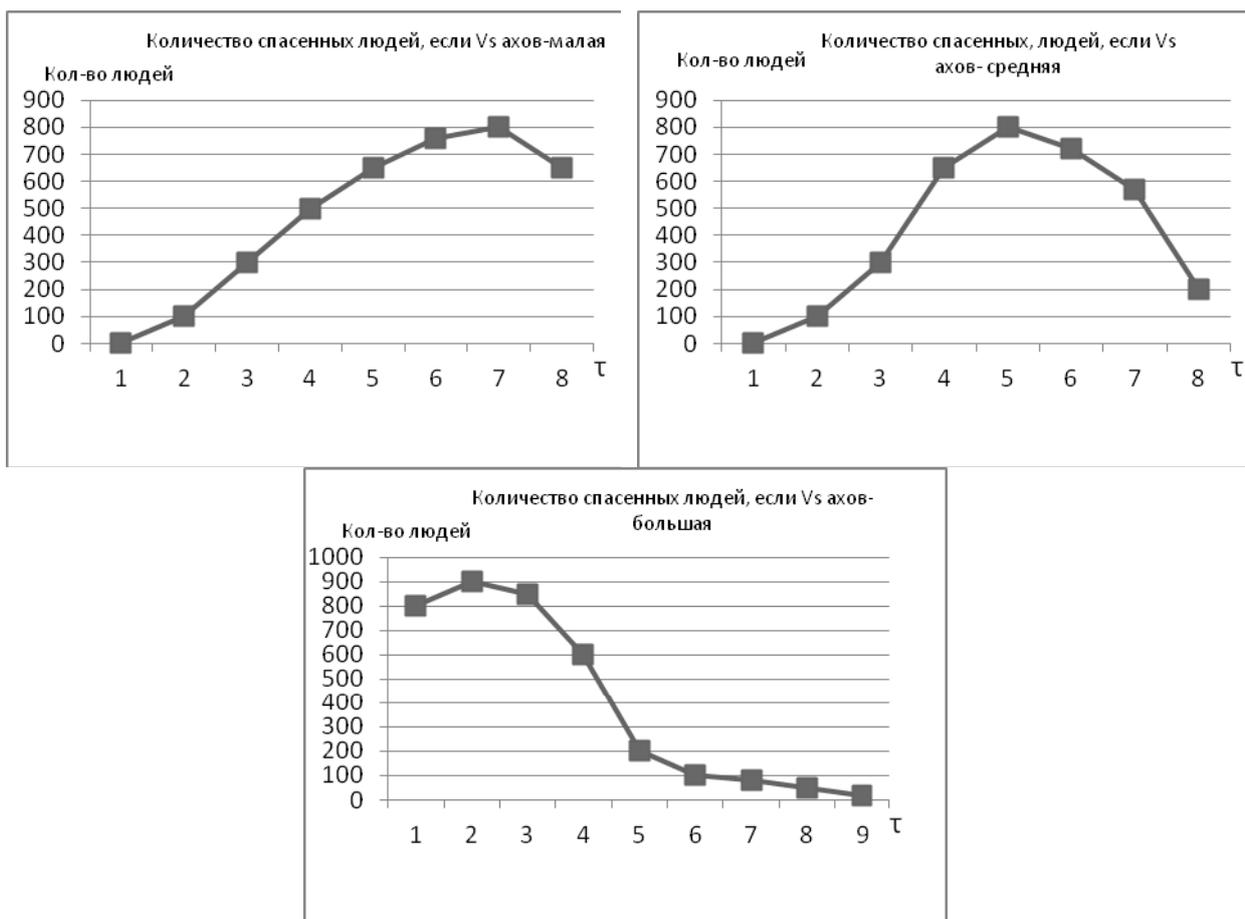


Рис. 6. Зависимость количества спасённых людей от темпа сообщений с учётом площадной скорости распространения АХОВ

Это связано с тем, что облако зараженного воздуха распространяется достаточно медленно и люди в спокойной обстановке успевают прочитать и усвоить сообщения. При этом скорость изменения параметров обстановки незначительная, поэтому содержание сообщений, отправленных в разное время, не противоречит друг другу.

При увеличении $V_{s \text{ ахов}}$ (соответствующая скорость ветра около 4 м/с) рациональное число сообщений уменьшается и становится равным 4-6 сообщений в час. И, наконец, при значительной площадной скорости распространения АХОВ (при скорости ветра около 6 м/с), когда поражающие факторы действуют быстро, рациональным числом сообщений может быть 1-2 сообщения в час. С помощью данных сообщений должны доводиться до населения только самые необходимые, первоочередные действия, связанные, например, с эвакуацией в сторону, перпендикулярную направлению движения облака зараженного воздуха, а также укрытием в подвальных помещениях или на верхних этажах зданий в зависимости от плотности АХОВ.

С учетом сказанного в работе [2] даны рекомендации по содержанию и частоте доведения сообщений до населения.

Таким образом, приведены результаты машинных экспериментов с системно-динамической моделью процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО с учетом уровня информированности людей. Данные результаты по-

зволили оценить влияние закономерностей понимания и усвоения предупреждающей информации на реализацию правильных защитных мер, а также установить рациональную частоту рассылки сообщений, реализуемых с помощью различных сервисов сотовой связи. Это, в свою очередь, являлось основой для разработки рекомендаций по структуре и содержанию текстовых сообщений, содержащих информацию о характере чрезвычайной ситуации, прогнозе её развития, первоочередных, (до прибытия спасательных служб) мерах само- и взаимопомощи населения в условиях опасности.

Литература

1. Дурнев Р.А., Котоснова А.С., Галиуллина Р.Л. Модель информирования населения при аварии на химически опасном объекте: системно-динамический подход. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», вып.3, 2015.

2. Галиуллина Р.Л. Разработка методических рекомендаций по информированию населения в условиях аварии на химически опасном объекте на базе системно-динамического моделирования: Выпускная квалификационная работа – М., МАТИ-РГТУ им. К.Э.Циолковского. - 2015. – 55 с.

Сведения об авторах

Дурнев Роман Александрович, - заместитель начальника ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), доцент, тел. 8(499)2332562, тел. м. 8(903)2586716, rdurnev@rambler.ru

Котоснова Алёна Сергеевна, - младший научный сотрудник, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7, тел. 8(499) 233-25-62, center_kbg@mail.ru

Галиуллина Рената Линаровна, - лаборант-исследователь ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), Служебный адрес, телефон:121352, Москва, ул. Давыдовская, д.7, тел. 8(499) 445-12-13 тел. м. 8(916)8218664, galiullinarenata@mail.ru

УДК 002.66

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ УПРАВЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ СИТУАЦИОННОГО ЦЕНТРА ПРОМЫШЛЕННЫХ АЛЬПИНИСТОВ – «ПРОМАЛЬП»)

**Доктор техн. наук С.М. Резер, кандидат эконом. наук Л.А. Рыжова, Г.С. Дугин,
доктор техн. наук С.С. Терещенко, И.С. Терещенко
ВИНИТИ РАН**

Обоснована необходимость и актуальность создания ситуационного центра для компании промышленных альпинистов – «ПромАльп». Представлен комплекс задач, которые необходимы, решаемых с использования ситуационного центра «ПромАльп». Рассмотрены основные аспекты проектирования ситуационных центров управления критическими системами жизнеобеспечения.

Ключевые слова: ситуационные центры, проектирование, критические системы жизнеобеспечения, управление, компания промышленных альпинистов «ПромАльп».

METHODICAL ASPECTS OF DESIGNING AND USE OF SITUATIONAL CONTROL CENTERS OF CRITICAL LIFE SUPPORT SYSTEMS ON THE EXAMPLE OF THE INDUSTRIAL CLIMBERS SITUATIONAL CENTER «PROMALP»

**Dr.(Tech.) S.M. Rezer, Ph.D.(Econ.) L.A. Ryzhova, G.S. Dugin,
Dr.(Tech.) S.S. Tereshenko, I.S. Tereshenko
VINITI RAS**

The necessity of creating a center for industrial climbers company is justified. Presents a set of tasks which need to be solved with the use of this center. Basic aspects of situational control centers of critical life support designing are given (on the example of the industrial climbers situational center «Promalp»)

Key words: situational control centers, designing, critical systems, life support, company of industrial climbers «Promalp».

На современном этапе инновационного развития страны значительное внимание уделяется оптимизации управления и взаимодействия систем с повышенной опасностью, т.е. критическим системам. Большая часть сложностей в процессе управления возникает именно в критических системах. Особенно это относится к критическим системам жизнеобеспечения (КСЖБ), системам жизнеобеспечения с повышенной опасностью, риски и угроза которых часто трудно прогнозировать, в результате чего в процессах управления этими системами [1] приходится принимать решения «по ситуации», или, исходя из ситуаций, которые раньше не встречались в практике управления этими системами. Типичным примером КСЖБ являются жилищно-коммунальные хозяйства мегаполиса с его многочисленными рисками и угрозами. При управлении КСБЖ возможно снижение рисков или угроз за счет использования специальных организационных структур ситуационного реагирования и управления, т.е. ситуационных центров. [1]

Ситуационный центр – это единый центр принятия решений, организационная структура, объединяющая административно-управленческие, технические, информационные и телекоммуникационные ресурсы.

Ситуационные центры вначале были созданы в ведомствах, которым приходилось иметь дело с предотвращением чрезвычайных или кризисных ситуаций или их ликвидацией. Это – МЧС, Минатом и РосЭнергоатом. Наибольшего развития и совершенствования достиг ситуационный центр МЧС. На первой стадии его создания ставилась задача организации и обеспечения устранения последствий чрезвычайных ситуаций [2]. На втором этапе развивалось направление накопления аналитической информации на основе экспериментальных данных в процессе многолетней успешной работы МЧС, а так же учитывался международный опыт. Интенсивно формировался банк данных прогнозной информации по возможным ситуациям в сфере компетенций МЧС. Информационные технологии включали создание сети центров обработки оперативных данных по всей России. В настоящее время Ситуационный центр МЧС – один из наиболее оснащенных и интеллектуально обеспеченных структур не только в России, но и в сравнении с лучшими зарубежными центрами. Можно определенно сделать вывод о высоком качестве ситуационного управления КСЖБ, реализуемого СЦ МЧС на отечественном и международном уровнях. Аналитическое и экспертное обеспечение этого центра подготавливается на основе следующих специализируемых и активно обновляемых баз и банков данных: чрезвычайные ситуации, риски и угрозы КСЖБ, техногенные и экологические аномалии, природные катаклизмы, аварии и диверсии на транспорте и в промышленном секторе, новые технологии устранения последствий ЧС, международный опыт по профилю МЧС, реестр рисков и угроз по национальной безопасности и др.[3]

Организация ситуационных центров является одним из современных способов повышения безопасности и комфорта для территориальных структур, обслуживающих большое число людей, городских служб, органов охраны правопорядка, метрополитенов, железных дорог, авиаузлов и др. В настоящее время СЦ создаются на региональном уровне и на уровне автономных округов, а так же крупными промышленными и нефтегазовыми компаниями. [4]

СЦ – как типовое проектное решение для корпоративного уровня предлагается в следующем организационном варианте: секторы аналитики, безопасности, ресурсов, диспетчерского управления, диагностики и экспертизы, компетенций, подготовки кадров информационных ресурсов. Методику проектирования СЦ корпоративного уровня предлагается рассмотреть на примере создания СЦ деятельности промышленных альпинистов в мегаполисах Москвы и Санкт-Петербурга – «ПромАльп» Москвы и «ПетроПромАльп».

Актуальность этой работы определяется следующими положениями: [5]

1. Управление в опасных ситуациях реализуется ситуационными технологиями, которые требуют коллективного обсуждения принимаемых решений. Ситуационные технологии требуют высокого технологического обеспечения и даже в настоящее время доступны не каждому субъекту федерации. Но тенденция российского инновационного и мирового развития сетевых технологий свидетельствуют об обязательной электронизации в администрациях процессов управления и повышения качества проектных решений программ «Электронного правительства».

2. Ситуационные центры управления и сетевые суперсовременные технологии – объективная необходимость для противостояния межотраслевым ЧС, энергетическим, химико-технологическим, техногенным катастрофам, транспортным коллапсам. Здесь могут использоваться и промышленные альпинисты, пока не задействованные.

3. Снос и ремонт ветхого жилого фонда в городе С.-Петербурге, ремонт крыш, очистка их от снега представляют большую проблему для ЖКХ, «ЖилКомСервисов» города. На 50 домов и даже в отдельных районах на 75 домов, приходится только один кровель-

щик. Привлечение пока стихийно работающих промышленных альпинистов желательно и целесообразно. Но их надо легализовать и объединить в рамках какой-либо социальной группы или системы – цеха, гильдии, ассоциации, компании. Частные структуры, созданные в С.-Петербурге в последнее время, эту работу не делают. Можно предположить, что подобная ситуация с ЖКХ и промышленными альпинистами, работающих стихийно и нелегально, характерна и для других крупных городов страны. В том числе и Москвы.

4. Инфраструктуру деятельности промышленных альпинистов никто в России не изучает, как и возможные технологии их вовлечения в ситуационное управление и многие, например, мероприятия, проводимые МЧС России, или каждодневную ответственную работу структур ЖКХ.

5. Необходимость научно-методического изучения социальной и профессиональной группы промышленных альпинистов, пополняемых за счет неконтролируемой миграции иностранных рабочих, их легализация и профессиональное обучение, возможны в перспективе создания Ассоциации промышленных альпинистов.

6. Формирование Ассоциации можно начать с создания Ситуационного центра в какой-либо современной фирме промышленных альпинистов в мегаполисе, как для целей управления опасной работой собственно самой фирмы, так и начала объединения отдельных групп промышленных альпинистов.

7. Эта работа по формированию одного из типов «социально-промышленной сети» - Ассоциации промышленных альпинистов, может активно использовать сетевые возможности системы интернет, где присутствует Web-сайты некоторых из них. Имеется так называемый «Форум» сетевого сообщества, но он не развит и не ориентирован на позитивную совместную работу.

Цель создания Ассоциации – легализация деятельности, опасной работы промышленных альпинистов, аккумулярование позитива и негатива в их работе, снижение рисков-вызовов и подготовка этого сектора деятельности промышленных альпинистов к совместной работе с другими секторами экономики и народного хозяйства России.

Задачи создания Ассоциации:

1. Определение количественного и профессионально-качественного состава промышленных альпинистов, работающих в С.-Петербурге и Москве.

2. Анализ и классификация технологических процессов, обеспечивающих выполнение функций заявленных на вебсайтах ведущих компаний промышленных альпинистов: AlpDar – www.alpdar.ru; ©2003-2005 AlpDarCompany – <http://www.alpdar.ru>; АльпКомплекс – <http://www.alpnet.ru/company>; ©АльпКомплекс – промышленный альпинизм, 2004-2010. ©2009 ООО «Альптехнологии» - <http://www.alptech.ru>, <http://www.promalpservice.ru>.

3. Определение сектора рынка услуг, охваченного каждой компанией.

4. Совершенствование техники безопасности ситуационного управления (инженер или инспектор по ТБ). Журнал ситуационного управления по ежедневным работам.

5. Проблема чрезвычайных ситуаций и связи с партнерами по вертикали и горизонтали. (Анализ происшествий, в т.ч. и чрезвычайных ситуаций).

6. Разработка форм сотрудничества с государственными структурами (МЧС, ЖКХ и пр.)

7. Создание Единого Ситуационного Центра по мегаполису, объединяющему все оперативные структуры управления группами, компаниями.

8. Решение проблемы «одиночек» и «двоек» промышленных альпинистов, работающих индивидуально или парами.

9. Развитие государственного (или частного) страхования всех технологий промышленных альпинистов в т.ч. «особых случаев».

10. Совместный обмен опытом, мастер-классы, профессиональная квалификационная деятельность.

11. Развитие содержания «Форума» промышленных альпинистов в интернете. Целесообразность «Твиттер-коммуникаций».

12. Создание «Кодекса» – как профессионального, цехового, идеологического устава, положения, легитимизирующего документа сферы промышленных альпинистов.

13. Создание и коллективное использование атласа опасных объектов в Москве и С.-Петербурге.

14. Участие промышленных альпинистов в прогнозировании и специальных мероприятиях, проводимых ЖКХ, МЧС и другими государственными структурами, обеспечивающими национальную безопасность. Профилактика и работа с населением районов мегаполиса, хорошо известных промышленным альпинистам.

Управление Ассоциацией должно осуществляться инициативной группой в одном из ситуационных центров ведущих компаний промышленных альпинистов. Группа выполняет только организационные функции. Оценка работы промышленных альпинистов, их взаимодействие, разработка прогнозов их деятельности проводятся в сетевых режимах на форуме «Промальп», твиттере, блогах. Также реализуются и технологии голосования. Тип сообщества и социальное положение Ассоциации задается гипотезой «от синергетического блуждания и беспорядка к управляемому равноправию и сохранению свободы в технологиях и ресурсах», определяемых Уставом или Кодексом Ассоциации.[5]

Основные технологии управления должны выполняться в сети распределенного Ситуационного центра Ассоциации промышленных альпинистов. В качестве базового программного обеспечения может быть использована платформа «Электронного правительства», или ее отдельные компоненты. Это предполагает подключение ситуационных центров промышленных альпинистов к порталам «Электронной Москвы».

Совершенствование управления деятельностью промышленных альпинистов проводится на трех уровнях, представленных на семантической карте в табл. 1, где выделены дескрипторы и ключевые слова, необходимые для совершенствования управления по трем направлениям: административной координации в рамках субъекта федерации или муниципального образования; в рамках создаваемой Ассоциации промышленных альпинистов; отдельной компании «ПромАльп» или группы компаний, например, в мегаполисах – С.-Петербурге и Москве.

По результатам предпроектного анализа разработаны мероприятия по совершенствованию управления деятельностью промышленных альпинистов мегаполиса, представленных в табл. 1.

Проведенный предпроектный анализ, выявивший несовершенство работы организации промышленных альпинистов, позволил выделить признаки инфраструктуры промышленных альпинистов, как сектора ненаблюдаемой экономики. [5]

Обследование так же выявило, что специализированной подготовки кадров ПА нет, готовятся специалисты, которые становятся промышленными альпинистами главным образом в следующих отраслях:

- Электромонтажники-высоковольтники в структурах «Российские железные дороги»;
- Монтажники высотники в строительстве высотных зданий и сооружений, гражданского и промышленного направлений;
- Строительство гидротехнических сооружений и прокладка высоковольтных линий магистральных энергетических систем;
- Радиорелейных линий и систем спецсвязи, сотовой связи и других антенных коммуникаций, а так же в мостостроении и специальных строительных отрядах горного строительства;
- Специализированных монтажников готовят для энергетического машиностроения (АЭС) нефтехимического и газохимического строительства комплексов и сооружений.

Совершенствование управления деятельностью промышленных альпинистов мегаполиса

Совершенствование управления деятельностью промышленных альпинистов мегаполиса		
Субъект федерации, муниципальное образование	Ассоциация промышленных альпинистов	Отдельная фирма «ПетроПромАльп» «ПромАльп»
<ul style="list-style-type: none"> • Исследование инфраструктуры «промальп», их позитивных результатов; • Классификация РВУ – КСЖБ – Промальп», • Прогнозы развития «КСЖБ-ПромАльп» на перспективу развития мегаполиса, выявление позитивных связей компаний «Промальп» с МЧС, МВД, ЖКХ и другими КСЖБ, • Формирование ресурсов и технологий, орг. Мероприятий «Промальп» - «Мегаполис», • Развитие координирующих. Информационных, аттестационных связей, • Создание атласов опасных зданий, сооружений, территорий, справочников: материалов, инструментов, оснастки, справочники: работ, услуг, допуска, качества, • Подготовка и аттестация кадров 	<ul style="list-style-type: none"> • Цеховая координация и обмен опытом • консолидация по веб-сайтам, твиттеру, фэйс-букам, • Форум, социальная сеть • Создание Устава – Положения • Социальное страхование • Формирование Фонда солидарности (ресурсы финансы, технологии) • Проблемы профпригодности • БД-технологии, инструмент • CRM-DEPO • Распределенный Ситуационный центр • Электронное правительство» • Электронная Москва • Сводный план на год –по сезонам, по услугам • Сводный план с МЧС • БД - Ситуации: события, причины, выводы, попечительство • Работа по новым членам Ассоциации • Московский сбор «ПромАльп» • Санкт-Петербургский сбор «ПетроПромАльп» 	<ul style="list-style-type: none"> • Инновации-2020 • Коммуникации с партнерами: опт, ЧС, финансовое состояние • Социальная политика • Страховой фонд • CRM-постоянный корпус заказчиков • Улучшение технологий • Уменьшение рисков и угроз • Государственная социальная ответственность: зарплаты, пенсионные отчисления, соц- гарантии • Качество снаряжения, оборудования • Сетевые технологии мобильности и доступности • Развитие экспертной и аналитической подготовки • Прогнозирование услуг, работ, занятости • Атлас опасных объектов • Ответственность повышения квалификации и перееаттестация • Здоровье, осторожность, обеспеченность, безопасность.

Специалисты, закончив обучение в перечисленных структурах, часто не работают по специальности, а составляют группы промышленных альпинистов, не зарегистрированных в органах государственной власти.

В настоящее время в ЖКХ крупных городов также работают группы недостаточно подготовленных рабочих (кровельщики, чистильщики крыш и стоков, ремонтники фасадов, швов, стекольщики и пр.), без специального обучения промышленному альпинизму,

в том числе и мигранты, с регистрацией, но без разрешения на специальные работы (особые условия допуска, категорий техники безопасности, классности-разрядности).

Описание организации структуры управления, этапов управления и связей организации промышленных альпинистов представлены в табл. 2.

Таблица 2

	Округ	
	Район	
	Телефонный номер, WWW	
	Учредитель	
	Форма собственности	
	Год образования	
	Количество сотрудников и профили	
	Где обучались сотрудники	
	Активность на рынке услуг (бренд)	
	Виды услуг	
	Опыт работ по услугам	
	Категории или группы пользователей	
	Наличие БД-CRM	
	Постоянные пользователи	
	Пользователи-партнеры	
	Бюджет в месяц (средний)	
	Бюджет за год	
	Особые случаи – ЧС, аварии	
	Повышение квалификации	
	Оборудование, оснастка	
	Особые технологии	
	Материалы вещества	
	Спецсредства механизации	
	Системность и регулярность услуг	
	Зависимость от погоды	
	Прогнозирование особых случаев	
	Обмен опытом с коллегами	
	Технологии страхования по видам услуг и типам объектов	
	Ведение и использование каталога или атласа услуг (БД)	
	Виды управления процессами по услугам: оперативный, диспетчерский, распределенный по времени	
	Ведение и использование каталога или атласа специфических объектов	
	Виды финансового или социального корпоративного страхования	
	Пенсионные отчисления	
	Виды взаимосвязи с госструктурами: МЧС, МВД, ФСБ	
	Виды взаимосвязи с мэрией	
	Лицензирование, аккредитация, аттестация юридических и физических лиц	
	Формы допуска, категории сложности	
	Обеспечение ОТ и ТБ	
	Наличие инженера по ТБ и ведение журнала ТБ	
	Основная специализация	
	Наличие ВО у сотрудников	

Методика проектирования ситуационного центра для компании промышленных альпинистов

Эта работа проводилась для компании в г. С.-Петербурге («ПетроПромАльп») и компании в г. Москве («ПромАльп»). Проектирование сочеталось с процедурами внедрения компьютерных технологий.[5]

Первоначальные этапы компьютеризации в «ППА» и «ПА» научного интереса не представляют, так как были внедрены типовые программы 1-С «Предприятие», с минимальным набором кадровых, бухгалтерских процедур. На первых этапах исследования логистики и управления транспортными потоками не проводилось. И трудных ситуаций не возникало. Сложность автоматизации появилась при обследовании основных технологических функциональных процессов (или как принято в данное время называть – «бизнес-процессы») промышленной деятельности промышленных альпинистов. В работе ситуационных центров для компаний промышленных альпинистов должны быть учтены нерегулируемые и неконтролируемые факторы, а так же повышенный уровень опасности, т.к. исследования показали, что в работе промышленных альпинистов около 70% технологических процедур провоцируют технологические и техногенные риски. Риски, упомянутые выше, также делятся на две группы: первая группа рисков, как сам заказчик работы представляет, возможные сложности и опасности своего объекта, а вторую группу составляют опасности, классифицируемые непосредственно исполнителями работы – промышленными альпинистами. Часто исполнитель в силу профессионального опыта видит те риски, которые не может распознать заказчик. Это становится предметом дискуссии и несогласования при оценке требуемых ресурсов выполнения работы и их документального представления в договорной документации со страхованием или, как это чаще бывает на практике – без страхования даже в очевидных случаях.

Рассмотрены примеры КСЖБ, помещение которых в данное исследование покажется ошибочным для непрофессионала. Например «геология» и работа промышленных альпинистов в мегаполисе. Логическая цепочка аналитических или экспертных рассуждений профессионала следующая: мегаполис – наземная часть зданий и сооружений – подземная часть города (туннели, гаражи, метрополитен, кабельные каналы, многоэтажные подземные помещения, фундаменты в виде заглубленных колодцев, шахты, карстовые провалы, пустоты и прочее) – фундаменты самого различного технологического исполнения - подземные течения, реки и ручьи (в трубопроводах или проточинах). Геология и геофизика грунтов, почв, почвенных покрытий, горных пород: массивы, породы, оползни, пливуны, замороженные пливуны, криотехнологии и криообъекты (вечная мерзлота). В геологии и геофизике есть два базовых понятия: «пористость» и «трещиноватость». Эти два фактора для альпинистов-скалолазов очень информативны и существенны с позиций техники безопасности подвижки грунтов и пород, массивов, их прочности при креплении несущих и страхующих средств, или использование минивыступов в качестве точек опор. В мегаполисах, особенно в г. С.-Петербурге, много ветхих зданий и сооружений, где важно определять уровень опасности именно по «пористости» и «трещиноватости». Причем, в стенах зданий эти параметры значительно изменяются с углублением в стене, фундаменте, карнизах, балконах, эркерах, выступах. Аналитик-эксперт оценивает объект своей работы как часть группы зданий, непосредственно примыкающих к объекту, или находящихся на незначительном удалении. Фиксируются влияние вибраций, микроколебание объекта от транспортной артерии города или метрополитена. Последнее в мегаполисе часто определяет надежность несущих каркасов кровли, перекрытий, межэтажных соединений. Часто промышленные технологии требуют использования достаточно мощных перфораторов. И в этих случаях трудно прогнозировать, как поведет себя часть стены, фундамент несущего каркаса.

В мегаполисах высотные здания часто не имеют прочных ограждений, заборов по краям кровли, или они приходят со временем в ветхое (опасное) состояние. Арендатор производит ремонт этих ответственных элементов по остаточному принципу. Листы кровельного материала по краям и под ограждением кровли тоже часто находятся в аварийном состоянии, что трудно определить при осмотре «с земли»; они могут осуществить «подвижку» небольшим количеством льда или снега, даже при небольшом усилии лопаты или лома. Металлическая кровля опасна подвижкой снега или льда от значительных перепадов температуры на улице и под крышей здания. Лавина может стащить вниз рабочего, не учитывающего это явление и работающего на опасном расстоянии от края кровли.

Экспертиза объекта при начале работ промышленных альпинистов требует знаний и прогнозирования мест нахождения кабелей, проводки слаботочного и силовоточного электрооборудования, сетей, а также схем и каналов вытяжки, каналов вентиляции, работающих в постоянном или дискретном режиме с большими паузами покоя. Существенна и химическая составляющая газов этих вытяжек, их токсикология и воздействие на человека (прямое воздействие и отложенное, последствия).

Приведенные обоснования специфики ситуативности работы промышленных альпинистов свидетельствуют о наличии и необходимости многоуровневой экспертизы, ее межотраслевых и междисциплинарных границах. И как следствие – ситуационное информационно-аналитическое обеспечение может возрастать с углублением экспертизы объекта до работы, во время работы, после ее окончания. Что часто трудно прогнозировать до стадии определения объема работы, оценки совокупности рисков. Последнее обосновывает гипотеза создания проблемного БД для промышленных альпинистов, их небольших групп, компаний или Ассоциации промышленных альпинистов в мегаполисе по следующим тематикам: 1 – ветхие здания и сооружения; 2 – объекты в зонах переменной сейсмичности малой амплитуды, но увеличивающийся во времени или с высотой объекта; 3 – объекты с резко изменяющимся микроклиматом по высотным зонам – поясам объекта; 4 – объекты с возможностью возникновения турбулентности – «микровихрей», воздушных воронок или непрогнозируемых внезапных воздушных течений; 5 – объекты с большим количеством скрытых и открытых кабелей, проводки; 6 – спецобъекты.

Особое место в накоплении экспертных заключений и многоуровневой аналитики, опыта, практики работы промышленных альпинистов занимает необходимость ведения проблемного банка данных в рамках Ассоциации, доступ, к которому будет обеспечен в любое время, что, естественно, невозможно без участия экспертов и ситуационных технологий аналитиков МЧС России.

В качестве казусных примеров можно упомянуть риск установки рекламного щита в мегаполисе, когда бетонная опора провалилась в туннель метрополитена в процессе установки.

В проектировании СЦ для промышленных альпинистов было выделено четыре этапа. Первый – это классическая технология информатизации и компьютеризации. Второй – начало формирования проблемного БД по накоплению фирменного опыта на объектах заказчиков (положительно и удовлетворительного). Третий – это попытки систематических экспертиз потенциальных объектов, по заявкам на услугу. Экспертиза проводится по информационным массивам с поиском аналогов, на реальном объекте с обсуждением возможных технологий и преодолением сложностей. Четвертый – формирование и ведение ПОБД «Объекты-особенности – результаты». Этот банк данных накапливает фирменный опыт, комментарии по результатам, а также возможные рекомендации и технологии из БД МЧС России, где только из-за «ДСП» можно предположить о моделях ЧС, часть которых показана ранее на выставках. Наиболее плодотворные экспертные дискуссии проводятся на 3 и 4 этапах, в одном помещении – предварительно перед работой на

объекте и после работы. В процессе работы возможны кратковременные обсуждения по ситуации, которую нельзя запланировать или спрогнозировать. Средства связи и документирования, отображения реализуются на сотовых телефонах с расширенными технологическими приложениями. Более информационные и требующие углубленной экспертизы объекты сопровождаются экспертизой и аналитикой с использованием планшетных ПК и приложений сетевого дистанционного общения. В компании на предварительной экспертизе группой аналитиков и экспертов используется в качестве системы отображения компьютер с большим экраном или специализированные панельные системы. ГИС карты г. Москвы применяется с тем разрешением, которое задается для общего пользования: район, улица, дом. Детали дома, его 3D-картинка обеспечивается выездом эксперта компании на потенциальный объект и его фотографирование с требуемым разрешением, включая и особо сложные части объекта: кровля, края и ограждения кровли, чердачные перекрытия и несущие узлы, точки основного крепления страховых средств; фасады, выступы, карнизы, остекленные поверхности, детали окон и прочее. В экспертный диалог по оценке сложностей заказа на услугу и обсуждение возможных рисков объекта подключается сам заказчик, который в оперативном режиме фотографирует свой объект, пересылает изображения в фирму промышленных альпинистов и дает комментарии, как и ответы на вопросы аналитиков из компании. В последующем, в отдельных случаях, по желанию заказчика будут фотографироваться отдельные этапы (результаты работы) и обсуждаться с заказчиком дистанционно. Прием работы на объекте требует обязательного присутствия заказчика (его представителя) и представителя компании промышленных альпинистов. По нетипичности или инновационности используемых технологий в архив ПОБД будут помещаться несколько фотографий или фрагментов цифрового кинофильма для накопления опыта или решения вопросов дискуссионного качества исполнения заказа.

Последовательность разработки СЦ «ПетроПромАльп» и «ПромАльп» представлены на рис. 1.



Рис. 1

Таблица 3

Проектируемые этапы работы СЦ «ПромАльп» по группам объектов

№№ п/п	Экспертиза, аналитика, работы, результаты	Группы, объекты					
		Группа 1 Объект 1	Группа 2 Объект 2	Группа 3 Объект 3	Группа 4 Объект 4	Группа 5 Объект 5	Группа 6 Объект 6
1	Сигнал об услуге. Виртуальная экспертиза объекта заказчика	Спилить аварийное дерево	Срочно лед - снег	Ремонт шва/ снятие рекламы	Демонтаж труб в городе	Ремонт «АЭРО»	
2	Экспертиза объекта СЦ – виртуально-телефон сеть. Намерения об испол. услуги	+	5 этаж дом		Группа экспертов СЦ перевод – англ. Владимирск. Обл.	+	
3	Объем работ – заказчика Цена	+	+		+		
4	Экспертиза СЦ на месте. Визуализация объекта						
5	Согласование намерений: Зак. – ЭСЦ – Рук. СЦ – дискуссия				1 месяц		
6	Технологии – Ресурсы – Время – Риски. Согласование намерений		Страхование рабочее резервное		Показ технологий заказчику		
7	Юр. Договор. ТЗ, ТЭО, Акт	+	+		Спец. страхование «труба-в- трубе»	+	
8	Предварительный этап: ресурсы – Технол. карта – Исполнитель				Спец. оборудование распор. домкрат		
9	Инструктаж групп. Рабочее страхование. Резерв страхования. Допуск к работам. Экспертиза по технике Безопасности. Журнал по ТБ, Визирование	+	+	+	Спец. страхование «труба-в- трубе»	+	
10	Диспетчеризация. График. Ресурсы – результат-Баланс				Особый график администрация МО	+	
11	Незапланированные отклонения технологии		Водостоки ремонт ВСТ		Щебень в трубу		
12	Согласование ЭГр – Рук СЦ – Зак. Документирование отклонений Дополн. в юр. Документы		+		+		
13	Ресурсное обеспечение отклонения		+		+		
14	Экспертиза качества услуг к сдаче: Рук. гр. – Рук. СЦ – Гл. технолог				Сдача сдвинута 3.01.10		
15	Сдача объекта зак. Акт + договор Визуализ. объекта. Комментарий гл. технолога СЦ Архив	+	+		Уборка территории администрация МО		
16	Ситуационное обсуждение работ качество ТБ – Прогноз рынка – технологии - потенциал		Причина падения ВДС		Инновации в технологии АРХИВ		

Для эффективности работы СЦ «ПромАльп» необходимо проводить оперативный анализ текущей ситуации. Данные для проведения оперативного анализа работы СЦ «ПромАльп» представлены в табл. 4.

Таблица 4

1	Округ	
	Район	
	Телефонный номер, WWW	
	Учредитель	
	Форма собственности	
	Год образования	
	Количество сотрудников и профили	
	Где обучались сотрудники	
	Активность на рынке услуг (бренд)	
	Виды услуг	
	Опыт работ по услугам	
	Категории или группы пользователей	
	Наличие БД-CRM	
	Постоянные пользователи	
	Пользователи-партнеры	
	Бюджет в месяц (средний)	
	Бюджет за год	
	Особые случаи – ЧС, аварии	
	Повышение квалификации	
	Оборудование, оснастка	
	Особые технологии	
	Материалы вещества	
	Спецсредства механизации	
	Системность и регулярность услуг	
	Зависимость от погоды	
	Прогнозирование особых случаев	
	Обмен опытом с коллегами	
	Технологии страхования по видам услуг и типам объектов	
	Ведение и использование каталога или атласа услуг (БД)	
	Виды управления процессами по услугам: оперативный, диспетчерский, распределенный по времени	
	Ведение и использование каталога или атласа специфических объектов	
	Виды финансового или социального корпоративного страхования	
	Пенсионные отчисления	
	Виды взаимосвязи с госструктурами: МЧС, МВД, ФСБ	
	Виды взаимосвязи с мэрией	
	Лицензирование, аккредитация, аттестация юридических и физических лиц	
	Формы допуска, категории сложности	
	Обеспечение ОТ и ТБ	
	Наличие инженера по ТБ и ведение журнала ТБ	
	Основная специализация	
	Наличие ВО у сотрудников	

В деятельности промышленных альпинистов много сложных аспектов, которые не требуют широкого СМИ-обсуждения поэтому перечисленные технологии активны на стадии знакомства и попыток согласования интересов, целей и задач, формирования цехового взаимодействия и привлечения к проблемам деятельности промышленных альпинистов, представителей административного управления и других управленцев Критическими системами жизнеобеспечения – КСЖБ.

Информационные ресурсы СЦ «ПромАльп» представляют собой совокупность БД, реализованных на разных ПК и объединяемых на мощном общем внутриведомственном сервере СЦ (см. табл.5)

Таблица 5

Информационные ресурсы СЦ «ПромАльп»

	Информация	Источники
1	БД новостной информации	из Интернета, СМИ
2	БД заказчиков, услуг, объектов	договорные документы
3	БД – АРХИВ «Промальп»	орг.документация; бухгал. документация
4	БД – норм.техн.документы – стандарты СНИП	техническая и юридическая литература
5	БД – технологических процессов – ретро	атроительная практика. Реклама. МЧС.
6	БД – Партнёры	архив совместных работ
7	БД – члены «ассоциации ПА»	из карточек ПА
8	ЧС – описания сложных технологий	практическая деятельность ПА
9	Описания сложных технологий	из сообщений пресс-службы МЧС
10	Фрагмент Атласа Опасных объектов	из Атласа паспортов опасных объектов МЧС
11	БД – персоналии – «Кадры»	текущая деятельность
12	БД – адреса, контакты	практическая, научная деятельность
13	БД – снаряжение, оборудование, инструменты	практическая деятельность
14	БД – сетевые адреса и коммуникации	практическая деятельность
15	БД – совместных мероприятий с госучреждениями	МЧС
16	БД – техника безопасности	инструктажи, журналы по ТБ
17	БД – повышение квалификации, школы, курсы	переаттестации, квалификационная комиссия
18	Инструкторская деятельность	мастер-классы
19	БД – издательская деятельность	конференции, семинары
20	БД – текущая деятельность	договоры, технологические карты, текущие мероприятия
21	Сетевая повседневность. Веб-сайты, блоги. SMS-коммуникации	социальные сети, практическая деятельность
22	Поставщики, торговые сети, торговые марки	логистика ресурсного обеспечения
23	БД – опыт промышленных альпинистов	коммуникации, МЧС
24	БД – опыт спортивных альпинистов	СМИ

Выводы по информационному обеспечению ситуационного центра «ПромАльп»:

1. Первым самым активным источником информации и аналитических материалов для ППА являются современные СМИ.

2. Для предварительного построения информационных образов (ключевые слова, дескрипторы, словосочетания, фрагменты текста на ЕЯ, фактография) используется ИАС – «Галактика-ZOOM». В интернете для этих целей используется GOOGLE.

3. На втором месте по значимости и финансовым расходам на аналитику находятся Проблемно-Ориентированные Банки Данных, БД Архива компании ППА по выполненным заказам и проектам.

4. К этому пункту надо присоединить сведения практического и инновационного характера, получаемые из активных контактов с промышленными альпинистами. В перспективе – из технологий создания и развития Ассоциации промышленных альпинистов. Сетевые: web-сайты, фэйс-буки, Твиттеры, прочие электронно-сетевые социальные сети.

5. Научные отчеты, диссертации, монографии, патенты, конференции, выставки.

Заключение

Сформулированы принципы проектирования СЦ «ПромАльп», а также задачи и функции, решаемые в его структуре.

Создание СЦ «ПромАльп» позволит использовать современные технологии, за сравнительно короткое время обеспечить легализацию и объединение разрозненных структур, занимающихся промышленным альпинизмом, повысит их готовность к реагированию на угрозы возникновения чрезвычайной ситуации, а также позволит предотвратить или существенно уменьшить риск несчастных случаев и материальных потерь.

В результате создания СЦ «ПромАльп» будет решена одна из основных задач этих структур – комплексный подход к вопросу решения управленческих задач совместно с госструктурами МЧС, МЭРий, МВД и др. Методы проектирования СЦ «ПромАльп» можно использовать при создании региональных ситуационных центров.

Литература

1. Терещенко И.С. Аналитика ситуационного управления КСЖБ в субъектах РФ – М.: ВИНТИ РАН – ИПКИР РОУ ДПО – 2011. – 92 с.

2. Сытников А.А., Смирнов С.И., Комаровский А.В., Москалев В.А. ФГУП «СКЦ Росатома» в системе обеспечения ядерной и радиационной безопасности. //Мониторинг. Наука и безопасность, №1, 2012, – с.34-38.

3. Качанов С.А., Агеев С.В., Юдин С.С. Национальный центр управления в кризисных ситуациях в системе антикризисного управления России. // Мониторинг «Наука и Безопасность» – 2012. №1 стр. 22-27.

4. Кубиков Н.Н. Возможные условия и требования к центру управления в кризисных ситуациях ГУ МЧС России в перспективной Российской системе гражданской защиты. // Комплексная безопасность. Новые горизонты. - 2012. С.61-65

5. Терещенко С.С., Белкин С.В., Никольская И.Ю., Ухин М.Ю. Аналитика инноваций. Том 2. 20 лет государственному проекту «Аналитические службы субъектов Российской Федерации (1994 – 2014 гг.) Наука. Образование. Реформы. Промышленность. Индустрия. Серия «Итоги науки и инноваций» - М.: ВИНТИ РАН – ГОУ ДПО ИПКИР Академия Аналитики и Информатики. – 2014. – 296 с.

6. Мохов Е.А. Ситуационный центр Совета Федерации: концептуальные подходы к решению задачи по его созданию [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.budgetrf.ru/>

7. Тетерин И.М., Топольский Н.Г., Матюшин А.В., Святенко И.Ю., Чухно В.И. Шапошников А.С., Центры управления в кризисных ситуациях МЧС России: учеб. пособие. М.; Академия ГПС МЧС России. - 2009, 283 с.

8. Демидов Н.Н. Новикова Е.В. Становление и тенденции развития системы ситуационных центров органов государственного управления. //Мониторинг. Наука и безопасность. - 2012 №1, с. 14-21.

9. Филипович А.Ю. Ситуационные центры: определения, структура и классификация // PCWeek/RE 2003 №26 (392), М., 15-21 июля 2003.

Сведения об авторах

Резер Семен Моисеевич – зав. отделом ВИНТИ РАН, Москва, ул. Усиевича, 20, тел. 8-499-1554221

Рыжова Лариса Алексеевна - зав. сектором ВИНТИ РАН, , Москва, ул. Усиевича, 20, тел. 8-499-1554426

Дугин Георгий Сергеевич – зам. зав. отделом ВИНТИ РАН, Москва, ул. Усиевича, 20, тел. 8-499-1554322

Терещенко Сергей Сергеевич – ведущий научный сотрудник ВИНТИ РАН, Москва, ул. Усиевича, 20, тел. 8-915-1415698

Терещенко Игорь Сергеевич – аспирант ВИНТИ РАН, Москва, ул. Усиевича, 20, тел. 8-915-1415698

УДК 629.7.067

СИСТЕМНОЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ АВИАКОМПАНИИ ПО МЕЖДУНАРОДНЫМ СТАНДАРТАМ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ IOSA

Кандидат техн. наук *А.М. Лушкин*
ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр»

На основе научного и практического опыта разработки, внедрения и развития СУБП в ведущих российских авиакомпаниях, предложена типовая СУБП, построенная в соответствии с рекомендуемыми ИКАО концептуальными рамками, содержащая обязательные компоненты СУБП и их элементы, согласно международным стандартам и рекомендуемой практике. Учтена нормативно-правовая база гражданской авиации РФ на начало 2015 года.

Ключевые слова: безопасность полетов, система управления, концептуальные рамки, риск, факторы опасности, управление информацией, подготовка персонала.

THE AIRLINE SAFETY MANAGEMENT SYSTEM TO INTERNATIONAL STANDARDS OF OPERATIONAL SAFETYIOSA

Ph. Dr. (Tech.) *Alexander M. Lushkin*
«Utair» Airlines

Based on the scientific and field experience of building, implementing and developing the safety management systems in the leading airlines in Russia, a typical safety management system is introduced, based on ICAO SMS framework, consisting of its components and elements, in accordance with the international standards and recommended practices. The Russian Federation civil aviation legal framework at the beginning of 2015 is taken into account.

Key words: safety, management system, framework, risk, hazard factors, information management, personnel training.

В рамках Международной организация гражданской авиации ИКАО, членом которой является Россия, авиационная коммерческая деятельность регламентируется международными стандартами и рекомендуемой практикой (SARPS), в соответствии с принятой всеми государствами-членами содружества концепцией приемлемого риска для безопасности полетов (БП) [1, 2].

В результате эволюции БП, как одного из «молодых» направлений авиационной науки, с опозданием почти на тридцать лет относительно даты отказа мировой авиационной отрасли от утопической концепции абсолютной безопасности, сформулировано и стандартизовано определение:

безопасность полетов воздушных судов (ВС) – состояние авиационной транспортной системы (АТС), при котором риски, связанные с авиационной деятельностью, относящейся к эксплуатации ВС или непосредственно обеспечивающей такую эксплуатацию, снижены до приемлемого уровня и контролируются [2, 3].

В плане реализации концепции приемлемого риска для БП все авиакомпании-эксплуатанты ВС должны иметь свою, соответствующую уровню развития и выполняе-

мым задачам, Систему управления безопасностью полетов (СУБП): с 1 января 2009 г. – по требованию ИКАО [1] и с 1 января 2010 г. – по требованию государственного полномочного органа России (Росавиации) [4].

Свои требования к СУБП эксплуатанта ВС ИКАО сформулировала и опубликовала в 2006 году в Приложении 6 к Конвенции о Международной гражданской авиации, которое имеет силу стандарта. Почти одновременно было издано Руководство ИКАО по управлению безопасностью полетов (РУБП), издание первое (Doc.9859 – AN/474). В РУБП ИКАО, имеющем силу рекомендуемой практики, были изложены рекомендации по разработке СУБП (в дальнейшем РУБП ИКАО обновлялось дважды [2]). В России требования по внедрению СУБП были продублированы в точности по ИКАО и вышли с большим опозданием - в конце 2009 г., без каких-либо рекомендаций или указаний по разработке СУБП [4]. Позже требования к СУБП авиакомпании были сформулированы в Федеральных авиационных правилах "Подготовка и выполнение полетов в Гражданской Авиации Российской Федерации» [5].

В интересах эксплуатантов ВС Международная ассоциация воздушного транспорта IATA разработала стандарты эксплуатационной безопасности IOSA для авиакомпаний-членов IATA, в которых содержатся:

- систематизированные требования к процедурам по управлению БП в авиакомпании;
- рекомендации по совершенствованию процессов управления БП, переходящие в требования по мере развития СУБП;
- пояснения по выполнению требований и рекомендаций [6].

Во исполнение одного из основных принципов стандартизации – принципа перспективности, стандарты эксплуатационной безопасности IOSA содержат требование постоянного совершенствования СУБП, а выполнению этого требования придают плановый характер. Стандарты IOSA периодически переиздаются, ежегодно развиваясь в соответствии с «Глобальной стратегией стандартов IOSA» [7].

Согласно SARPS, СУБП авиакомпании представляет собой упорядоченный подход к обеспечению заданного уровня БП, включающий необходимые организационные структуры, сферы ответственности, политику и **процедуры** (выделено автором) [2].

В SARPS достаточно полно определены требования и рекомендации, касающиеся организационных структур, сфер ответственности и политики, однако **процедуры** нуждаются в разработке соответствующего методического обеспечения, поскольку кроме ответа на вопрос «ЧТО делать?» необходимы ответы на вопросы «КАК делать?» и «КТО будет делать?» [8].

В силу неопределенности государственных требований к СУБП эксплуатанта ВС в РФ, при отсутствии каких-либо методических рекомендаций по разработке, внедрению и развитию СУБП, ведущие авиакомпании, стремясь соответствовать международным стандартам, разрабатывают и внедряют СУБП самостоятельно. Поэтому внедряемые СУБП различаются параметрами управления (показателями уровня БП), процедурами и методическим обеспечением процесса управления БП.

Обобщение передового опыта разработки, внедрения и совершенствования СУБП в ведущих авиакомпаниях, позволяет сформировать типовую СУБП эксплуатанта ВС, в которой систематизированы и представлены основные требуемые стандартами процедуры. В соответствии с SARPS в предлагаемой в качестве типовой СУБП сочетаются реактивный, проактивный и прогнозный подходы к процессу управления БП в авиакомпании [2, 6, 9].

Основные (обязательные) функции СУБП авиакомпании:

- постоянный мониторинг и оценка показателей уровня БП, регулярная оценка достигнутого (текущего) уровня БП на фоне установленного (заданного или целевого) уровня;

- факторный анализ уровня БП, выявление (идентификация) значимых факторов опасности (факторов риска или причинных факторов авиационных событий);
- оценка риска для БП;
- разработка и выполнение корректирующих действий по регулированию рисков, т.е. по поддержанию уровня БП в пределах приемлемого;
- периодическая оценка эффективности управления БП в авиакомпании;
- постоянное (ежегодное) повышение общего уровня БП авиакомпании.

В SARPS отдельными разделами и отдельными «концептуальными рамками» предусматриваются процедуры «обеспечение («гарантии») безопасности полетов» и «управление рисками» [2,6,10], поэтому вышеприведенные функции СУБП в авиакомпании могут и должны реализовываться двумя взаимосвязанными контурами управления [11]:

- управление рисками для БП;
- обеспечение БП (точнее - обеспечение выполнения требований в области БП) – традиционный для отечественной авиации контур выполнения и контроля выполнения действующих нормативных требований безопасности.

Концептуальные рамки СУБП содержат четыре составных компонента:

1. Политика и цель в области БП, задачи СУБП.
2. Управление рисками для БП.
3. Обеспечение БП.
4. Популяризация вопросов БП.

Перечисленные компоненты заслуживают рассмотрения по элементам [2, 4].

1. Политика и цель авиакомпании в области безопасности полетов, задачи СУБП

Политика в области БП, как совокупность принципов, принятых руководством для достижения целей, содержит обязательства и ответственность руководства авиакомпании. Оформляется Политика отдельным документом или включается в РУБП авиакомпании и находится в свободном доступе для всего персонала.

Общей целью авиакомпании в области БП является постоянное планомерное повышение среднегодового уровня БП через достижение ежегодно повышаемого целевого (заданного на год) уровня БП и через удержание текущего (среднемесячного или среднеквартального) уровня БП в пределах пороговых значений показателей БП. Пороговые значения - заведомо определенные границы допустимых кратковременных отклонений текущих значений показателей БП в течение года.

Задачи, решаемые СУБП авиакомпании:

- реализация системного подхода к процессу управления безопасностью полетов в рамках системы управления авиакомпании;
- выполнение современных (действующих на текущий момент) государственных и международных требований безопасности к эксплуатации ВС;
- обучение персонала авиакомпании вопросам управления БП (обучение персонала предусматривается как внешнее, так и внутреннее, с охватом всех категорий персонала по направлениям деятельности, включая руководство высшего звена управления авиакомпании);
- обеспечение системного и факторного анализа информации по БП, полетных данных, обязательных донесений и добровольных сообщений в целях выявления факторов опасности (ФО), оценки и регулирования рисков для БП;
- сбалансированное распределение обязанностей и ответственности между всеми участниками процесса в вопросах обеспечения целевого уровня БП;
- развитие методического обеспечения процедур по управлению БП в авиакомпании.

Основой эффективного функционирования СУБП является система документации, которая устанавливает взаимосвязь между процессами управления БП и другими функциями авиакомпании.

Документация по СУБП – совокупность документов, разрабатываемых в авиакомпании в рамках внедрения, функционирования и совершенствования СУБП.

Система документации состоит из компонентов: политика и цели авиакомпании в области БП, требования к СУБП, описание процессов и процедур, описание иерархии ответственности, обязанности и полномочия должностных лиц в отношении процессов и процедур, эффективность функционирования СУБП. Документом, регламентирующим функционирование СУБП, является РУБП авиакомпании, основные положения и содержание которого определяются рекомендациями методики [12] и РУБП ИКАО [2].

Документация по СУБП подлежит обязательной актуализации (периодической и оперативной) с учетом рекомендуемого развития СУБП и происходящих изменений в авиакомпании, государстве, отрасли.

Координация действий на случай аварийной обстановки проводится в соответствии с Планом действий персонала авиакомпании в кризисных, чрезвычайных и аварийных ситуациях.

Планом предусматривается:

- определение обязанностей и ответственности руководителей и специалистов по готовности к действиям в аварийной обстановке;
- распределение ответственности и обязанностей руководителей и специалистов в аварийной обстановке;
- предоставление полномочий ключевому персоналу по принятию мер и выполнению предусмотренных мероприятий;
- координация действий по выходу из критического положения.

2. Управление рисками для безопасности полетов

Цель контура управления рисками для БП в СУБП - минимизация риска, обусловленного влиянием совокупности факторов опасности и факторов их нейтрализации («барьеров»). Критериями управления являются уровни приемлемого риска для БП.

Управление рисками для БП заключается в последовательном выполнении обязательных процедур [6, 11, 13]:

- сбор и анализ данных о БП как о состоянии эксплуатируемой АТС;
- выявление факторов опасности;
- оценка риска для БП на предмет его приемлемости;
- воздействие на риск при превышении его приемлемого уровня.

Сбор и анализ данных о безопасности полетов – необходимый для функционирования СУБП набор процедур, в который входят: накопление, систематизация, обработка и документирование информации о прошлом, текущем и будущем (планируемом или прогнозируемом) состоянии эксплуатируемой АТС.

Сбор данных о БП, как о состоянии эксплуатируемой АТС, выполняется через действующие процедуры представления добровольных и обязательных сообщений, включая материалы расследования авиационных происшествий и инцидентов, материалы обработки полетной информации, результаты контрольных и инспекторских проверок, отчеты внешних и внутренних аудитов, сообщения от непосредственных участников производственного процесса, от потребителей и поставщиков авиационных услуг, результаты анкетирования и опросов специалистов, экспертного анализа состояния АТС [14], ре-

зультаты мониторинга БП [15, 16], статистического анализа и математического прогнозирования уровня БП [17], результаты оценивания эффективности СУБП [11, 13]. Сбор и анализ данных выполняется, как правило, в рамках единой информационной системы (ИС) СУБП авиакомпании.

Выявление факторов опасности. ФО определяется как состояние или предмет, обладающий потенциальной возможностью нанести травму персоналу или пассажирам, причинить ущерб оборудованию или конструкциям, вызвать уничтожение материалов или понизить способность осуществлять предписанную функцию. Выявление ФО (существующих и потенциальных) основывается на использовании реагирующего, проактивного и прогностического методов сбора и анализа данных о состоянии эксплуатируемой АТС. Процедура выявления ФО распространяется на все виды деятельности, связанные с выполнением и обеспечением выполнения полетов. В обязательном порядке анализу подвергаются все авиационные события, а также выявленные нарушения и отклонения в производстве и обеспечении полетов.

Оценка рисков для безопасности полетов. Риск для БП определяется как оценка последствий проявления источников опасности, выраженная в виде сочетания вероятности (или возможности) проявления и серьезности последствий.

Процедура оценки риска включает в себя идентификацию и анализ риска, оценивание его на предмет приемлемости.

Идентификация риска для БП - интерактивный процесс обнаружения, распознавания и описания рисков, обусловленных проявлением выявленных ФО. Идентифицированные риски документируются в реестре рисков и контролируются.

Анализ риска - процесс понимания природы риска для БП и определения уровня риска. Анализ идентифицированного риска включает рассмотрение всех возможных причин и сценариев проявления ФО, соответствующие вероятные последствия.

Риски оцениваются как:

-*недопустимые* - неприемлемы ни при каких условиях, требуют незамедлительных мер по снижению с последующим контролем на предмет приемлемости;

-*допустимые (условно приемлемые)*- оцененные в зоне допустимых рисков, приемлемы при условии, что в авиакомпании реализуются адекватные компенсационные меры. Риски, оцененные первоначально, как недопустимые, могут быть снижены и перемещены в зону допустимых при условии, что будут контролироваться и регулироваться адекватными компенсационными мерами;

-*приемлемые*, которые не требуют никаких действий, но контролируются.

Наиболее предпочтительными являются количественные методы оценки уровня риска для БП (статистические и/или экспертные), позволяющие использовать матрицу рисков для оценивания их на предмет приемлемости.

Воздействие на риск выполняется, когда риски оцениваются как недопустимые или условно приемлемые, они подлежат дополнительному факторному анализу с целью выявления «тонких звеньев» в эксплуатируемой АТС, последующей разработки и выполнения адекватных мер по снижению рисков. Эффективность мер по снижению риска обеспечивается их направленностью на укрепление наиболее «тонких звеньев», поэтому зависит, в первую очередь, от глубины и качества выполнения факторного анализа. Разрабатываемые меры желательно предварительно ранжировать по критерию их эффективности [11].

Эффективность воздействия на риск обязательно контролируется по динамике риска в зону приемлемости в результате выполнения предпринимаемых воздействий.

3. Обеспечение безопасности полетов

Цель контура обеспечения БП в СУБП – минимизация количества авиационных событий, обусловленных несоблюдением установленных норм и правил безопасности. Критерии – прогрессивные целевые и пороговые уровни БП в авиакомпании, устанавливаемые ежегодно. Принцип управления – предотвращение авиационных происшествий через снижение частоты инцидентов.

Основные процедуры контура обеспечения БП: контроль уровня БП и оценка эффективности СУБП.

Контроль уровня безопасности полетов осуществляется по количественным показателям БП, которыми являются относительные показатели: частота инцидентов (т.е. количество инцидентов на 1000 полетов или часов, согласно рекомендации РУБП ИКАО [2]) и оценка вероятности авиакатастрофы (вычисляется по совокупности имевших место событий с учетом их тяжести и причинных факторов [16]).

Реагирующий подход реализуется анализом причин авиационных событий и отработкой мер по их предупреждению в будущем.

Проактивный подход реализуется выявлением отклонений (нарушений) от требований стандартов с оперативной разработкой и реализацией управленческих воздействий по устранению отклонений до того, как они проявятся через авиационные события.

Прогнозный подход реализуется прогнозированием частоты инцидентов и вероятности катастрофы, выявлением и анализом опасных тенденций по всей совокупности статистической информации [17].

Текущий уровень БП подлежит регулярному оцениванию при мониторинге состояния АТС с использованием соответствующего методического обеспечения [15, 16].

Оценка эффективности СУБП выполняется при мониторинге:

- в авиакомпании – по общим показателям БП;
- в структурных подразделениях - по частным показателям (по производным от общих, в том числе по показателям дифференцированного оценивания уровня БП).

Оценивается степень соответствия уровня БП целевому уровню и частоте выхода текущего уровня БП за пороговые уровни ($+\sigma$, $+2\sigma$, $+3\sigma$) в течение года.

Эффективность СУБП оценивается ежеквартально, при необходимости корректируется Программа развития СУБП на год (рекомендация IOSA [6]).

Результаты контроля уровня БП и оценки эффективности СУБП обрабатываются ежемесячно и используются в ежеквартальных, полугодовых и годовых анализах.

4. Популяризация (пропаганда) вопросов безопасности полетов

Позитивная культура безопасности является необходимым условием эффективного функционирования СУБП, поскольку представляет собой совокупность ценностей, убеждений, привычек поведения, основывающихся на осознании ответственности персонала за свои действия и на учете возможных последствий.

Каждый сотрудник авиакомпании должен понимать свою роль в процессе управления БП и осознавать, что преступно не только любое нарушение требований нормативных документов, но и замалчивание о таких нарушениях.

Специалисты, участвующие в организации, обеспечении и выполнении полётов, должны быть уверены, что любые выявленные несоответствия или ФО будут подвержены глубокому анализу с выявлением и устранением причин, а риски будут минимизированы. Особое значение имеет система добровольных сообщений, основанная на «некара-

тельной» производственной среде, в которой персонал абсолютно уверен, что незаслуженного наказания не последует. «Некарательная» производственная среда не является синонимом вседозволенности и безответственности или полного отказа от наказаний, но гарантирует их обоснованное и справедливое применение. Наказание за ошибочное действие исключается. Карательная практика применяется только к нарушителям.

Подготовка персонала в области безопасности полетов – требование, распространяющееся на весь персонал авиакомпании. Объем, тематика и уровни подготовки регламентируются корпоративной Программой подготовки персонала в области управления БП (требование IOSA, вступило в действие с 1.09.2015 [6]).

Цель обучения: получение необходимого объема знаний и навыков в области системного управления БП в авиакомпании для:

- формирования общего (единого) представления о СУБП авиакомпании;
- понимания роли и места каждого участника процесса управления БП;
- умения использовать возможности СУБП в повседневной деятельности структурных подразделений;
- активного участия в развитии СУБП авиакомпании и поставщиков услуг.

Обучение включает в себя специализированную подготовку в области управления БП, основанную на тематических планах, разработанных отдельно для каждой категории персонала (сферы деятельности и выполняемых функций).

Типовая Программа подготовки персонала в области управления БП и организация внутреннего обучения заслуживают отдельного рассмотрения.

Персонал авиакомпании, на который распространяются сертификационные требования в области БП, проходит обучение в соответствующих образовательных учреждениях.

Обмен и управление информацией о безопасности полетов выполняется в рамках ИС СУБП авиакомпании, в общую базу данных которой включаются:

- а) результаты анализа материалов расследования авиационных событий;
- б) добровольные сообщения;
- в) результаты поддержания летной годности;
- г) результаты контроля эксплуатационных характеристик;
- д) результаты анализа рисков для БП;
- е) результаты аудитов и проверок;
- ж) информация внутренних (корпоративных) бюллетеней по БП;
- з) аналитические материалы по идентифицируемым и анализируемым ФО.

ИС СУБП находится в общем доступе, постоянно совершенствуется и дополняется аналитическими функциями по мере совершенствования СУБП авиакомпании.

Типовая СУБП сформирована на опыте разработки, внедрения и развития корпоративных СУБП в трех ведущих авиакомпаниях России, в которых работал автор в период 2006-2015г.г., и может быть положена в основу СУБП эксплуатанта ВС, как самолетов, так и вертолетов. Учетные в типовой СУБП требования стандартов (международных и государственных), результаты проведенных исследований, разработанное методическое обеспечение, способствовали успешному прохождению аудита по международным стандартам эксплуатационной безопасности IOSA и достижению передового уровня БП не только в России, но и в мире. Разработанная СУБП предусматривает выполнение процедур по реализации Постановления Правительства РФ от 18.11.2014г. № 1215 «О порядке разработки и применения СУБП воздушных судов, а также сбора и анализа данных о факторах опасности и риска, создающих угрозу безопасности полетов гражданских воздушных судов».

Литература

1. Приложение 6 к Конвенции о Международной гражданской авиации. Эксплуатация воздушных судов. Часть 1. Международный коммерческий транспорт. Самолеты. – ИКАО. - 2013.
2. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП). Изд. третье. Doc.9859 – AN/474. – ИКАО. - 2013.
3. ГОСТ Р 55585-2013 Система управления безопасностью полетов воздушных судов. Термины и определения. – М.: Стандартинформ. - 2014.
4. О внедрении системы управления безопасностью полетов. Письмо Росавиации от 25.11.2009 N ГК1.22-2979. – М. - 2009.
5. Федеральные Авиационные Правила "Подготовка и выполнение полетов в Гражданской Авиации Российской Федерации". Ред. от 2.02.2014 – М. - 2009, 2014. - 86с.
6. IOSA Standards Manual. 9-th Edition. – IATA. - 2015.
7. IOSASMSStrategy. – IATA. - 2013.
8. Гузий А.Г. Что, как и кто будет делать? - <http://www.aex.ru/docs/4/2012/2/6/1506/> Дата обращения 09.10.2012.
9. Гузий А.Г., Лушкин А.М. Методологический подход к формированию корпоративной стратегии управления безопасностью полетов.// Проблемы безопасности полетов. № 9, 2008. – М.: ВИНТИ. - 2008. С. 3 – 9.
10. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. Управление безопасностью полетов. – ИКАО. - 2013. - 57с.
11. Гузий А.Г., Лушкин А.М. Теория и практика управления риском для безопасности полетов./Сборник трудов Общества независимых расследователей авиационных происшествий. Выпуск № 26. – 2014. С.139-143.
12. Гузий А.М., Лушкин А.М. Научно-методические рекомендации по разработке корпоративного руководства по управлению безопасностью полетов.// Проблемы безопасности полетов. № 11, 2008. – М.: ВИНТИ. - 2008. С.20-27.
13. Гузий А.Г., Лушкин А.М., Шукин А.В. Методологический подход к оптимизации управления уровнем безопасности полетов по критерию эффективности./ Труды Общества независимых расследователей авиационных происшествий. Вып. №25. – М. - 2013. С.189-195.
14. Теория и практика экспертного анализа состояний сложных динамических систем: монография/ Гузий А.Г., Лушкин А.М., Майорова Ю.А. – М.: ИД Академии Н.Е.Жуковского. - 2015. – 128с.
15. Гузий А.Г., Лушкин А.М. Методический подход к мониторингу показателей безопасности полетов в авиакомпании.// Проблемы безопасности полетов. Научно-технический журнал. Вып. № 4, 2009. – М.: ВИНТИ. - 2009. С.3-9.
16. Лушкин А.М. Методическое обеспечение процедур мониторинга в системе управления безопасностью полетов. Дисс. на соискание уч. степени к.т.н. – М.: МГТУ ГА. - 2010. - 140 с.
17. Гузий А.Г., Хаустов А.А. Прогнозирование показателей в системе управления безопасностью полетов./ Сборник трудов Общества независимых расследователей авиационных происшествий. Выпуск №23., М. - 2011 – 267с. С.71-78.

Сведения об авторе

Лушкин Александр Михайлович, член-корреспондент Международной академии проблем Человека в авиации и космонавтике, заместитель генерального директора по безопасности полетов и качеству ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр», инспектор по международным летным стандартам FAA Academy. Москва, Аэропорт Внуково, д.1, стр.19, каб. Д 620, тел.+79853317130, e-mail: alexandr.luskin@utair.ru

УДК 614.8.06

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Е.Л. Грищенко
ВИНИТИ РАН

Рассмотрены основные проблемы обеспечения транспортной безопасности, включая разработку систем контроля пассажиров и средств обнаружения опасных веществ.

Ключевые слова: транспортная безопасность, безопасность аэропортов, системы контроля пассажиров, технологии сканирования, обнаружение опасных веществ.

SAFETY AND SECURITY INTEGRATED TRANSPORT SYSTEMS

E.L. Grishchenko
VINITI of Russian Academy of Sciences

The Article reviews important problems of provision transport safety: passenger screening systems, scanning technologies, and hazardous substance detection.

Key words: transport safety, airports security, passenger screening systems, scanning technologies, hazards substance detection.

Проблема обеспечения защиты транспортной отрасли от несанкционированного вмешательства в ее деятельность в последние годы стала одной из важнейших. Особую значимость приобретают террористические проявления, которые с каждым годом становятся все более изощренными. Террористические организации и отдельные преступники хорошо финансируются, пользуются современными техническими средствами нападения, достаточно хорошо обучены и постоянно обновляют методы реализации актов незаконного вмешательства.

В этих условиях требуется адекватная реакция соответствующих органов защиты, упреждающая негативные проявления. При этом необходимы новые методы и средства обеспечения защиты транспортной инфраструктуры и, в частности, аэропортов от несанкционированного вмешательства.

Современные системы транспортной безопасности являются интегрированными. Такие системы за последние 10 лет прошли путь развития от простого объединения технических средств защиты на единой платформе до комплексных, автоматизированных систем, имеющих высокий уровень аналитики и развитую структуру сбора и обработки информации. Однако динамика развития транспортной системы выдвигает новые требования к системам безопасности, которые формируют новые подходы к созданию таких систем, основанные на теории оптимального управления и на новых понятиях, таких как: критический элемент, уязвимость объекта, уровни безопасности и других.

Федеральная служба по надзору в сфере транспорта как орган государственного регулирования осуществляет надзор за соблюдением юридическими и физическими лицами законодательства Российской Федерации и международных договоров. И в первую очередь, в целях обеспечения превентивных, предупредительных мер по безопасности перевозки пассажиров и грузов на всех видах транспорта.

Транспортный комплекс, будучи технически сложным, концентрирующим большие массы людей, наиболее подвержен различным формам незаконного вмешательства и террористическим атакам, так как зачастую такие вмешательства приводят к негативным, а порой и к трагическим результатам и имеют большой отрицательный политический резонанс.

Статистика актов незаконного вмешательства (АНВ) в деятельность транспортного комплекса за 2012 и 2013 гг. свидетельствует о том, что угроза АНВ продолжает сохраняться.

В 2013 г. совершено 604 АНВ, из них 38 фактически совершенных АНВ, в том числе 3 террористических акта, в результате которых погиб 31 человек и травмировано 65 человек. При этом, нет федеральных округов, где бы не имели место АНВ. В 2013 г. по сравнению с 2012 г. произошел рост угроз АНВ в ЦФО, СЗФО, УФО, СФО и ДФО [1].

Вопросам технического оснащения, внедрения новых средств досмотра, правильному их подбору, разработке передовых технологий и методов, а также мониторингу систем обеспечения транспортной безопасности уделяется всё большее внимание. Существуют различные пути решения задачи дистанционного обнаружения и распознавания опасных веществ (взрывчатых и наркотических), а также нестандартного состояния человека в целях обеспечения транспортной безопасности, включая методы, основанные на использовании ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР) и на использовании инфракрасной телевизионной аппаратуры, а также метод дистанционного определения сердечного ритма человека с помощью видеокамеры.

Инновационный центр «БИРЮЧ» выступил поставщиком антитеррористического оборудования на прошедшей в Москве выставке «ТБ Форум – 2015». Был представлен детектор взрывчатых веществ CO_4 , на основе метода дифференциальной спектроскопии ионной подвижности. Портативный прибор позволяет оперативно и надёжно обнаруживать в воздухе следы взрывчатых веществ с концентрацией в газовой фазе 10^{-14} г/см³.

Детектор обнаруживает пары взрывчатых веществ при обследовании различных объектов – личных вещей, багажа, почты, посылок, пакетов, транспортных средств, помещений и т. д. CO_4 превосходит характеристики лучших серийно производимых приборов за счет оптимальной конструкции, в которой сочетаются чувствительность, компактные размеры основных элементов и малое энергопотребление.

В приборе используется спектроскопия приращения ионной подвижности (differential ion mobility spectrometry, DIMS). В основе метода лежит нелинейная зависимость подвижности ионов от напряженности электрического поля. Получение спектра исследуемого вещества DIMS спектрометром состоит из следующих этапов:

- ионизация молекул исследуемой пробы;
- дрейф ионов в потоке нейтрального газа между обкладками конденсатора, к которым приложены высокочастотный асимметричный по полярности сигнал и компенсирующее (сканирующее) поле;
- измерение ионного тока детектором.

Для каждого типа ионов существует определенная комбинация высокочастотного и компенсирующего полей, при которой эффективная траектория его движения будет параллельна обкладкам конденсатора, в результате чего он достигнет детектора и будет зарегистрирован. Остальные ионы детектора не достигнут и будут разряжаться на обкладках конденсатора. Спектр в данном случае представляет собой зависимость ионного тока на детекторе от величины компенсирующего напряжения.

Теоретическое описание процессов, происходящих в процессе дрейфа ионов, и расчет электрических полей в приборе позволили определить оптимальную конструкцию спектрометра, в которой разумно сочетаются высокая разрешающая способность, чувствительность, компактные размеры основных элементов и малое энергопотребление [2].

Разработана архитектура микроволновой радиолокационной системы, предназначенной для получения изображений скрытых под одеждой человека предметов, за счет формирования инверсной синтезированной апертуры в результате естественного передвижения человека вблизи линейки микроволновых антенных элементов. В данной системе вертикальное разрешение достигается за счет вертикального расположения микроволновых датчиков, а горизонтальное разрешение – в результате естественного передвижения человека. Для осуществления когерентной обработки радиолокационного сигнала и получения радиоизображения в системе предлагается использовать позиционирование движущегося человека и его частей тела с помощью 3D видеосенсора (временнo-пролетной камеры).

Создана экспериментальная установка, состоящая из электромеханического сканера и перемещаемого им единственного приемопередатчика, используемая для получения экспериментальных данных и оценки методов обработки сигнала.

Для экспериментальной проверки разрабатываемых методов обработки радиолокационного сигнала изготовлены электромеханические сканеры, приводимые шаговыми двигателями, для перемещения и точного позиционирования единственного приемопередатчика, получения радиолокационного сигнала на сетке частот в рабочей полосе приемопередатчика. Для управления сканерами, сбора, обработки и представления данных разработано встроенное и пользовательское программное обеспечение. Проведены предварительные эксперименты с неподвижным человеком и манекеном, в ходе которых были получены синтезированные радиолокационные изображения размещаемых под одеждой посторонних предметов.

В настоящее время идет разработка алгоритмов обработки получаемых видеосенсором данных для извлечения траекторных данных движущегося человека. Планируется интеграция видеосенсора с радиолокационным стендом с использованием электромеханических сканеров. Планировалось проведение имитационного эксперимента по совместной обработке радиолокационных данных и данных видеосенсора с получением синтезированных радиолокационных изображений. В ходе этого эксперимента движение человека будет представляться последовательностью статических сцен с незначительно меняющейся позой, каждая из которых будет соответствовать кадру видеозаписи передвигающегося шагом человека. По результатам выполнения работ будут установлены технические требования к прототипу системы, работающему в режиме реального времени [3].

Запатентован способ досмотра грузов с использованием просвечивания излучением под разными углами. Сущность изобретения заключается в том, что осуществляют вращение источника радиации и/или досматриваемого объекта вокруг оси вращения для относительного поворота на заданный угол, в результате чего источник радиации устанавливается в дискретные положения под разными углами относительно досматриваемого объекта. Для каждого такого угла источник излучения совершает прямолинейное движение параллельно оси вращения и в то же время осуществляет сканирование досматриваемого объекта для получения проекционных данных при просвечивании объекта для каждого такого угла. Технический результат: обеспечение возможности быстрого досмотра большого количества грузов при достаточно высоком качестве построения изображений предметов внутри контролируемого объекта [4].

Вопросам технического оснащения, внедрения инновационных методов и технологий обеспечения безопасности в аэропортах, применению новых технических средств обнаружения взрывчатых веществ уделяется всё большее внимание. Проводится комплекс мероприятий, включая оснащение всех пунктов досмотра аэропортов сертифицированными средствами обнаружения взрывных устройств, взрывчатых веществ и химически опасных веществ. Новые, сертифицированные технические средства отечественного производства, М-Ион и Л-Ион прошли испытания и показали хорошие результаты. Де-

тектор М-Ион предназначен для обнаружения паров и следов взрывчатых веществ и идентификации их типа. Обнаружение и идентификация производятся путем анализа воздушных проб методом нелинейной спектрометрии ионной подвижности. Важное преимущество его среди специальной портативной аппаратуры это то, что детектор М-Ион не содержит радиоактивных источников ионизации. Прибор создан на базе передовой технологии, и в основе его работы лежит принцип нелинейной зависимости подвижности ионов от напряженности электрического поля. Для ионизации молекул пробы используется принцип коронного разряда [5].

В целях обнаружения опасных скрытых веществ создано мобильное устройство, в котором контейнер досмотрового модуля выполнен герметичным, снабжен устройством нагрева внутреннего объема, при этом канал передачи данных между досмотровым модулем и модулем управления обнаружителем опасных веществ выполнен беспроводным. Модуль досмотра снабжен аккумулятором для питания нейтронного генератора, альфа и гамма-детекторов, регистрирующей электроники с использованием соответствующих блоков преобразования напряжения. Регистрирующая электроника в корпусе досмотрового модуля снабжена защитой от прямого потока монохроматических нейтронов, испускаемых нейтронным генератором. Досмотровый модуль снабжен световым индикатором, включенное состояние которого свидетельствует о наличии нейтронного излучения, создаваемого нейтронным генератором. Технический результат: обеспечение возможности работы устройства при наличии осадков, а также расширение диапазона его рабочих температур, обеспечение автономности работы устройства, повышение надёжности работы всех его систем, а также обеспечение радиационной безопасности работы с установкой [6].

Запатентована система предотвращения чрезвычайных ситуаций на летательных аппаратах, относящаяся к области средств безопасности при выполнении пассажирских и грузопассажирских рейсов, которая содержит систему управления полетом и чёрный ящик, видеокамеру, установленную на единице дистанционно-управляемого стрелкового оружия, с приводами, соединенными с дисплеем и пультом управления стрельбой. К системе подключена видеокамера общего обзора. Каждая единица стрелкового оружия оборудована лазерным целеуказателем и трансфокатором. Каждая единица стрелкового оружия кроме боевого заряда дополнительно снабжена нейтрализующим зарядом, выполненным в виде резиновой пули калибра 9 мм с нелетальным средством поражения на основе ирританта. Каждое место пассажира оборудовано дополнительной единицей стрелкового оружия. Каждый проход между местами пассажиров в летательном аппарате оборудован единицей дистанционно-управляемого стрелкового оружия с возможностью управления его стрельбой боевыми зарядами с наземного устройства через обшивку летательного аппарата. Достигается повышение эффективности обезвреживания террористов при сохранении людских ресурсов [7].

Разработка и использование эффективных информационных систем о состоянии безопасности на каждом объекте транспортной инфраструктуры и их взаимодействие с другими информационными системами позволит руководителям различных уровней реально оценивать ситуацию и соответственно принимать решения по усилению наиболее важных направлений транспортной безопасности.

Литература

1. Черток В.Б. Перспективы применения инновационных технологий в государственном надзоре за обеспечением транспортной безопасности. // Современные проблемы жизнедеятельности: настоящее и будущее: Материалы 3 международной научно-практической конференции в рамках форума «Безопасность и связь», Казань. - 2014. Ч. 3/. – Казань. - 2014, с. 47-49.

2. Матвеев В. Семинар «Аналитические методы и средства обнаружения и идентификации наркотических и взрывчатых веществ», Москва, 24 марта 2015. // Мир и безопасность. - 2015, №3, с. 43-48.

3. Журавлев А.В., Разевич В.В., Васильев И.А., Ивашов С.И. Микроволновая система досмотра человека в движении на основе комбинированного использования 3D видеосенсора и радиолокационной системы. // Современные охранные технологии и средства обеспечения комплексной безопасности объектов: Сборник научных статей 10 Всероссийской научно-технической конференции, Пенза – Заречный, 7-8 окт., 2014 /Пенза. - 2014, с. 160-165.

4. Жанг Ли, Чен Жикианг, Канг Кедзюн, Ху Хайфенг, Ксинг Юксианг, Дуан Ксинхуи, Ксоао Йонгшун, Жао Зиран, Ли Юандзинг, Ли Йинонг. Способ досмотра грузов с использованием просвечивания излучением под разными углами. Пат. 2400735 Россия, МПК G01N 23/04 (2006.01), Цингхуа Унив., Нуктек Ко. Лтд № 2008147283/28; Заявл. 28.04.2007; Оpubл. 27.09.2010.

5. Бочкарев А.Н., Бочкарев И.А. Новая аппаратура для выявления взрывчатых веществ в целях предотвращения актов незаконного вмешательства на воздушном транспорте. // Вестн. трансп. - 2014, № 11, с. 42-44.

6. Быстрицкий В.М., Замятин Н.И., Сапожников М.Г., Слепнев В.М. Мобильный обнаружитель опасных скрытых веществ (вариант). Пат. 2524754 Россия, МПК, G01N 23/222 (2006.01), G01T (2006.01), G01V 5/00 (2006.01), № 2013102648/28; Заявл. 22.01.2013; Оpubл. 10.08.2014.

7. Кочетов О.С. Система предотвращения чрезвычайных ситуаций на летательных аппаратах. Пат. 2538749 Россия, МПК B64D 45/00 (2006.01), G08B 15/00 (2006.01), B6OR 21/12 (2006.01). ВНИИ ГОЧС (ФЦ), № 2013152191/11; Заявл. 25.11.2013; Оpubл. 10.01.2015.

Сведения об авторе

Грищенко Елена Леонидовна, - научный сотрудник ОНИ по транспорту ВИНТИ РАН; 125190, Москва, ул. Усиевича, 20, Тел. (499) 152-56-33

УДК 614.0.084

ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ В ТЕХНОГЕННОЙ СФЕРЕ

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

Рассматриваются роли информации в обеспечении безопасности в техногенной сфере – снижении рисков.

Современная концепция предупреждения техногенных аварий и катастроф основана на оценках комплексных рисков, включающих разнородные факторы. Достаточность и достоверность информации о них является основой для обеспечения безопасности в техногенной сфере. Данная задача решается с помощью мониторинга состояния техногенной сферы и обнаружения предвестников аварий и катастроф.

Основой решения задачи обеспечения безопасности в техногенной сфере являются новые методы сбора информации и технологии аналитической обработки полученной информации, такие как интеллектуальный анализ данных, позволяющий выявить неизвестные особенности в динамике сложных технических систем и определить предвестники чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: опасные процессы, мониторинг рисков, предупреждение техногенных аварий, диагностическая информация, предвестники аварий, базы данных, интеллектуальный анализ данных.

INFORMATION ASPECTS OF SAFETY IN TECHNOSPHERE

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

The article deals with the role of information in ensuring safety in technogenic sphere – reducing risks.

The modern concept of the prevention of technogenic accidents and disasters based on a comprehensive assessment of risks, including diverse factors. Sufficiency and reliability of information about them is the basis for safety in technogenic sphere. This object is achieved by monitoring the state of technogenic sphere and detecting of precursors of accidents and disasters.

The basis for solving the problem of safety in technogenic sphere are the new methods of collecting information and technology analytical processing received information, such as data mining, which allows to identify the unknown features of the dynamics of complex technical systems and to identify the harbingers of emergencies

Key words: dangerous processes, risk monitoring, prevention of technogenic accidents, diagnostic information, precursors of accidents, databases, data mining.

Особенности получения информации о состоянии технических систем

Проблема предупреждения техногенных аварий с каждым годом приобретает все большую актуальность, так как число и тяжесть последствий таких происшествий имеют общую тенденцию к возрастанию.

Благодаря зарубежным и отечественным научно-исследовательским разработкам удалось выработать общепризнанную концепцию предупреждения техногенных происшествий, основанную на оценках и анализе риска аварий. При этом преследуется цель предупредить в первую очередь критические аварии и отказы, вызывающие или способные вызвать тяжелые последствия вплоть до катастроф и чрезвычайных ситуаций (ЧС).

При оценке риска важны *комплексные риски*, включающие разнородные факторы, действующие в разных временных и пространственных масштабах.

Комплексные риски определяются особенностью взаимодействий природной, техногенной и социальной сфер. Катастрофы, кризисные ситуации представляют собой цепь последовательных взаимосвязанных событий. Число звеньев в этой цепи может быть весьма велико.

При анализе рисков в природно-техногенно-социальных системах вероятности реализации угроз можно записать в виде функционала [1]

$$P_S = F_{PS} \{P_{\Pi}, P_T, P_C\}, \quad (1)$$

где P_C – вероятности появления неблагоприятных событий в социальной сфере; P_T – вероятности, обусловленные состоянием объектов техносферы; P_{Π} – вероятности, обусловленные воздействием природной сферы.

Вероятность P_T существенно зависит от уровня защищенности от аварий и катастроф объектов техносферы гражданского и оборонного назначения. Эта защищенность определяется степенью деградации объектов на заданной стадии эксплуатации, уровнем диагностирования и мониторинга. Такое положение указывает на прямое взаимодействие параметров P_T и P_C . Вероятности P_C , как известно, зависят от проявления опасных природных процессов, а также от состояния объектов техносферы и, следовательно, от P_T . Принятие необоснованных (с точки зрения системных рисков) решений о размещении объектов техносферы и зон проживания делает параметр P_C зависящим от P_{Π} и P_T .

Ущерб U_S от реализации системных стратегических угроз в общем случае можно записать через функционал

$$U_S = U_{US} \{U_{\Pi}, U_T, U_C\}, \quad (2)$$

где U_C – ущербы, наносимые социальной сфере (в первую очередь – населению) при взаимодействии первичных и вторичных поражающих факторов при реализации системных угроз; U_T – ущербы, наносимые объектам техносферы; U_{Π} – ущербы, наносимые окружающей среде.

Величины U_{Π} , U_T и U_C могут измеряться как в натуральных единицах (например, числом погибших людей, числом разрушенных зданий и площадью поврежденных территорий), так и в эквивалентах (например, в экономических, денежных ущербах).

Анализ большинства техногенных и природно-техногенных катастроф показывает, что они определяются тремя основными параметрами и опасными процессами:

- неконтролируемым выбросом опасных веществ W ;
- неконтролируемым выделением опасной энергии E (механической, тепловой, электромагнитной, световой);
- неконтролируемым выделением или разрушением потоков информации I .

С целью перевода технических систем в безопасные состояния с использованием системы параметров W, E, I и рисков R_N, R_T, R_O необходимо снизить возможность неконтролируемых выходов потенциально опасных веществ, энергий и потоков информации, а также снизить риски аварий и катастроф. Этого можно достичь построением систем контроля, диагностики, мониторинга и защиты и введением в анализ безопасности сценариев возникновения и развития аварийных и катастрофических ситуаций [1-4].

Под мониторингом рисков понимаются измерения, регистрация, определение, оценка и регулирование рисков $R(\tau)$ и их параметров $P(\tau)$ и $U(\tau)$ по данным о реализовавшихся ранее рисках и о потенциальных рисках на данный момент i времени τ_i . Таким образом, результатом мониторинга рисков являются величины рисков $R(\tau)$ для $\tau=\tau_i$ по исходной информации о рисках при $\tau \leq \tau_i$.

Основным средством обеспечения требуемого безопасного функционирования объектов техногенной сферы являются мониторинг параметров, определяющих безопасное функционирование систем в процессе штатного функционирования, и оценка рисков. Под мониторингом безопасности понимается нарастающий по глубине и объему процесс регулярного получения и первичной обработки информации об изменяющихся параметрах технического состояния системы, которые влияют на безопасную эксплуатацию.

Для достижения цели мониторинга безопасности необходимо в рамках его реализации последовательно решить следующие задачи:

1. Провести анализ безопасности функционирования подсистем технической системы для определения параметров, требующих контроля.
2. Определить необходимый состав и объем информации о контролируемых параметрах элементов.
3. Разработать методики контроля наблюдаемых параметров и стратегию мониторинга параметров, заключающуюся в формировании оптимального по заданным критериям плана оценивания и анализа безопасности.
4. Провести сбор статистической и экспертной информации о параметрах, определяющих безопасную эксплуатацию систем, и их оценку методами неразрушающего контроля.
5. Оценить и проанализировать текущую безопасность эксплуатации, с использованием критериев риска на основании полученной информации и спрогнозировать её значение на планируемом периоде с учетом результатов контроля, статистической и экспертной информации о параметрах, определяющих безопасную эксплуатацию технических систем.
6. Разработать мероприятия по обеспечению требуемой безопасной эксплуатации исследуемой системы по критериям приемлемых рисков.
7. При необходимости уточнить модели возникновения происшествий в системах, перечень контролируемых параметров, требования к безопасной эксплуатации и уровню рисков.

Основной задачей построения систем комплексной диагностики и защиты от ЧС является осуществление мероприятий по удержанию потенциально опасных комплексов, объектов, среды обитания в рамках приемлемых безопасных состояний по критериям рисков.

Чтобы избежать тяжелых техногенных происшествий, необходимо выполнить комплексный анализ и постоянно контролировать состояние оборудования по критериям прочности, надежности, живучести, риска отказа, безопасности.

Анализ понятия риска, используемого в различных отраслях науки, показывает, что риск аварии тесно связан с результатами оценки состояния объекта и принятия решения о признании его аварийным на основе анализа диагностической информации. При этом риск аварии во многом определяется вероятностью неправильного решения о состоянии

объекта, связанного с потерей информации об этом состоянии. Тогда количественно риск может быть оценен вероятностью пропуска сигнала об аварийном состоянии объекта. Причинами пропуска сигнала могут быть помехи, повреждения, сбои в системе передачи и обработки информации и т.п.

Сигналы об аварийном состоянии объекта могут быть получены от предвестников аварий, - процессов и явлений, связанных с причинами аварии или возникающих по ходу развития аварийного состояния. Предвестниками аварии могут быть, например, рост внутреннего механического напряжения в конструкции, увеличение давления, температуры, трения в системе, появление искрения в электрооборудовании, увеличение утечки газа или электротока. Иными словами, предвестник аварии – это сигнал об аварийном состоянии объекта, после появления, которого через определенное время t может произойти авария, если не принять соответствующие антиаварийные меры.

Причинами непредотвращения аварии могут быть как недостаток, так и избыток информации о работе объекта. Недостаток информации о работе объекта конкретизируется в пропуске сигнала – предвестника аварии, например, из-за малой чувствительности системы обнаружения сигналов, если установлен слишком высокий порог обнаружения полезных сигналов от предвестников аварии, или при неправильном выборе диагностических параметров.

Избыточность или слишком большой поток информации о состоянии объекта часто возникает, если система обнаружения сигналов очень чувствительна, т.е. имеет низкий порог обнаружения, и вследствие этого вынуждена перерабатывать большой поток помеховых сигналов. В этом случае полезный сигнал от предвестника может быть пропущен.

С учетом изложенного, при эксплуатации потенциально опасного объекта с помощью технического диагностирования должны определяться состояние его функционирования (допустимое, предаварийное, аварийное), осуществляться поиск источников и причин возникновения чрезвычайных ситуаций.

При разработке систем диагностирования должны, прежде всего, решаться задачи изучения объекта диагностирования (ОД), его возможных дефектов и признаков их проявления, выбора или построения модели поведения исправного объекта и его неисправных модификаций.

Информационно любое состояние сложного объекта может быть охарактеризовано следующими множествами переменных (параметрами): аналоговыми, дискретными и вычисляемыми значениями, а также значениями времени проведения измерений. Частота сбора и проведения расчетов по вышеописанным множествам переменных определяется динамикой поведения объекта контроля и управления. Например, для объектов энергетики (АЭС) измерения могут проводиться раз в две или четыре секунды.

При описании параметров объекта диагностирования определению подлежат идентификатор параметра, единицы измерения, диапазон изменения, качественные характеристики (однозначный - многозначный, регулируемый - нерегулируемый).

Параметры отражают свойства системы. Одни из них определить достаточно просто, например, на основании изучения документации на систему. Другие определяются опосредованно, на основании обработки информации, полученной в результате наблюдений за работой системы. Это параметры, характеризующие надежность системы, качество функционирования, точность получения количественных результатов и т.п.

Наблюдения с целью сбора данных могут проводиться в процессе функционирования системы (пассивный эксперимент), либо путем организации специальных экспериментальных исследований (активный эксперимент, проводимый по специально составленному плану с использованием методов планирования эксперимента и предусматривающий возможность изменения входных параметров, влияющих на процесс

функционирования системы. Исследуется изменение выходных параметров системы в зависимости от уровней входных параметров.

При разработке современных диагностических систем необходимо использовать основные принципы моделирования процесса обработки информации [5,6,7]. При этом необходимо учитывать особенности диагностических систем как специального класса предметных областей, которые характеризуются большими объемами анализируемой информации и ограниченным периодом времени для выработки решений.

Практическая работа с большими объемами информации показывает, что одной из главных проблем взаимодействия с информационными ресурсами является противоречие между количеством и качеством (актуальность, достоверность, непротиворечивость, целостность, точность) информации. Не существует абсолютно надежного контроля входной информации, вероятность ошибки возрастает пропорционально количеству используемой информации (иногда даже пропорционально квадрату или кубу), поэтому необходимо в каждом конкретном случае стремиться к использованию оптимального объема информационных данных об объекте, на основе анализа которых выносятся суждения о его состоянии. Чтобы информация была достоверна, необходимо ее проверять, актуализировать и дополнять большим количеством дополнительных данных. В некоторых случаях необходимость дополнительной информации не является очевидной.

Одним из определяющих факторов эффективного функционирования диагностических систем являются технологические возможности применяемых в каждом конкретном случае ИТ – технологий и возникающие ограничения используемых программных, аппаратных и информационных ресурсов (быстродействие и точность обработки, информационная емкость дисковой или оперативной памяти, возможность поддержания информационной базы в актуальном состоянии и т.д.) [5,8].

При использовании методов математической статистики для обработки измерений в большинстве случаев используется так называемый метод наименьших квадратов, который предполагает, что все статистические данные содержат в себе ошибки, эти ошибки случайны и независимы друг от друга, и известны оценки этих ошибок. При выполнении исходных предположений в результате математической обработки можно получить неизвестные параметры с точностью, вообще говоря, пропорциональной количеству измерений.

На практике, как правило, не существует независимых измерений. Возникают ошибки прибора, человека, собирающего информацию, неверности некоторых предположений, гипотез, научных теорий. В результате обработки большого количества информации получается излишне оптимистическая теоретическая оценка точности оцениваемых параметров. Кроме того, при проведении обработки больших информационных массивов точность может даже ухудшаться. Более точные результаты можно получить при использовании методов, учитывающих корреляцию (методов максимального правдоподобия), но получение данных о корреляции обычно является чрезвычайно сложной, а часто и неразрешимой задачей. В этой ситуации оптимальным решением является не увеличение количества информации, а максимизация ее эффективности: выбор оптимальной программы сбора данных по моменту времени, составу, методам сбора и т.д. [9,10]. Этот принцип можно сформулировать так: концентрация всех усилий по проведению измерений в определенные моменты времени.

Для эффективности функционирования системы диагностики следует применять системный подход, рассматривая весь цикл обработки информации: получение, проверка, ввод в компьютер, вопросы информационной безопасности (безопасности информации и безопасности от неправильной информации), вопросы потребителей информации, характерные временные интервалы получения информации, предполагаемые объемы [9-11].

Одной из основных задач диагностирования сложного объекта является оптимизация информационного обеспечения процесса принятия решений, которая в данном случае заключается в минимизации объема представляемой информации. В качестве основного критерия оптимизации выступает требование к однозначности классификации каждой возможной ситуации. Следовательно, минимизация объема должна выполняться с учетом значимости различных элементов информации для однозначности описания ситуаций.

Система диагностики штатных и аварийных ситуаций должна предусматривать:

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

Главными показателями качества систем диагностирования являются гарантируемые ими своевременность, полнота обнаружения и глубина поиска дефектов.

В настоящее время в числе наиболее важных показателей качества диагностирования выделяются:

1. Быстродействие диагностирования, измеряемое затратами времени на процесс диагностирования K_6 и имеющее особо важное значение для систем диагностирования, работающих в реальном масштабе времени.

2. Точность диагностирования K_7 , характеризуемая степенью соответствия величин, полученных в результате диагноза, и величин действительных.

3. Достоверность диагностирования K_8 , совпадающая с понятием достоверности оценки, полученной в результате диагностирования. Точность и достоверность – взаимосвязанные понятия. Часто под достоверностью понимают надежность.

4. Показатели, характеризующие защищенность и устойчивость системы диагностики к воздействию поражающих факторов аварийных ситуаций (по сравнению с незащищенными).

5. Стоимость диагностирования K_9 , измеряемая затратами материальных средств на операцию диагностирования, т.е. на создание специальных программ и используемых технических средств и на эксплуатацию этих средств.

6. Информационный показатель качества диагностирования, оценивающий увеличение информации об исследуемом объекте в результате диагностирования.

7. Показатель полноты диагностирования K_{10} , определяемый отношением числа параметров, охваченных контролем, к общему числу параметров, определяющих работоспособность объекта.

8. Показатель эффективности диагностирования K_{11} , показывающий, насколько улучшились эксплуатационные характеристики исследуемого объекта в результате диагностирования, и являющийся обобщенным показателем качества. Смысл показателя K_{11} различен для различных объектов. В случае, когда целью диагностирования является повышение надежности объекта, показателем эффективности будет абсолютное, либо относительное изменение показателя надежности в результате диагностирования [5].

В общем случае можно выделить три аспекта определения эффективности систем технической диагностики, предусматривающих оценку:

- экономической эффективности (целесообразности) диагностирования;

- функциональной эффективности диагностической системы (обеспечения безаварийной работы оборудования и системы в целом);
- информационной эффективности (точности постановки диагноза и степени использования полученных данных при проведении ремонтных работ).

Основные подходы к выбору параметров, контролируемых в сложных технических системах

Система диагностики должна контролировать следующие группы параметров, характеризующих:

- состояние внешней среды (в геологическом и гидрометеорологическом аспекте), технической системы и прилегающей территории по данным мониторинга и другим данным;
- состояние элементов конструкций (напряжения, деформации, ресурс);
- состояние технологического процесса (потоки энергии, вещества и информации в системе в целом и между подсистемами технических систем);
- состояние операторов (персонала).

Формализованные методы выбора совокупности диагностических параметров (ДП) предусматривают построение и анализ математических моделей ОД и моделей его возможных дефектов. Эти модели позволяют в первую очередь установить взаимосвязь между состояниями системы, условиями и режимами ее работы, входными сигналами и параметрами выходных сигналов.

Выбор совокупности ДП для реализации одной или нескольких операций диагностирования представляет собой многоальтернативную задачу. В общем можно считать, что выбор совокупности ДП для решения задач диагностирования определяется многими факторами, основными из которых [5,6,12] являются: целевая функция объекта диагностирования; стратегия его технического обслуживания; задаваемый набор средств технического диагностирования; время диагностирования; стоимость средств диагностирования и самого процесса диагностирования.

При решении задачи выбора диагностических параметров в сложных ситуациях определяют возможный набор параметров. Для этого применяют построение так называемой структурно-следственной схемы объекта, представляющей собой граф-модель.

В основу различных методов и средств технической диагностики, с помощью которых анализируется состояние объекта, положено измерение физических диагностических параметров. Наиболее существенными в практике технического диагностирования являются параметры надежности и живучести объекта, находящиеся в функциональной зависимости от измеренных значений, полученных при электрометрии, виброакустике, дефектоскопии, структуроскопии, интроскопии, измерении механических свойств, состава вещества, размеров, скоростей, ускорений, сил, деформаций, давлений, температуры, времени, массы, влажности, расхода и уровня [13].

В общем случае при эксплуатации на технические системы действуют три основных типа нагрузок:

- механические F_T (от давления, массы, сил инерции и т.д.);
- тепловые F_t (от неравномерного распределения температур и (или) неоднородности теплофизических свойств материалов);
- электромагнитные $F_{ет}$ (от воздействия электромагнитных полей).

К характеристикам состояния наиболее важных систем потенциально опасных объектов в штатных ситуациях относятся: напряжения σ (деформации e), температуры t , размеры, форма и места возникновения дефектов (трещин) l , изменяющиеся во времени τ . Эти параметры оказываются зависящими от условий эксплуатационного нагружения (давления p , механических и электромагнитных усилий, скорости, ускорения), геометрии-

ческих форм и размеров конструктивных элементов, свойств конструкционных материалов. Так как возникновение и развитие практически всех аварийных ситуаций начинается с повреждений несущих элементов (разрушение, деформирование, разуплотнение, потеря устойчивости), то в процессе диагностирования подлежат обязательному определению максимальные (σ_{\max} , e_{\max} , t_{\max}) и амплитудные значения (σ_a , e_a , t_a) базовых параметров. По ним могут устанавливаться коэффициенты асимметрии соответствующих циклов [14].

К числу параметров, наиболее важных для обеспечения безопасности технологического оборудования, относятся: параметры движения, вибрации, точностные, тепловые, электрические, усилия, моменты, давления, затрачиваемая мощность, напряжения в несущих конструкциях, параметры излучений, радиации.

Значительная часть диагностических параметров характеризует опасные процессы, протекающие на технических объектах, связанные с обменом веществом, энергией и информацией между подсистемами.

Выбор параметров, обладающих прогностическими свойствами

Для успешного решения задачи прогнозирования состояния сложных технических систем (СТС) требуется выполнение ряда условий, невыполнение любого из которых может сделать прогнозирование невозможным:

- наличие в достаточном объеме информации требуемого качества о прогнозируемом процессе;
- корректность формулировки задачи прогнозирования, продуманность и обоснованность выбора метода ее решения;
- наличие вычислительного аппарата и вычислительных средств достаточной мощности для решения задачи в соответствии с выбранным методом.

Важнейшим среди перечисленных условий является формулировка задачи, поскольку она определяет требования к объему и качеству необходимой информации, применяемый математический аппарат и точность прогноза. Информацию о прогнозируемом объекте (или процессе в сложной системе) можно получить из результатов контроля, который может быть однократным, периодическим и непрерывным. Непрерывный контроль обеспечивает получение наибольшей информации, но требует специальной аппаратуры, встроенной в объект. Чаще всего применяется периодический (дискретный) контроль, при котором информация о состоянии систем поступает в моменты времени $\tau_0, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ и весь объем ее может быть представлен в виде двухмерной матрицы или рядов распределения.

Достаточно сложной и весьма трудоемкой самостоятельной задачей является выбор параметров систем, обладающих прогностическими свойствами. Каждый конкретный случай требует разработки оригинального подхода с учетом выбранных целей и методов прогнозирования. Тем не менее, можно сформулировать некоторые общие рекомендации (методы) по выбору таких параметров применительно к различным техническим системам [5,15,16].

1. Метод выбора, учитывающий производные параметров, основанный на анализе свойства «монотонности» координат. Используется при аналитическом прогнозировании в случае, если учитываются производные прогнозирующих параметров технических систем.

2. Информационный подход к выбору параметров, учитывающий изменение энтропии объекта диагностирования при выборе того или иного параметра. При таком подходе для прогнозирования отбираются параметры, несущие максимальное количество информации об объекте.

3. Выбор прогнозирующих параметров методами статистической классификации. Позволяет в условиях большого числа начальных, первичных параметров свести к миниму-

му число параметров-признаков для простоты распознающей системы, а также для сокращения затрат на выполнение измерений параметров технических систем, иногда весьма трудоемких, требующих специально разработанной аппаратуры.

4. Метод весовых коэффициентов, основанный на различной значимости диагностических параметров для оценки работоспособности сложной технической системы. При этом для оценки значимости каждого параметра вводится определенное множество чисел («весов»), каждое из которых характеризует его «полезность». Задача сводится к нахождению такой совокупности весовых коэффициентов, которая позволила бы выделить обособленные классы объектов внутри сложной системы (кластеры, фракталы и т.п.), достаточно информативно описываемые выбранными параметрами.

5. Эмпирический метод. Используется для получения «наилучшего» (по какому-либо определенному критерию) набора параметров. Из всех параметров процесса, системы выбирается один (или несколько), наиболее информативный («ценный»). Далее к первому параметру добавляется такой параметр из оставшихся, чтобы информативность пары параметров для прогнозирования состояния сложной технической системы была наибольшей; после этого к полученной паре параметров добавляется наилучшим образом следующий параметр и так далее. Добавление параметров заканчивается, когда информативность набора параметров незначительно превосходит информативность набора, полученного на предыдущем шаге, или же когда достигнут нужный уровень информативности или точности распознавания. Процесс можно вести и в обратном порядке.

6. Критерий знаков, при котором задача выбора информативных параметров сводится к проверке тождества распределений, описывающих состояния систем с их помощью. Наиболее информативны параметры, у которых разность между распределениями максимальна.

Вычислительным ядром комплексной системы ранней диагностики и мониторинга состояния систем является компьютерный комплекс с распределенной сетью модулей сбора, обработки и передачи диагностической информации.

К основным принципам построения комплексной системы ранней диагностики и мониторинга относятся следующие [17].

1. *Информационная полнота* – для обеспечения выбора необходимых диагностических признаков, снижающих вероятность пропуска отказа.

2. *Достаточность* – для выбора минимального числа датчиков процессов, обеспечивающих наблюдаемость технического состояния объекта.

3. *Инвариантность и коллективное распознавание* – для выбора и селекции коллективных диагностических признаков, инвариантных к конструкции оборудования и форме связи с параметрами его технического состояния.

4. *Структурная гибкость и программируемость* – для реализации оптимальной параллельно-последовательной структуры распределенных систем мониторинга и диагностики по критериям необходимого быстродействия при минимальной стоимости и адаптивном управлении измерительными каналами в зависимости от скорости деградации состояния конструкций и оборудования.

5. *Компьютерная коррекция неидеальности измерительных трактов вычислительными методами* (коррекция нелинейности датчиков, амплитудно-фазовых характеристик согласующе-преобразовательных звеньев и т.д.) – для обеспечения высоких метрологических свойств систем мониторинга и диагностики при небольших аппаратных затратах.

6. *Самодиагностика и автоматизированная поверка* всех измерительных каналов – для поэтапного ввода и легкого пуска систем в эксплуатацию, простоты обслуживания и ремонта отдельных каналов, высокой метрологической и функциональной надежности систем, их выживаемости и приспособляемости к постоянно меняющимся условиям реальных процессов.

7. *Дружественность интерфейса при максимальной информационной емкости экрана представления данных* – для удобства восприятия оператором состояния всех контролируемых систем и получения инструкций для выполнения неотложных действий.

8. *Многоуровневая организация* – для работы с системой специалистов разных уровней квалификации и ответственности, а также эффективного управления состоянием систем и его безопасной эксплуатацией на базе локальных и производственных информационно-диагностических сетей.

Процедура создания комплексной системы ранней диагностики и мониторинга технических систем включает в себя следующие этапы:

1. Анализ видов нагрузок и факторов, которые являются причинами появления дефектов в конструкциях и оборудовании в эксплуатации.

2. Определение видов эксплуатационных дефектов, их местоположения и характера развития.

3. Выбор методов неразрушающего контроля, различных их сочетаний, пригодных для обнаружения конкретных видов дефектов.

4. Разработка аппаратных способов решения задач по обнаружению и слежению за ростом дефектов и их регистрации.

5. Разработка критериев оценки опасности обнаруженных дефектов и рекомендации по дальнейшей эксплуатации.

Методики ранней диагностики и мониторинга технических систем для текущей оценки их состояния зависят от специфики самих объектов. Как правило, они включают в себя:

- применение методов параметрической диагностики, контроль текущих параметров (например, вибрации);

- анализ трендов и спектров сигналов – прогнозирование развития обнаруженного дефекта или неисправности во времени с целью предупреждения критических ситуаций;

- применение дефектоскопии – совокупности методов неразрушающего контроля, предназначенных для обнаружения и предупреждения появления дефектов или определенного типа разрушений, таких как нарушение сплошности и однородности материала и изделия, контроль скорости коррозии и т.д.;

- анализ предпосылок для предупреждения появления возможных нежелательных событий в соответствии с разработанным «деревом отказов», на основании прецедентов и опыта эксплуатации.

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

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

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

- применение технологий обеспечения безопасности систем;
- профилактику опасных ситуаций;
- применение систем раннего обнаружения аварийных ситуаций;

- контроль над рабочими параметрами технологических процессов, сигнализацию и оповещение об аварийных ситуациях;
- меры, направленные на смягчение последствий аварий;
- подготовку персонала к быстрому реагированию.

Ранняя диагностика, мониторинг «он-лайн» и оповещение о возможных проблемах позволяют обнаружить, и исправить ситуации, которые могут привести к выходу из строя оборудования или нарушению технологического процесса, аварийному останову или самой аварии. При этом значительно увеличивается резерв времени ($\Delta\tau_1 > \Delta\tau_2$) для принятия обоснованных решений). Становится возможным менять параметры процессов (переходить на более мягкие режимы) для недопущения поломок [18,19].

Упреждающая диагностика и прогнозирование состояния опасных объектов

Для обеспечения безопасного функционирования объекта диагностирования предпочтительно осуществлять упреждающую диагностику, позволяющую вместо фиксации дефекта как уже возникшего отклонения от нормируемого параметра, проводить исследование и регистрацию физических и других эффектов, *предшествующих* времени перехода материала или объекта в «дефектное» состояние [18, 20].

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

По мнению авторов работ [5,15,16], все многообразие задач технического прогнозирования может быть сведено к трем основным направлениям, позволяющим определить:

- 1) протекание процесса на протяжении будущего отрезка времени в конкретной размерности;
- 2) ожидаемую вероятность того, что исследуемый процесс не выйдет за установленные допусковые границы;
- 3) к какому классу по долговечности следует отнести исследуемый процесс.

В зависимости от прогнозируемых параметров и целевой направленности прогнозирования выбираются имеющиеся методы и математический аппарат.

В рамках указанных направлений могут применяться разновидности основных постановок задачи прогнозирования, те или иные математико-статистические методы.

Опасные объекты функционируют в условиях действия значительного числа факторов, в том числе случайных. Поэтому прогнозирование поведения таких объектов наиболее эффективно с использованием вероятностных категорий. Иначе говоря, для ожидаемых событий могут быть указаны лишь вероятности их наступлений, а относительно значений тех или иных величин зачастую приходится ограничиваться законами их распределения или другими вероятностными характеристиками: средними значениями, дисперсиями и т.д. [20].

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

Структурная схема прогнозирования, предложенная в [18,21], приведена на рис.1.

Основной задачей прогнозирования является исследование тенденции, логики развития прогнозируемого процесса, что позволяет в конечном итоге уменьшить влияние неопределенности будущей ситуации на результат принимаемых решений. При этом важное значение имеют точные данные о том, что и при каких условиях может произойти с объектом прогнозирования в будущем.

Определяющими при выборе модели объекта прогнозирования являются цель и задачи прогноза, интервал упреждения (отрезок времени с момента производства прогноза до момента времени в будущем, для которого делается прогноз). После выбора модели объекта, как правило, возникает задача определения некоторых неизвестных ее параметров.

Для определения этих параметров используется математический аппарат. Полученные результаты прогнозирования подвергаются логическому анализу, в результате могут быть внесены поправки в остальные элементы (блоки) прогнозирующей системы.

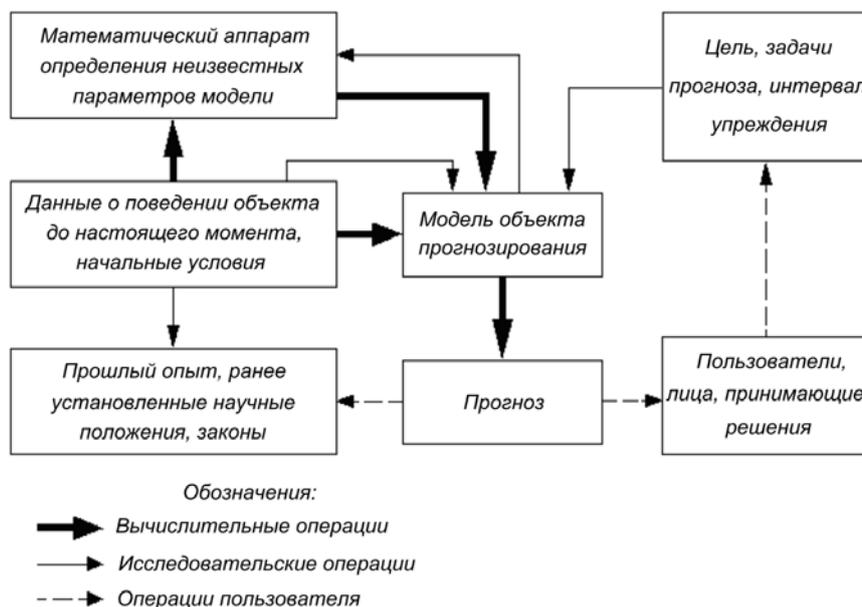


Рис. 1. Схема прогнозирования [18,21]

Главным требованием к прогнозирующей системе является точность прогноза. После выбора и обоснования вида модели прогнозируемого объекта следует этап оценки некоторых неизвестных её параметров.

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

Новые концепции и технологии аналитической обработки данных и их применение при анализе предвестников аварий

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

В настоящее время накоплены огромные массивы диагностической информации, относящейся к функционированию опасных производственных объектов. Применение новых технологий и методов аналитической обработки диагностических данных может позволить выявить новые закономерности и особенности в динамике состояний сложных технических систем, в частности, определить предвестники чрезвычайных ситуаций. Обладание новыми знаниями о поведении СТС снижает степень неопределенности при управлении, и позволяет принимать более обоснованные решения, снижающие риск возникновения чрезвычайных ситуаций.

Характерной особенностью последних тенденций компьютерного анализа, интерпретации данных и принятия решений является развитие технологий и средств «извлечения» знаний из данных, интеллектуального анализа данных [22].

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

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

Широко понимаемая технология интеллектуального анализа данных является результатом естественной эволюции информационных технологий, обусловленным прогрессом аппаратных и программных средств и возникновением мощных и доступных компьютеров и накопителей данных. Это способствовало развитию индустрии информационных технологий, и сделало огромное количество баз данных и репозиторий информации доступными для управления транзакциями, извлечения данных и анализа данных.

Технология хранилищ данных включает очистку данных, интеграцию данных, а также онлайн-аналитическую обработку, то есть технологию анализа с такими процедурами, как консолидация, агрегация, подведение итогов, просмотр информации «под разными углами». Хотя технология OLAP позволяет проводить многомерный анализ для принятия решений, для более глубокого анализа требуются дополнительные методы, такие как методы классификации данных, кластерного анализа, характеристики изменений данных во времени и т.д.

Собственно интеллектуальным анализом данных является процесс определения новых, корректных и потенциально полезных знаний – паттернов – на основе больших массивов данных. Паттерном может быть, например, некоторое нетривиальное утверждение о структуре данных, об имеющихся закономерностях, о зависимости между атрибутами и т.д.

Задачей ИАД является эффективное извлечение осмысленных паттернов из имеющегося массива данных большого размера. Для отсева большого количества возможных мало полезных паттернов может вводиться функция полезности, зависящая от конкретного пользователя. Полезные знания, закономерности, высокоуровневая информация, полученные в результате анализа данных, могут быть использованы для принятия решений, контроля над процессами, управления информацией.

Технология интеллектуального анализа данных – одна из самых важных для исследований и применения в отрасли информационных технологий, поскольку ее применение связано:

- с неформальным извлечением знаний об исследуемом объекте, «породившем» данные, непосредственно из этих данных;
- с получением новых знаний об объекте на базе извлеченных знаний, виртуальных данных об объекте и естественного и/или искусственного интеллекта;
- с поиском, выбором, синтезом методов и средств обработки и анализа данных с учётом поставленных целей исследования объекта.

В ИАД для представления полученных знаний служат модели. Виды моделей зависят от методов их создания. Наиболее распространенными являются: правила, деревья решений, кластеры и математические функции.

Задачи рассматриваемой технологии могут быть разделены на две категории: задачи описания и задачи предсказания. В задачах описания требуется описать общие свойства данных. В задачах предсказания требуется проанализировать текущие данные для того, чтобы сделать прогноз.

Из наиболее часто решаемых методами ИАД задач можно назвать: анализ значимых факторов, сокращение или увеличение их числа, выявление зависимостей, ассоциаций, исключений и закономерностей, в том числе для уменьшения размерности факторного пространства либо для виртуального (сбора, обработки) анализа данных; классификация; моделирование и прогноз; ранжирование; сегментация и т.п.

К наиболее часто используемым методам, технологиям решения этих задач относятся методы деревьев решений, нейронных сетей, математической статистики, экспертного анализа и нечеткой логики, визуализации, генетических алгоритмов, эволюционного программирования, прецедентов, вариативного (вариантного) моделирования, а также интегрированные методы и технологии.

Программное обеспечение и инструментарий (платформы и приложения) управления знаниями, используемые как средство ИАД, в настоящее время предлагаются многими компаниями.

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

В общем случае процесс ИАД (Data Mining) состоит из трёх стадий [23] (рис.2):

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

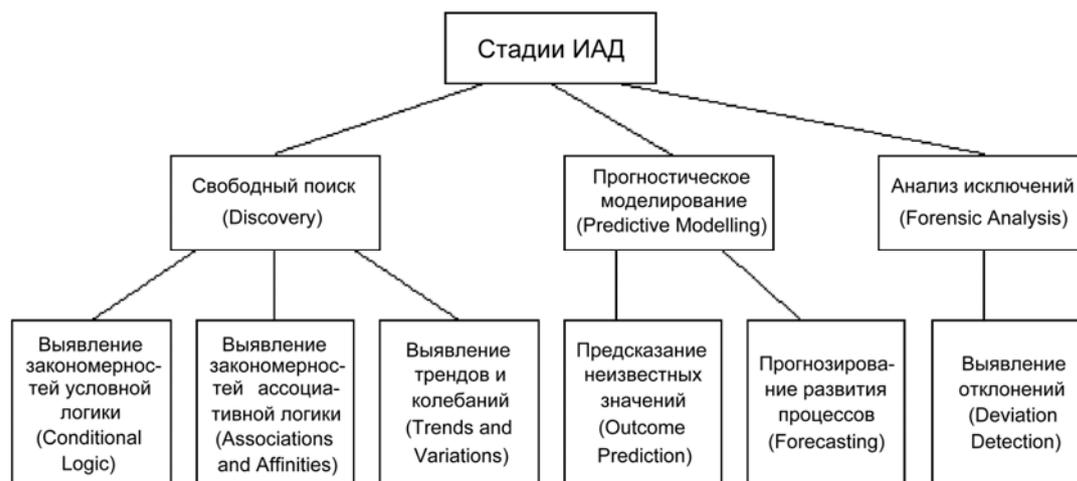


Рис. 2. Стадии процесса интеллектуального анализа данных

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

Целью применения технологии ИАД является нахождение в исследуемых данных таких моделей, которые не могут быть найдены обычными методами. С точки зрения применения ИАД выделяют обычно два вида моделей: предсказательные и описательные [24].

Предсказательные (predictive) модели строятся на основании набора данных с известными результатами. К ним относятся:

- классификации, описывающие правила или набор правил, в соответствии с которыми можно отнести описание любого нового объекта к одному из классов;
- последовательности, описывающие функции, позволяющие прогнозировать изменение непрерывных числовых параметров.

Описательные модели уделяют внимание сути зависимостей в наборе данных, взаимному влиянию различных факторов, построению эмпирических моделей различных систем. К ним относятся следующие виды моделей:

- регрессионные, описывающие функциональные зависимости не только между непрерывными числовыми параметрами, но и между категориальными;
- кластеризации, описывающие группы (кластеры), на которые можно разделить объекты, данные о которых подвергаются анализу;
- исключений, описывающие исключительные ситуации в записях, которые резко отличаются чем-либо от основного множества записей;
- итоговые, выявляющие ограничения на данные анализируемого массива;
- ассоциации - выявление закономерностей между связанными событиями.

Для построения рассмотренных моделей используются различные методы и алгоритмы ИАД.

Литература

1. Безопасность России. Анализ рисков и проблем безопасности. Часть 1. Основы анализа и регулирования безопасности. – М.: МГФ «Знание». - 2006. – 640 с.
2. Безопасность России. Анализ рисков и проблем безопасности. Часть 2. Безопасность гражданского и оборонного комплексов и управление рисками. – М.: МГФ «Знание». - 2006. – 752 с.
3. Безопасность России. Анализ рисков и проблем безопасности. Часть 3. Прикладные вопросы анализа рисков критически важных объектов. – М.: МГФ «Знание». - 2007. – 815 с.
4. Безопасность России. Анализ рисков и проблем безопасности. Часть 4. Научно-методическая база анализа риска и безопасности. – М.: МГФ «Знание». - 2007. – 857с.
5. Глуценко П.В. Техническая диагностика: Моделирование в диагностировании и прогнозировании состояния технических объектов. – М.: Вузовская книга. - 2004. – 248 с.
6. Давыдов П.С. Техническая диагностика радиоэлектронных устройств и систем. – М.: Радио и связь. - 1988. – 256с.
7. http://www.orfi.ru/npr/npr/npr.php?npr_01.htm.
8. Бритков В.Б. Проблемы поддержки и актуализации данных в информационных системах. Межотраслевая информационная служба. Вып. 3 (100). М.: ВИМИ. - 1997. – С. 41–48.
9. Геловани В.А., Башлыков А.А., Бритков В.Б., Вязилов Е.Д. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды. – М.: Эдиториал УРСС. - 2001. – 304 с.
10. Бритков В.Б. Влияние корреляции ошибок измерений на оптимальную программу траекторных измерений. Космические исследования. Т. 14, вып. 3. М. - 1976. – С. 330–335.
11. Вагин В.Н. Дедукция и обобщение в системах принятия решений. – М.: Наука. - 1988. – 383 с.
12. Технические средства диагностирования. Справочник. Под общей редакцией В.В.Клюева. – М.: «Машиностроение». - 1989 г. – 672 с.
13. Албагачиев А.Ю., Алексеева С.И., Ахметханов Р.С., Баранов Ю.В., Ванин Г.А., Гадинин М.М., Гудушаури Э.Г., Зацаринный В.В., Каплунов С.М., Куксенова Л.И., Маслов С.В., Матвиенко Ю.Г., Михалев Ю.К., Москвитин Г.В., Новоженова О.Г., Петров В.П., Петрова И.М., Полилов А.Н., Разумовский И.А., Резников Д.О. и др. / под. ред. Н.А. Махутова. Прочность, ресурс, живучесть и безопасность машин.–М.: URSS. - 2008.–574 с.
14. Махутов Н.А. Конструкционная прочность, ресурс и техногенная безопасность: В 2-х ч. – Новосибирск: Наука. - 2005.– Ч 1: Критерии прочности и ресурса. – 494 с., Ч.2:Обоснование ресурса и безопасности. – 610 с.
15. Махутов Н.А., Петров В.П., Ахметханов Р.С., Дубинин Е.Ф., Куксова В.И. Вопросы разработки параметров систем диагностики критически важных объектов и их защиты с учетом поражающих факторов. Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. №2, 2009. – С.85–105.

16. Гаскаров Д.В., Голинкевич Т.А., Мозгалецкий А.В. Прогнозирование технического состояния и надежности радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Сов. Радио. - 1974. – 224 с.

17. Костюков В.Н. Мониторинг безопасности производства. – М.: Машиностроение. - 2002. – 224 с.

18. Махутов Н.А., Петров В.П., Ахметханов Р.С., Дубинин Е.Ф., Куксова В.И. Некоторые вопросы развития систем упреждающей диагностики. Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. №4, 2010. – С.22–48.

19. Махутов Н.А., Ахметханов Р.С., Дубинин Е.Ф., Куксова В.И. Резерв времени как важный параметр защищенности критически важных объектов и задачи диагностики по его обеспечению. Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. №1, 2015. – С.21–34.

20. Саркисян С.А., Голованов Л.В. Прогнозирование развития больших систем. – М.: Статистика. - 1975. – 192 с.

21. http://ineka.ru/student/kse/Emel_book/4/raz4.htm.

22. Шапот М. Интеллектуальный анализ данных в системах поддержки принятия решений. Открытые системы, №1, 1998. – С. 30–35.

23. <http://inftech.webservis.ru/it/conference/scm/2000/session8/gubarev.htm>.

24. <http://www.knu-evrazit.kg/evrazit-291108/e-material/isaeva/hddd-contents.htm>.

Сведения об авторах

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

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

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

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

УДК: 614.8:656.1

**АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОРГАНОВ МЧС РОССИИ
В ОБЛАСТИ РЕАГИРОВАНИЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ
ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ НА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОИСШЕСТВИЯ
В СУБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
В I ПОЛУГОДИИ 2015 ГОДА**

**Доктор биол. наук, канд. мед. наук *И.В. Пляскина, Е.В. Горячева, Н.В. Савицкая*
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)**

В статье представлены статистические данные по реагированию пожарно-спасательных подразделений на дорожно-транспортные происшествия в I полугодии 2015 года. Показатели и коэффициенты реагирования, информация о видах проводимых аварийно-спасательных и других неотложных работ даны в сравнении за аналогичный период 2014 года.

Ключевые слова: пожарно-спасательные подразделения, дорожно-транспортные происшествия, коэффициент реагирования, аварийно-спасательный инструмент.

**THE MAIN RESULTS OF THE TERRITORIAL BODIES OF THE MINISTRY
OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA IN RESPONDING FIRE AND RESCUE
UNITS IN TRAFFIC ACCIDENTS IN THE RUSSIAN FEDERATION
IN THE I HALF OF 2015**

**Doctor of Biological Science, candidate of Medical Sciences *I. V. Plyaskina,*
E. V. Goryacheva, N. V. Savitskaya
FC VNI GOCHS EMERCOM of Russia**

The article presents statistics on response of fire-rescue units to road accidents in the I half of 2015. The indicators and the coefficients of response, information about the kinds of ongoing rescue and other emergency operations are in compared the same period of 2014.

Key words: fire and rescue units, traffic accidents, a response factor, the rescue tool.

В рамках реализации и выполнения мероприятий Федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2013-2020 годах» [1] сотрудниками «Центра мониторинга ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий» ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) [2] непрерывно осуществляется сбор и учет сведений об организации деятельности пожарно-спасательных подразделений территориальных органов МЧС России по совершенствованию системы спасения пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях и ликвидации их последствий. Ресурс Федеральной государственной информационной системы «Информационно-аналитическая система в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий» [5] и официальные данные ГУОБДД МВД России [4] позволяют проводить мониторинг и анализ показателей реагирования аварийно-спасательных формирований и подразделений пожарной охраны на дорожно-транспортные происшествия, а так же получать информацию о видах проводимых аварийно-спасательных и других неотложных работ в сравнении за аналогичные периоды [3].

В I полугодии 2015 года в Российской Федерации произошло 79 199 (-6,3%) дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП), в результате которых погибло 9 712 (-11,9%) человек, 99 740 (-6,8%) человек получили ранения.

Коэффициент тяжести последствий составил 8,9 (менее 9 погибших на 100 пострадавших) (официальные данные ГУОБДД МВД России).

Пожарно-спасательными подразделениями (далее - ПСП) в I полугодии 2015 года осуществлено 59 264 (-8,8%) выезда на дорожно-транспортные происшествия, 54 172 (-8,06%) пострадавшим оказана помощь, при этом деблокировано 7 735 человек. Проведено 101 298 работ (технологических операций) (-7,4%), среднее время прибытия к месту ДТП составило 6,4 минуты [6].

Коэффициент реагирования в целом по стране составил 0,91 (+0,01) или 91% (реагирование на 9 ДТП из 10-ти).

В абсолютных значениях реагирование ПСП на ДТП составило: г. Севастополь – 40 (+ 207,7%) выездов, Республика Крым – 71 выезд (+ 255%), г. Москва – 1 031 (-1,2%) выезд, Северо-Кавказский региональный центр – 2 710 (-6,3%) выездов, Дальневосточный региональный центр – 2 928 (-19,4%) выездов, Уральский региональный центр – 4 516 (-8,6%) выездов, Южный региональный центр – 5 249 (-5,6%) выездов, Сибирский региональный центр – 7 569 (-8,4%) выездов, Северо-Западный региональный центр – 8 708 (-11,5%) выездов, Приволжский региональный центр – 13 051 (-8,3%) выезд, Центральный региональный центр – 13 391 (-7,1%) выезд (рис. 1).

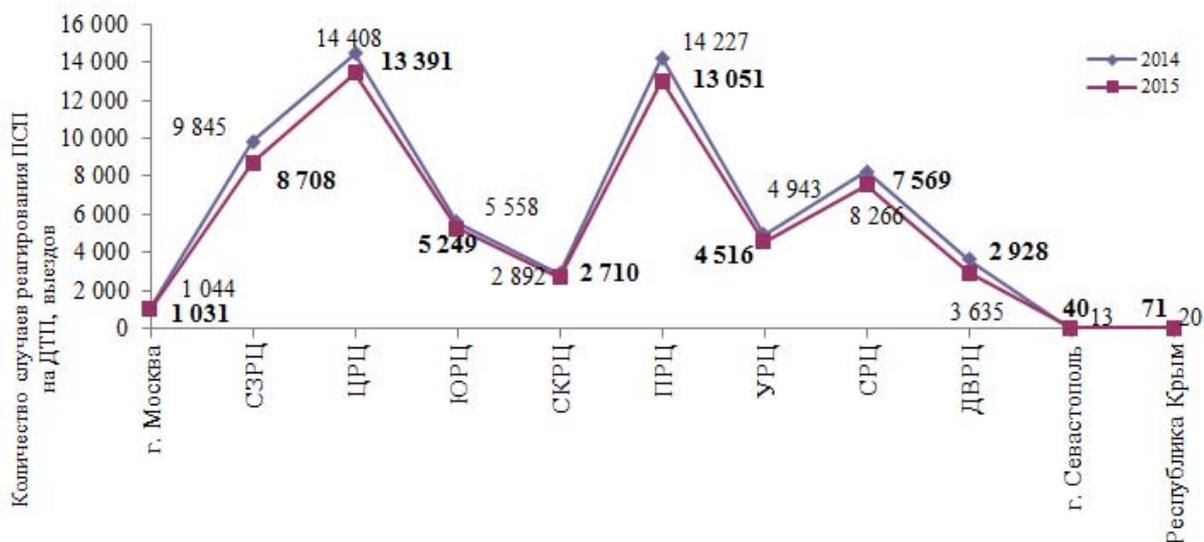


Рис. 1. Реагирование ПСП на ДТП в I полугодии 2015 года

Выезды ПСП на различные виды ДТП распределились следующим образом (рис. 2):
 ДТП с пострадавшими (включая 1 и более транспортное средство) – 49 360 выездов (83%) (-6% к аналогичному периоду прошлого года (далее – АППГ));
 ДТП без пострадавших – 2 884 выезда (5%) (-38,8% к АППГ);
 ДТП с участием пешеходов – 7 020 выездов (12%) (-9,4% к АППГ).

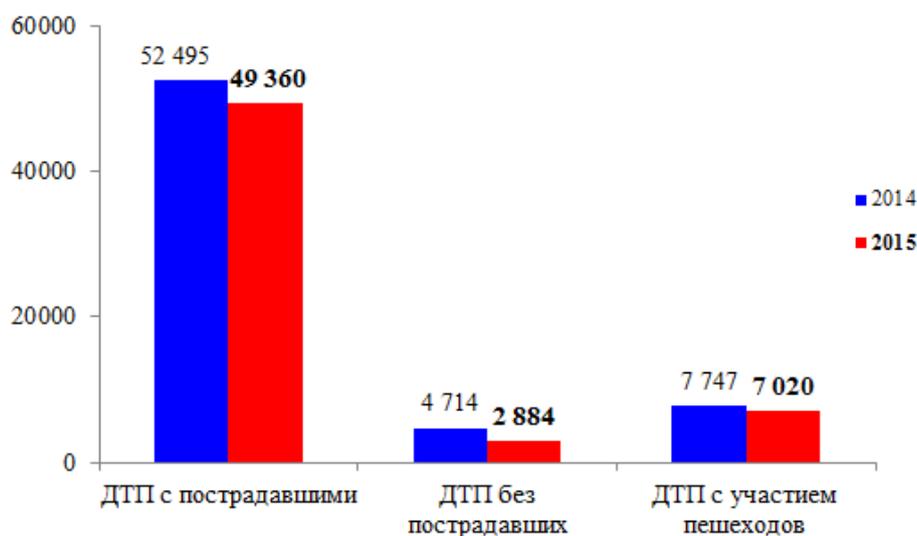


Рис. 2. Динамика реагирования ПСП на ДТП в I полугодии 2015 года

Наиболее высокий коэффициент реагирования ПСП на ДТП (далее – k) в Северо-Западном региональном центре – $k = 1$ (выезд на каждое ДТП), наиболее низкий в Уральском региональном центре – $k = 0,8$ (выезд на 8 ДТП из 10-ти).

По субъектам Российской Федерации, на основании представленных данных: лучшие показатели в республиках Карелия, Коми, Дагестан, Башкортостан; Пермском, Алтайском, Забайкальском, Хабаровском краях; Вологодской, Калининградской, Ленинградской, Мурманской, Новгородской, Псковской, Белгородской, Ивановской, Смоленской, Тамбовской, Ярославской, Волгоградской, Оренбургской и Кемеровской областях; г. Санкт-Петербурге $k = 1$ (выезд на каждое ДТП).

В Приволжском региональном центре ($k = 0,95$), Сибирском региональном центре ($k = 0,94$), Центральном региональном центре ($k = 0,94$) Дальневосточном региональном центре ($k = 0,92$), Южном региональном центре ($k = 0,9$), Северо-Кавказском региональном центре ($k = 0,89$) коэффициент реагирования на ДТП находится в пределах нормативных значений (рис. 3).

Среднее время прибытия к месту ДТП в целом по стране составляет 6,4 минуты.

Среднее время прибытия к месту ДТП в Южном РЦ составило 5,8 минуты, Северо-Кавказском РЦ – 5,9 минуты; Северо-Западном РЦ – 6,2 минуты; Центральном РЦ – 6,3 минуты; Приволжском РЦ – 5,2 минуты; Уральском РЦ – 8,7 минуты; Дальневосточном РЦ – 6,4 минуты; г. Москве – 7,3 минуты, Сибирском РЦ – 7,6 минуты; республике Крым – 12,7 минут; г. Севастополь – 9,7 минут (рис. 4).

В I полугодии 2015 года силами ПСП при ликвидации последствий ДТП проведено 101 298 работ (в I полугодии 2014 г. – 109 431 работа) (-7,4% к АППГ).

Удельный вес операций по деблокированию пострадавших из транспортных средств составил 6% (деблокировано 7 735 человек), на оказание первой помощи пострадавшим – 45% (первая помощь оказана 49 435 пострадавшим), на ликвидацию вторичных поражающих факторов – 3%. На операции по стабилизации транспортных средств пришлось 7% от общего количества работ, на операции по деблокированию тел погиб-

ших – 2%, возврат на маршруте следования и выезды без проведения работ в сумме составили 3,1% от общего количества случаев реагирования. На работы, не требующие применения аварийно-спасательного инструмента, и иные работы пришлось 10,9% и 23%, соответственно (рис. 5).

В январе-июне 2015 года в Российской Федерации по данным ГУ ОБДД МВД России зафиксировано снижение количества:

ДТП с пострадавшими по сравнению с аналогичным периодом прошлого года на 6,3 % (2014 г. – 83 773 ед.; 2015 г. – 79 199 ед.);

летальных исходов на 11,9 % к АППГ (2014 г. – 10 835 чел.; 2015 г. – 9 712 чел.);

раненых в ДТП на 6,8 % (2014 г. – 106 088 чел.; 2015 г. – 99 740 чел.).

Коэффициент тяжести последствий снизился по отношению к АППГ на 0,4 (в 2014 г. – 9,3, в 2015 г. – 8,9).

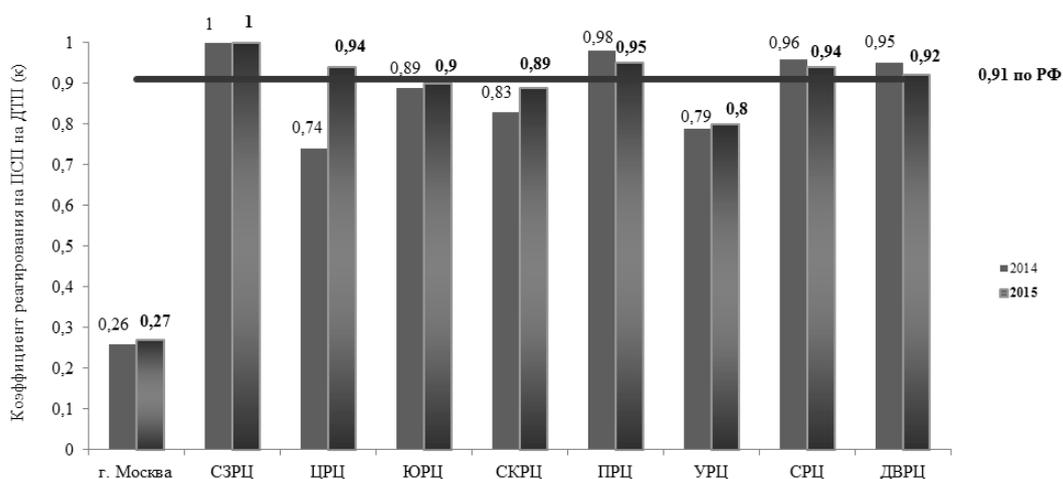


Рис. 3. Коэффициент реагирования ПСП на ДТП в I полугодии 2015 года

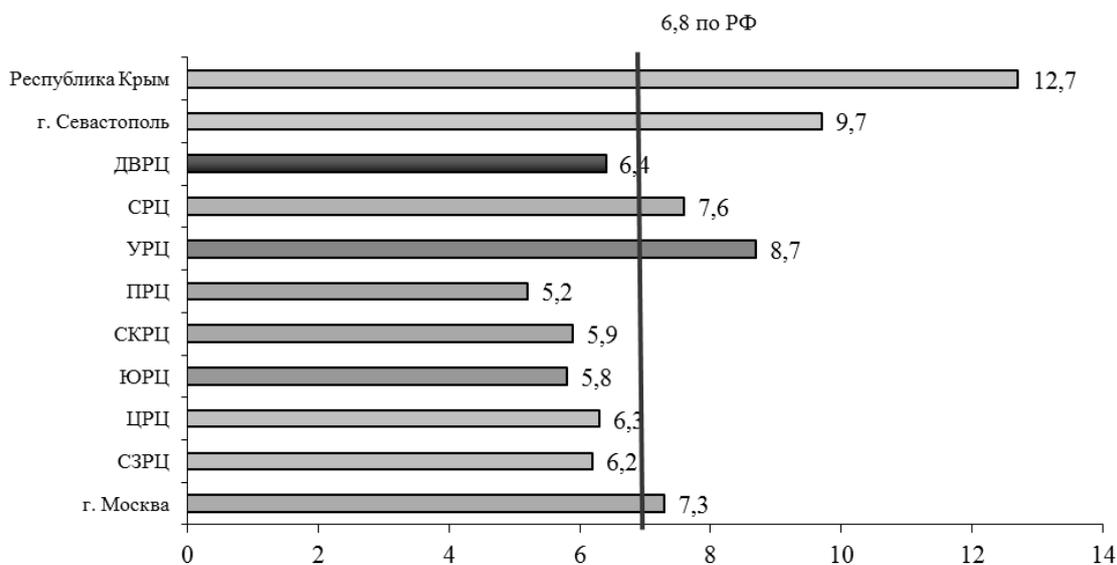


Рис. 4. Среднее время прибытия к месту ДТП в I полугодии 2015 года, в минутах

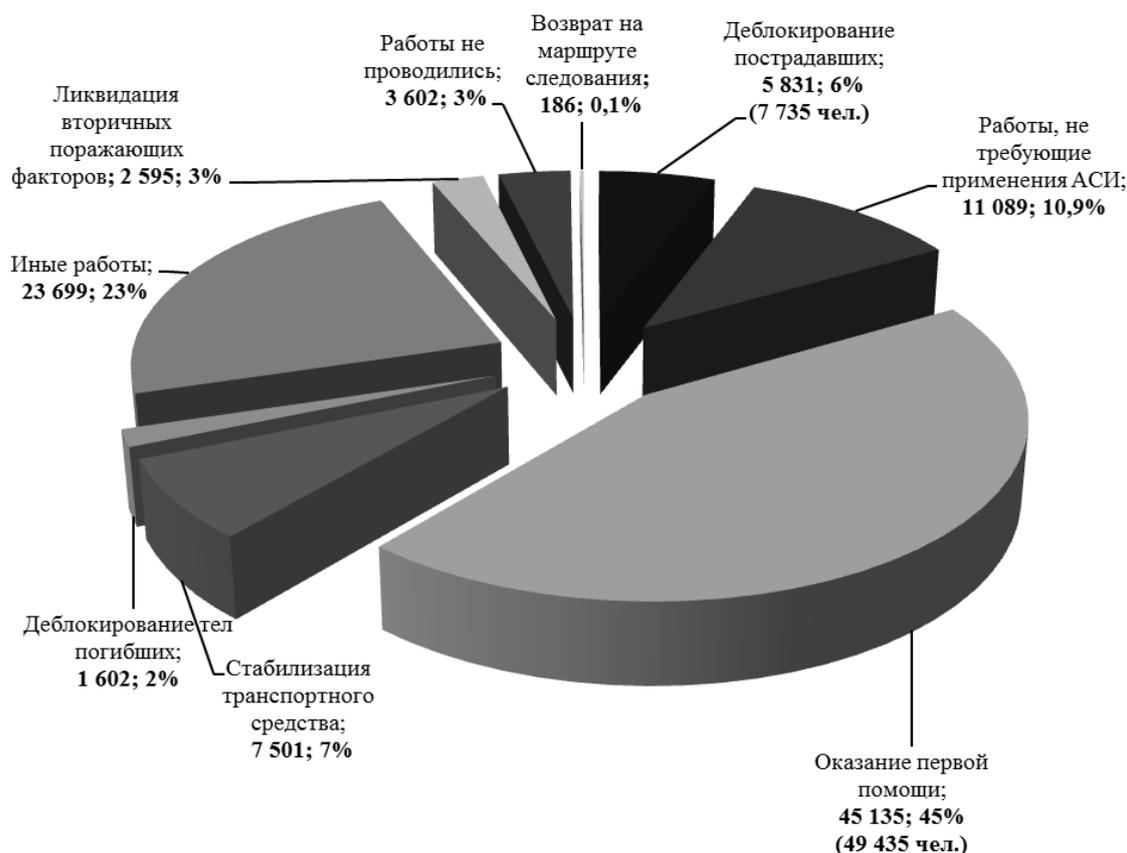


Рис. 5. Работы при ликвидации последствий ДТП в I полугодии 2015 года

По результатам мониторинга и проведенного анализа реагирования ПСП на ДТП установлено:

1. В условиях снижения общих показателей аварийности на авто-мототранспорте в Российской Федерации в I полугодии 2015 года наблюдается снижение количества реагирования на ДТП в абсолютных значениях; при этом сохраняется положительная динамика роста коэффициента (долевое отношение).

Так, реагирование пожарно-спасательных подразделений на дорожно-транспортные происшествия в январе-июне 2015 года в абсолютных значениях составило 59 264 выезда (-8,8%). При этом коэффициент реагирования повысился на 1% (2014 г. – 0,90; 2015 г. – 0,91), реагирование осуществлялось на 9 ДТП из 10-ти.

2. К положительным результатам проведенной в территориальных органах МЧС России организационной работы следует отнести снижение доли выездов ПСП на ДТП без проведения работ (в 2014 г. – 4,8%, 2015 г. – 3%).

3. По региональным центрам МЧС России значительная положительная динамика реагирования пожарно-спасательных подразделений на ДТП выявлена в Центральном региональном центре (+0,2%).

Отдельно следует отметить значительную положительную динамику реагирования пожарно-спасательных подразделений на ДТП в Республике Крым (увеличение в 3,5 раза или на 255%) и городе Севастополе (увеличение в 3 раза или на 208%).

Очевидно, данные результаты являются прямым следствием качественной организационной работы и контроля территориальных органов управления, а также своевременного полного методического обеспечения в области ликвидации последствий ДТП со стороны Департамента пожарно-спасательных сил и специальных формирований МЧС России и Центра мониторинга ликвидации последствий ДТП. Для этих целей в мае 2014 года в указанные субъекты направлены полные комплекты действующих в системе МЧС России распорядительных и методических документов, а также организован целевой выезд соответствующих специалистов для проведения разъяснительной работы и оказания методической помощи.

Литература

1. Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 - 2020 годах», Постановление Правительства РФ от 3 октября 2013 г. № 864.
2. Приказ МЧС России от 04.09.2007 г. № 474 «О создании Центра по мониторингу ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий».
3. Регламент ведения территориальными органами МЧС России информационных ресурсов в области развития системы спасения пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях/МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). - 2015. - 98 с.
4. <http://www.gibdd.ru>. Ресурс официального сайта ГИБДД МВД России.
5. <http://abdtp.ru>. Ресурс программно-аппаратного комплекса автоматизированной базы данных участия пожарно-спасательных подразделений в ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий, Центр мониторинга ликвидации последствий ДТП ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ).
6. Информационно-аналитический бюллетень об организации деятельности территориальных органов МЧС России в области реагирования пожарно-спасательных подразделений на дорожно-транспортные происшествия в субъектах Российской Федерации I полугодия 2015 года/МЧС России: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). - 2015.- 112 с.

Сведения об авторах

Пляскина Ирина Владимировна, - Центр мониторинга ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), ведущий научный сотрудник, 121352, г. Москва, Давыдовская ул., д. 7, Тел. 8-(495)-400-90-33 E-mail: centrriskdtp@mail.ru

Горячева Елена Викторовна, - Центр мониторинга ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), младший научный сотрудник, 121352, г. Москва, Давыдовская ул., д. 7, Тел. 8-(495)-400-90-33, E-mail: centrriskdtp@mail.ru

Савицкая Надежда Владимировна, - Центр мониторинга ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), младший научный сотрудник, 121352, г. Москва, Давыдовская ул., д. 7, Тел. 8-(495)-400-90-33, E-mail: centrriskdtp@mail.ru

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В 2015 Г.

№ 1

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

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

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

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

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

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

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

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

Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Виноградов А.В. Анализ современного состояния мониторинга лесных пожаров в Российской Федерации

Куранов П.Н. Критерии районирования градопромышленных территорий по уровню опасности при загрязнении нефтепродуктами

Подрезов Ю.В. Анализ исторических аспектов работ по воздействию на атмосферные процессы

Сулейманов Т.И., Исмаилов К.Х., Сафаралиев З.Г. Новые методы дистанционного обнаружения лесных пожаров с использованием эмиссионных линий калия

Добровольский В.С. Проблемы и особенности обеспечения безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций объектов экономики

№ 2

Курличенко И.В., Горячева Е.В. О вопросах активизации деятельности органов управления по гражданской обороне Российской Федерации на приграничных территориях при возрастании нестабильности в сопредельных странах

Костров А.В. Структурирование и систематизация нормативной базы гражданской обороны

Добровольский В.С. Организационно-правовые основы и проблемы обучения населения в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций

Махутов Н.А., Резников Д.О. Научные основы оценки террористических рисков и парирования террористических угроз для сложных технических систем

Лукьянович А.В., Афлятунов Т.И. Целевой подход к оценке мероприятий МЧС России по реализации государственных программ Российской Федерации

Бойко О.Г., Фурманова Е.А., Шаймарданов Л.Г. К вопросу об использовании математических основ теории надежности в анализе безопасности полетов

Арутюнян Р.В., Пантелеев В.А., Сегаль М.Д., Чернов С.Ю. О значимости разработки методологического аппарата вероятностного анализа безопасности третьего уровня (ВАБ-3) для объектов использования атомной энергии

Седнев В.А., Смуров А.В. Методика принятия должностными лицами РСЧС решения на резервирование элементов электроэнергетических систем регионов и мероприятия по повышению надежности их функционирования и электроснабжения потребителей

Петров М.Н., Орленко А.И. Устройство диагностики тепловых режимов электродвигателей электропоездов на основе оптоволоконных датчиков

Розов А.Л. Пути уменьшения ущерба при затоплении речных долин волной прорыва

Линдиман А.В., Куприяновская А.П. Мониторинг и фитоочистка загрязненных в результате ЧС тяжелыми металлами родниковых сообществ

Пляскина И.В., Афанасьева Е.В., Горячева Е.В., Иванов В.С. Анализ состояния готовности сил и средств к действиям по ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий в главных управлениях МЧС России по республике Крым и г. Севастополь

№ 3

Савченков С.Н. Обзор судебной практики о привлечении должностных лиц к административной ответственности за правонарушения в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций

Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Донцова О.С. Анализ особенностей состояния атмосферы крупных городов

Колесов В.И., Петров А.И. Показатели безопасности дорожного движения первого и второго уровня

Высокоморная О.В., Стрижак П.А., Щербинина А.А. Использование эффекта «взрывного» парообразования при нагреве неоднородной капли воды в среде горячих газов

Булаева Н.М., Дадашев М.Н., Мурсалов Р.Р. Система сбора и визуализации сейсмологической информации

Подрезов Ю.В. Проблемные аспекты исследований по активным воздействиям на атмосферные процессы

Молчанов А.В., Добров А.В. Концептуальная модель управления взаимодействием сил и средств в ходе ликвидации чрезвычайных ситуаций в лесах регионального характера, возникших вследствие лесных пожаров

Дурнев Р.А., Котосорова А.С., Галиуллина Р.Л. Системно-динамическая модель информирования населения при аварии на химически-опасном объекте

Сломацкий В.П., Курличенко И.В., Глебов В.Ю., Азанов С.Н., Князев П.А. К проблеме научного обоснования основных направлений развития гражданской обороны

Лукьянович А.В., Алымов А.В., Камалединов Р.Ф. Сравнительный анализ динамики развития и надежности функционирования ОКСИОН в 2010-2014 гг.

Петров М.Н., Опенько С.И. Чувствительность программного обеспечения космических аппаратов к влиянию космического пространства

№ 4

Азанов С.Н., Баньщикова З.Е., Глебов В.Ю., Савченков С.Н. Изменения в нормативной правовой базе 2014 г. в области защиты населения, критически важных и потенциально опасных объектов и пути ее совершенствования

Андреев С.А. Теоретико-методологические проблемы систематизации законодательства в сфере гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций

Костров А.В. Правовая регламентация действий и юридической ответственности руководителя работ по ликвидации чрезвычайной ситуации

Пермяков В.Н., Махутов Н.А., Сидельников С.Н. Анализ технического состояния технологического оборудования опасных производственных объектов

Ахметханов Р.С., Дубинин Е.Ф., Куксова В.И. Применение нечетких множеств при оценке и управлении рисками

Кудрин Б.И., Седнев В.А. Техноценнологическая теория и ее применение для решения проблем безопасного и устойчивого развития сельских территорий и населения

Бузоверя М.Э., Власов К.О., Шишпор И.В., Щербак Ю.П. Анализ АСМ-изображений биожидкостей в оценке малых доз

Лозовецкий В.В., Статкевич И.В. Черкина В.М., Дугин Г.С., Тимошенко З.В. Энергетический потенциал полигонов твёрдых бытовых отходов и станций очистки сточных вод

Таранцев А.А., Нодь А.П., Таранцев А.А. О суммировании случайных величин (на примере оценки времени движения мобильных объектов)

Иванова М.А., Лукьянович А.В., Кудрявцев В.А. Терминологическое обеспечение деятельности единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС: проблема и её решение

№ 5

Харисов Г.Х., Калайдов А.Н. О необходимости уточнения федерального закона №225 от 27.07.2010 г. «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте»

Петрина Л.С. К вопросу о классификации ОПО

Заболотников А.Н. Нормативно-правовое обеспечение функции контроля в системе федеральной противопожарной службы по Ямало-Ненецкому автономному округу

Дурнев Р.А., Мещеряков Е.М., Жданенко И.В. Методика оценки эффективности деятельности работников в научно-исследовательских организациях МЧС России

Прелов В.В. О поиске неслучайности в каталогах землетрясений

Волков Р.С., Высокоморная О.В., Дмитриенко М.А., Жданова А.О. Сравнение интегральных характеристик испарения капель воды с разными начальными параметрами в пламенах типичных горючих жидкостей

Прохоров В.А., Прохоров Д.В., Захаров В.Е. Классификация аварий чрезвычайного характера систем энергетики Севера

Подрезов Ю.В. Основные особенности формирования погодных процессов в атмосфере Земли

Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Донцова О.С., Тимошенко З.В. Основные исторические аспекты развития метеорологии в России

Лукьянович А.В., Омельченко М.В., Афлятунов Т.И. Активное информационное воздействие СМИ на население в условиях чрезвычайных ситуаций: анализ возможностей СМИ

Мальшев И.И. Разработка информационной системы моделирования чрезвычайных ситуаций по затоплению территории округа. Этап создания цифровой модели рельефа поймы реки Иртыш и прилегающей к ней территории в районе г. Ханты-Мансийска

Лукьянович А.В., Афлятунов Т.И., Пашков А.А. Методика оценки качества функционирования страниц территориальных органов МЧС России в социальных сетях

Савченков С.Н. О принципах и практике применения международного гуманитарного права в области защиты населения при военных конфликтах

Костров А.В. Анализ и систематизация правовых институтов исключения и освобождения от юридической ответственности руководителей работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций

Махутов Н.А., Резников Д.О. Масштабный эффект для хрупких и квазихрупких материалов – обзор

Пермяков В.Н., Парфенов В.Г., Омельчук М.В. Методика оценки устойчивости объектов хранения сжиженных углеводородных газов

Доронин С.В., Рейзмунт Е.М. Декомпозиция прикладной задачи анализа конструкционной прочности и безопасности поврежденного сосуда давления

Кудрин Б.И., Седнев В.А. Техноценологическая теория и ее применение для обеспечения электроэнергетической безопасности и устойчивого и эффективного экономического развития страны

Дурнев Р.А., Котосонова А.С., Галиуллина Р.Л. Результаты системно-динамического моделирования процесса информирования населения при аварии на химически опасном объекте

Резер С.М., Рыжова Л.А., Дугин Г.С., Терещенко С.С., Терещенко И.С. Методические аспекты проектирования и использования ситуационных центров управления критическими системами жизнеобеспечения (на примере ситуационного центра промышленных альпинистов – «ПромАльп»)

Лушкин А.М. Системное управления безопасностью полетов авиакомпания по международным стандартам эксплуатационной безопасности IOSA

Грищенко Е.Л. Интегрированные системы обеспечения транспортной безопасности

Махутов Н.А., Ахметханов Р.С., Дубинин Е.Ф., Куксова В.И. Информационные аспекты безопасности в техногенной сфере

Пляскина И.В., Горячева Е.В., Савицкая Н.В. Анализ деятельности территориальных органов МЧС России в области реагирования пожарно-спасательных подразделений на дорожно-транспортные происшествия в субъектах российской федерации в 1 полугодии 2015 года

TABLE OF CONTENTS OF THE ARTICLES PUBLISHED IN 2015

№ 1

Prelov V.V. On the efficiency of FX dealings and risk estimation

Slomyanskiy V.P., Glebov V.Yu., Azanov S.N. Problems of improvement of normative legal base in the field of protection of population and territories from emergency situations

Nazarenko E.K., Savchenkov S.K. Questions to improving the regulatory frameworks governing the establishment and operation a system of protection against emergency situations of natural and technogenic character, informing and alerting the public on transport

Fedoseeva O.S. Codification of regulatory and legal documents in the field of civil defense and protection of population and territories from emergency situations

Makhutov N.A., Akhmetkhanov R.S., Dubinin E.F., Kuksova V.I. Time reserve as an important parameter of engineering protection of critical facilities and diagnostic tasks for its solution

Deeva, V.S., Slobodyan S.M. Change principle actions of induction catapult by coil turns

Kirillov S.N., Matveeva A.A., Ershov A.I. Problems of ecological security in the regional pipeline transport

Petrov M.N., Anarov M.J. Use of fiber and optical sensors at control of na-dyozhnosti of nanosatellites

Ageev S.V., Podrezov J.V., Vinogradov A.V. Analysis of current status of monitoring of forest fires in the Russian Federation

Kuranov P.N. Criteria of urban areas zoning of the risk level of hydrocarbon pollution

Podrezov J.V. Analysis of the historical aspects of the work on effects on atmospheric processes

Suluymanov T.I., Safaraliev Z.G., Ismailov K.H. New methods for remote detection of forest fires using the potassium emission lines

Dobrovolsky V.S. On some issues and features for security and protection from emergency situations of economic facilities

№ 2

Kurlichenko I., Goryacheva E. About stimulating the action of civil defence governing bodies of Russian Federation in the border are a swith increasing instability in neighboring countries

Kostrov A. Civil defense regulatory framework structuring and systematizing

Dobrovolsky V.S. Legal framework and problems of the study population in the field of civil defense and emergency situations

Makhutov N.A., Reznikov D.O. Fundamentals of assessing terrorist risks and countering terrorist threats to complex technical systems

Lukyanovich A.V., Aflyatunov T.I. A target approach to assessing the effectiveness of organizational and financial plans of the Emercom of Russia

Boyko O.G., Furmanova E.A., Shaimardanov L.G. The issue is about reliability theory mathematical basics usage in flights safety analysis

Arutyunian R.V., Pantelev V.A., Segal M.D., Chernov S.Y., Dobrov V.M. The importance of developing methodological apparatus of probabilistic safety analysis of the third level (PSA-3) for nuclear facilities

Sednev V.A., Smurov A.V. Method of decision-makers unified state system of prevention and liquidation of emergency situations solutions for reservation of electric power systems components and regions measures to improve reliability of their operation and power supply to consumers

Petrov M.N., Orlenko A.I. The device of diagnostics of the elektrodvigatelye thermal modes of electric locomotives on the basis of fibre-optical sensors

Rozov A.L. Ways of the damage mitigation when river valleys flooding by break waves

Lindiman A.V., Kupriyanovskaya A.P. Monitoring and fitoclearing of contaminated spring water ceno-sis as a result of emergencies with heavy metal pollution

Playskina I.V., Afanaseva E.V., Goryacheva E.V., Ivanov V.S. Analysis of the state of readiness of forces and means to action for the elimination of the effects of traffic accidents central administration of Emercom Russia in republic of Crimea and the city of Sevastopol

№ 3

Savchenkov S. Judicial review of the attraction officials and administrative responsibility for offenses in the field of civil defense, defending population and territories from emergency situations

Ageev S.V., Podrezov J.V., Romanov A.S., Dontsova O.S. Analysis of the characteristics of the atmosphere of large cities

Kolesov V.I., Petrov A.I. Indicators of traffic safety first and second level

Vysokomornaya O.V., Strizhak P.A., Sherbinina A.A. Use of “explosive” vaporization effect at the heating of heterogeneous water droplet in a hot gas medium

Bulaeva N.M., Dadashev M.N., Mursalov R.R. System of collection and visualization of the seismological information

Podrezov J.V. Problematic aspects of research on active influences on the atmospheric processes

Molchanov A.V., Dobrov A.V. Conceptual model of management of interaction of forces and means during elimination of emergency situations in the woods of regional character which arose owing to forest fires

Durnev R.A., Kotosonova A.S., Galiyllina R.L. System and dynamic model of informing the population at accident on chemical dangerous object

Slomyanskiy V.P., Kurlichenko I.V., Glebov V.Yu., Azanov S.N., Knyazev P.A. To the problem of scientific substantiation of the basic directions of development of civil defense

Lukyanovich A.V., Alymov A.V., Kamaledinov R.F. A comparative analysis of the dynamics of development and the reliability of OKSION in 2010-2014

Petrov M.N., Openko S.I. Program obespechiya's sensitivity of the space devices to influence of the space

№ 4

Azanov S., Banshchikova Z., Glebov V., Savchenkov S A brief summary of the regulatory framework (2014) and the improvement of the normative-legal regulation in the sphere of improving the protection of people, critical and potentially dangerous objects of the Russian federation

Andreev S. Theoretical and methodological problems of systematization of the legislation in the sphere of civil defense, civil and territory protection in emergency situations

Kostrov A.V. Legal regulation of action and liability of the head of works on liquidation of emergency situations

Permyakov V.N., Mahutov N.A., Sidelnikov S.N. Analysis of the performance of technological equipment of hazardous production facilities

Akhmetkhanov R.S., Dubinin E.F., Kuksova V.I. Application of fuzzy sets for risk assessment and management

Kudrin B.I., Sednev V.A. Technostalgia theory and its applications for solving problems safe and sustainable development rural areas and population

Buzoverya M.E., Vlasov K.O., Shishpor I.V., Scherbak Yu.P. Analysis of ASM-images of bioliquids in an estimation of small doses

Lozovetsky V.V., Statchkevich I.V., Cherkina V.M., Dugin G.S., Timoshenko Z.V. Energy potential solid ground domestic waste and wastewater treatment plants

Tarantsev A.A., Nod A.P., Tarantsev A.A. On the summation of random variables (by the example of the time of motion of mobile objects)

Ivanova M.A., Lukyanovich A.V., Kudryavtsev V.A. Terminological support to the unified state system of emergencies: the problem and its solution

№ 5

Harisov G., Kalaydov A. The problems of insurance of the hazardous object owner's responsibility in accordance with the law №225, 27.07.2010

Petrina L.S. On the classification of hazardous industrial facilities

Zabolotnikov A.N. Normatively-legal providing of control function in the system of federal fire-prevention service on the Yamalo-Nenets autonomous area

Durnev R.A., Meshcheryakov E.M., Zhdanenko I.V. A method for evaluation of the performance of scientific research organizations under Emercom of Russia

Prelov V.V. On seeking for a no randomness in the earthquake's catalogues

Volkov R.S., Vysokomornaya O.V., Dmitrienko M.A., Zhdanova A.O. Comparison between integral characteristics of water droplet evaporation and various initial parameters in flames of typical combustible liquids

Prokhorov V.A., Prokhorov D.V., Zakharov V.E. Classification of the north energy systems emergency nature accidents

Podrezov J.V. Basic features of the formation of weather processes in the earth's atmosphere

Ageev S.V., Podrezov J.V., Romanov A.S., Dontsova O.S., Timoshenko Z.V. Major historical aspects of meteorology in Russia

Lukyanovich A.V., Omelchenko M.V., Aflyatunov T.I. Active information the impact of mass media on the population in emergencies: an analysis of media

Malyshev I.I. Development of information system of modeling of emergency situations on flooding of the territory of the district. Stage of creation of dem flood plains of the Irtysh river and the territory adjoining to it near Khanty-Mansiysk

Lukyanovich A.V., Aflyatunov T.I., Pashkov A.A. Approach to the assessment of the quality of the operation of pages territorial bodies emercom Russia in social networks

№ 6

Savchenkov S.N. On the principle and practice of application of international humanitarian law for the protection population of the military conflict

- Kostrov A.V.** Analysis and systematization of legal institutions exceptions and exemptions from legal liability supervisor of accidental
- Makhutov N.A., Reznikov D.O.** Scale effect for brittle and quasibrittle materials – a review
- Permyakov V.N., Parfenov V.G., Omelchuk M.V.** Methodology of assessing resilience of facilities storing liquefied hydrocarbon gases
- Doronin S.V., Reizmund E.M.** The decomposition of applied problem of structural strength and safety analysis for damaged pressure vessels
- Kudrin B.I., Sednev V.A.** Technostalgia theory and its application to providing energy security and sustainable and effective economic development of the country
- Durnev R.A., Kotosonova A.S., Galiyllina R.L.** Results of system and dynamic modeling of process of informing the population at accident on chemically dangerous object
- Rezer S.M., Ryzhova L.A., Dugin G.S., Tereshenko S.S., Tereshenko I.S.** Methodical aspects of designing and use of situational control centers of critical life support systems on the example of the industrial climbers situational center «PromAlp»
- Lushkin A.M.** The airline safety management system to international standards of operational safety IOSA
- Grishchenko E.L.** Safety and security integrated transport systems
- Makhutov N.A., Akhmetkhanov R.S., Dubinin E.F., Kuksova V.I.** Information aspects of safety in techno sphere
- Plyaskina I.V., Goryacheva E.V., Savitskaya N.V.** The main results of the territorial bodies of the ministry of emergency situations of Russia in responding fire and rescue units in traffic accidents in the Russian Federation in the 1 half of 2015

Реферативный журнал ВИНТИ «РИСК И БЕЗОПАСНОСТЬ»

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

Разделы РЖ "Риск и безопасность":

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

Издание выходит 12 раз в год.

Индекс по каталогу: 56224.

Подписка проводится:

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

а также у официальных дистрибьюторов ВИНТИ РАН:

- **ООО «Информ-ВИНИТИ»**

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

- **ООО «Информнаука»**

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

- **ЗАО «МК-Периодика»**

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

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

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

За справками обращаться в **ВИНИТИ РАН**

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

Реферативный журнал ВИНТИ «ПОЖАРНАЯ ОХРАНА»

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

Разделы РФ "Пожарная охрана":

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

Индекс по каталогу: **56136.**

Подписка проводится:

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

а также у официальных дистрибьюторов ВИНТИ РАН:

- **ООО «Информ-ВИНИТИ»**

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

- **ООО «Информнаука»**

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

- **ЗАО «МК-Периодика»**

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

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

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

За справками обращаться в **ВИНИТИ РАН**

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

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

Научный информационный сборник «ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ»

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

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

В состав редколлегии входят ведущие специалисты в области проблем безопасности институтов и организаций РАН, МЧС России, Минатома России, Минюста России, Горгостехнадзора России, 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" на первое полугодие 2013 года.

Подписка проводится:

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

• ООО «Информ-ВИНИТИ»

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

• ООО «Информнаука»

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

За справками обращаться в **ВИНИТИ РАН**

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

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

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

• ЗАО «МК-Периодика»

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

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

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

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

Подписано в печать 07.12.2015 г. Формат 60x84 1/8

Печать цифровая. Бум. офсетная. Усл. печ. л. 21,00 Уч.-изд. л. 15,50 Тираж 111 экз.

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

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