

ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ (ВИНИТИ)

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Научный информационный сборник

Издается с 1990 г.

№ 3

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.* Обзор судебной практики о привлечении должностных лиц к административной ответственности за правонарушения в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций 3

Научно-теоретические и инженерно-технические разработки

- Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Донцова О.С.* Анализ особенностей состояния атмосферы крупных городов 12
- Колесов В.И., Петров А.И.* Показатели безопасности дорожного движения первого и второго уровня 21
- Высокоморная О.В., Стрижак П.А., Щербинина А.А.* Использование эффекта «взрывного» парообразования при нагреве неоднородной капли воды в среде горячих газов 28
- Булаева Н.М., Дадашев М.Н., Мурсалов Р.Р.* Система сбора и визуализации сейсмологической информации 35
- Подрезов Ю.В.* Проблемные аспекты исследований по активным воздействиям на атмосферные процессы 42
- 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 58

Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций

- Дурнев Р.А., Котосонова А.С., Галиуллина Р.Л.* Системно-динамическая модель информирования населения при аварии на химически-опасном объекте 68

<i>Слома́нский В.П., Курли́ченко И.В., Глебов В.Ю., Аза́нов С.Н., Кня́зев П.А.</i> К проблеме научного обоснования основных направлений развития гражданской обороны	80
<i>Лу́кьянович А.В., Алы́мов А.В., Камале́динов Р.Ф.</i> Сравнительный анализ динамики развития и надежности функционирования ОКСИОН в 2010-2014 гг.	86
Информационная безопасность	
<i>Петров М.Н., Опенько С.И.</i> Чувствительность программного обеспечения космических аппаратов к влиянию космического пространства	94

Contents

<i>Savchenkov S.</i> Judicial review of the attraction officials and administrative responsibility for offenses in the field of civil defense, defending population and territories from emergency situations	3
<i>Ageev S.V., Podrezov J.V., Romanov A.S., Dontsova O.S.</i> Analysis of the characteristics of the atmosphere of large cities	12
<i>Kolesov V.I., Petrov A.I.</i> Indicators of traffic safety first and second level	21
<i>Vysokomornaya O.V., Strizhak P.A., Sherbinina A.A.</i> Use of “explosive” vaporization effect at the heating of heterogeneous water droplet in a hot gas medium	28
<i>Bulaeva N.M., Dadashev M.N., Mursalov R.R.</i> System of collection and visualization of the seismological information	35
<i>Podrezov J.V.</i> Problematic aspects of research on active influences on the atmospheric processes	42
<i>Molchanov A.V., Dobrov A.V.</i> 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	58
<i>Durnev R.A., Kotosonova A.S., Galiyllina R.L.</i> System and dynamic model of informing the population at accident on chemical dangerous object	68
<i>Slomyanskiy V.P., Kurlichenko I.V., Glebov V.Yu., Azanov S.N., Knyazev P.A.</i> To the problem of scientific substantiation of the basic directions of development of civil defense	80
<i>Lukyanovich A.V., Alymov A.V., Kamaledinov R.F.</i> A comparative analysis of the dynamics of development and the reliability of OKSION in 2010-2014	86
<i>Petrov M.N., Openko S.I.</i> Program obespechiya's sensitivity of the space devices to influence of the space	94

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 34.342.9

**ОБЗОР СУДЕБНОЙ ПРАКТИКИ О ПРИВЛЕЧЕНИИ ДОЛЖНОСТНЫХ ЛИЦ
К АДМИНИСТРАТИВНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ПРАВОНАРУШЕНИЯ
В ОБЛАСТИ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ
И ТЕРРИТОРИЙ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

С.Н. Савченков
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва

Рассматривается судебная практика о привлечении должностных лиц к административной ответственности за правонарушения в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и в смежных областях общественных отношений.

Ключевые слова: административное правонарушение, должностное лицо, судебное решение, гражданская оборона, защита населения и территорий, чрезвычайная ситуация.

**JUDICIAL REVIEW OF THE ATTRACTION OFFICIALS AND ADMINISTRATIVE
RESPONSIBILITY FOR OFFENSES IN THE FIELD OF CIVIL DEFENSE,
DEFENDING POPULATION AND TERRITORIES FROM EMERGENCY
SITUATIONS**

S.Savchenkov
FC VNII GOChS Emercom of Russia, Moscow

We consider the jurisprudence of bringing officials to administrative responsibility for offenses in the field of civil defense, population and territories from emergencies and related areas of public relations.

Key words: administrative offense, the official judgment of civil defense, population and territories emergency.

Административная ответственность является одной из разновидностей юридической ответственности за совершение проступков, которые с точки зрения общественной опасности граничат с преступлениями и предусматривают наложение на виновника административных санкций [1, 2]. Однако привлечение к юридической ответственности не всегда означает ее наступление, в связи, с чем принцип неотвратимости наказания является крайне важным для осознания лицом, подвергнутому административному наказанию, отрицательной оценки государством его противоправного деяния [3].

Нормами федеральных законов от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне» (далее – Федеральный закон «О гражданской обороне») и от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (далее – Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера») установлено, что должностные лица и граждане несут юридическую ответственность за неисполнение ими мероприятий в рассматриваемой области общественных отношений.

Статья 1.1 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях от 30 декабря 2001 г. № 195-ФЗ (далее - КоАП РФ) устанавливает, что законодательство об

административных правонарушений состоит как из КоАП РФ, так и принимаемых в соответствии с ним законов субъектов Российской Федерации об административных правонарушениях.

В соответствии со статьей 2.4 КоАП РФ «Административная ответственность должностных лиц» административной ответственности подлежит должностное лицо в случае совершения им административного правонарушения в связи с неисполнением либо ненадлежащим исполнением своих служебных обязанностей.

В Примечании к рассматриваемой статье КоАП РФ даются определения, согласно которым под должностным лицом следует понимать лицо, постоянно, временно или в соответствии со специальными полномочиями осуществляющее функции представителя власти, то есть наделенное в установленном законом порядке распорядительными полномочиями в отношении лиц, не находящихся в служебной зависимости от него, а равно лицо, выполняющее организационно-распорядительные или административно-хозяйственные функции в государственных органах, органах местного самоуправления, государственных и муниципальных организациях, а также в Вооруженных Силах Российской Федерации, других войсках и воинских формированиях Российской Федерации.

Судебная практика рассмотрения дел об административных правонарушениях, предусмотренных нормами КоАП РФ, представлена в статье на примере Обобщения судебной практики рассмотрения дел об административных правонарушениях, предусмотренных частью 1 статьи 20.6 КоАП РФ, частью 1 и 2 статьи 20.7 КоАП РФ (далее – Обобщение) и данных, представленных на Интернет-портале «РосПравосудие» [4, 5].

Анализ рассмотренных дел об административных правонарушениях, предусмотренных КоАП РФ в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и смежных с ними областей позволил установить, что большинство судебных тяжб связано с вменением правонарушителям норм, регулируемых статьями КоАП РФ:

20.6 «Невыполнение требований норм и правил по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (далее – статья 20.6 КоАП РФ);

20.7 «Невыполнение требований и мероприятий в области гражданской обороны» (далее – статья 20.7 КоАП РФ);

5.39 «Отказ в предоставлении информации» (далее – статья 5.39 КоАП РФ).

При анализе дел об административных правонарушениях, связанных с неправильной квалификацией административного правонарушения административным органом, предусмотренных статьями 20.7 КоАП РФ, выявлено, что в ряде случаев административным органом допускается некорректная квалификация деяния в протоколе об административном правонарушении, в связи с неправильным толкованием указанных норм.

Так, например, в отношении администрации Пискловского сельского поселения Еткульского района Челябинской области административным органом проведена проверка и составлен протокол об административном правонарушении, предусмотренном частью 2 статьи 20.7 КоАП РФ, при этом в протоколе вменены, в том числе, нарушение абзаца 6 пункта 2 статьи 8 Федерального закона «О гражданской обороне», приказа МЧС России от 27.05.2003 г. № 285, приказа МЧС России от 21.12.2005 г. № 993, а именно выявлено отсутствие инвентаризационной ведомости имущества гражданской обороны, плана выдачи и распределения средств индивидуальной защиты работникам в установленные сроки, отсутствие графика (плана) накопления, освежения средств индивидуальной защиты (дело № 3-798/2012 с/у № 1 Еткульского района Челябинской области).

Однако в судебном решении отмечается, что приказ МЧС России от 27.05.2003 г. № 285 закрепляет специальные правила использования и содержания средств индивиду-

альной защиты, за невыполнение которых предусмотрена административная ответственность по части 1 статьи 20.7 КоАП РФ.

При анализе рассмотренных дел об административных правонарушениях, предусмотренных частью 1 статьи 20.6, частями 1 и 2 статьи 20.7 КоАП РФ также выявлено, что при проведении проверок административным органом выявленные нарушения квалифицируются, как нарушения в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, так и нарушения в области гражданской обороны. При этом допускается квалификация одного выявленного нарушения, как относящегося к двум составам административного правонарушения.

Например, при проведении проверки в отношении администрации выявлены нарушения в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и в отношении этой администрации составлен протокол об административном правонарушении, предусмотренном частью 1 статьи 20.6 КоАП РФ. Эти же нарушения вменены администрации как нарушения в области гражданской обороны, о чем составлен протокол об административном правонарушении, предусмотренном частью 2 статьи 20.7 КоАП РФ (дела № 3-798/2012, № 3-799/2012, аналогично по делам № 3-800/2012, № 3-801/2012, с/у № 1 Еткульского района Челябинской области), по делам в отношении администрации Княженского сельского поселения по части 1 статьи 20.6 КоАП РФ и части 1 статьи 20.7 КоАП РФ (дела № 3-325, № 3-324 с/у № 1 Брединского района, и ряду других дел, рассмотренных мировым судьей с/у 1 Брединского района Челябинской области).

При изложении нарушений в протоколах об административных правонарушениях, предусмотренных статьями 20.6 и 20.7 КоАП РФ, составленных в отношении одного лица, встречаются также указания на одно по существу нарушение с приведением различных формулировок. Например: «Отсутствует план гражданской обороны», «Не разработан план гражданской обороны».

При указанных ситуациях в Обобщении судьям рекомендовано исключать из квалификации деяния нарушения, которые были вменены лицу, привлекаемому к административной ответственности, в рамках другого дела об административном правонарушении и за которые указанное лицо уже привлечено к административной ответственности, как вмененные необоснованно.

Например, постановлениями мирового судьи, оставленными без изменения решениями судьи городского суда, администрация Демаринского сельского поселения Пластовского муниципального района Челябинской области привлечена к административной ответственности по части 1 статьи 20.6 КоАП РФ и по части 1 статьи 20.7 КоАП РФ с назначением наказания в виде штрафа (дела № 3-445/2012, № 3-444/2012 с/у № 2 г. Пласта Челябинской области).

При рассмотрении жалобы администрации на указанные судебные акты в порядке надзора вынесены постановления, которыми названные судебные акты изменены. Из квалификации деяния юридического лица по части 1 статьи 20.6 КоАП РФ, с учетом специфики регулируемых правоотношений, исключены указания на нарушения, также квалифицированные по части 1 статьи 20.7 КоАП РФ, а из квалификации деяния лица по части 1 статьи 20.7 КоАП РФ, исключены указания на нарушения, квалифицированные по части 1 статьи 20.6 КоАП РФ. Аналогичным образом уточнена квалификация деяний в части вмененных нарушений требований нормативных актов по делам об административных правонарушениях, предусмотренных частью 1 статьи 20.6 и частью 1 статьи 20.7 КоАП РФ, в отношении администрации Степнинского сельского поселения и Кочкарского сельского поселения Пластовского муниципального района Челябинской области (дела № 3-374, № 3-375, № 3-377, № 3-378 с/у № 2 г. Пласта Челябинской области).

С учетом особенностей рассматриваемой категории дел, принимая во внимание специфику объектов и объективной стороны составов административных правонарушений, при назначении наказания в Обобщении судьям рекомендовано руководствоваться частью 2 статьи 4.4 КоАП РФ «Назначение административных наказаний за совершение нескольких административных правонарушений» (далее – статья 4.4 КоАП РФ), согласно которой при совершении лицом одного действия (бездействия), содержащего составы административных правонарушений, ответственность за которые предусмотрена двумя и более статьями (частями статей) КоАП РФ и рассмотрение дел, о которых подведомственно одному и тому же судье, органу, должностному лицу, административное наказание назначается в пределах санкции, предусматривающей назначение лицу, совершившему указанное действие (бездействие), более строгого административного наказания.

Кроме того, при рассмотрении указанной категории дел об административных правонарушениях в обязательном порядке следует проверять соответствие нарушений, вмененных должностными лицами органов надзора при составлении протокола об административном правонарушении, тем правилам, которые регулируют правоотношения в указанной сфере, учитывая редакцию данных норм, действующую на момент выявления нарушения, в том числе и по субъектам ответственности.

Например, в отношении администрации Пискловского сельского поселения Еткульского района Челябинской области административным органом проведена проверка и составлен протокол об административном правонарушении, предусмотренном частью 2 статьи 20.7 КоАП РФ, при этом в протоколе вменено, в том числе, нарушение абзаца 6 пункта 2 статьи 8 Федерального закона «О гражданской обороне», выразившееся в отсутствии инвентаризационной ведомости имущества гражданской обороны, плана выдачи и распределения средств индивидуальной защиты работникам в установленные сроки. При этом фактически указанные положения закреплены в абзаце 7 пункта 2 статьи 8 Федерального закона «О гражданской обороне» (дело № 3-798/2012 с/у № 1 Еткульского района Челябинской области).

Так же в рамках названного дела администрации сельского поселения при квалификации действий по части 2 статьи 20.7 КоАП РФ вменено нарушение подпункта «б» пункта 5 утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 2 ноября 2000 г. № 841 Положения об организации обучения населения в области гражданской обороны, в части прохождения обучения должностными лицами структурных подразделений, уполномоченных на решение задач в области защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций и в области гражданской обороны.

Однако вышеназванная норма определяет обязанности в данной области органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации, в то время как администрация сельского поселения к таковым не относится, являясь органом местного самоуправления.

В Обобщении отмечается, что на основании анализа дел, связанных с вопросами применения процессуальных норм, производство по делам об административных правонарушениях, предусмотренных частью 1 статьи 20.6, а также частями 1 и 2 статьи 20.7 КоАП РФ, прекращалось мировыми судьями на основании:

пункта 1 и 2 части 1 статьи 24.5 КоАП РФ «Обстоятельства, исключающие производство по делу об административном правонарушении» в связи с отсутствием события административного правонарушения или состава административного правонарушения;

статьи 2.9 КоАП РФ «Возможность освобождения от административной ответственности при малозначительности административного правонарушения» (далее – статья 2.9 КоАП РФ).

Например, мировым судьей прекращено производство по делу об административном правонарушении, предусмотренном частью 1 статьи 20.6 КоАП РФ, в отношении адми-

нистрации Пискловского сельского поселения Еткульского района Челябинской области в связи с отсутствием состава административного правонарушения (дело № 3-798/2012 с/у № 1 Еткульского района Челябинской области). В постановлении указано на то, что перечисленные в протоколе об административном правонарушении мероприятия как невыполненные, в действительности лицами, привлекаемыми к административной ответственности, выполнены. При этом, в материалах дела нет доказательств, опровергающих выводы судьи, а должностное лицо администрации на момент проверки и составления протокола указало, что нарушения устранены и предписание выполнено. По аналогичным основаниям также прекращалось производство по делам об административных правонарушениях, предусмотренных частью 1 статьи 20.6 и частью 2 статьи 20.7 КоАП РФ, в отношении органов местного самоуправления и их должностных лиц иных сельских поселений Еткульского района Челябинской области.

Основанием для прекращения производства по делам являлась также согласно статье 2.9 КоАП РФ малозначительность административного правонарушения. Согласно нормам статьи 2.9 КоАП РФ законодательство предоставляет судье, органу, должностному лицу, рассматривающему дело, при определенных условиях применить в отношении нарушителя устное замечание как метод воспитательного воздействия, который не связан ни с административным наказанием, ни с мерой общественного воздействия.

Понятие «малозначительности» дано в пункте 21 постановления Пленума Верховного Суда Российской Федерации от 24 марта 2005 г. № 5 «О некоторых вопросах, возникающих у судов при применении Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях». Так, малозначительным административным правонарушением является действие или бездействие, хотя формально и содержащее признаки состава административного правонарушения, но с учетом характера совершенного правонарушения и роли правонарушителя, размера вреда и тяжести наступивших последствий не представляющее существенного нарушения охраняемых общественных правоотношений.

Такие обстоятельства, как, например, личность и имущественное положение привлекаемого к ответственности лица, добровольное устранение последствий правонарушения, возмещение причиненного ущерба, не являются обстоятельствами, характеризующими малозначительность правонарушения. Они в силу частей 2 и 3 статьи 4.1 КоАП РФ «Общие правила назначения административного наказания» учитываются при назначении административного наказания. Составы административных правонарушений, предусмотренных частью 1 статьи 20.6, частями 1 и 2 статьи 20.7 КоАП РФ, являются формальными и не предусматривают в качестве обязательного условия наступление последствий. В связи с чем отсутствие вреда и ненаступление в результате допущенных нарушений последствий само по себе не свидетельствует о малозначительности деяния.

Тем не менее, судьи часто, прекращая производство по делу и освобождая лиц от административной ответственности, ссылаются на отсутствие доказательств наступления тяжких последствий.

Например, как отмечается в Обобщении, прекращая производство по делу об административном правонарушении, предусмотренном частью 1 статьи 20.6 КоАП РФ в отношении администрации на основании статьи 2.9 КоАП РФ, мировой судья мотивировал свое постановление тем, что имеющиеся недостатки не представляют существенного нарушения охраняемых общественных отношений, не привели к причинению какого-либо ущерба и негативным последствиям, также указав, что доказательств того, что последствия нарушения требований законодательства являются тяжелыми и повлекли существенную угрозу охраняемым общественным отношениям, административным органом не представлено (дело № 3-315/2012 с/у № 1 Брединского района Челябинской области, аналогично по делу № 3-326/2012).

На основании Обобщения судебной практики рассмотрения дел об административных правонарушениях, предусмотренных частью 1 статьи 20.6 КоАП РФ, частью 1 и 2 статьи 20.7 КоАП РФ судебная коллегия по административным делам Челябинского областного суда сформировала следующие выводы и предложения:

1) При рассмотрении дел указанной категории судьям следует обращать внимание на правильность квалификации деяния лица, с учетом вышеизложенных положений. Следует учитывать, что право окончательной юридической квалификации действий (бездействия) лица КоАП РФ относит к полномочиям судьи, и если при рассмотрении дела будет установлено, что протокол об административном правонарушении содержит неправильную квалификацию совершенного правонарушения, судья может переqualифицировать действия (бездействие) лица на другую статью, предусматривающую состав правонарушения, имеющий единый родовой объект посягательства, при условии, что это не ухудшает положения лица, в отношении которого возбуждено дело, и не изменяет подведомственности его рассмотрения.

2) С учетом особенностей рассматриваемой категории дел, принимая во внимание специфику объектов и объективной стороны составов административных правонарушений, предусмотренных частью 1 статьи 20.6, частями 1 и 2 статьи 20.7 КоАП РФ, при условии соблюдения требований части 2 статьи 4.4 КоАП РФ возможно объединение дел в отношении одного лица в одно производство.

3) При решении вопроса о прекращении производства по делам об административных правонарушениях, предусмотренных частью 1 статьи 20.6, частями 1 и 2 статьи 20.7 КоАП РФ, (как в связи с недоказанностью обстоятельств дела, так и в связи с отсутствием события административного правонарушения), следует правильно применять положения Федерального закона от 26 декабря 2008 г. № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля», учитывая прямо закрепленные в его нормах условия, при которых представленный в материалы дела акт проверки не может быть использован в качестве допустимого доказательства по делу.

Частью 4 статьи 6 Федерального закона «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» установлена норма, согласно которой сокрытие, несвоевременное представление либо представление должностными лицами заведомо ложной информации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций влечет за собой ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Юридическая ответственность за сокрытие, несвоевременное представление либо представление должностными лицами заведомо ложной информации регулируется нормами статей 5.39 КоАП РФ «Отказ в предоставлении информации» (далее – статья 5.39 КоАП РФ) и 140 УК РФ «Отказ в предоставлении гражданину информации».

Статья 5.39 КоАП РФ предусматривает за рассматриваемое правонарушение санкцию в виде наложения на должностное лицо административного штрафа.

Уголовное же законодательство помимо штрафа предусматривает также санкцию в виде лишения должностного лица права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок от двух до пяти лет.

Анализ судебной практики, связанной с применением норм статьи 5.39 КоАП РФ, не выявил судебных решений о привлечении к административной ответственности должностных лиц за сокрытие, несвоевременное представление либо представление заведомо ложной информации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Однако, на Интернет-портале «РосПравосудие» приведены 50 судебных постановлений о судопроизводствах в отношении правонарушений должностными лицами статьи 5.39 КоАП РФ.

Рассматриваемые ниже примеры наглядно показывают, что привлечение должностного лица к административной ответственности по признакам правонарушения, устанавливаемым статьей 5.39 КоАП РФ возможно вне зависимости от занимаемой им должности.

Например, мировой судья судебного участка № 31 Центрального округа г. Комсомольска-на-Амуре Хабаровского края, рассмотрел материалы дела об административном правонарушении, предусмотренном статьей 5.39 КоАП РФ, в отношении директора МУП «Горводоканал».

В ходе рассмотрения дела защитник подсудимого, действующая на основании доверенности вину в совершенном административном правонарушении признала и раскаялась.

В ходе рассмотрения дела установлено и подтверждается материалами дела, что 10.12.2014 г. главный редактор еженедельника «Наш город» обратился в МУП «Горводоканал» с редакционным запросом о предоставлении сведений об аккредитации лаборатории МУП «Горводоканал», с указанием аккредитующего органа и области аккредитации, номера и даты выдачи соответствующих документов.

Ответ на редакционный запрос директором МУП «Горводоканал» направлен не был.

В соответствии с частью 2 статьи 38 «Право на получение информации» Закона Российской Федерации от 27 декабря 1991 г. № 2124-1 «О средствах массовой информации» организации, их должностные лица предоставляют сведения о своей деятельности средствами массовой информации по запросам редакций, а также путем проведения пресс-конференций, рассылки справочных и статистических материалов и в иных формах.

Статьей 39 «Запрос информации» названного закона установлено право редакции запрашивать информацию о деятельности организаций, их должностных лиц. Запрос информации возможен как в устной, так и в письменной форме. Запрашиваемую информацию обязаны предоставлять руководители указанных организаций, их заместители, работники пресс-служб либо другие уполномоченные лица в пределах их компетенции.

Несвоевременное предоставление организацией информации, предоставление которой предусмотрено федеральными законами, образует состав административного правонарушения, предусмотренного статьей 5.39 КоАП РФ.

Обстоятельствами, смягчающими административную ответственность в рассматриваемом деле, являются признание вины и раскаяние подсудимого.

Обстоятельств, отягчающих административную ответственность должностного лица, не установлено.

Оснований для освобождения от административной ответственности должностного лица не имеется.

По изложенному мировой судья постановил признать директора МУП «Горводоканал» виновным в совершении административного правонарушения, предусмотренного статьей 5.39 КоАП РФ и назначить ему административное наказание в виде штрафа.

Мировой судья судебного участка № 4 МО Долинский район Сахалинской области рассмотрев в открытом судебном заседании дело об административном правонарушении, предусмотренном статьей 5.39 КоАП РФ, в отношении должностного лица Д. - врио начальника ОМВД России по городскому округу, ранее к административной ответственности за совершение однородных административных правонарушений не привлекавшегося, постановил, что Д., являясь должностным лицом - врио начальника ОМВД по городскому округу, предоставил заведомо недостоверную информацию гражданину М.

Поводом для возбуждения дела об административном правонарушении послужило то обстоятельство, что Д. на обращение гражданина М о предоставлении ему дислокации дорожных знаков, в месте совершения им административного правонарушения, предоставил недостоверную информацию, сославшись на отсутствие таковой.

В судебном заседании представитель городской прокуратуры постановление о возбуждении производства об административном правонарушении поддержал.

Вина Д., как должного лица, в совершении правонарушения подтверждается совокупностью доказательств, достоверность и допустимость которых сомнений не вызывают, а именно: постановлением прокурора, объяснением Д., заявлением М. о привлечении к административной ответственности, направленное городскому прокурору, ответом Д. на обращение М., постановлением о внесении дополнений в схему организации дорожного движения на автомобильных дорогах города с приложением, приказом о возложении обязанностей на подполковника полиции Д., положением об Отделе Министерства внутренних дел Российской Федерации по городскому округу.

В соответствии со статьей 5.39 КоАП РФ административную ответственность влечет неправомерный отказ в предоставлении гражданину и (или) организации информации, предоставление которой предусмотрено федеральными законами, несвоевременное ее представление либо представление заведомо недостоверной информации.

Мировым судьей установлено, что запрашиваемая документированная информация непосредственно затрагивает права М., имеющего право на получение соответствующей информации в силу части 4 статьи 29, статьи 33 Конституции Российской Федерации, статьи 8 Федерального закона от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации». Д., являясь должностным лицом - врио начальника ОМВД России по городскому округу, предоставил заведомо недостоверную информацию, чем совершил правонарушение, предусмотренное статьей 5.39 КоАП РФ.

Основания для признания правонарушения малозначительным и освобождения от административной ответственности с учетом характера совершенного правонарушения, посягающего на институт государственной власти, и описанной выше роли правонарушителя отсутствуют.

Обстоятельств, смягчающих или отягчающих административную ответственность Д., не установлено.

На основании изложенного, мировой судья постановил признать должностное лицо Д. виновным в совершении административного правонарушения, предусмотренного статьей 5.39 КоАП РФ, и назначить ему наказание в виде штрафа.

Таким образом, рассмотренная практика судопроизводства об административных правонарушениях в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций позволяет сделать следующие выводы:

большинство судебных тяжб связано с вменением правонарушителям административных санкций согласно нормам статей 20.6, 20.7, 5.39 КоАП РФ;

большинство судебных решений об отказе в производстве по делам об административных правонарушениях или их переквалификации связаны с нарушением процессуальных норм, малозначительностью административного правонарушения, отсутствием состава административного правонарушения, а также с некорректной квалификацией деяния в протоколе об административном правонарушении, в связи с неправильным толкованием указанных норм.

В заключение хотелось бы отметить, что в связи с ограниченным объемом статьи не представляется возможным более расширенно представить судебную практику по привлечению должностных лиц к административной ответственности, например, по статьям 29.13 «Представление об устранении причин и условий, способствовавших совершению административного правонарушения», 31.7 «Прекращение исполнения постановления о назначении административного наказания», 3.12 «Административное приостановление деятельности» КоАП РФ и др.

Литература

1. Хачатуров Р.Л., Липинский Д.А. Общая теория юридической ответственности: Монография. — СПб.: Изд-во Р. Асланова «Юридический центр Пресс». - 2007. — 950 с.
2. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях. Постатейный научно-практический комментарий (под общ. ред. д-ра юрид. наук, профессора Б.В. Россинского). — «Библиотечка РГ». - 2014 г.
3. МЧС России и Федеральная служба судебных приставов России подписали соглашение о сотрудничестве. URL : <http://www.mchs.gov.ru/dop/info/smi/news/item/229401>
4. Обобщение судебной практики рассмотрения дел об административных правонарушениях, предусмотренных частью 1 статьи 20.6 КоАП РФ, частью 1 и 2 статьи 20.7 КоАП РФ (утв. Президиумом Челябинского областного суда 15 мая 2013 года). URL : http://www.chel-oblsud.ru/upload/file/reviews/administrative/reviews_theme-14.pdf
5. Интернет-портал «РосПравосудие». URL : <https://rospravosudie.com/law/>

Сведения об авторах

Савченков Сергей Николаевич – старший научный сотрудник (Федеральное государственное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций» (Федеральный центр науки и высоких технологий) - ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ); 125476 г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7; тел. служебн. (499) 233-25-47 доб. 143; e-mail: 14_otdel@mail.ru

УДК 355.58 (О82)

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ КРУПНЫХ ГОРОДОВ

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

Выполнен анализ современного состояния атмосферы крупных городов на территории нашей страны и за рубежом. Приведены данные исследований характеристик загрязнения атмосферы за двадцатилетний период и влияние на этот процесс туманов, дымки и смога.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы; атмосферные примеси; туман; дымка; смог.

ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF THE ATMOSPHERE OF LARGE CITIES

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

An analysis of modern state of the atmosphere of large cities on the territories of our country and abroad. The data from study of characteristics of atmospheric pollution over the twenty-year period and the impact on this process of fog, haze and smog.

Key words: air pollution; atmospheric impurities; fog; haze; smog.

К крупным городам в литературных источниках относят города с населением в несколько сотен тысяч - несколько миллионов человек [1-14].

Следует отметить, что загрязнение атмосферы городов всевозможными примесями естественного и искусственного происхождения отмечалось уже в древности. Еще в I веке н. э. известный философ Сенека писал: „Я почувствовал перемену в настроении, как только покинул смрадный воздух Рима, с его дымными печами, которые изрыгают отвратительный чад и сажу" [1].

Со средних веков печальную известность в отношении загрязненности атмосферы получил Лондон. Несмотря на несколько указов королей, запрещающих сжигать уголь в каминах и домовых печах, воздушный бассейн Лондона продолжал загрязняться различными выбросами, включая облака серы. При этом Солнце едва проникало в город.

Уже несколько столетий тому назад столь же значительным было загрязнение атмосферы другого крупного европейского города - Парижа.

Начиная со второй половины VIII века участь Лондона и Парижа, разделили многие крупные города на всех материках планеты.

Наиболее острый характер проблема загрязнения атмосферы, а в общем случае - ухудшения качества природной среды, приобрела в XX веке и в текущем столетии. Это связано, прежде всего, с ростом количества крупных городов в мире; развитием промышленности, развития автомобильного и других видов транспорта, сокращения лесных массивов, увеличения площади пахотных земель, широкого использования минеральных удобрений и химических веществ для борьбы с сорняками, увеличением объемов добываемого и сжигаемого минерального топлива (уголь, нефть, газ и др.).

Анализ литературных источников свидетельствует [1-14] о том что все атмосферные примеси (аэрозоли) принято делить на: естественные и искусственные.

К первым относятся: примеси, поступающие в атмосферу при извержении вулканов и во время лесных пожаров; а также пыль, поднятая ветром с земной поверхности (особенно при пыльных бурях); продукты выветривания горных пород и испарения морских брызг, космическая пыль и ряд других.

Естественные источники атмосферных примесей существовали всегда.

С вулканическими газами в атмосферу попадают окислы серы, азота, углерода, а также хлор. Углекислый газ входит в атмосферный запас углерода, окислы азота и серы быстро вымываются дождями и попадают на почву в виде слабых растворов азотной, азотистой, серной и сернистой кислот. Вблизи действующего вулкана кислотность дождевой воды может стать опасно высокой и подавить рост и развитие растений, водных и почвенных животных. Но вдали от вулкана, а после прекращения извержения и вблизи него, эти кислоты постепенно нейтрализуются, соли азотной и азотистой кислот поглощаются растениями и их азот входит в состав белков и других азотсодержащих органических веществ. Растворимые соединения серы постепенно вымываются, а в небольших количествах сера также включается в состав белков растений, а потом и других компонентов экосистем [1-3].

В воздух попадает также хлор, который даже в небольших количествах, может оказать заметное влияние на концентрацию озона в верхних слоях атмосферы. Следует отметить, что озон создает экран, защищающий поверхность Земли от жесткого ультрафиолетового излучения Солнца, опасного для всего живого на суше. Кроме того, в небольших количествах с вулканическими газами и пылью в атмосферу попадает множество других веществ, роль которых в биосферных процессах незначительна [1-3].

Удаление из воздуха разных примесей может осуществляться разными путями - выпадением пыли, вымыванием осадками, поглощением растениями или поверхностью воды и рядом других. Между поступлением примесей в атмосферу и ее самоочисткой существует природное равновесие. В результате этого процесса для любого вещества, входящего в состав примесей, можно указать естественные пределы его содержания в воздухе - фоновые. У всех животных и растений вследствие того, что их эволюция проходила в аналогичных условиях есть определенные приспособления к перенесению контакта с вредными примесями, содержащимися в воздухе в фоновых концентрациях. В результате деятельности человека создаются условия для существенного изменения содержания многих примесей, концентрация которых в некоторых местах на Земле может в сотни и тысячи раз превышать фоновую. В таких случаях примеси, встречающиеся в естественных условиях, становятся истинными загрязнителями, оказывая крайне неблагоприятное воздействие на живые организмы, в том числе на человека.

К другим источником примесей в атмосфере - искусственного (антропогенного) происхождения относят промышленность (фабрики, заводы), энергетические (включая атомные электростанции) и отопительные системы, транспорт (прежде всего, автомобильный), а также сельскохозяйственное производство. Статистика показывает, что в крупных городах свыше 50 % всех загрязняющих веществ приходится на долю автотранспорта. Общее же количество веществ, выбрасываемых в атмосферу этими источниками, исчисляется несколькими сотнями. При этом все примеси подразделяются на:

газообразные (окись углерода CO , двуокись серы или сернистый газ SO_2 , окислы азота NO_x и др.),

жидкие (сернистая кислота, бензол, ацетон, ртуть и др.),

твердые (пыль, сажа, углеводороды, свинец и др.) [1-3].

К загрязнителям атмосферы относятся также электромагнитные излучения (испускаемые радиоактивными веществами) и шум.

Указанные примеси характеризуются большой сосредоточенностью в пространстве, неоднородностью по составу и неравномерностью распределения. Выбросы наблюдаются в густонаселенных районах; они содержат много веществ, отрицательно влияющих на здоровье человека, материалы, растительный и животный мир.

Анализ литературных источников [1-8] показывает, что источники загрязнений воздуха подразделяются на: источники выделения и источники выбросов вредных веществ в атмосферу.

К источникам выделения вредных веществ относят технологические установки, аппараты, агрегаты, очистные сооружения, сооружения оборотного водоснабжения и т. д., которые в процессе эксплуатации выделяют вредные вещества.

В свою очередь, источниками выбросов вредных веществ являются: трубы, вентиляционные шахты, дыхательные клапаны резервуаров, открытые поверхности очистных сооружений, через которые выбрасываются вредные вещества и др..

Основными источниками загрязнений атмосферы являются тепловые электростанции (29% загрязнений) предприятия черной и цветной металлургии (соответственно 24 и 10,5%), нефтехимической промышленности (15,5%), строительных материалов (8,1%), химической промышленности (1,3%), автотранспорта (13,3%). В крупных городах доля выбросов загрязняющих веществ автотранспортом достигает 60 - 80% [1,2].

В химической и нефтехимической промышленности к производствам первой группы относятся цеха с технологическими печами, работающими на природном газе и малосернистом мазуте;

второй - производства азотной кислоты с каталитической очисткой;

третьей - цеха с дробильно-помольным оборудованием, сушильными барабанами, обогатительных фабрик;

четвертой - большинство химических и нефтехимических производств (полиэтилена, фенола, фталевого ангидрида, стирола, метанола, ацетилена и др.).

Анализ производств показывает, что:

- нефтедобывающая, нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленности являются источниками таких загрязнений, как углеводороды, кислые примеси, твердые частицы;

- химическая промышленность - источник пыли от неорганических производств, органических веществ, сероуглерода, хлористых соединений и др.;

- угольная промышленность выбрасывает в атмосферу диоксид серы, оксид углерода, продукты возгонки смолистых веществ.

- выбросы автотранспорта. Общее количество автомашин в мире составляет примерно 500 млн. Один автомобиль в среднем поглощает ежегодно 4 т кислорода и выбрасывает с выхлопными газами около 800 кг оксида углерода, приблизительно 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеводородов. В выхлопных газах содержатся также альдегиды (акролеин и формальдегид), обладающие резким запахом и раздражающим действием. Весьма опасны соединения свинца, образующиеся при сгорании тетраэтилсвинца, добавляемого в бензин;

- загрязнителями воздуха являются животноводческие и птицеводческие фермы, комплексы по производству мяса, энергетические и теплосиловые предприятия. Основной источник загрязнений атмосферы в сельских районах - пестициды, особенно при авиахимической обработке посевов;

- продукты, сгорания топлива. Процессы горения играют главную роль в образовании загрязнений атмосферы. В качестве топлива наиболее широко применяют нефть, уголь, природный и попутный газы, в некоторых странах - древесину. Основные продукты сгорания топлива - диоксид и оксид углерода. В результате окисления примесей, содержащихся в топливе, образуются также оксиды серы и азот;

- продукты сжигания мусора и отходов. Сжигание мусора и отходов - источник выбросов в атмосферу кислых компонентов. Кроме того, при сжигании мусора, садовых и пищевых отходов образуется дым, и появляются резкие запахи. Рациональная организация сжигания мусора и отходов имеет важное значение и пока не решена. Число мусоро-сжигающих заводов недостаточно [1,2].

В связи с тем, что все загрязняющие атмосферу (равно как и гидросферу) вещества вредно действуют на человека (ухудшают его здоровье), а также на животный и растительный мир, то для большинства таких веществ установлены предельно допустимые концентрации (ПДК).

Над каждым крупным городом сформировалось облако примесей, хорошо заметное при наблюдении с самолета, космического корабля или даже с горы (возвышенности) в окрестностях города.

Хорошо известен факт - с космических кораблей наземные объекты (дороги, реки, здания и др.) визуально обнаруживаются и видны лучше, чем с самолета, находящегося в средней или верхней тропосфере. Это объясняется отсутствием в космосе рассеянного (дополнительного) света, который на малых и средних высотах (в пределах тропосферы), поступая в глаз наблюдателя, уменьшает яркостной контраст между наблюдаемым объектом и фоном. Следует отметить, что ни одному космонавту не удалось наблюдать из космоса какие-либо объекты внутри крупного города - все скрывает висящее над городом облако примесей, имеющее на фотографиях, сделанных с космических кораблей, вид размытого пятна.

Метеорологические условия большое влияние оказывают на распространение примесей, поступающих в атмосферу из различных источников в городе. Совокупность метеорологических факторов, оказывающих влияние на концентрацию примесей, распределение ее по высоте и горизонтали, а также изменение во времени, принято называть потенциалом загрязнения атмосферы (ПЗА). При этом к элементам ПЗА относят скорость и направление ветра, температуру воздуха, их распределение по высоте (динамическая и термическая стратификация), влажность воздуха, осадки и облачность, поле давления (барические системы) и ряд других.

При заданной массе примесей, поступающих в атмосферу за единицу времени от всех источников, иначе говоря - мощности выбросов загрязняющих веществ - концентрация примесей (уровни загрязнения) в городе существенно зависит от скорости ветра и турбулентного обмена. Сущность явления турбулентности заключается в том, что в массе воздуха, находящейся в движении, образуются вихревые потоки. Эти вихри вызывают хаотические колебания характеристик движущихся масс воздуха, т.е. их скорости, направления, температуры, давления и плотности.

Чем больше скорость ветра и интенсивнее турбулентный обмен, тем больше выносятся (выдуваются) примесей из города и переносится из приземного слоя (где сосредоточены источники примесей) в более высокие слои (вертикальный обмен) и в окрестности города (горизонтальный обмен). Следует отметить, что повышению уровней загрязнения в приземном слое города способствуют слабый ветер, инверсионная термическая стратификация (резко ослабляющая, наряду со скоростью ветра, турбулентный обмен по вертикали и, следовательно, перенос примесей в более высокие слои), отсутствие осадков и облаков (которые вымывают примеси - процесс, называемый самоочищением атмосферы), антициклоническое барическое поле (в котором, как правило, и ветер слабый, и стратификация инверсионная).

Как и в случае малых городов в крупных городах источники примесей сосредоточены вблизи земной поверхности (не выше 200 - 300 м, а подавляющая часть - ниже 20 - 50 м), поэтому с увеличением высоты концентрация примесей над городом, как правило, убывает. При высоких уровнях загрязнения вблизи земной поверхности концентрация при-

месей убывает с высотой быстрее, чем при пониженных. Вследствие этого концентрация примесей на высоте в несколько сотен метров (в верхней части пограничного слоя) и толщина облака примеси при слабом ветре (до 2 -3 м/с) и инверсионной стратификации меньше, чем при сильном ветре (свыше 5 - 8 м/с) и отсутствии инверсии температуры (толщина облака примесей составляет 400 - 500 м в первом случае и увеличивается до 2 - 3 км во втором) [1].

Статистика показывает, что в горизонтальной плоскости максимальные значения концентрации примесей наблюдаются, как правило, вблизи центральной части города, а по направлению к окраинам убывает более медленно при сильно развитом турбулентном обмене (сильном ветре) и более быстро при слабом ветре. По сравнению с максимальным значением концентрации примесей концентрация убывает в 100 раз на расстоянии 40 - 50 км от центра города при слабом ветре и на расстоянии 80 - 100 км при сильном ветре когда максимальное значения концентрации примесей мало. Изолинии концентрации, осредненной за значительные интервалы времени (декада, месяц, сезон), представляют собой замкнутые кривые, которые смещаются (по сравнению со средним положением) в подветренную сторону города. Однако даже при значительном осреднении и, тем более, по данным наблюдений за конкретный срок поле концентрации примесей неоднородно: наряду с основным максимумом (в горизонтальной плоскости), как правило, отмечается несколько вторичных максимумов концентрации примесей, отражающих влияние повышенных выбросов из отдельных одиночных или групповых источников примесей [1].

Следует отметить, что под влиянием загрязнения атмосферы примесями антропогенного происхождения произошли существенные изменения в режимах температуры и влажности воздуха, прежде всего, в крупных городах.

По средним данным (за сезон, год) в крупном городе температура воздуха (T) и парциальное давление водяного пара (e) выше, чем в окружающей город сельской местности.

Характерная особенность разностей ΔT и Δe , соответственно, температур воздуха и парциальных давлений водяного пара в крупном городе и в окружающей город сельской местности состоит в том, что ночные значения существенно больше дневных, особенно летом и весной.

На формирование разности парциальных давлений водяного пара Δe оказывают влияние два фактора:

первый фактор - при сжигании всех видов топлива (уголь, нефть, природный газ, дрова), наряду с диоксидом (CO_2) и оксидом (CO) углерода, другими газообразными и твердыми примесями, образуется большое количество водяного пара (при сгорании, например, 1 кг нефти - 1,3 кг H_2O , 1 кг газа - 1 кг H_2O) [1,2]. В результате давление пара в воздухе над крупным городом увеличивается, и, следовательно, возрастает разность Δe (поскольку в сельской местности выброс пара ничтожно мал по сравнению с крупным городом)

второй фактор - в крупном городе существенно изменился характер подстилающей поверхности. Асфальтовые и другие покрытия, большая площадь крыш, сброс осадков в канализацию, сокращение площади растительного покрова способствуют уменьшению испарения. Следует отметить, что влияние этого фактора на уменьшение парциального давления водяного пара в крупном городе и разности Δe более значительно тогда, когда сильнее развит турбулентный обмен. По этой причине дневные значения Δe меньше ночных, при этом летом и весной Δe уменьшается днем в несколько раз (вплоть до изменения знака), в то время как зимой это различие не столь значительно [1,2].

Относительно разности ΔT температур воздуха в крупном городе и в окружающей город сельской местности, то она так же, как и разность Δe , ночью больше, чем днем, при этом весной и летом - в 3 - 6 раз, осенью и зимой - только в 1,2-1,5 раза [1,2].

Рассмотрим особенности образования и влияния на атмосферу в крупном городе туманов, дымок и смога.

Из-за того, что в крупном городе существенно изменился по сравнению с сельской местностью режим температуры и влажности воздуха, то вполне обоснованно считать, что изменились и условия образования туманов, дымок и смогов в таком городе.

Результаты исследований, проведенных Санкт-Петербурге и пункте Белогорка в 80 км к югу от Санкт-Петербурга, показывают (табл. 1), что число туманов, образовавшихся за 20 лет в дневную (по местному солнечному времени - с 8 до 20 часов летом и с 7 до 19 часов зимой) и ночную часть суток, составило [1,2]:

Таблица 1

Пункт	Время суток	Весна	Лето	Осень	Зима
Санкт-Петербург	День	138	25	116	112
	Ночь	125	51	100	92
Белогорка	День	213	145	369	136
	Ночь	243	241	396	180

Анализ статистических данных показывает, что в сельской местности туманы наблюдаются в 1,5 - 2,5 раза чаще осенью, чем в другие сезоны. В крупном городе (Санкт-Петербурге) зонный максимум повторяемости не столь четко выражен, как вне его, зато здесь хорошо выражен минимум повторяемости туманов, особенно днем, - он приходится на лето.

Результаты исследований показывают, что как по данным каждой пятилетки наблюдений, так и за весь 20-летний период повторяемость туманов в крупном городе существенно (до 2 - 3 раз) меньше, чем в невозмущенных (сельских) условиях [1,2].

О преобладании в сельской местности (Белогорке) туманов свидетельствуют и данные об их продолжительности. Так за весь 20-летний период наблюдений отношение времени существования туманов в Белогорке к их продолжительности в Санкт-Петербурге составляет (табл. 2) [1,2]:

Абсолютные значения продолжительности туманов, за 20 лет равны: 1241 час в Санкт-Петербурге и 3615 часов в Белогорке.

В табл.3 представлены данные о среднем времени существования (в часах) одного тумана [1,2].

Таблица 2

Сезон	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
Отношение	1,44	8,40	4,05	2,60	2,92

Таблица 3

Пункт	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
Санкт-Петербург	1,97	1,01	1,74	1,32	1,64
Белогорка	1,64	1,68	1,99	2,22	1,88

Большинство туманов - слабые. Результаты исследований показывают, что отношение числа слабых туманов к числу умеренных туманов (по данным за сутки) во все сезоны, кроме весны, это отношение в Санкт-Петербурге больше, чем в Белогорке [1,2].

Рассмотрим дымки. Согласно определению, дымка - это такое атмосферное явление, при котором дальность видимости заключена между 1 и 10 км. При этом, при сильной дымке дальность видимости находится в пределах 1 - 2 км, при умеренной - 2 - 4 км, при слабой - 4 - 10 км [1,2].

Следует отметить, что максимум повторяемости дымок, особенно отчетливо выраженный в сельской местности, приходится на осень, минимум, особенно отчетливо выраженный в Санкт-Петербурге, - на лето.

Результаты исследований показывают, что в каждом из сезонов и за год в целом (среднее годовое число дымок в Санкт-Петербурге равно 295 и 457 в Белогорке) как днем, так и ночью число дымок в Санкт-Петербурге существенно меньше, чем в Белогорке [1,2].

Согласуются с данными о числе дымок сведения об их продолжительности. Так средняя годовая продолжительность равна 635 часов в Санкт-Петербурге и 956 часов в Белогорке. Отношение продолжительности дымок в Белогорке к их продолжительности в Санкт-Петербурге (табл.4) составляет [1,2]:

Данные о времени (в часах) существования одной дымки приведены в табл. 5.

Таблица 4

Сезон	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
Отношение	1,65	2,43	1,12	1,12	1,51

Таблица 5

Пункт	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
Санкт-Петербург	2,06	1,85	2,14	2,36	2,15
Белогорка	2,04	1,95	2,05	2,32	2,09

Вероятность образования дымок (в %) - отношение времени существования ее к общему интервалу наблюдения (сезон, год) - превышает вероятность образования туманов и она колеблется между 3 и 10 % в Санкт-Петербурге и между 7 и 15 % в Белогорке [1,2].

Следует отметить, что данные о числе и продолжительности туманов и дымок позволяют получить сведения о повторяемости различных градаций дальности видимости. Результаты исследований показывают, что близость среднего времени существования одного тумана и одной дымки в Санкт-Петербурге и Белогорке означает, что продолжительность как туманов, так и дымок пропорциональна их числу.

Можно сделать следующие выводы - повторяемость туманов в крупном городе не только не выше, но и значительно (до 2 -3 и более раз) ниже, чем в сельской местности.

Дымки во все сезоны года, кроме лета, как в сельской местности, так и в крупном городе образуются только под влиянием адвекции и турбулентного обмена. Определяющую роль в формировании дымок играют капли воды, образовавшиеся на ядрах конденсации. В действительности таких ядер более чем достаточно не только в городе, но и в любой другой местности.

Одной из разновидностей дымок является фотохимический смог. Отличительной особенностью смога служит коричневатый оттенок, который придают ему окислы азота, входящие в состав пероксиацетилнитрата (ПАН) - главной составляющей смога. ПАН образуется при воздействии солнечной радиации (прежде всего, ультрафиолетового и фиолетового диапазона) на углеводороды и окислы азота, которые, в частности, выбра-

сывают двигатели внутреннего сгорания. Следует отметить, что в отличие от дымок (цвет которых, как правило, серый или сине-голубой), в смоге относительная влажность обычно невысокая (по этому признаку смоги ближе не к дымкам, а к мгле - явлению понижения видимости под влиянием твердых слабообводненных примесей, образующихся, например, во время пожаров).

При этом дальность видимости в смогах изменяется в широких пределах, однако, как правило, не превышает 10 км. Так как при образовании ПАН определяющая роль принадлежит солнечной радиации, то смоги наблюдаются преимущественно в городах, расположенных в низких широтах (например, в Лос-Анджелесе свыше 200 дней в году отмечаются смоги; велика повторяемость смога в других городах США, а также в городах Мексики, Японии, Турции, Франции, Испании, Великобритании и других стран). Существенное влияние на здоровье людей оказывают смоги, вызывая заболевания глаз, дыхательных путей (хронические бронхиты, эмфизему легких, астму и др.). На земную поверхность при конденсации ПАН выпадает в виде клейкой жидкости, губительно действующей на растительный мир.

Таким образом, в статье рассмотрены некоторые аспекты сложной проблемы загрязнения атмосферы примесями искусственного и антропогенного происхождения и обратного влияния загрязнения на метеорологический режим, прежде всего, крупных городов. Наряду с температурой, влажностью, видимостью, условиями образования туманов, смога и дымок, в крупном городе изменились практически все другие характеристики состояния атмосферы.

Литература

1. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. Издание третье, переработанное и дополненное. - Санкт - Петербург: Гидрометеиздат. - 2000.
2. Тетиор А.Н. Городская экология. - М. - 2008.
3. Подрезов Ю.В. Анализ особенностей загрязнения атмосферы городов. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». Выпуск №2.- М.: ВИНТИ. - 2013.
4. Подрезов Ю.В. Анализ основных климатических изменений на Земле и возможные их последствия. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». Выпуск №2.- М.: ВИНТИ. - 2012.
5. Качурин Л.Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. Экспериментальная физика атмосферы. Допущено Государственным комитетом СССР по народному образованию в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по специальности “Метеорология”. – Ленинград: Гидрометеиздат. - 1990.
6. Патент на изобретение № 2280508. “Система экологической очистки атмосферного воздуха”. Авторы: Подрезов Ю.В. и др. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 июля 2006 года.
7. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Юдин С.С. «Особенности обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №4 за 2013 год.
8. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Юдин С.С. «Оценка рисков возникновения дорожно-транспортных происшествий в Российской Федерации при организации перевозочного процесса в условиях чрезвычайных ситуаций». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №5 за 2013 год.
9. Патент на изобретение № 2218750. Способ управления атмосферными процессами. Авторы изобретения: Шахрамьян Михаил Андраникович, Подрезов Юрий Викторович. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации, г. Москва, 20 декабря 2003 года.

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

11. Лесные пожары являются основной причиной повреждения и гибели лесов на значительных площадях. - <http://nakontrolle.org/event-259> (дата обращения: 14.06.2014).

12. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Юдин С.С. «Методические особенности лесопожарного прогнозирования». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №3 за 2014 год.

13. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Головкин. Методический подход к оценке рисков возникновения дорожно – транспортных происшествий в Российской Федерации при организации перевозочного процесса в условиях чрезвычайных ситуаций. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций».

14. Подрезов Ю.В. Научно-технические аспекты построения системы снижения рисков чрезвычайных ситуаций на базе электрофизических методов воздействия на атмосферные процессы. В сборнике: Комплексная безопасность России - исследования, управление, опыт Международного симпозиума. 26-27 мая 2004 года. Сборник материалов. – Москва. - 2004. с. 184-186.

Сведения об авторах

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

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

Романов Александр Семенович, - заместитель начальника 5 центра ФГБУ ВНИИ ГЧС (ФЦ); тел.: 8-903-625-92-47; e-mail: romalsem@yandex.ru;

Донцова Ольга Сергеевна, - младший научный сотрудник научно-исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГЧС (ФЦ). Тел. 8-926-123-76-83; e-mail: dontsovaolya@yandex.ru

УДК 656.086

ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПЕРВОГО И ВТОРОГО УРОВНЯ

Кандидат техн. наук *В.И. Колесов*, кандидат техн. наук *А.И. Петров*
Тюменский государственный нефтегазовый университет

Рассматриваются вопросы причинно-следственной связи характеристик автотранспортной аварийности. На основе проведенного анализа номенклатуры существующих индикаторов автотранспортной аварийности авторы разработали классификацию целевых показателей в сфере безопасности дорожного движения. Анализ данных по автотранспортной аварийности в 83 регионах Российской Федерации в 2013 г. позволил определить целевые показатели безопасности дорожной движения первого уровня.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, дорожно-транспортное происшествие, показатели безопасности дорожного движения, целевые показатели автотранспортной аварийности.

INDICATORS OF TRAFFIC SAFETY FIRST AND SECOND LEVEL

Ph. D. (Tech) *V.I. Kolesov*, Ph. D. (Tech) *A.I. Petrov*
Tyumen state oil and gas university

In article questions of relationship of cause and effect of motor transportation accident rate characteristics are considered. On the basis of the carried-out analysis of the motor transportation accident rate indicators nomenclature authors developed classification of target indicators in the sphere of traffic safety. The analysis of data on motor transportation accident rate in 83 regions of the Russian Federation in 2013 allowed to define target indicators of safety road.

Key words: traffic safety, road accident, indicators of traffic safety, motor transportation accident rate target indicators.

Постановка задачи. Управление безопасностью дорожного движения (БДД), являясь составной частью технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного характера, входит в список критических технологий. Любое управление предполагает грамотное целеполагание, основанное на аргументированном выборе номенклатуры индикаторов и целевых показателей. Эта непростая задача имеет, к сожалению, не безупречную системную проработку. Делается попытка хотя бы частично устранить имеющийся пробел.

Решение задачи. Успех решения задач подобного рода в значительной степени зависит от используемой системной парадигмы. Разделяя точку зрения авторов работ [1, 5], мы полагаем, что в сфере БДД большие группы однотипных объектов образуют так называемые техноценозы – ограниченные в пространстве и времени взаимосвязанные совокупности технических особей, объединенных слабыми связями. Обладая рядом присущих им особенностей, математически они описываются с помощью гиперболических ранговых распределений, емко и точно характеризующих с системных позиций состояние объекта на макроуровне.

Действительно, если проанализировать региональные статистические данные по автотранспортной аварийности в регионах Российской Федерации [2, 6], то сравнительно

легко можно обнаружить ряд интересных особенностей, присущих механизму дорожной безопасности в целом.

На рис. 1 представлены ранговые распределения (точнее их логарифмы) характеристик аварийности в региональных автотранспортных системах: количества автомобилей (N); количества пострадавших (PS); годового количества ДТП (DTP) и численности населения ($P, тыс.$) в анализируемых регионах России [2, 6].

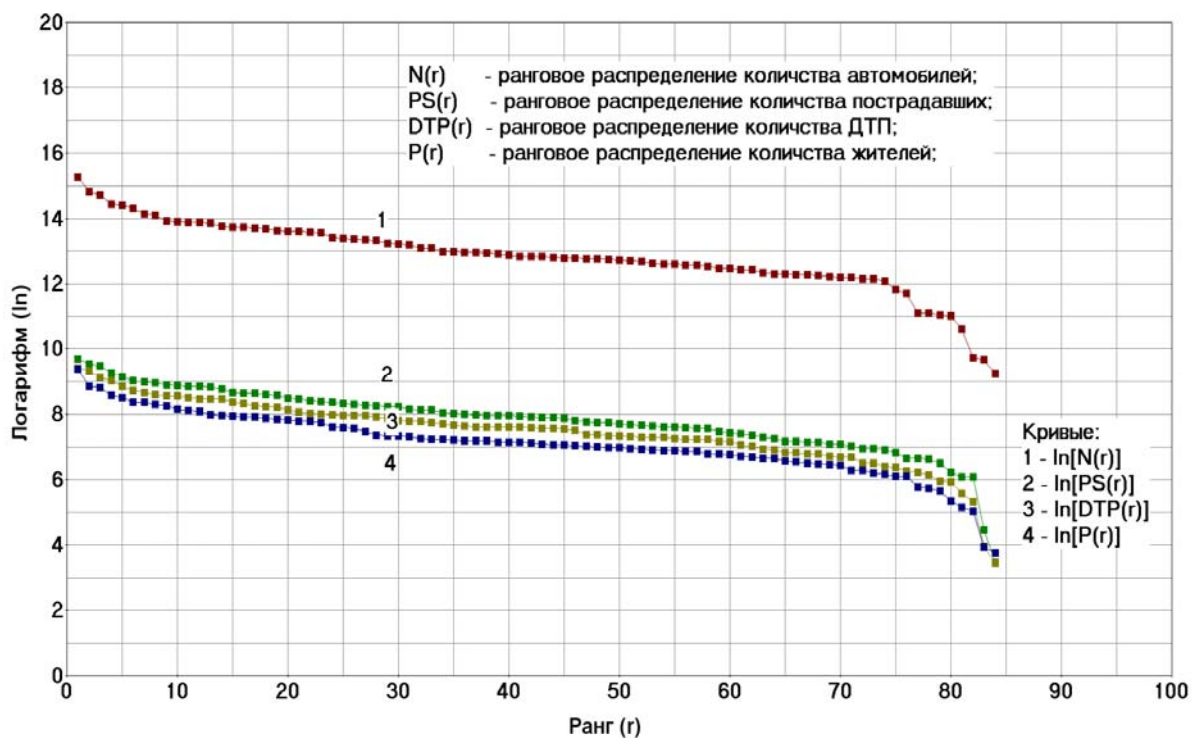


Рис. 1. Ранговые распределения исследуемых характеристик

Нетрудно заметить, что в диапазоне рангов от 10 до 70 кривые ведут себя однотипно: каждая из них может быть аппроксимирована линейным полиномом вида

$$y_i = a_i - k_i \cdot r. \quad (1)$$

Это означает, что функционирует общий процесс, работа которого описывается дифференциальным уравнением [5]:

$$\frac{dy}{dr} = -k \cdot y. \quad (2)$$

Более того, как показывает анализ, коэффициенты k_i практически совпадают. Это наводит на мысль о работе единого механизма. Логика его функционирования обусловлена причинно-следственной цепочкой (рис. 2):

$$P \rightarrow N \rightarrow DTP \rightarrow PS \rightarrow PG, \quad (3)$$



Рис. 2. Причинно-следственная связь характеристик аварийности в автотранспортных системах

Выделенные показатели (P , N , DTP , PS и PG) по своей сути являются индикаторами технологического процесса, поскольку формируются по результатам мониторинга. Они могут быть использованы в качестве основы для построения целевых показателей (ЦП) безопасности движения первого и второго уровней.

Целевые показатели первого уровня (ЦППУ) непосредственно порождаются индикаторами технологического процесса (P , N , DTP , PS , PG), а показатели второго уровня (ЦПВУ) формируются на основе полученных ЦППУ (рис. 3).

К целевым показателям БДД первого уровня относят 10 показателей (табл. 1).

Показатели второго уровня, как отмечалось, формируются из показателей первого уровня, при этом классическим примером является закон Смида и его модификации [3, 4] (табл. 2).

Формально, следуя структуре, приведенной на рис. 3, можно синтезировать еще 7 целевых показателей БДД второго уровня, которые являются функциями (U_a): $DTP_p(U_a)$; $PS_p(U_a)$; $DTP_n(U_a)$; $PS_n(U_a)$; $PS_d(U_a)$; $PG_d(U_a)$ и $PG_{ps}(U_a)$.

Казалось бы, можно пойти ещё дальше, создавая, например, группу ЦПВУ как функцию от DTP , однако, это лишено практического смысла. Дело в том, что первичные показатели образуют 2 подгруппы, первая из которых (P , N и их комбинация $U_a = N/P$) – характеризует «генератор процесса аварийности», а вторая (DTP , PG , PS и PG) – этапы развития самого процесса и их следует трактовать как функции аргументов первой подгруппы.

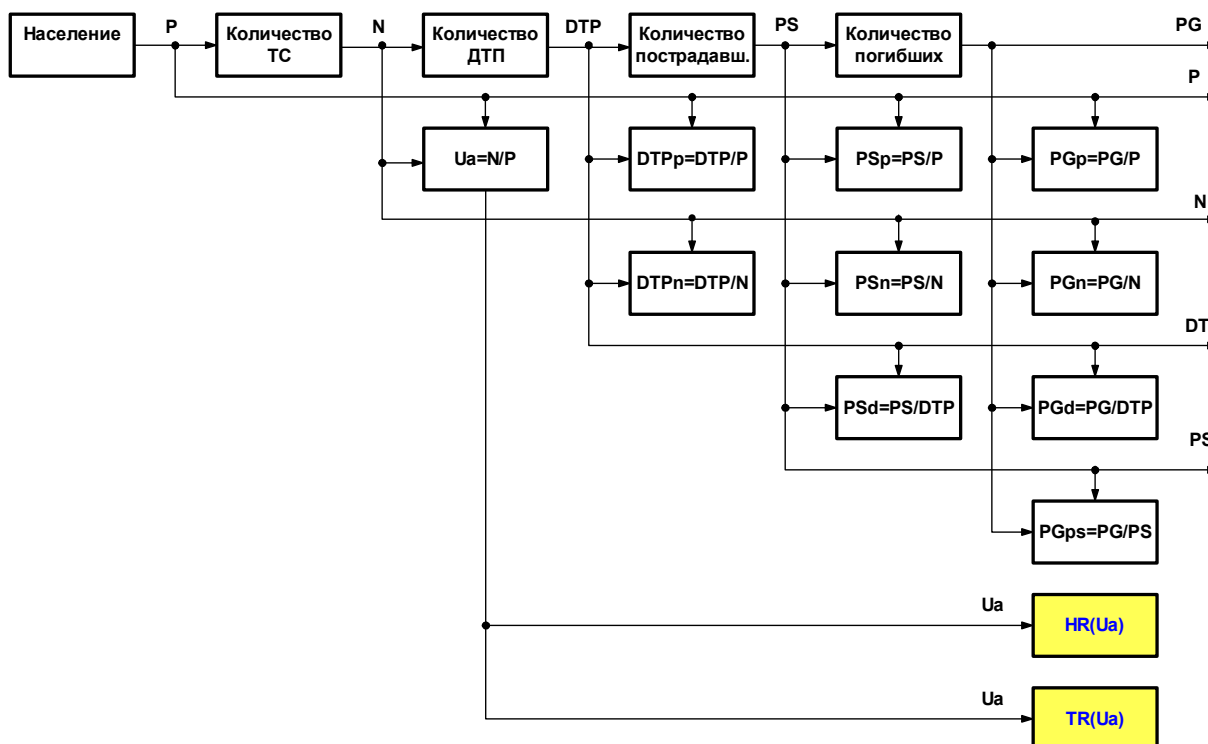


Рис. 3. Структура связи индикаторов технологического процесса с показателями БДД первого и второго уровня

Таблица 1

Целевые показатели БДД первого уровня

№ п/п	Показатель, ед. измерения	Идентификатор	Расчетный алгоритм
1	Уровень автомобилизации, авт./1000 чел.	U_a	$U_a = N/P$
2	Количество ДТП на 1000 жителей, ДТП/1000 чел.	DTP_p	$DTP_p = DTP/P$
3	Число пострадавших в ДТП на 1000 жителей, ДТП/1000 чел.	PS_p	$PS_p = PS/P$
4	Количество погибших в ДТП на 100000 жителей, погибших в ДТП/100 тыс. чел.	PG_p	$PG_p = PG \cdot 100/P$
5	Количество ДТП на 1000 ТС, ДТП/1000 ТС.	DTP_n	$DTP_n = DTP/(N/1000)$
6	Число пострадавших в ДТП на 1000 ТС, пострадавших в ДТП/1000 ТС.	PS_n	$PS_n = PS/(N/1000)$
7	Количество погибших на 100000 ТС, погибших в ДТП/100 тыс. ТС.	PG_n	$DTP_n = DTP/(N/100000)$
8	Число пострадавших на 1 ДТП, пострадавших в ДТП/ДТП.	PS_d	$PS_d = PS/DTP$
9	Количество погибших на 1 ДТП, погибших в ДТП/ДТП.	PG_d	$PG_d = PG/DTP$
10	Тяжесть ДТП, 1/100 ед.	PG_{ps}	$PG_{ps} = PG/PS$
Примечание: P - численность населения, тыс. чел.			

Таблица 2

Целевые показатели БДД второго уровня

№ п/п	Показатель, ед. измерения	Идентификатор	Расчетный алгоритм
1	Социальный риск (количество погибших на 100000 жителей), погибших в ДТП/100 тыс. жит.	HR	$HR = 3 \cdot U_a^{\frac{1}{1+x}}$
2	Транспортный риск (количество погибших на 100000 автомобилей), погибших в ДТП /100 тыс. ТС.	TR	$TR = 3000 \cdot U_a^{\frac{-x}{1+x}}$
Примечание: x – уровень транспортной культуры населения, $x = 1 + \exp(a \cdot U_a)$ [3].			

Рассмотрим далее методику оценки ЦППУ и ЦПВУ. Процедура расчета показателей первого уровня однотипна. Проиллюстрируем её на примере уровня автомобилизации» U_a . На рис. 4 приведена процедура оценки показателя U_a .

Для отсеечения влияния «хвостов» ранговых распределений рабочий диапазон рангов ограничен значениями от 10 до 70. На рис. 5 приведена гистограмма распределения $\ln(U_a)$ в рабочем диапазоне ($10 \leq r \leq 70$), а в табл. 3 дана описательная статистика этого распределения.

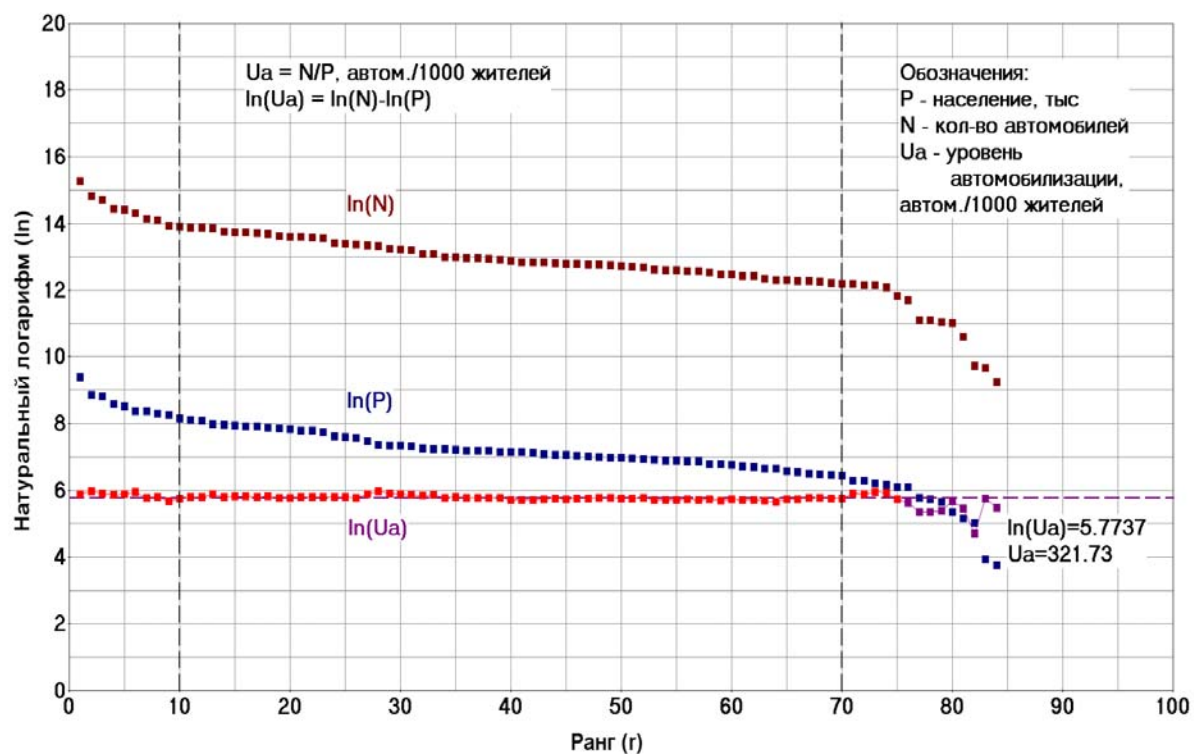


Рис. 4. Оценка уровня автомобилизации Ua в регионах РФ в 2013 г.

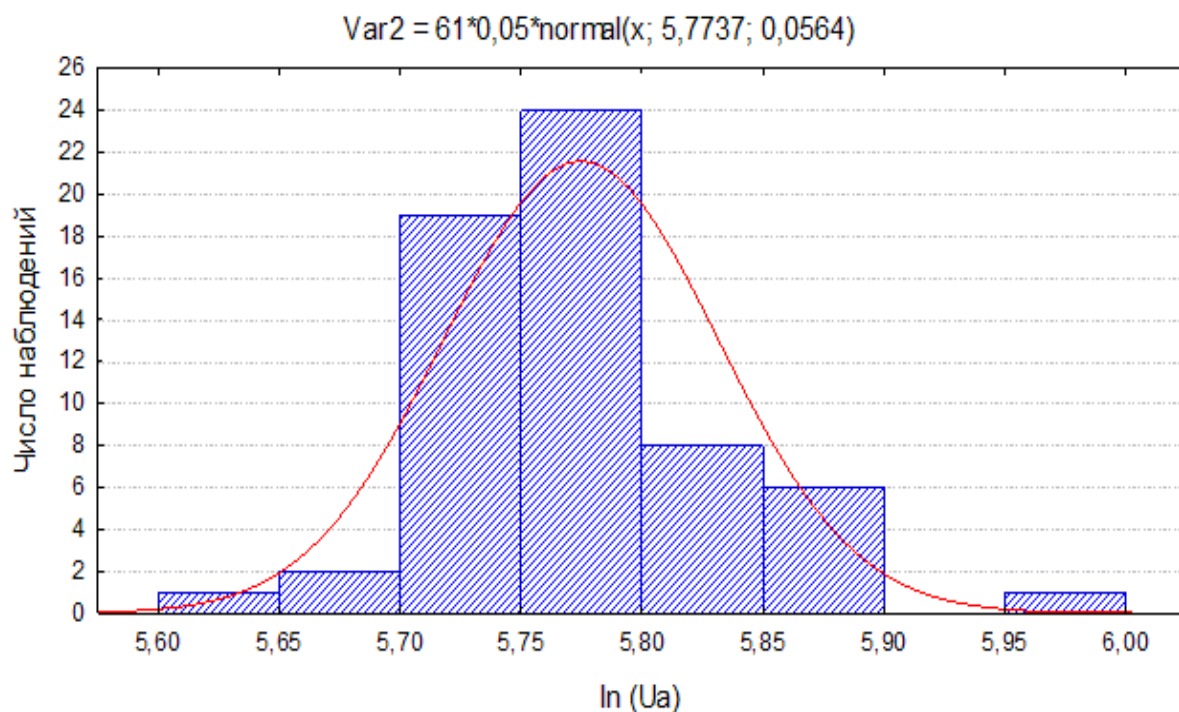


Рис. 5. Гистограмма распределения $\ln(Ua)$ в рабочем диапазоне рангов

Таблица 3

**Описательная статистика $\ln(Ua)$,
полученная по ранговым распределениям**

Переменная	Описательные статистики				
	N наблюдений	Среднее	Минимум	Максимум	Стандартное отклонение
$\ln(Ua)$	61	5,77	5,65	5,97	0,056

В работе [2] нами доказана эквивалентность математических ожиданий Ua , вычисленных двумя способами – традиционным путем и с использованием ранговых распределений, поэтому в последующих процедурах по умолчанию будет использован второй путь.

Результаты оценки целевых показателей первого уровня в среднем по Российской Федерации (2013 г.) приведены в табл. 4. Что же касается показателей второго уровня, то методика их оценки рассмотрена в авторских работах [3, 4].

Таблица 4

**Оценки целевых показателей БДД первого уровня,
полученные по ранговым распределениям**

№ п/п	Показатель, ед. измерения	Идентификатор	Среднее значение показателя
1	Уровень автомобилизации, ТС/1000 чел.	Ua	321,73
2	Количество ДТП на 1000 жителей, ДТП/1000 чел.	$DTPp$	1,59
3	Количество ДТП на 1000 ТС, ДТП/1000 ТС.	$DTPn$	4,63
4	Число пострадавших в ДТП на 1000 жителей, ДТП/1000 чел.	PSp	2,11
5	Число пострадавших в ДТП на 1000 ТС, пострадавших в ДТП/1000 ТС.	PSn	6,55
6	Удельное число пострадавших на 1 ДТП, пострадавших в ДТП/ДТП.	PSd	1,42

Важно отметить, что целевые показатели – это модели, используемые для построения целевой функции управления БДД. Они наполняют системным смыслом не только саму процедуру управления БДД, но и приносят инженерное содержание в трактовку самого понятия эффективности управления. Привлечение аппарата анализа ранговых распределений открывает широкие перспективы для идентификации базовых моделей, составляющих ядро алгоритмического обеспечения системы управления безопасностью дорожного движения в регионе.

Литература

1. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов. – Выпуск 29. Ценологические исследования. – М.: Изд-во ТГУ – Центр системных исследований. - 2005.
2. Колесов В.И., Петров А.И. Использование ранговых распределений при анализе безопасности дорожного движения // Проблемы функционирования систем транспорта: материалы Всероссийской НПК студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием). Т.1 – Тюмень: ТюмГНГУ. - 2014 – С. 258 – 262.
3. Колесов В.И. Модификация закона Смида //Автотранспортное предприятие. – 2012. - № 6. – С. 54-55.
4. Колесов В.И. Моделирование транспортной культуры населения. В печати.
5. Кудрин Б.И. Введение в технетику. – Томск: Изд-во ТГУ. - 1993. – 552 с.
6. <https://www.gibdd.ru/stat/> Госавтоинспекция МВД России. Официальный интернет-сайт. Показатели состояния безопасности дорожного движения.

Сведения об авторах

Колесов Виктор Иванович, - доцент, доцент кафедры «Электроэнергетика» ТюмГНГУ. Служебный адрес: 625000, Тюмень, ул. 50 лет Октября 62, Институт промышленных технологий и инжиниринга ТюмГНГУ, каф. ЭЭ. Телефоны: (3452) 41-65-91 раб.; +7-904-876-05-55 сот. E-mail: vikolesov@yandex.ru

Петров Артур Игоревич, - доцент, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» ТюмГНГУ. Служебный адрес: 625000, Тюмень, ул. Мельникайте 72, Институт транспорта ТюмГНГУ, каф. ЭАТ. Телефоны: (3452) 20-93-02 раб.; +7-908-873-37-19 сот. E-mail: ArtIgPetrov@yandex.ru

УДК 536.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТА «ВЗРЫВНОГО» ПАРООБРАЗОВАНИЯ ПРИ НАГРЕВЕ НЕОДНОРОДНОЙ КАПЛИ ВОДЫ В СРЕДЕ ГОРЯЧИХ ГАЗОВ

Кандидат физ.-мат. наук *О.В. Высокоморная*, доктор физ.-мат. наук *П.А. Стрижак*,
А.А. Щербинина

Энергетический институт

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Проведены численные исследования нагрева и испарения капли воды с твёрдым включением в среде высокотемпературных (более 800 K) газов. Установлены характерные времена нагрева капли до условий интенсивного парообразования (достижения на границе раздела сред «твёрдое включение – жидкость» температуры $T \approx 370$ K). Определено влияние на эти времена толщины плёнки жидкости и внешнего радиуса капли. Выделены предельные условия реализации интенсивного парообразования в зоне контакта жидкости с твёрдым включением.

Ключевые слова: капля воды, твёрдое включение, углеродистая частица, испарение, парообразование, высокотемпературные газы, необходимые и достаточные условия.

USE OF “EXPLOSIVE” VAPORIZATION EFFECT AT THE HEATING OF HETEROGENEOUS WATER DROPLET IN A HOT GAS MEDIUM

PhD (Phys.-Mat.) *O.V. Vysokomornaya*, Dr. (Phys.-Mat.) *P.A. Strizhak*, *A.A. Sherbinina*
Power institute

National research Tomsk polytechnic university

The numerical researches of the heating and evaporation of water droplet with a solid inclusion in a high-temperature (more than 800 K) gas medium were carried out. The characteristic periods of droplet heating up to the conditions of intensive vaporization (achievement of temperature $T \approx 370$ K at the interface “solid inclusion – liquid”) were established. The influence of a liquid film thickness and external droplet radius on these periods was determined. The extreme conditions of intensive evaporation realization in the contact area of liquid and solid inclusion were identified.

Key words: water droplet, solid inclusion, carbon particle, evaporation, vaporization, high-temperature gases, necessary and sufficient conditions.

Введение

Использование тонкораспылённой воды в качестве тушащего состава при ликвидации лесных и городских пожаров является эффективным методом ликвидации очагов возгораний [1–3]. Однако зачастую процесс тушения пожара с применением подобных технологий сопровождается перерасходом тушащей среды. Это влечёт за собой значительные финансовые затраты на реализацию непосредственно процесса тушения в случае ликвидации лесного пожара с применением авиации для сброса больших масс воды в зону пламени, либо приводит к порче имущества в результате залива при тушении городских пожаров.

В работах [4, 5] показано, что для повышения эффективности использования тушащего состава целесообразно дробить капли воды до характерных размеров порядка

160÷170 мкм, а также распылять состав поэтапно. Кроме того, проведены экспериментальные исследования по определению влияния на тепломассоперенос при испарении наличия в каплях воды примесей в виде твёрдых (углеродистых и алюминиевых) частиц [6, 7]. Показано [6, 7], что наличие примесей приводит к более интенсивному прогреву капель. Таким образом, в качестве одной из мер по интенсификации испарения капель воды в высокотемпературных средах может рассматриваться введение в них твёрдых включений, которые, аккумулируя энергию горячих газов, проведённую слоем воды, могут создавать дополнительные очаги парообразования в зоне контакта с водой.

Цель работы – проведение численных исследований процессов тепломассопереноса при нагреве и испарении неоднородной капли воды с твёрдым включением в высокотемпературной среде (с температурой более 800 K).

Модель и метод решения

Схема области численного решения задачи тепломассопереноса при нагреве и испарении капли воды с твёрдым включением в высокотемпературной среде представлена на рис. 1.

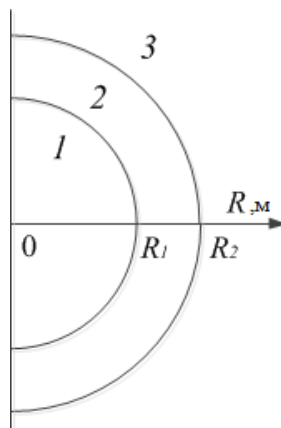


Рис. 1. Схема области решения задачи тепломассопереноса при $0 < t < t_h$: 1 – твердое включение, 2 – жидкость, 3 – газовая среда

Предполагалось, что сферическая капля воды с углеродистым включением в центре при начальной температуре T_0 помещается в газовую среду с температурой T_g , существенно превышающей температуру капли. За счёт энергии газов происходит прогрев и испарение капли. Часть энергии через слой воды проводится к твёрдому включению в центре. Эта энергия аккумулируется углеродистой частицей, что приводит к её разогреву. Таким образом, подвод энергии к слою воды в неоднородной капле начинает осуществляться в двух направлениях: от высокотемпературных газов по направлению к центру капли и от разогретой частицы в центре капли к её поверхности. При достижении условий испарения в зоне контакта жидкости с частицей ($T \approx 370$ K) в этой области формируются дополнительные очаги парообразования. При дальнейшем подводе энергии объём парового пузырька и давление в нём будут возрастать, что может привести к разрыву капли.

Осесимметричная задача тепломассопереноса решалась при следующих допущениях:

1. Не учитывался процесс внутреннего притока массы в капле (решалась задача тепломассопереноса с учетом тепловых эффектов эндотермических фазовых превращений).
2. Учитывалось изменение (уменьшение) размеров пленки жидкости (δR) и капли в целом (R_2) за счет испарения только со свободной (внешней) поверхности последней.

3. Теплофизические характеристики компонент неоднородной капли не зависели от температуры.

При проведении численных исследований вычислялось время от начала нагрева неоднородной капли до реализации условий испарения в зоне контакта твёрдого включения с жидкостью t_h .

Математическая постановка задачи включает в себя нестационарные дифференциальные уравнения в частных производных ($0 \leq t \leq t_h$):

$$\frac{\partial T_1}{\partial t} = \frac{\partial^2 T_1}{\partial R^2} + \frac{2}{R} \frac{\partial T_1}{\partial R}, \quad 0 < R < R_1; \quad (1)$$

$$\frac{\partial T_2}{\partial t} = \frac{\partial^2 T_2}{\partial R^2} + \frac{2}{R} \frac{\partial T_2}{\partial R} + \frac{\partial H(R)}{\partial R}, \quad R_1 < R < R_2. \quad (2)$$

Начальные ($t=0$) условия: $T=T_0$ при $0 < R < R_2$.

Граничные условия при $0 \leq t \leq t_h$:

$$R=0, \quad \frac{\partial T_1}{\partial R} = 0; \quad (3)$$

$$R=R_1, \quad \frac{\partial T_2}{\partial R} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \frac{\partial T_1}{\partial R} + H(R_1) - Q_e W_e; \quad (4)$$

$$R=R_2, \quad \frac{\partial T_2}{\partial R} = H(R_1) - Q_e W_e. \quad (5)$$

Для вычисления плотности теплового потока в рассматриваемой системе использовались математические выражения законов Стефана-Больцмана и Бугера-Ламберта-Бера [8]:

$$\begin{aligned} H(R_2) &= \varepsilon_2 \sigma [T_f^4 - T(R_2)^4], \\ H(R_1) &= H(R_2) \exp(-k_\lambda [r_2 - r_1]), \\ H(R) &= H(R_2) \exp(-k_\lambda [r_2 - r]). \end{aligned}$$

Скорости испарения W_e на границе раздела сред «твёрдое включение – жидкость» и свободной поверхности капли определялись с использованием зависимости, установленной в результате обработки экспериментальных данных [9] с применением моделей [10, 11]:

$$W_e(T) = 5 \cdot 10^{-5} \exp[0,02T].$$

Расчет изменения размера капли за счет испарения со свободной поверхности проводился с применением типичного для моделей [12, 13] выражения:

$$\Delta R = \frac{W_e(R_2)t}{\rho_2}.$$

Здесь t – время, с; t_h – время нагрева неоднородной капли до достижения условия интенсивного парообразования, с; T – температура, К; T_0 – начальная температура неоднородной капли, К; T_f – температура газовой среды, К; R_1 и R_2 – радиус твёрдого включения и внешний радиус неоднородной капли соответственно, м; $H(R)$ – плотность энергии, пе-

редаваемой от высокотемпературных газов неоднородной капле, Вт/м²; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К); Q_e – тепловой эффект испарения воды, Дж/кг; W_e – массовая скорость испарения воды, кг/(м²·с); ε – степень черноты; σ – постоянная Стефана-Больцмана, Вт/(м²·К⁴); k_λ – показатель поглощения, м⁻¹; ρ – плотность, кг/м³.

Система дифференциальных уравнений с соответствующими краевыми условиями решалась методом конечных разностей [14]. Для решения разностных аналогов дифференциальных уравнений использовался локально-одномерный метод [15]. Нелинейные разностные аналоги дифференциальных уравнений решались методом итераций [16]. Решение одномерных разностных уравнений проводилось методом прогонки с использованием неявной четырехточечной разностной схемы [14]. Для оценки достоверности результатов численных исследований выполнена проверка консервативности разностной схемы, алгоритм которой представлен в [12, 13].

Результаты и их обсуждение

Исследование процессов теплопереноса в условиях фазовых превращений проводилось при следующих значениях параметров: начальная температура капли воды с твердым включением $T_0=300$ К, внешней газовой среды $T_f=800\div1500$ К; исходный размер капли $R_1=(0.5\div1.5)\cdot10^{-3}$ м; начальная толщина пленки жидкости $\delta R=(0.1\div1)\cdot10^{-3}$ м. Теплофизические характеристики элементов (углеродистая частица, вода, воздух) исследуемой системы и оптические свойства воды выбирались в [17–19].

На рис. 2 приведены типичные распределения температуры в неоднородной капле в разные моменты времени. Видно, что на начальной стадии нагрева температура по толщине пленки воды вокруг включения изменяется особенно существенно. Это обусловлено поглощением энергии газовой среды водой и ее аккумулярованием у границы «твердое включение – жидкость». Вследствие низкой (в несколько раз меньшей, чем у жидкости) теплопроводности материала включения малая доля подведенной к его поверхности энергии расходуется на его прогрев по радиусу к центру. Определяющая часть этой энергии аккумуляруется в тонком приповерхностном слое. Как следствие температура на границе раздела сред $R=R_1$ (рис. 1) растет быстрее, чем по толщине пленки жидкости (рис. 2).

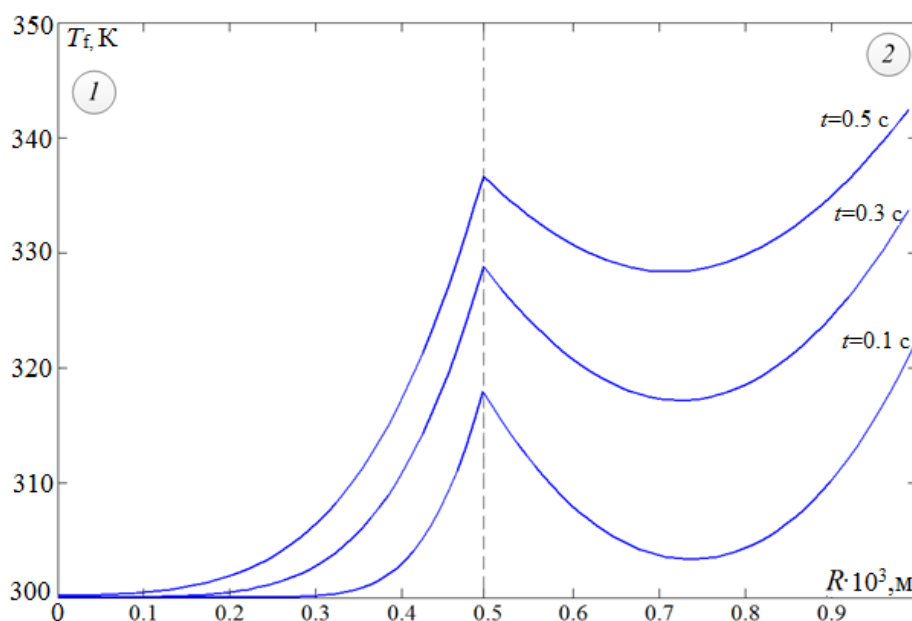


Рис. 2. Распределения температуры в неоднородной капле воды в разные ($t=0.1$ с, $t=0.3$ с, $t=0.5$ с) моменты времени ($T_f=1300$ К, $\delta R=0.5\cdot10^{-3}$ м, $R_2=10^{-3}$ м): 1 – твердое включение, 2 – жидкость

С ростом времени прогрева распределение температуры по толщине пленки жидкости становится более равномерным (рис. 2). Это обусловлено тем, что при увеличении времени нагрева часть энергии все-таки проходит вглубь включения. Также с ростом температуры на границах $R=R_1$ и $R=R_2$ (рис. 1) увеличиваются характерные скорости испарения [9]. Это приводит к некоторой стабилизации температуры на этих границах и росту T по толщине пленки жидкости в целом (рис. 2).

Также на рис. 2 можно отметить характерное уменьшение толщины пленки жидкости с ростом времени нагрева за счет испарения со свободной поверхности (по распределению температуры можно проследить изменение положения границы $R=R_2$). Уменьшение характерного размера пленки жидкости в процессе нагрева играет определяющую роль в обеспечении условий роста температуры на границе $R=R_1$ до значения $T \approx 370$ К (особенно при уменьшении T_f).

Следует отметить, что в результате проведения численных исследований были выявлены предельные условия реализации интенсивного испарения неоднородной капли с формированием очагов парообразования в области контакта твердого включения с жидкостью. Установлено, что при температуре газов $T_f < 1350$ К и толщине пленки жидкости $\delta R < 0.2 \cdot 10^{-3}$ м условия испарения на границе раздела «частица – жидкость» $T(R_1) \approx 370$ К не достигаются, и испарение капли происходит только на внешней её границе.

При проведении исследований была проанализирована зависимость характерного времени от начала нагрева неоднородной капли до реализации условий испарения в зоне контакта твердого включения с жидкостью t_h от толщины слоя жидкости δR и радиуса капли R_2 . Результаты численного моделирования представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Зависимость времени нагрева капли до интенсивного парообразования от толщины пленки жидкости δR при разных значениях температуры газовой среды T_f ($R_2 = 10^{-3}$ м)

$\delta R \cdot 10^{-3}$, м	t_h , с				
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$T_f = 1400$ К	2,4	2,19	2,043	1,777	1,683
$T_f = 1450$ К	1,294	1,128	1,021	0,937	0,911
$T_f = 1500$ К	0,885	0,751	0,687	0,638	0,622

Таблица 2

Зависимость времени нагрева капли до интенсивного парообразования от её радиуса R_2 при разных значениях толщины слоя жидкости δR ($T_f = 1400$ К)

$R_2 \cdot 10^{-3}$, м	t_h , с			
	0,7	1	1,2	1,5
$\delta R = 0.3 \cdot 10^{-3}$ м	2,4	2,19	2,043	1,777
$\delta R = 0.4 \cdot 10^{-3}$ м	1,294	1,128	1,021	0,937
$\delta R = 0.5 \cdot 10^{-3}$ м	0,885	0,751	0,687	0,638

При увеличении характерного размера (δR) пленки жидкости вокруг включения установлено некоторое постоянство и даже снижение времен t_h (табл. 1). Это обусловлено тем, что, с одной стороны, рост δR приводит к увеличению поглощенной энергии водой и снижению теплового потока на границе «твердое включение – жидкость». С другой стороны, рост δR приводит к более равномерному прогреву пленки, снижению скорости ее испарения и, как следствие, аккумулярованию энергии у границы «твердое включение – жидкость». Аналогичный вывод можно сделать и на основании данных табл. 2.

Также по результатам анализа данных табл. 2 можно заключить, что увеличение характерного размера капли при постоянной толщине пленки жидкости не приводит к существенному изменению времен t_h (особенно при R_2 в несколько раз больших, чем δR). Это обусловлено тем, что при малых временах реализации процесса, высоких скоростях нагрева жидкости и фазовых превращений, а также низкой теплопроводности материала включения его размер не может быть определяющим. Главную роль играет толщина δR . Очевидно, что в случае материала включения с высокой (относительно жидкости) теплопроводностью роль характерных размеров R_1 и R_2 усилится (интенсифицируется сток тепла к центру включения от его поверхности).

Представленная в работе численная модель может быть использована для прогнозирования условий интенсивного испарения капель воды с твердыми включениями в высокотемпературных газовых средах.

Заключение

Проведенные численные исследования позволили установить предельные условия реализации интенсивного испарения неоднородной капли воды в зоне контакта твердого включения со слоем жидкости. Для достижения условий испарения воды на внутренней границе ($T(R_1) \approx 370$ К) необходимыми условиями являются $T \geq 1300$ К и $\delta R \geq 0.2 \cdot 10^{-3}$ м.

Также были определены масштабы влияния на характерное время от начала нагрева до реализации условий интенсивного испарения неоднородной капли t_h таких факторов, как толщина пленки воды в неоднородной капле δR и внешний радиус капли R_2 . Показано, что увеличение толщины пленки жидкости приводит к некоторому снижению характерного времени t_h в то время как изменение внешнего радиуса капли R_2 не оказывает существенного влияния на указанную характеристику процесса испарения.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации (МД-2806.2015.8).

Литература

1. Хасанов И.Р., Москвиллин Е.А. Авиационные методы тушения крупных лесных пожаров. Проблемы горения и тушения пожаров на рубеже веков: материалы XV научно-практической конференции. Москва: ВНИИПО. - 1999. Ч. 1. С. 300–301.
2. Горшков В.С., Москвиллин Е.А., Хасанов И.Р. Оценка параметров тушения лесных пожаров авиационными средствами. Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций и их источников: сборник тезисов научно-практической конференции. Москва: ИИЦ ВНИИ ГОЧС. - 2001. С. 34–35.
3. Wighus R. Water mist fire suppression technology – status and gaps in knowledge. Proceedingsoftheinternationalwatermistconference. Vienna. - 2001.P. 1–26.
4. Волков Р.С., Высокоморная О.В., Кузнецов Г.В., Стрижак П.А. Экспериментальное исследование закономерностей испарения тонкораспыленной воды при движении через высокотемпературные продукты сгорания // Бутлеровские сообщения. - 2013. Т. 35, № 9. С. 38–46.

5. Волков Р.С., Кузнецов Г.В., Стрижак П.А. Экспериментальное исследование полноты испарения распылённой воды при её движении через пламя // Пожаровзрывобезопасность. - 2013. Т.22, № 10. С. 15–24.
6. Volkov R.S., Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. Experimental investigation of mixtures and foreign inclusions in water droplets influence on integral characteristics of their evaporation // International Journal of Thermal Sciences. - 2015. V. 88. P. 193–200.
7. Волков Р.С., Забелин М.В., Кузнецов Г.В., Стрижак П.А. Влияние твёрдых включений в каплях жидкости на интенсивность парообразования в зоне пламени // Пожаровзрывобезопасность. - 2014. Т. 23, № 5. С. 10–17.
8. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. М.: Атомиздат. - 1979.
9. Kuznetsov G.V., Kuibin P.A., Strizhak P.A. Estimation of the Numerical Values of the Evaporation Constants of the Water Drops Moving in the High Temperature Gas Flow // High Temperature. - 2015. V. 53, № 2. P. 254–258.
10. Муратова Т.М., Лабунцов Д.А. Кинетический анализ процессов испарения и конденсации // Теплофизика высоких температур. - 1969. Т. 7, № 5. С. 959–967.
11. Авдеев А.А., Зудин Ю.Б. Кинетический анализ интенсивного испарения (метод обратных балансов) // Теплофизика высоких температур. - 2012. Т. 50, № 4. С. 565–574.
12. Vysokomornaya O.V., Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. Numerical Analysis of Heat-Mass Transfer Mechanisms in Gas-Phase Ignition of Films of Liquid Condensed Substances by a Laser Beam // Journal of Engineering Thermophysics. - 2010. № 2. P. 85–93.
13. Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. Analysis of Possible Reasons for Macroscopic Differences in the Characteristics of the Ignition of a Model Liquid Fuel by a Local Heat Source and a Massive Heated Body // Russian Journal of Physical Chemistry B. - 2012. № 4. P. 498–510.
14. Самарский А.А. Теория разностных схем. Москва: Наука. - 1983.
15. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Численные методы решения задач конвекции – диффузии. Москва: Эдиториал УРСС. - 1999.
16. Коздоба Л.А. Методы решения нелинейных задач теплопроводности. Москва: Наука. - 1975.
17. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. Москва: ООО «Старс». - 2006.
18. Теплотехнический справочник /Под ред. В.Н. Юренева, П.Д. Лебедева. Москва: Энергия. - 1975. Т. 1.
19. Теплотехнический справочник /Под ред. В.Н. Юренева, П.Д. Лебедева. Москва: Энергия. - 1975. Т. 2.

Сведения об авторах

Высокоморная Ольга Валерьевна, - инженер-исследователь кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов Национального исследовательского Томского политехнического университета. Энергетический институт. 634050 Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30. Телефон: +7(3822) 701-777, доп. 1957, +79138461236. E-mail: vysokomornyy@yandex.ru.

Стрижак Павел Александрович, - заместитель директора Энергетического института по научной работе, профессор кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов. Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050 Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, Телефон: +7(3822) 701-777, доп. 1910, +79039134829. E-mail: pavelspa@tpu.ru.

Щербинина Анастасия Анатольевна, - инженер кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов, аспирант. Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Энергетический институт. 634050 Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30. Телефон: +7(3822) 701-777, доп. 3463, +79528918013. E-mail: syasherb@tpu.ru.

УДК 550.348.098.64

СИСТЕМА СБОРА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Доктор техн. наук *Н.М. Булаева*

ООО «Центр сопряженного мониторинга окружающей среды
и природных ресурсов»

Доктор техн. наук *М.Н. Дадашев, Р.Р. Мурсалов*

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М.Губкина

В XXI веке проведение комплексных сейсмологических исследований не обходится без использования современных геоинформационных технологий (ГИТ), реализованных в геоинформационных системах (ГИС). В работе показано, что в сочетании с другими методами, ГИС служат хорошим дополнением, при решении различных сейсмологических и экологических задач, и их часто используют для создания базы данных по редким видам, сообществам и ресурсам, для моделирования последствий антропогенного и техногенного воздействия на экосистемы. Рассмотрены вопросы сбора и анализа сейсмологической информации. Установлено, что одним из прикладных аспектов сейсмологического мониторинга является задача изучения взаимосвязи теплового поля с сейсмической активностью региона.

Ключевые слова: мониторинг, землетрясения, сейсмология, система, визуализация, геоинформационные технологии, экология, тепловое поле, база данных.

SYSTEM OF COLLECTION AND VISUALIZATION OF THE SEISMOLOGICAL INFORMATION

Dr. (Tech.) *N.M. Bulaeva*

ООО "The center of combined monitoring of environment and natural resources"

Dr. (Tech.) *M.N. Dadashev, R.R. Mursalov*

Federal state budgetary educational institution of higher vocational education
«Gubkin Russian State University of Oil and Gas»

In XXI century conducting the comprehensive seismological studies it does not manage without the use of contemporary geo-information technologies (GIT), realized in the geo-information systems (GIS). In the work it is shown that in combination with other methods, GIS they serve as a good addition, with the solution of different seismological and ecological problems, and they frequently are used for creating the data base for rare I see, to associations and to resources, for the simulation of the consequences of anthropogenic and technogenic action on the ecosystems. Questions of collection and analysis of seismological information are examined. It is established that the task of studying the interrelation of thermal field with the seismic activity of region is one of the applied aspects of seismological monitoring.

Key words: monitoring, earthquake, seismology, system, visualization, geo-information technologies, ecology, thermal field, the data base.

Введение

В XXI веке проведение комплексных сейсмологических исследований не обходится без использования современных геоинформационных технологий (ГИТ), реализованных в геоинформационных системах (ГИС). В сочетании с другими методами, ГИС служат прекрасным дополнением при решении различных сейсмологических и экологических задач, и их часто используют для создания базы данных по редким видам, сообществам и ресурсам, для моделирования последствий антропогенной и техногенной нагрузки на чувствительные элементы экосистем. Целью данной работы является представление возможных методов и решений актуальных проблем и прикладных задач сейсмологии, в Республике Дагестан, на базе создания собственных геоинформационных систем мониторинга.

Созданная сейсмическая база данных, в которую включены сведения об очагах землетрясений с 1969 г. по Восточному Кавказу, позволяет хранить информацию, полученную различными методами. Данные поступают от различных источников: оперативные сейсмические каталоги Обнинского центра, сейсмических станций, выборка по конкретным землетрясениям или зонам, данные, приведенные в литературных источниках и др.

Поскольку программное обеспечение разрабатывается в среде визуального программирования Delphi, то для реализации баз данных был выбран SQL-сервер InterBase, т.к. он предназначен для хранения и обработки больших объемов информации в условиях одновременной работы с БД множества клиентских приложений. Место возникновения сейсмического события определяется гипоцентром (широта, долгота и глубина), таким образом, для наблюдения реалистической картины возникновения очагов необходимо представлять событие в трехмерном пространстве. Для этого, была разработана система трехмерной визуализации, общая структура которого представлена на рис.1.

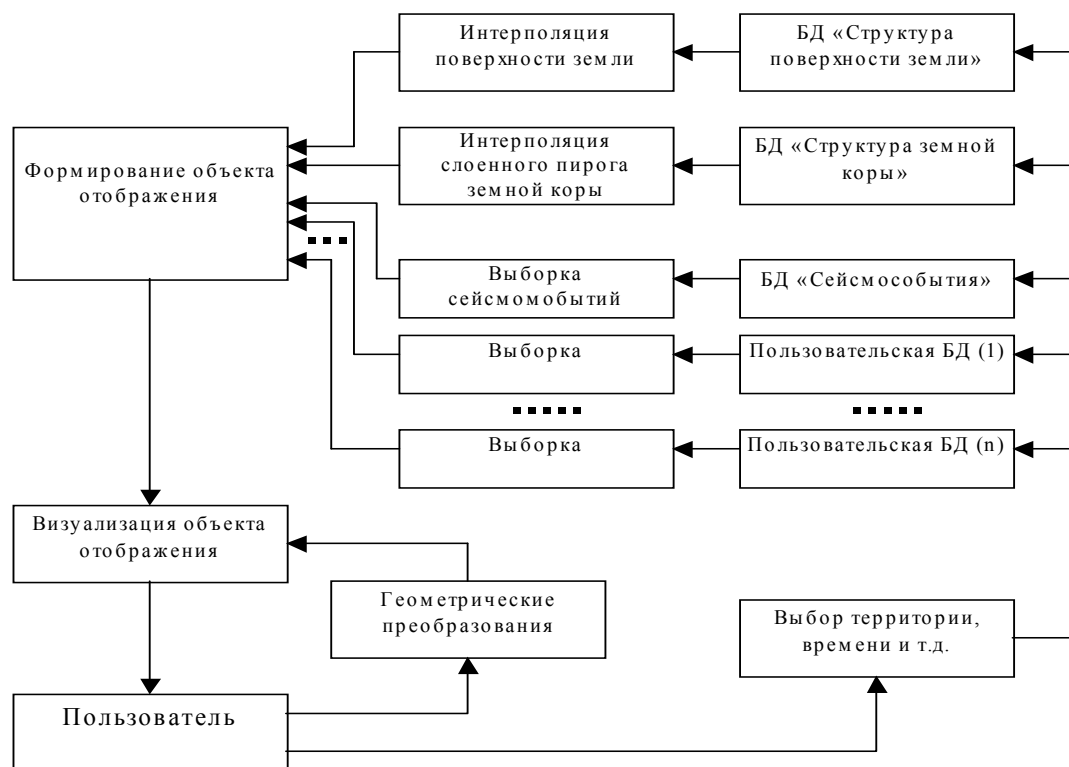


Рис.1. Общая структура системы визуального отображения мониторинговой информации

В системе предполагается наличие двух основных баз данных: БД «Структура поверхности земли» и БД «Структура земной коры». Эти БД представляют собой информационную основу для формирования объекта отображения. Их наличие необходимо для обеспечения визуальной привязки тематической информации к картографическим данным.

Все модели при визуализации объединяются в единое целое. Имея в наличии общую цифровую модель региона, мы сможем визуально отображать развитие сейсмических процессов, учитывая особенности среды, в которых они протекают.

Одним из прикладных аспектов применения результатов сопряженного мониторинга теплового поля, выполняемого на базе геоинформационных технологий, является задача изучения взаимосвязи теплового поля с сейсмической активностью региона [1]. Решив эту задачу, дистанционные данные можно использовать как один из предвестников землетрясения. Для решения поставленной задачи необходимо, по крайней мере, создание трех основных компонентов: электронной библиотеки или базы данных по сейсмическим событиям региона, электронного банка температурных данных во времени и единой картографической основы.

За период 1999 - 2003 гг. создана БД очагов землетрясений на территории Восточного Предкавказья, которая постоянно пополняется. Создан банк дистанционных данных по изучаемому региону, куда вошли изображения с искусственных спутников Земли NOAA за период 1996-2003 гг. [2– 5].

Нами были проведены исследования динамики температурного поля в районе Дылым-Дубки во время землетрясения 1999 г., которое выявило закономерности изменения температурного поля в дневное и ночное время суток во время всплесков сейсмической активности [4]. Полученные результаты моделирования позволили провести сопоставительный анализ температурных данных применительно к сейсмическому режиму в районе Дубков. Подробные исследования тепловых аномалий во время землетрясений по данным спутника NOAA проведены для Китая, Японии и Европы [5]. В этих исследованиях показано, что тепловые аномалии появляются от 6 до 24 дней до землетрясения и остаются еще около недели после. Они приурочены к землетрясениям с магнитудой более 4.7 и глубиной менее 60 км. Амплитуда аномалии находится в пределах от 3 до 7°C.

Для проведения исследований из базы данных по сейсмическим событиям произведена выборка сейсмических очагов, относящихся к землетрясению 1999 года в Дубках за период с 1 января по 28 февраля 1999 г. Всего из базы данных выбраны 186 событий с энергетическим классом, превышающим 5.0. Для того чтобы лучше понять картину распределения сейсмической активности во времени, составлена таблица, отражающая динамику распространения очагов землетрясения и их силу (табл.1).

Всплески сейсмической активности делятся на два периода: 31 января – 4 февраля и 21 – 26 февраля. На рис.2 показаны эпицентры очагов землетрясения за январь – февраль 1999 года.

Основной поток информации, поступающей со спутников серии NOAA, составляют данные прибора AVHRR.

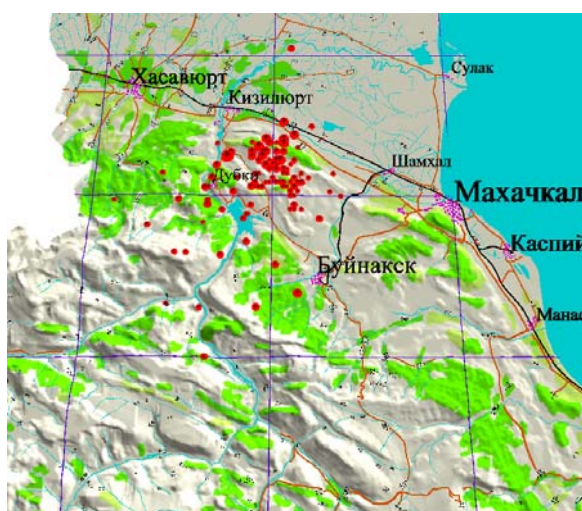
Прибор AVHRR измеряет собственное и отраженное Землей излучение в пяти спектральных каналах. Чтобы регистрировать излучение, приходящее в основном от интересующих наблюдателя объектов (земля, море, облачность и т.д.), спектральные диапазоны каналов должны приходиться на окна прозрачности атмосферы.

Было выполнено восстановление приповерхностной температуры для каждого из снимков. Для расчетов поверхностной температуры использовались методы *SST (Sea Surface Temperature) – Day / Night Split*.

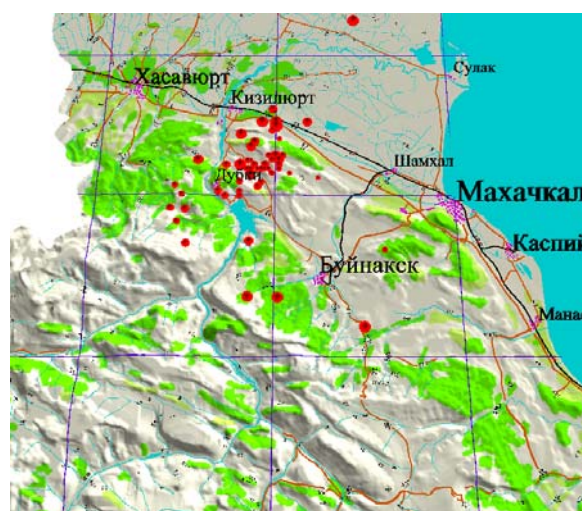
Данные по температуре, полученные с помощью программы AVHRR, по каждому космическому изображению были преобразованы в серию специализированных форматов тематической окраски рельефа (PNT) цифровой картографической 3D-модели.

Таблица 1

№№	Дата	Количество событий	Среднее значение энергет. класса	Суммарное значение энергет. класса
1	22 января	1	7.1	7.1
2	28 января	1	8.1	8.1
3	31 января	49	11.52	13.21
4	1 февраля	21	10.34	11.66
5	2 февраля	16	9.41	10.62
6	3 февраля	10	7.86	8.86
7	4 февраля	7	10.36	11.20
8	5 февраля	4	8.93	9.53
9	6 февраля	3	7.68	8.16
10	7 февраля	4	9.03	9.64
11	8 февраля	1	7.3	7.3
12	9 февраля	2	7.95	8.25
13	10 февраля	1	8.9	8.9
14	11 февраля	1	8.3	8.3
15	14 февраля	3	7.53	8.06
16	18 февраля	1	6.6	6.6
17	19 февраля	1	9	9
18	21 февраля	20	10.62	11.92
19	22 февраля	21	10.1	11.42
20	23 февраля	5	10.53	11.23
21	24 февраля	3	7.73	8.20
22	25 февраля	4	9.16	9.76
23	26 февраля	2	6.01	6.31
24	27 февраля	4	6.85	7.45
25	28 февраля	1	7.1	7.1



а



б

Рис.2. Эпицентры очагов землетрясения в Дубках за период:
(а) 22 января – 4 февраля 1999г., (б) 21 – 28 февраля 1999г.

В процессе преобразования осуществлялась привязка космического изображения к географической сетке для последующей интеграции в формат PNT. Привязка космического изображения к географической сетке сводится к задаче трансформирования раstra и осуществляется по технологии, разработанной в лаборатории региональной геоинформационных технологий в ООО «Центр сопряженного мониторинга окружающей среды и природных ресурсов» [3].

Поскольку имели место два всплеска сейсмической активности (рис. 2), то для каждого временного интервала, соответствующего этому всплеску, можно составить композиции псевдоцветных температурных изображений для сравнения и анализа. Известно, что приповерхностная температура меняется в течение суток, поэтому, чтобы сопоставление выглядело логичным, подобрано примерно одинаковое время съемки. На рис.3. показана последовательность изображений на основе снимков: 21, 22, 24 и 29 января. Время съемки 13:30 – 14:15 (время московское) по Гринвичу от 10:30 до 11:15.

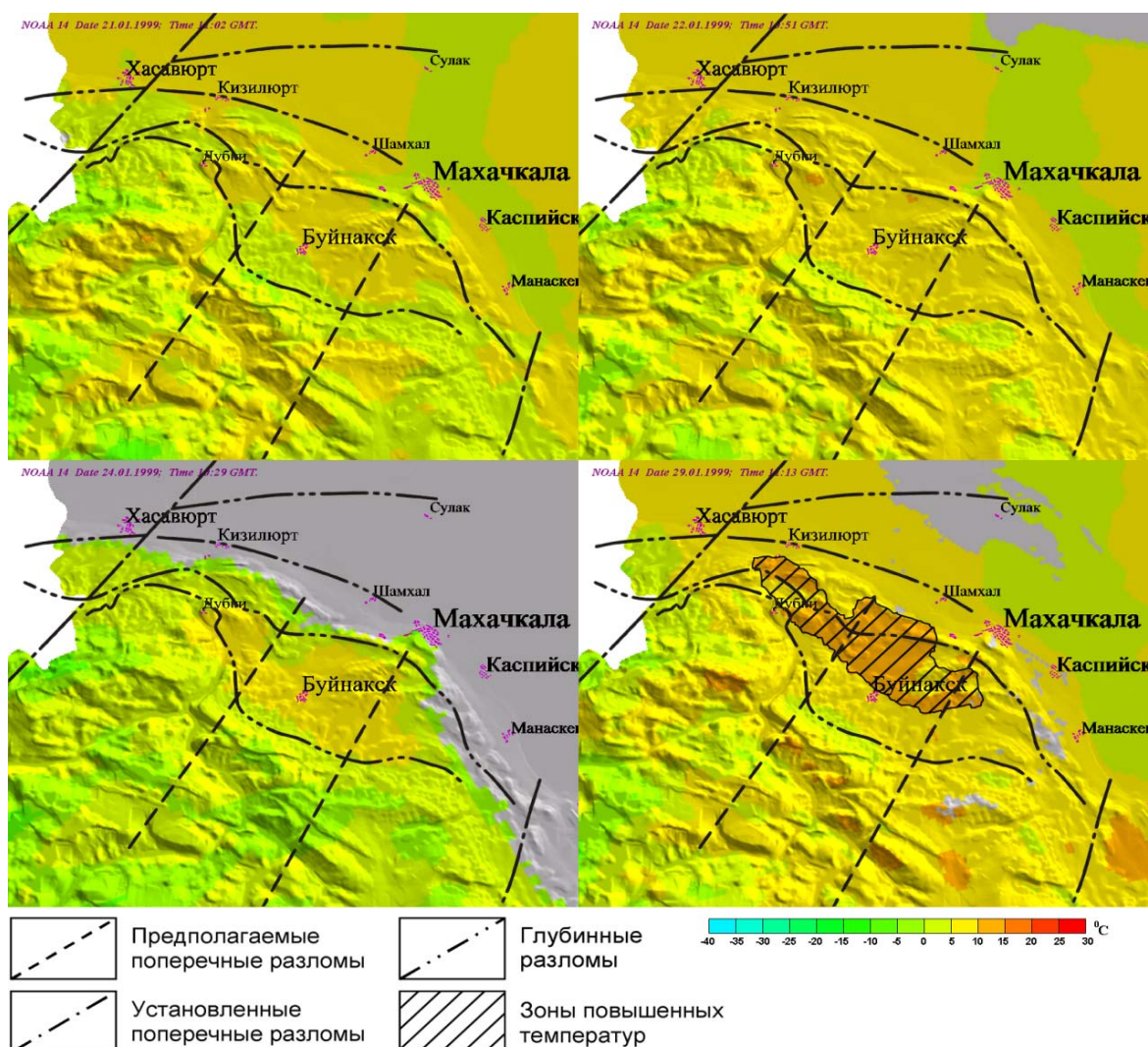


Рис.3. Последовательность псевдоцветных температурных изображений на основе снимков за 21, 22, 24 и 29 января 1999 года в дневное время суток

Так как тепловое излучение от земной поверхности в дневное время суток при солнечном излучении включает отраженную составляющую солнечной энергии, тепло объектов нагретых солнечным излучением и др., то весьма интересными представляются результаты ночной съемки, для которой тепловое излучение преимущественно зависит от теплового излучения земной коры. На рис.4 представлена последовательность изображений на основе снимков: 22, 24, 27 и 29 января.

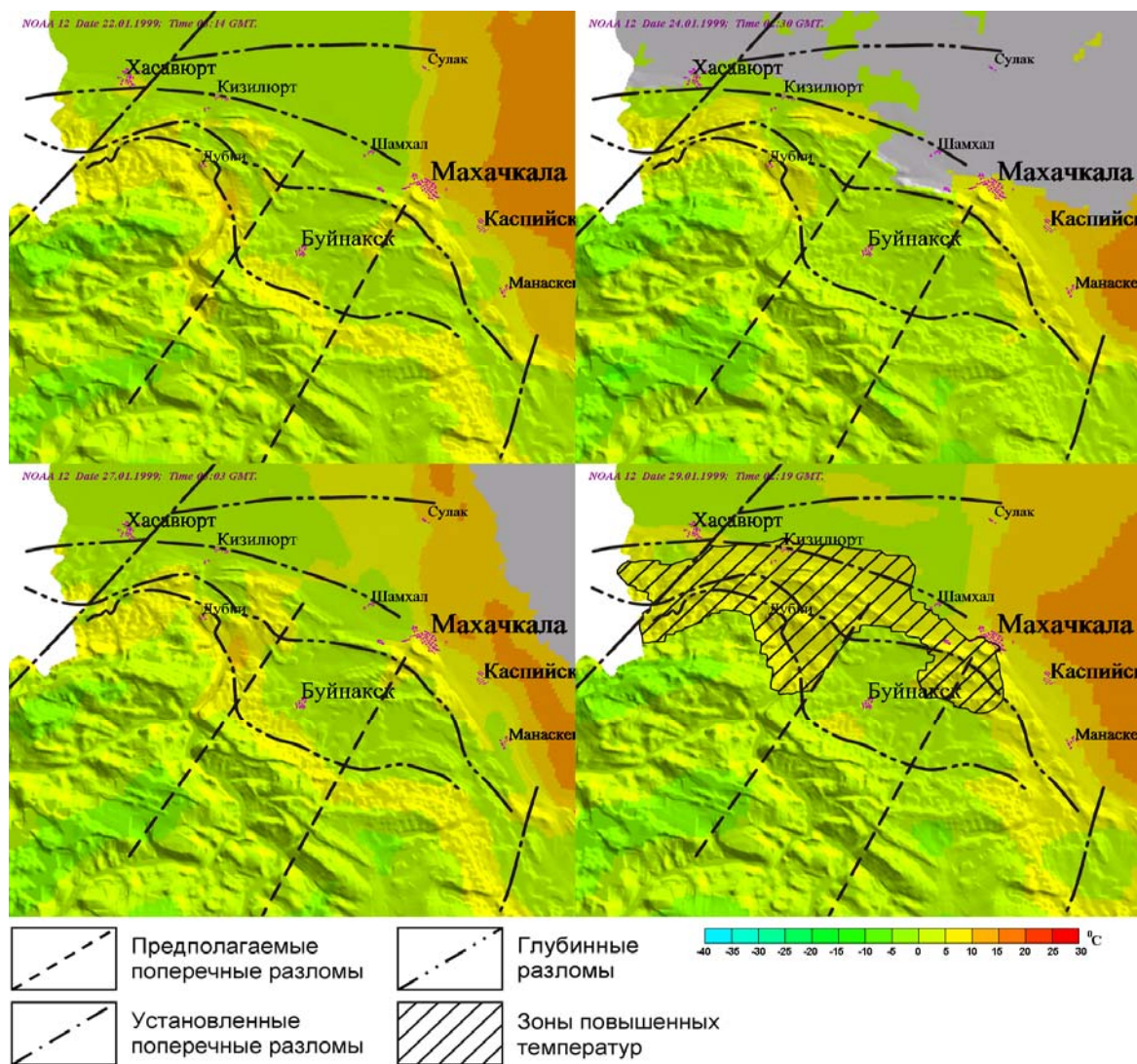


Рис.4 Последовательность псевдоцветных температурных изображений на основе снимков за 22, 24, 27 и 29 января 1999 года в ночное время суток

Время съемки от 5:19 до 6:14 - предрассветные часы (время московское), по Гринвичу от 2:19 до 3:14.

Дополнительной информацией к приведенным выше рисункам является то, что на снимках за 30 января район Дубков плотно закрыт облачностью, а за 31 января (когда произошли главное событие и мощная серия афтершоков) снимков нет вовсе.

Полученные результаты моделирования и показанные фрагменты (рис.2 - 4) этих результатов позволяют провести сопоставительный анализ температурных данных применительно к сейсмическому режиму в районе Дубков за период январь – февраль 1999 го-

да. А использованная в моделировании цифровая картографическая 3D-модель и ее составляющая цифровая модель рельефа наглядно демонстрируют разломные зоны, проходящие в районе сейсмической активности.

Проанализируя полученные изображения на основе дневных и ночных снимков, относящихся к сейсмической активности, на всех четырех изображениях по данным дневных снимков за 21, 22, 24 и 29 января просматриваются участки с повышенными значениями температур в области сейсмической активности. При этом особенно четко они просматриваются на изображениях, относящихся к снимкам за 24 января и 29 января. На этом же изображении просматривается очаговая зона главного толчка (31 января) севернее Чиркейского водохранилища.

Ночные снимки в предрассветные часы (когда минимально влияние экзогенных процессов) перед землетрясением 31 января (рис.4) за 22, 24, 27 и 29 января дают очень интересные результаты. Можно наблюдать, что на изображении, относящемся к 29 января, область повышенной температуры со значениями 5 - 10°C покрывает всю разломную зону от Махачкалы до Хасавюрта, включая зону Чиркейского водохранилища и поселка Дубки.

Заключение

В заключение следует отметить, что на базе созданной геоинформационной системы мониторинга, в сочетании с другими методами, можно получать надежные экспериментальные данные, которые могут служить основой при моделировании и решении различных эколого-сейсмологических задач.

На основе экспресс метода исследования тепловых полей, в комплексе с аэрокосмическими и наземными материалами, можно разработать новую методику сейсмологического информационного мониторинга, что в итоге позволит оперативно следить за изменениями в окружающей среде, своевременно разработать необходимые программы мероприятий, для снижения техногенной и антропогенной нагрузки на природную среду и обеспечения безопасности населения.

Литература

1. Bulaeva N.M., Kudrjavitseva K.A., Kobzarenko D.N., Osmanov R.S. Construction and visualization of digital cartographical 3D-models and their application for analysis of the geologic structure of East Ciscaucasia // International conference «GIS in geology», extended abstracts, Vernadsky State Geological Museum of RAS, 13-15 november, Moscow. - 2002, P.23-24.
2. Bulaeva N.M., Kobzarenko D.N., Osmanov R.S., Bugajova O.S. Visualization of the seismological and remote information within the framework of 3D-model of Republic Daghestan // International conference «GIS in geology», extended abstracts, Vernadsky State Geological Museum of RAS, 13-15 november, Moscow. - 2002, P.25-26.
3. Булаева Н.М., Тупик Н.В., Кобзаренко Д.Н., Пономарева Н.Л. Разработка системы сбора и визуализации сейсмологической информации //Респ. конференция «Информационные и телекоммуникационные системы: интегрированные корпоративные сети», 10-12 октября 2001г.: Материалы –Махачкала. - 2001. – С.199-208.
4. Булаева Н.М., Кобзаренко Д.Н., Османов Р.Ш., Аскеров С.Я. Исследование связи приповерхностного температурного поля с сейсмической активностью центральной части Дагестанского клина на основе спутниковых данных NOAA // Вестник Дагестанского научного центра РАН. - 2004. №16. С.29-36.
5. Гвишиани А.Д., Горшков А.И., Ранцман Е.Я., Систернас А., Соловьёв А.А. Прогнозирование мест землетрясений в регионах умеренной сейсмичности. М., Наука. - 1989, 176с.

Сведения об авторах

Булаева Нуржаган Маисовна – академик АИО, директор ООО «Центр сопряженного мониторинга окружающей среды и природных ресурсов», заместитель начальника Управления маркшейдерии, геологии и охраны природы ФГБУ «ГУРШ», 119019, г. Москва, ул. Новый Арбат, 15, E-mail: bulaeva_nurjagan@mail.ru, тел. 8926-067-59-67;

Дадашев Мирали Нуралиевич – профессор кафедры физической и коллоидной химии Российского государственного университета нефти и газа имени И.М.Губкина, 119990, г. Москва, Ленинский проспект, 65;

Мурсалов Румедин Рафикович - студент 2-го курса факультета разработки нефтяных месторождений РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, тел. 8965 346 71 27.

УДК 355.58 (О82)

**ПРОБЛЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО АКТИВНЫМ
ВОЗДЕЙСТВИЯМ НА АТМОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ**

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

Выполнен анализ проблемных аспектов исследований по активным воздействиям на атмосферные процессы в ретроспективе и на современном этапе в нашей стране и за рубежом.

Ключевые слова: активные воздействия на атмосферные процессы; атмосфера; атмосферные процессы; атмосферные примеси; дождевые осадки; дымка; снег; туман.

**PROBLEMATIC ASPECTS OF RESEARCH ON ACTIVE INFLUENCES
ON THE ATMOSPHERIC PROCESSES**

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

The analysis of the problematic aspects of research on active influences on the atmospheric processes in the past and at the present stage in our country and abroad.

Key words: active influence on atmospheric processes; atmosphere; atmospheric processes; atmospheric impurities; rainfall; smoke; snow; fog.

Грозные силы природы с древних времен пугали человека. Человеком эти силы были непознанны. Гибель людей, серьезный материальный ущерб - вот последствия, к которым нередко приводили грозы, молнии, ливни засухи, град, ураганы, сильные снегопады и метели.

Рассмотрим проблемные аспекты исследований по активным воздействиям на атмосферные процессы в ретроспективном отношении и на современном этапе в нашей стране и за рубежом.

Стремление человека предугадать погоду всегда дополнялось желанием изменить ее в интересах своей производственной деятельности и быта. Так еще в 1814 г. русский метеоролог В.Н. Каразин писал: «Достигнет ли когда-нибудь человек до возможности располагать по крайней мере на некотором пространстве состоянием атмосферы, производить дождь и ведро по своему произволу? Пределов наук, особливо же естествознания, никак невозможно определить. Разум человеческий беспрерывно движется вперед» [1].

Больше всего человечеству хотелось не только понять как возникают природные опасности, но и научиться управлять процессами, происходящими в атмосфере, направлять их в полезное для человека русло.

О возможностях воспроизведения некоторых атмосферных явлений высказывались и такие выдающиеся русские ученые, как Д.И. Менделеев, А.И. Воейков, А.В. Клоссовский. В истории науки известны и практические попытки отдельных ученых и изобретателей воздействовать на атмосферу в целях регулирования погоды, главным образом - осадков: дождя, снега, града и туманов. К сожалению, большинство этих попыток в древности, при слабой научной и технической базе, не давало надежных результатов.

С ростом знаний и развитием техники попытки управления погодой получали новые толчки.

В XVII – XIX веках по градовым облакам стреляли из орудий с целью предотвращения градобития и спасения урожая. XX век ознаменовался теоретическими работами в области управления атмосферными процессами, разработкой соответствующих средств и способов для этого [1-13].

В данной работе рассмотрим проблемные аспекты воздействия на атмосферные процессы в настоящее время. В чем же существо современных проблем воздействия на атмосферные процессы?

Результаты анализа теоретических исследований и жизненных потребностей экономики и населения показывают, что наука о воздействии на атмосферные процессы становится одной из важнейших, чему способствуют природные явления. Ураганы, грозы, град, цунами, катастрофические ливни и снегопады, туманы, нарушение экологического режима различных слоев атмосферы, обледенение и электрическое поражение летательных аппаратов (в результате грозных разрядов), наземных и морских объектов и другие опасные природные явления наносят ощутимый урон экономике не только нашей страны, но и многих других государств в мире, а также приводят к чрезвычайным ситуациям, связанным с ущербом экономике и окружающей среде, и, нередко с гибелью людей.

Поэтому возникает необходимость исследования возможностей не только прогнозирования этих явлений, но и предотвращения их. Вместе с тем, искусственные воздействия, способствующие улучшению погодных условий, могут оказаться полезными в сельскохозяйственном производстве - эффективным средством повышения урожая; улучшения условий полетов авиации, за счет повышения видимости в районах аэропортов, морских портов и железнодорожных узлов; очистки карьеров от вредных примесей, обеспечения проведения спортивных соревнований, ослабления поражающих факторов опасных природных процессов и катастрофических явлений и т. п. [1-3, 6, 7, 9, 10, 12, 13].

Вместе с тем, воздействие на атмосферные процессы - это одновременно и метод познания законов природы. Отклик атмосферы на воздействие в строго контролируемых натурных экспериментах, сопровождающихся теоретическим анализом их хода и результатов, позволяет определять, насколько правильны наши представления о физических процессах, протекающих в атмосфере, и возможно ли их прогнозирование. Одновремен-

но способ позволяет оценивать надежность информационно-измерительной аппаратуры, контролирующей состояние атмосферы и ее трансформацию под влиянием воздействия. Атмосфера - единственная естественная лаборатория, в которой удастся наблюдать такие уникальные явления, как шаровая и четочная молнии, полярные сияния, венцы, глюрии, серебристые облака, нетепловое радиоизлучение природных объектов и летательных аппаратов и многое другое [1-3].

Исследование литературных источников [1-13] показывает, что среди ученых и практиков существует мнение о том, что по мере развития науки и техники, власть природной стихии над человеком будет соответственно и прогрессивно уменьшаться. Анализ существа проблемы свидетельствует, что это не совсем правильно.

Рассмотрим некоторые области возможного прикладного применения активных воздействий на атмосферные процессы.

Прочность летательных аппаратов и мощность их двигателей постоянно возрастают, а энергия атмосферной турбулентности и молний, разрушительно действующих на них, остается прежней. Кажется, что человек во взаимодействии с природой получает все большие преимущества. Практика показывает, что по мере появления высокоскоростных самолетов и мощных ракет все более частыми становятся случаи искусственного инициирования грозových разрядов в облаках, в которых до подхода к ним летательного аппарата электрическая активность не проявлялась. Совершая полеты на ранее недоступных высотах, современные самолеты стали попадать в струйные течения, для которых характерны большие скорости и сильная турбулентность, и в определенном смысле стали более чувствительны к отклонениям от стандартных условий полета. Но, скажем, легкомоторный самолет с сильно ухудшившимися в результате обледенения или грозowego воздействия аэродинамическими качествами или при отказе средств радионавигации может, тем не менее, в приемлемых для него метеоусловиях продолжить полет и совершить посадку, а современный скоростной лайнер, оборудованный средствами борьбы с обледенением и электризацией, заряжается в облаках гораздо сильнее, что способствует увеличению вероятности удара молний в самолет как естественных, так и им самим спровоцированных. С другой стороны скорость обледенения самолетов уменьшилась, но их чувствительность к ухудшению аэродинамических качеств возросла. Незначительное по прошлым меркам обледенение несущих поверхностей крыльев и рулей скоростного самолета вызывает резкое ухудшение его управляемости, обледенение турбин - явление относительно новое, редкое, но чрезвычайно опасное. Кроме того, необходимо учитывать, что одним из достоинств современных самолетов считается их всепогодность. Но как бы, ни были совершенны приборы управления полетом, в момент приземления пилот должен видеть землю и притом с тем большего расстояния, чем больше скорость полета. Следует отметить, что полностью автоматизированная «слепая» посадка самолетов в сложных условиях (тем более в критических или аварийных) до сих пор не гарантируется ни в одном из аэропортов мира. Вместе с тем, автоматизированная посадка на космодроме Байконур 15 ноября 1988 г. беспилотного космического корабля «Буран» продемонстрировала принципиальную возможность осуществить такие посадки. Возможности и степень гарантированности безопасной автоматизированной посадки в последние годы возросли.

Практика показывает, что туман и обледенение взлетно-посадочной полосы всегда были причинами дополнительных трудностей при взлете и посадке летательных аппаратов, а прогрессирующее увеличение их размеров скорости вызывает непропорционально большее увеличение опасности катастроф.

17 марта 2007 года в 09 часов 40 минут по московскому времени при посадке в аэропорту Курумоч г. Самары в сложных метеоусловиях (сильный туман) произошло авиа-

ционное происшествие с самолетом Ту-134 (ОАО Авиакомпания ЮТэйр), выполнявшего рейс № 471 по маршруту Сургут-Самара-Белгород. На борту находились 50 пассажиров и 7 членов экипажа. В результате происшествия 7 пассажиров погибли, 13 получили травмы, 31 пассажир не пострадал [14].

4 марта 2015 самолет Airbus 330 турецкой авиакомпании Turkish Airlines при посадке в международном аэропорту столицы Непала городе Катманду выкатился за пределы взлетно-посадочной полосы. На борту было, по разным данным, от 224 до 240 человек. Причиной аварии могло быть скользкое покрытие полосы из-за продолжавшихся два дня дождей [15].

Еще одним проблемным вопросом, связанным с опасными природными явлениями является добыча полезных ископаемых и строительство крупных сооружений с применением направленных взрывов. При этом существует опасность преждевременного срабатывания детонаторов под влиянием грозových разрядов, сравнительно слабых и визуально не наблюдаемых. Этот пример показывает, что относительно новый, технологически прогрессивный способ производства оказался в большей зависимости от атмосферных процессов, нежели предшествующие, и вызвал к жизни новое направление в разработке методов пассивной и активной защиты от атмосферных электрических воздействий.

Необходимость поисков путей управления атмосферными процессами, диктуется также непреднамеренно возросшим вредным вмешательством человека в эти процессы. Так, в результате производственной и бытовой деятельности человека в атмосферу поступают несвойственные ей примеси, которые придают атмосфере новые свойства: например, в больших городах при восходе солнца не только рассеивается туман, но и одновременно происходят фотохимические превращения одних примесей в другие, значительно более вредные для человека и окружающего его животного и растительного мира.

Кроме того, разрушение стратосферного озонного защитного пояса Земли под действием агрессивных по отношению к озону антропогенных примесей, по данным экспертов ООН, за последнее десятилетие заметно превышало допустимые пределы.

Следует отметить, что скорость искусственной трансформации свойств атмосферы непрерывно нарастает, и это заставляет думать как о неизбежных последствиях, так и контрмерах, ибо возможности человека (и окружающего его животного и растительного мира) адаптироваться к ухудшающимся условиям существования ограничены. Свидетельством этому является увеличение числа характерных для текущего столетия заболеваний, связанных с загрязнением окружающей природной среды. Уже сейчас мы вынуждены начать планомерное регулирование антропогенного воздействия на атмосферу, чтобы предотвратить стихийное ухудшение свойств атмосферы, которое может привести к экологически необратимым превышениям предельно допустимых концентраций (ПДК) токсичных и агрессивных примесей в системе земная поверхность - атмосфера, способным сделать нашу планету малоприспособленной для обитания человека [1,2,8].

Нельзя также забывать о существовании военных аспектов науки о воздействии на атмосферные процессы.

Если обратиться к истории, то представление о том, в какой мере человек может управлять атмосферными процессами, периодически менялось со временем. Графически изобразив динамику этих представлений для чего по оси абсцисс отложим время, а по оси ординат - возможность управления (при этом вверх - надежды, а вниз - разочарования) получим вид медленно затухающей периодической кривой с высокими максимумами, глубокими минимумами, но все же с постепенно повышающимся средним значением. Проследим за ходом такой кривой в предшествующие столетия.

Так с 1899 по 1902 г. прошло несколько международных научных совещаний, посвященных борьбе с градом, после чего правительства Франции, Италии, Австрии, предвидя

успех, ассигновали большие средства для проведения опытов пушечного обстрела градовых облаков. В течение ряда лет под руководством ведущих ученых проводились эксперименты, но они оказались безуспешными. Но сама идея управлять погодой не была заброшена. В Британском обществе прикладных знаний в сентябре 1910 г. был сделан доклад о влиянии электричества на погоду. При обсуждении этого доклада известный ученый Дж. Томсон заявил, что, по его вычислениям, достаточно употребить умеренное количество электричества, чтобы изменить погоду на значительной площади, а имеющиеся на этом пути затруднения носят более политический, чем научный характер. Но, к сожалению, результаты вычислений Томсона остались неизвестными, а сам Томсон больше к ним не возвращался. Вместе с тем, известно, что в 20-х годах прошлого столетия электрически заряженный песок фигурировал в качестве одного из основных реагентов при исследованиях возможностей искусственного вызывания осадков [1,2].

Впервые смогли вызвать искусственный дождь, сбросив с самолета в переохлажденное облако размельченную твердую углекислоту в 1931 г. в Нидерландах. Эти эксперименты в то время не были оценены по достоинству. Важно отметить, что вертикальная протяженность облаков, подвергавшихся воздействию, и, соответственно, интенсивность осадков из них были сравнительно невелики [1,2].

Теория управления атмосферными процессами продвинулась далеко вперед в 30-е годы прошлого века. Тогда многое было сделано в Советском Союзе под руководством В.Н. Оболенского, в Болгарии - Л.К. Крыстанова. Выполнены первые научно обоснованные расчеты конденсационных процессов в атмосфере, проведено большое количество экспериментов в лабораторных и естественных условиях. Следует отметить, что государство в то напряженное предвоенное время пошло на большие затраты, создав Институт экспериментальной метеорологии, основной проблемой которого было искусственное получение осадков. При этом искусственно инициированный дождь считался одним из важнейших, потенциально возможных средств борьбы с засухой. Следует отметить, что подобное оптимистическое отношение к принципиальным возможностям управления погодой разделялось тогда далеко не всеми. Тогдашний директор Бюро погоды США Марвин говорил: «... засухи не могут быть прекращены, т. е. обильные или даже оценимые количества осадков не могут быть получены ни путем какой бы, то ни было воздушной бомбардировки, ни путем введения в облака незначительных количеств каких - либо веществ. Все средства и силы, которыми обладает человек, составляют лишь ничтожную и незначительную долю от того неисчерпаемого запаса энергии, которая требуется и тратится природой для того, чтобы вызвать и поддержать отдельный дождь над ограниченным пространством» [2].

На том этапе науки и техники не было еще оснований считать искусственно инициированный дождь реальным средством борьбы с засухой. Сегодня можно утверждать, что подобная критическая аргументация несостоятельна [1 - 3, 9,10, 12,13].

В последующие годы - годы второй мировой войны во всех странах основное внимание было сосредоточено на прогнозах погоды, которые обеспечивали ведение боевых действий. Ряд крупных операций второй мировой войны (и последующих войн), исход которых в значительной мере определялся точным прогнозом или, наоборот, просчетами, в прогнозе. Следует отметить, что применялось и локальное управление метеоусловиями в военных целях: при проведении крупных десантных операций создавались искусственные туманы; осуществлялось рассеяние туманов на аэродромах; проводилось управление гидрометеорежимом в районах крупных водохранилищ и т. п.

Проблема воздействия на атмосферные процессы оказалась в центре внимания многих ученых, связанных с физикой атмосферы, по окончании второй мировой войны. Так, в США И. Лэнгмюр и его сотрудники выполнили серию эффектных экспериментов по вы-

зыванию искусственных ливней. В частности, были найдены также новые эффективные средства искусственной кристаллизации облаков. При этом использовались самолеты с максимальным для того времени потолком, позволявшие подниматься на уровень вершин мощных кучевых облаков для сброса в облака реагентов. Описания экспериментов широко рекламировались в прессе. Стало казаться, что управление погодой, во всяком случае, управление осадками, уже решенная проблема. В реальности неожиданных результатов, открывающих принципиально новые возможности воздействия на облака, в этот период получено не было. Вместе с тем, эти эксперименты сопровождались корректными расчетами и подтверждались лабораторными экспериментами, выполненными авторитетными учеными того времени. Это, вероятно, не в меньшей мере, чем полученные результаты, способствовало рекламе новых достижений в практике воздействия на облака и осадки. В СССР, Австралии и ряде других стран в конце 40-х и начале 50-х годов прошлого века были проведены эксперименты подтвердившие возможность искусственного вызывания осадков из переохлажденных облаков, но воспроизводимость их была не очень высокой [2]. Военное применение воздействия на метеопроцессы прослеживалось и в ходе войны во Вьетнаме, когда американские военные инициировали мощные ливневые осадки над территориями занятыми вьетнамскими войсками.

Во второй половине двадцатого века группа экспертов Всемирной метеорологической организации, подводя итоги предшествовавшего периода, указала на безусловную достоверность искусственного вызывания осадков из переохлажденных облаков и рекомендовала активно продолжать работы, прежде всего, с целью «оценки границ применения развитых методов воздействия и их экономической значимости». Ряд стран в ответ на этот призыв откликнулся, и на их территориях развернулось строительство метеорологических полигонов; оборудование самолетов-лабораторий; разработка специализированных метеорадиолокаторов и т. п. [2]. «Кривая надежд», о которой мы говорили ранее, резко взмыла вверх.

Однако, успехи воздействия на атмосферу привлекли к себе внимание и военных. Тогда в арсенале средств «холодной войны» появился новый термин «метеорологическая война». Следует отметить, что идея использовать в качестве оружия облака не была новой. Еще императрица Австрии Мария Терезия 1750 г. была вынуждена издать закон, запрещающий стрелять по градовым облакам или разгонять их колокольным звоном, чтобы прекратить жалобы на «злонамеренные направления градовых облаков на уголья в соседних провинциях» [2].

Временно исчез из употребления и термин «метеорологическая война» - на рубеже 50-х и 60-х годов XX века. Вместе с тем, перспективы мирного использования способов управления облаками уже не казались такими блестящими, как десятилетие назад. В этом отношении характерен опубликованный в 1964 г. доклад проблемной комиссии по управлению погодой и климатом Комитета по атмосферным исследованиям США, в котором указано: «Для проверки гипотезы о том, что засев облаков оказывает заметное положительное влияние на осадкообразование, было проведено много статистических исследований, основанных на экспериментальных данных. Почти все результаты этих исследований были отрицательными: они не смогли доказать гипотезу о положительном влиянии засева облаков реагентами на выпадение осадков. Более того, можно утверждать, что чем тщательнее были исследования, тем меньшую уверенность в положительных результатах они давали. Пятнадцать лет сложных и дорогостоящих исследований, давших пока незначительный результат, заняла попытка быстро научиться управлять погодой. Ни один ученый не мог ожидать такого исхода 15 лет назад» [2].

«Кривая надежд» пошла вниз и казалось, наступило полное разочарование. Это связано с возникновением новых проблем в области управления погодой. Открылись и новые

аспекты старых проблем из этой области. Вместе с тем, появились новые более совершенные средства воздействия на процессы в облаках и, что крайне важно, новые средства и методы контроля результатов воздействия.

В нашей стране в те годы большое внимание уделялось борьбе с градобитием - ракеты и радиолокаторы встали на противоголовую защиту больших территорий, причем результаты были в основном обнадеживающими, хотя в ряде аномальных метеорологических ситуаций град при существующей методике воздействия прорывался сквозь ракетный заслон, нередко сводя на нет достижения предшествующих удачных воздействий.

Следует указать и на опыт ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС свидетельствующий о том, что искусственное перераспределение осадков в период повышенной радиационной опасности атмосферы, и имевший целью уменьшение попадания радиоактивных частиц из облаков в водные артерии, является действенным средством локализации радиационного поражения окружающей среды. Все это стало реальностью, поставившей на прочный фундамент науку о воздействии на атмосферные процессы в интересах экономики и обороны.

А в Европе и Америке в те годы некоторые аэродромы и другие важные объекты систематически «раскрывались» путем рассеяния туманов и низких облаков. При этом в облаках и туманах лазерами пробивались каналы оптической связи летательных аппаратов с землей; искусственно создавалась кучевая облачность, интенсифицировались осадки; очищались от примесей локальные воздушные бассейны, превентивно вызывались грозовые разряды и осадки на подходе облачности к защищаемым объектам.

В те годы существенное развитие получили методы теоретического и экспериментального моделирования отдельных фаз естественного хода атмосферных процессов, а также преднамеренного и случайного воздействия на них. Указанные методы в сопоставлении с натурными экспериментами позволяют с большой степенью достоверности оценивать, что принципиально возможно и что невозможно в управлении атмосферными процессами. Возможно прогнозирование науки на ближайшую перспективу. Следует отметить, что долгосрочное предвидение развития науки, как свидетельствует история, нередко оказывалось ошибочным. Примером тому является следующий: в 30-е годы комиссия, в состав которой входили видные американские ученые, дала прогноз развития науки на тридцатилетний период, в котором не оказалось ЭВМ, ядерной энергетики, радиолокаторов и даже ракет [1-7].

Современные прогнозы развития науки и техники делаются систематически и являются более совершенными и объективными, чем в прошлом, но и сейчас прогнозы, прежде всего, в области новых, молодых разделов науки и техники зачастую основываются на интуиции ученых, иначе говоря, на экспертных оценках. Вместе с тем, следует иметь в виду, что значимость научно-технических прогнозов в наше время существенно возросла. Они встали в ряд важнейших проблем государственной политики и международных отношений.

Важная роль в исследованиях по управлению атмосферными процессами принадлежит космическим системам. В метеорологии и геофизике они пока используются лишь как средство информации об опасных природных процессах и явлениях различных масштабов. Однако, еще в 60-х годах прошлого века С.П. Королев рассматривал перспективы их применения в качестве активного средства борьбы со стихией. Сама идея расширения сферы использования ракет и космических аппаратов в метеорологии и геофизике оказалась жизненной, хотя при этом несколько переоценивались возможности улучшения климата.

Следует иметь в виду, что наука об управлении атмосферными процессами нацелена на достижение результатов, предусматривающих большой экономический и социальный

эффект. Но ее перспективное планирование вызывает трудности, прежде всего потому, что механизм ряда атмосферных процессов, которыми предполагается управлять и которыми в какой-то мере уже управляют, остается все еще недостаточно познанным, допускающим различные варианты интерпретации самих процессов и их значимых последствий. История взлетов и падений надежд на управление погодой и природой в целом свидетельствует о недопустимости штурмовых атак в этой области, не обеспеченных надежными научно-техническими проработками.

Известно, что энергия атмосферы колоссальна, и каковы бы ни были успехи искусственного высвобождения атомной энергии, силы природы потребуют значительных усилий для управления ими. Все же атмосферные процессы в принципе поддаются разумному управлению. Ряд ученых отмечает, что существуют некоторые, пока еще не до конца познанные каналы и методы управления атмосферными процессами в стадии метастабильности, при умелом использовании которых, можно при незначительных энергетических затратах подтолкнуть «атмосферную машину» в нужном направлении. Это так называемый эффект "спускового крючка". Указанный эффект поясняется наглядно следующим примером. Всем известно, что для схода снежной лавины в горах порой достаточно бросить камень или громко крикнуть - энергетические затраты минимальны, а эффект значителен. Следует отметить и то, что управление погодой требует точнейшего анализа состояния атмосферы и возможной ее динамики, а также тщательного выбора средств и способов воздействия. Порой незначительный просчет может свести на нет само воздействие или вызвать нежелательный эффект [1-13].

Анализ состояния проблемы показывает, что с созданием новых невиданной ранее мощности средств атомной техники и генераторов электромагнитного излучения появились и новые возможности воздействия на атмосферные процессы с целью поражения противника, используя как плацдарм и арену воздействия стратосферу и космос. Это вызывает серьезную тревогу в связи с тем, что сама мысль о возможности ведения метеорологической войны оказывает психологическое действие на людей, особенно усугубляющееся катастрофическими аномалиями погоды, характерными для современного периода развития Солнечной системы. Учитывая возможные разрушительные последствия для населения и территорий, запрещение использования в военных целях воздействий на окружающую среду стало международной жизненной необходимостью. Так, Ташкентский форум (1973 г.) положил начало проведению международных конференций по проблемам воздействия на атмосферные процессы. Они проводятся с тех пор регулярно, а курирует конференции Всемирная метеорологическая организация; под ее эгидой осуществляются также международные программы воздействия на атмосферные процессы.

Примером коллективных работ по воздействию на атмосферные процессы могут служить проведенные в 80-х годах XX века в Испании с участием ученых и инженеров СССР, США, Канады, Болгарии и Франции достаточно строго контролировавшиеся натурные эксперименты по интенсификации осадков на больших территориях. Для борьбы с градом в Швейцарии испытывались советская техника и методика подавления градобитий. При этом анализ полученных данных выполнялся коллективно - Советом экспертов Всемирной метеорологической организации. На едином экспериментальном материале в ФРГ проводилось сопоставление численных моделей кучево-дождевой облачности, представленных разными странами.

Монреальский протокол 1987 г., подписанный большинством стран мира, предусматривает контроль, замораживание и последующее сокращение производства озоноразрушающих веществ. СССР на 43-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН (1988 г.) предложил организовать международный центр экологической помощи и создать

космическую лабораторию, контролирующую экологическую обстановку в системе земля - атмосфера [2].

Советско-американские научные дискуссии по поводу геофизических последствий ядерной войны убедительно показали, что поражение не может быть локальным, оно неизбежно вызовет экологически необратимые процессы на всей планете.

Таким образом, научно обоснованное управление атмосферными процессами в мирных целях может и должно стать одним из важнейших средств развития производительных сил человеческого общества. Коллективные усилия в этом направлении должны объединять всех людей Земли, а не сеять угрозу уничтожения жизни.

Более подробно рассмотрим исследования и работы, проведенные в России в прошлом веке.

В двадцатые годы прошлого века в нашей стране были развернуты исследования по экспериментальной метеорологии. В 1921 г. при Наркомземе был организован научно-мелиоративный институт. В нем должны проводиться исследования по экспериментальной метеорологии, прежде всего, разработка проблем искусственного дождя. Широкое развитие эти проблемы получили после Всесоюзной конференции по борьбе с засухой, состоявшейся в 1931 г. К исследованиям по проблеме физики облаков и осадков и искусственного регулирования погоды был привлечен ряд институтов, в том числе вновь организованный в Москве институт Экспериментальной гидрометеорологии. Из трех филиалов этого института: в Ашхабаде, Одессе и Ленинграде - последний вскоре преобразовали в Ленинградский институт экспериментальной метеорологии (ЛИЭМ) [1].

Благодаря успехам отечественной физики атмосферы и климата было создано новое направление метеорологии - исследования методов активных воздействий на метеопроцессы и климатические условия. ЛИЭМ в 1931 - 1941 гг. под руководством В.Н. Оболенского широко развернул работы по физике и микрофизике облаков и туманов с применением самолетов - лабораторий и другой современной в те годы техники и начал научную разработку проблемы активного воздействия на облака и туманы. В полевых условиях были опробованы электрические методы воздействия и методы с применением гигроскопических веществ и электризованного и незлектризованного песка, а в лабораторных условиях проведены исследования по целесообразности применения хладореагентов.

Кроме того, работы аэрологов другой отечественной организации - Главной геофизической обсерватории сыграли важную роль в создании научных предпосылок активного воздействия на облака и осадки. В 1931 г. П.А. Молчанов создал первый в мире радиозонд для наблюдений за состоянием свободной атмосферы и заложил теоретические и экспериментальные основы аэрологии [1].

Большое значение для науки об изменении погодных и климатических условий, по теории климата - приобрели и значительные работы Обсерватории по динамической метеорологии.

Указанные исследования и работы вместе с достижениями смежных наук: физической химии, кристаллографии и ряда других дисциплин, позволили более системно и глубоко исследовать реальные цели и пути воздействия на облака, осадки и туманы. Было установлено, что принципиальной основой таких воздействий могут явиться методы управления фазовыми переходами воды и микроструктурными преобразованиями облаков и туманов локальными средствами воздействия. Результат воздействия при таких натуральных экспериментах, достигается при относительно малых энергетических затратах, но обеспечивает значительные масштабы получаемого эффекта в прикладном отношении в пространстве и времени при воздействии на термодинамически и коллоидально неустойчивые облака и туманы.

Анализ литературных источников показывает [1-13], что систематическое исследование активных воздействий на метеорологические процессы в нашей стране начато в 1946 г. в Главной геофизической обсерватории и Центральной аэрологической обсерватории. После нескольких поисковых разработок начались натурные испытания способов воздействия на переохлажденные капельно-жидкие облака и туманы с целью вызывания осадков из облаков, предотвращения опасных градобитий и рассеяния туманов и облаков. Желаемым эффектом от воздействия на капельно-жидкие облака при отрицательных температурах являлось искусственное образование в них ледяных кристаллов посредством введения хладореагентов или мелкодисперсных твердых частиц. При этом, появление кристаллов льда среди переохлажденных капель резко усиливало неустойчивость состояния облака.

Необходимо отметить, что основным хладореагентом, используемым для воздействий на облака, являлась твердая углекислота (CO_2), поверхность испаряющихся частиц которой имеет температуру -79°C и поэтому вблизи таких частиц в облаке возникает зона значительного переохлаждения и пересыщения водяного пара. При этом, за время порядка 10^{-5} сек образуются ледяные частицы размером около 10^{-6} см. Эти частицы могут далее расти в окружающей среде жидких переохлажденных капель за счет перегонки на них водяного пара. Следует отметить, что льдообразующая активность CO_2 проявляется при температуре -3°C , -4°C и ниже. Результаты исследований показывают, что при испарении одного грамма твердой углекислоты в облаке может возникнуть до 10^{14} - 10^{16} ледяных кристалликов [1].

Ядрами кристаллизации при попадании в среду переохлажденных капель, могут служить реагенты, мельчайшие частицы которых способствуют переходу переохлажденных капель в твердое состояние. Указанные частицы реагентов будут являться или ядрами сублимации (осаждения) водяного пара, или ядрами замерзания переохлажденных капель в процессе контактов с ними. К ядрам кристаллизации относятся частицы йодистого серебра (AgI) и йодистого свинца (PbJ_2). При этом температурный порог льдообразующей активности AgI - порядка -6°C , а PbJ_2 - порядка -8°C . Льдообразующие реагенты – AgI и PbJ_2 - применялись посредством тепловой возгонки в различных наземных и самолетных дымогенераторах, а также при горении пиротехнических составов, содержащих эти реагенты в ракетах, пиропатронах, дымовых шашках и т. п. При соответствующих условиях при возгонке грамма этих веществ получают до 10^{11} - 10^{13} частиц - ядер кристаллизации [1,2].

Динамику процессов в переохлажденном облаке, подвергавшемся воздействию химическими реагентами можно представить следующим образом.

При введении в облако твердой CO_2 или иных ядер кристаллизации начинается образование ледяных зародышей у холодной поверхности твердой CO_2 непосредственно из водяного пара. В дальнейшем происходит диффузное распространение в облаке ледяных зародышей и их рост до размеров при которых гравитационная составляющая становится больше составляющей диффузного распространения. Следует отметить, что ход процесса перегонки водяного пара с капель на кристаллы зависит от соотношения концентраций. Так, если в некотором объеме облака число кристаллов мало по сравнению с числом капель, то кристаллы быстро вырастают до размеров, вызывающих их выпадение в виде осадков. В ином случае, при числе капель меньшем, чем число кристаллов, жидкие капельки быстро испаряются, но размеры кристаллов остаются при этом малыми и в конце процесса перегонки и в этом случае произойдет кристаллизация облака без необходимого укрупнения частиц для начала процесса осадкообразования.

Далее ледяные кристаллики, падая через переохлажденную капельно-жидкую часть облака, укрупняются. Это происходит как вследствие перегонки на них воды с капель,

так и в результате намораживания на них воды при столкновении с каплями. Падение ниже нулевой изотермы приводит к их таянию. При нахождении нулевой изотермы внутри облака капли, образовавшиеся вследствие таяния льдинок и имеющие необходимые размеры для гравитационной коагуляции, могут сливаться с каплями, составляющими теплую часть облака, и выпадать из него. Описанным способом происходит инициирование выпадения осадков (дождя).

В последние десятилетия XX века решались и проблемы предотвращения опасных градобитий сельскохозяйственных культур. В указанные годы в научных учреждениях Гидрометеослужбы и Академии наук нашей страны проведен ряд теоретических и экспериментальных исследований градоопасных облаков [1-2].

Град образуется следующим образом. В мощных конвективных облаках, на уровне максимальных вертикальных потоков, происходит накопление влаги в жидком переохлажденном состоянии. При этом ледяные зародыши, образующиеся на уровне естественной кристаллизации, при падении через эту часть облака быстро растут, превращаясь в градины. Исследования с помощью метеорадиолокаторов показали, что рост градин в облаке, в такой относительной локализованной зоне, происходит в течение 5 – 10 мин [1-2].

Для борьбы с градом в те годы были разработаны способы, основанные на принципе ослабления лавинного процесса образования крупных градин на сравнительно редких естественных их зародышах. Реализуются данные способы в зоне большей водности облака и в условиях значительного переохлаждения капельно - жидкой воды, путем введения значительного количества искусственных ядер кристаллизации. Искусственные ядра кристаллизации обеспечивают рассредоточение запаса переохлажденной влаги на большее число ледяных зародышей. Результатом этого является уменьшение возможности образования крупных градин.

Решение практической задачи борьбы с градом требует наличия надежного прогноза и текущего мониторинга (с помощью метеорадиолокаторов) состояния облачности, а также обеспечение точной и оперативной доставки необходимого количества кристаллизующих веществ в ту часть облака, которая по своему состоянию потенциально благоприятна для лавинного образования и роста градин. Для доставки указанных химреактивов в нужную часть облака используют ракеты или реактивные снаряды, на заданном участке траектории полета которых при горении их пиротехнического состава возгоняется и вводится в облако реагент. Для предотвращения градобитий в начале второй половины прошлого века в качестве кристаллизующих веществ использовались в основном AgI и PbJ_2 . Затем от применения йодистого свинца отказались в силу его высокой токсичности. Позже стали применять цемент (марки 500) в силу большей простоты его применения и относительной дешевизны.

Практическая опытно-производственная защита сельскохозяйственных культур от градобитий была начата с 1961 г. в Алазанской долине Грузии, входившей в состав СССР. В дальнейшем защита от града распространилась на территории Кабардино-Балкарии, Армении, Молдавии, Таджикистана, Узбекистана, также входивших в состав Советского Союза. В те годы Центральная аэрологическая обсерватория, Высокогорный геофизический институт, Институт прикладной геофизики Академии наук Грузинской ССР и другие научные организации Советского Союза выполнили тысячи натурных экспериментов - в большинстве случаев положительных. Но были и неудачные эксперименты, что вызывает необходимость продолжения исследований градоопасных облаков и средств воздействия на них [1-3].

При всей научной и технической сложности проблемы в прикладном отношении весьма актуальны исследования методов искусственного вызывания осадков из облаков.

Был проведен ряд натурных экспериментов с положительным результатом при воздействии на летние конвективные облака, а также зимние слоистые и слоисто-кучевые облака.

Эксперименты, проведенные с летними конвективными облаками в различных районах страны, показали, что в случаях, когда переохлажденные вершины облаков при своем развитии не достигают уровня отрицательных температур ниже -7° , -10°C , (при этой ситуации естественных осадков обычно не наблюдается), осадки могут быть вызваны искусственно. В другом аналогичном случае - летом в часы максимального развития интенсивной конвекции - значительная часть мощных кучевых облаков, сравнимых по своей вертикальной мощности с дождевыми облаками, часто не достигает стадии оледенения и не дает осадков. И в этом случае существует возможность искусственного стимулирования осадков.

Результаты исследований показывают, что возможно и инициирование выпадения осадков зимой в виде снега из слоистой и слоисто-кучевой облачности. Прикладная значимость этих экспериментов заключается в том, что выпадение дополнительных осадков зимой приводит к увеличению влагозапасов в почве к периоду вегетации сельскохозяйственных растений, а также для создания дополнительных запасов снега в горах для увеличения стока рек, например, в хлопководческих районах. Возможно искусственное инициирование выпадения снега на поля для предохранения озимых от вымерзания даже в малых количествах (осенью - в сухие холодные облачные дни, но без осадков), а в районах отгонного животноводства - для питьевого потребления скотом вместе с травой. Полезными для обеспечения запасами воды гидроэнергетических сооружений окажутся и дополнительные осадки, вызванные искусственным путем в бассейнах водосбора рек, на которых имеются указанные сооружения.

Результаты исследований показывают, что исходное искусственное изменение микроструктуры облака эффективным может оказаться только при достаточном влагозапасе в облаке и при благоприятной конвекции. Указанные физико-географические факторы в большой мере определяют количественную результативность воздействия на облака.

Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт (расположенный в Киеве), начиная с 1957 г. проводил натурные эксперименты на метеорологическом полигоне по засеву облаков твердой углекислотой (CO_2) над территорией экспериментального метеорологического полигона. Аналогичные эксперименты, но с использованием других реагентов проводились в Главной геофизической обсерватории имени А.И. Воейкова в Ленинграде. Результаты этих исследований и экспериментов показали возможность искусственного увеличения осадков на 10 - 15% при воздействии на переохлажденные облака на относительно небольшой территории (на площади до нескольких тысяч квадратных километров). Вместе с тем, исследования для района полигона показали, что добавка осадков в 10% за вегетационный период может иметь экономическое значение в зонах недостаточного увлажнения в годы со средним количеством осадков. Однако, в резко засушливые годы - заметного эффекта нет.

Еще одним важным прикладным применением воздействий на атмосферные процессы является рассеяние облаков и туманов над ограниченными территориями, прежде всего, для обеспечения полетов авиации, морского и в ряде случаев железнодорожного и автомобильного транспорта. Целью таких экспериментов и работ является уменьшение оптической плотности тумана или низких облаков в районе аэродрома, порта, железнодорожных узлов, автомобильных развязок и трасс и т. п. В конце прошлого столетия в Центральной аэрологической обсерватории разработаны и прошли натурные испытания самолетные и наземные средства, обеспечивающие раскрытие небольших территорий от низких переохлажденных капельно - жидких облаков или туманов с помощью кристаллизующих реагентов - твердой углекислоты и некоторых йодидов.

Результаты этих исследований показывают, что искусственная кристаллизация переохлажденного тумана или облака обычно сопровождается его рассеянием вследствие укрупнения и выпадения частиц. Просвет через туман происходит вначале в виде небольших зон видимости на Земле. В дальнейшем они расширяются до полных просветов шириной, иногда достигающей 4 – 5 км. Такие просветы образуются через несколько десятков минут после начала воздействия и сохраняются в облаках до полутора часов. Толщина переохлажденного тумана или облака, в котором рассеяние будет эффективным, как установили в ходе экспериментов, может иметь вертикальную протяженность до 700 – 800 м. Натурные эксперименты по рассеянию туманов и облаков над большими площадями проведены в прошлом веке Институтом прикладной геофизики АН СССР. При этом указанные воздействия на атмосферные процессы могут оказаться существенными для целей изменения радиационного баланса отдельных территорий [1,2].

Мы рассмотрели способы воздействия на "холодные облака" - для рассеяния низких облаков и туманов такие способы пригодны только при температурах ниже 0°C. Но в большое прикладное значение имеет и рассеяние низких облаков и туманов при положительных температурах воздуха. В конце прошлого века разрабатывались эффективные способы активных воздействий на "теплые" облака с целью вызывания осадков.

Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт провел исследования облачности над своим экспериментальным полигоном и в ряде других районов, которые показали, что осенью и зимой нередко облака имеют температуру выше 0°C или отрицательную, но близкую к нулю. В этом случае применение льдообразующих реагентов нецелесообразно. Результаты исследований показали, что в районе этого полигона в течение одной зимы у верхней границы облаков температура - 4°C и выше встречалась в 45 случаях. Расчеты, выполненные сотрудниками этого института показали, что при воздействии на "теплые" облака может быть дополнительно получено 10 – 11 мм осадков [1,2].

В последние три десятилетия двадцатого века в Главной геофизической обсерватории имени А.И. Воейкова в Санкт - Петербурге проведены исследования и натурные эксперименты, позволившие создать средства (пиропатроны) и способы воздействия на "теплые" облака с применением йодистого серебра.

В литературе последних десятилетий подчеркивается необходимость возобновлении исследования электрических способов воздействия на атмосферные процессы [1-3,6,9,10,12,13].

Кроме указанных теоретических и экспериментальных работ, в Главной геофизической обсерватории разработаны вопросы возможных изменений климата при воздействиях на подстилающую поверхность, в частности на снежный и ледовый покров, вопросы изменения влагооборота под влиянием мелиоративных мероприятий. Следует напомнить разницу между климатом и погодой: под климатом понимается многолетний статистический режим погоды, характерный для данной местности в силу её географического положения. Иначе говоря, под климатом принято понимать осреднённое значение погоды за длительный промежуток времени (порядка нескольких десятилетий). То есть климат - это средняя погода, а погода - это мгновенное состояние некоторых метеорологических характеристик (температура, влажность, давление и т.п.). В указанной обсерватории проведено рамочное методическое изучение устойчивых и неустойчивых атмосферных движений с целью оценки возможности влияния на них, а также учета роли трансформации воздушных масс при воздействии на климатические условия. Таким образом, в ближайшей ретроспективе и в настоящее время воздействие на погоду, или, точнее, на облака, осадки и туманы, исследовались и исследуются теоретически и экспериментально. Исследования по активным воздействиям на климатические условия ведутся пока лишь в теоретическом плане.

Подводя итоги, можно сказать - анализ работ, выполненных в XX веке показывает, что наиболее распространенным, особенно к концу этого столетия, стал способ предупреждения осадков и ликвидации облачности с использованием химических реагентов (цемента, уголекислоты, йодистого серебра и ряда других). При этом в качестве средств доставки реагентов в облака использовались самолеты, снаряды, ракеты, различного рода генераторы (теплогенераторы, генераторы аэрозолей и т.п.) и т.д.

Данный способ не всегда эффективен. Он применим для ликвидации облаков, создания хорошей погоды. Если есть облака, то их засев химическими реагентами приводит к слабоуправляемому выпадению осадков. Такие осадки выпадают там, где сложатся соответствующие условия. Это способ дорог и небезопасен, особенно с применением авиации. Так один день работы по созданию "хорошей погоды" в г. Москве на день города обходится в 400 – 600 тысяч долларов США. При этом требуется привлекать 4 - 12 самолетов [13]. Расход цемента или уголекислоты составляет 10 – 16 тонн и более. Есть претензии к такому способу и с точки зрения экологии: тонны цемента и уголекислоты распыляются в облака. В конце концов, они циркулируют в воздухе, попадают в почву, водоемы и влияют в худшую сторону на здоровье людей и без того не простую экологическую обстановку.

Способы, основанные на использовании химических реагентов не универсальны. Действительно, как правило, природные пожары (лесные, лесоторфяные и т.д.) возникают в засушливую погоду, когда нет облаков над пожарами и вблизи них. Поэтому использовать данные способы для тушения лесных и других природных пожаров в отсутствие облаков невозможно. Кроме того, невозможно или нецелесообразно длительное воздействие для поддержания "хорошей погоды".

В предыдущие столетия и особенно активно в конце двадцатого века велись исследования по возможностям использования атмосферного электричества для управления погодой. Создавались и развивались электрофизические методы и средства управления атмосферными процессами.

Всесторонние научные исследования на базе электрофизических методов активных воздействий на атмосферные процессы проводились в Федеральном центре науки и высоких технологий "Всероссийский научно – исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций" (ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)).

В начале XXI века корпорацией ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) на базе проведенных в предшествующие годы исследований созданы ионизаторы типа "ГИОНК", способы и технологии воздействия на атмосферные процессы с использованием ионизаторов и их систем (комплексов), реализующие экологически чистые электрофизические методы.

Ионизатор ионизирует воздух, находясь на земле или крыше зданий, и избирательно - лишь кислород, образуя аэроионы (отрицательно заряженные ионы кислорода). При этом через 3 - 5 часов после выключения ионизатора ионы кислорода рекомбинируют и становятся нейтральными молекулами и атомами. Так происходит и, как правило, в природе после захода Солнца. Следует иметь ввиду, что, сами по себе, аэроионы полезны для человека, живой и неживой природы. Ведь не случайно люди ездят отдыхать из города (где аэроионов 200 – 1000 в кубическом сантиметре) на море, в горы, где количество аэроионов составляет до 50 000 – 80 000 в кубическом сантиметре. При этом у них улучшается обмен веществ, замедляется процесс старения организма и наблюдается ряд других полезных влияний на организм.

Созданный специалистами ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) ионизатор "ГИОНК" (генератор ионов кислорода) является универсальным средством воздействия на атмосферные процессы. Созданные на его базе технологии позволяют локально создавать хорошую пого-

ду, предотвращать или вызывать осадки, ликвидировать туманы и очищать воздух от вредных примесей в заданное время над заданной территорией.

Первая широкая демонстрация возможностей ионизатора была проведена 29 мая 2002 года на Всероссийском выставочном центре (ВВЦ, бывшем ВДНХ) в время международной выставки “Природная, техногенная и пожарная безопасность России”. Стояла засушливая погода, ярко светило Солнце, на небе не было ни одного облачка. Через 12 минут после включения ионизатора появилось два облака. Затем для демонстрации “искусственности” созданных облаков ионизатор выключили и через 2-3 минуты облака растаяли. Затем включили вновь и через минуту облака появились. И, так, несколько раз. Эффект был значительным.

Руководители исследований и экспериментальных работ от ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) 6 апреля 2004 года сделали доклад "Снижение рисков природных ЧС с использованием электрофизических методов воздействия на атмосферные процессы" на заседании рабочей группы при Президенте РАН по анализу риска и проблем безопасности "Риск и безопасность" под председательством академика Фролова К.В. По результатам заслушивания доклада было принято решение:

"1. Проведенные исследования, изложенные в докладе ФЦ ВНИИ ГОЧС, базируются на выполненных исследованиях и различных разработках в этой области, являются актуальными и представляют научную и прикладную ценность.

2. Представляется целесообразным ФЦ ВНИИ ГОЧС продолжить научные исследования и эксперименты в области снижения рисков ЧС с использованием электрофизических методов воздействия на атмосферные процессы.

3. При проведении исследований в области снижения рисков ЧС с использованием электрофизических методов воздействия на атмосферные процессы следует привлекать научные организации РАН, прежде всего, Институт атмосферы РАН, другие организации, ученых, специалистов" [13].

Таким образом, анализ результатов натурных экспериментальных работ и теоретических исследований показывает их актуальность и необходимость развития способов и средств локальных воздействий на метеопроцессы в атмосфере Земли на базе электрофизических методов

Литература

1. <http://big-archive.ru/>.
2. Качурин Л.Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. Экспериментальная физика атмосферы. Допущено Государственным комитетом СССР по народному образованию в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по специальности “Метеорология”. – Ленинград: Гидрометеиздат. - 1990.
3. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. Издание третье, переработанное и дополненное. – Санкт - Петербург: Гидрометеиздат. - 2000.
4. Подрезов Ю.В. Анализ особенностей загрязнения атмосферы городов. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». Выпуск №2.- М.: ВИНТИ. - 2013.
5. Подрезов Ю.В. Анализ основных климатических изменений на Земле и возможные их последствия. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». Выпуск №2.- М.: ВИНТИ. - 2012.
6. Патент на изобретение № 2280508. “Система экологической очистки атмосферного воздуха”. Авторы: Подрезов Ю.В. и др. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 июля 2006 года.

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

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

9. Патент на изобретение № 2218750. Способ управления атмосферными процессами. Авторы изобретения: Шахрамьян Михаил Андраникович, Подрезов Юрий Викторович. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации, г. Москва, 20 декабря 2003 года.

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

11. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Юдин С.С. «Методические особенности лесопожарного прогнозирования». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №3 за 2014 год.

12. Подрезов Ю.В. Научно-технические аспекты построения системы снижения рисков чрезвычайных ситуаций на базе электрофизических методов воздействия на атмосферные процессы. В сборнике: Комплексная безопасность России - исследования, управление, опыт Международный симпозиум. 26-27 мая 2004 года. Сборник материалов. – Москва. - 2004.

13. Шахрамьян М.А., Подрезов Ю.В. “УПРАВЛЕНИЕ ПОГОДОЙ - НЕ МИФ, А РЕАЛЬНОСТЬ”. - М.: ВНИИ ГОЧС (ФЦ). - 2001.

14. <http://www.aviaport.ru/digest/2007/03/19/117661.html>.

15. <http://www.newsru.com/world/04mar2015/airbus.html>.

Сведения об авторе

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

УДК 355.359.07

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ СИЛ И СРЕДСТВ В ХОДЕ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ЛЕСАХ РЕГИОНАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА, ВОЗНИКШИХ ВСЛЕДСТВИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

А.В. Молчанов, кандидат техн. наук *А.В. Добров*
Академия гражданской защиты МЧС России

Представлена концептуальная модель, в которой отражены информационные потоки между абстрактными операторами системы управления взаимодействием сил и средств в ходе ликвидации чрезвычайных ситуаций в лесах регионального характера, возникших вследствие лесных пожаров.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, взаимодействие, силы и средства, лесные пожары, операторы.

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

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

The conceptual model in which information streams between abstract operators of a control system of interaction of forces and means during elimination of emergency situations are reflected in the woods of regional character which arose owing to forest fires is presented in article.

Key words: emergency situation, interaction, forces and means, forest fires, operators.

«Управлять – значит предвидеть,
а предвидеть значит – много знать».

Марк Туллий Цицерон

Для ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) в лесах, возникших вследствие лесных пожаров в лесах регионального характера, привлекаются силы и средства различных министерств и ведомств [1].

Для достижения согласованности их действий и недопущения противоречий различного характера, необходимо учитывать принадлежность сил к различным министерствам и ведомствам и как следствие разный уровень их подготовки, оснащения, наличие опыта, а также отсутствие слаженности.

Согласованность будет заключаться в перераспределении усилий, уточнении или изменении направлений, районов, объектов действий, нацеливании одних сил и средств на использование эффекта действий или успеха других, обеспечение взаимной помощи между ними, восстановление утраченных контактов, нарушенной связи и т.д. [2].

Анализ организации взаимодействия сил в ходе ликвидации ЧС регионального характера, вызванных лесными пожарами, показал, что рассматриваемая задача сложная и плохо формализуема. Для решения этой проблемы необходимо определить основные

операции, которые должны быть выполнены для организации и управления взаимодействием, коммуникационные каналы связи и взаимосвязи между ними и потоки информации, циркулирующие по этим каналам.

Эта задача решается созданием концептуальной модели, где обработка информации осуществляется абстрактными операторами, которая позволяет выявить структуру системы управления взаимодействием разнородных сил в ходе ликвидации ЧС в лесах, возникших вследствие лесных пожаров [3].

Под концептуальной моделью управления взаимодействием сил и средств в ходе ликвидации ЧС понимается система, включающая совокупность множества элементов, находящихся в отношениях и связях и образующих определенное целостное единство, центральным элементом которой будут: руководитель ликвидации ЧС, привлекаемые к тушению лесного пожара разнородные силы и средства, а также сам лесной пожар. Эти элементы в концептуальной модели управления взаимодействием сил и средств ликвидации ЧС представлены в виде сведенных в единую систему операторов, между которыми осуществляется циркуляция информационных потоков.

Концептуальная модель управления взаимодействием сил и средств в ходе ликвидации ЧС будет познавательной, так как она представляет реальность путем последующего сравнения предлагаемой модели с действительным развитием событий [4].

Организация взаимодействия сил ликвидации ЧС – процесс динамический, развивается во времени, поэтому вводится множество времен T .

При возникновении ЧС в лесах регионального характера и введении режима ЧС на территории субъекта РФ, для выработки управленческого решения, специально подготовленными подразделениями постоянно ведется наземный, авиационный и космический мониторинг зоны ЧС.

В разрабатываемой модели функция выполнения указанных выше видов мониторинга реализуется оператором ($A1$), который на основе информации сил и средств разведки и мониторинга, докладов ответственных руководителей на участках проведения работ опеределает данные мониторинга зоны ЧС.

$$A1: T \times I_{11} \times I_{12} \times I_{13} \times \Psi_1 \rightarrow N, \quad (1)$$

где

T – время выполнения мониторинга зоны ЧС;

$\times$ – символ операции декартова произведения;

I_{11} – информация поступающая от сил и средств наземного мониторинга и разведки о текущей обстановке в зоне ЧС;

I_{12} – информация поступающая от сил и средств космического мониторинга о текущей обстановке в зоне ЧС;

I_{13} – информация поступающая от сил и средств авиационного мониторинга и разведки о текущей обстановке в зоне ЧС;

Ψ_1 – погрешность, связанная с задержкой и ошибками при проведении всех видов мониторинга зоны ЧС;

N – множество данных мониторинга о состоянии зоны ЧС;

Кроме данных мониторинга зоны ЧС для управления взаимодействием сил ликвидации ЧС руководителю ликвидации лесного пожара необходима информация о состоянии сил и средств, которые он получает на основании проверки и докладов руководителей привлекаемых подразделений. Данная функция реализуется оператором ($A2$).

$$A2: T \times I_{21} \times I_{22} \times I_{23} \times I_{24} \times I_{25} \times I_{26} \times \Psi_2 \rightarrow L, \quad (2)$$

где

T – время выполнения мониторинга состояния сил и средств ликвидации ЧС;

I_{21} – информация поступающая от руководителей лесопожарных формирований субъекта;

I_{22} – информация поступающая от руководителей лесопожарных формирований соседних субъектов;

I_{23} – информация поступающая от руководителей привлекаемых СВФ МЧС России;

I_{24} – информация поступающая от руководителей привлекаемых сил и средств Министерства обороны РФ;

I_{25} – информация поступающая от руководителей привлекаемых подразделений пожарной охраны и аварийно-спасательных формирований;

I_{26} – информация поступающая от руководителей привлекаемых подразделений Федерального резерва парашютно-десантной пожарной службы;

Ψ_2 – погрешность, связанная с задержкой прохождения докладов о состоянии сил и средств и не достоверными данными мониторинга их состояния;

L – множество данных мониторинга о состоянии сил и средств ликвидации ЧС.

С момента возникновения лесного пожара метеоусловия оказывают непрерывное влияние на его развитие. При этом они могут, как способствовать, так и препятствовать выполнению работ по ликвидации лесного пожара. В этих условиях определяется текущее состояние зоны ЧС. Эта функция реализуется оператором (A3).

$$A3: T \times M \times N \times F \times \Psi_3 \rightarrow X, \quad (3)$$

где

T – время в течение, которого определяется множество текущих состояний зоны ЧС;

M – метеоусловия в зоне ЧС;

F – результаты действий сил и средств в зоне ЧС;

Ψ_3 – погрешность, связанная с ошибками при определении текущего состояния зоны ЧС;

X – множество текущих состояний зоны ЧС.

В процессе ликвидации лесного пожара для оперативного реагирования на ухудшение обстановки руководитель ликвидации ЧС должен постоянно иметь достоверную информацию о состоянии сил и средств, их результатах действий по ликвидации лесного пожара на каждом участке. Действия сил и средств будут определяться с учетом одного из вариантов организации взаимодействия. В совокупности, вышеуказанные данные позволяют определить текущее состояние сил и средств в зоне ЧС. Эта функция реализуется оператором (A4).

$$A4: T \times X \times L \times F \times W \times \Psi_4 \rightarrow Y, \quad (4)$$

где

T – время в течение, которого определяется множество текущих состояний сил и средств в зоне ЧС;

F – множество результатов действий сил и средств в зоне ЧС;

W – множество вариантов организации взаимодействия сил и средств в зоне ЧС;

Ψ_4 – погрешность, связанная с ошибками при определении текущего состояния сил и средств в зоне ЧС;

Y – множество текущих состояний сил и средств в зоне ЧС.

Силы и средства в зоне ЧС выполняют работы в соответствии с планом действий (взаимодействия), согласно замыслу действий, с учетом их текущего состояния и опре-

деленного руководителем ликвидации ЧС варианта организации взаимодействия. Функция определения множества результатов действий сил и средств в зоне лесного пожара реализуется оператором (А5).

$$A5: T \times Y \times W \times \Psi_5 \rightarrow F, \quad (5)$$

где

T – время в течение, которого силы и средства выполняют работы по тушению лесного пожара;

Ψ_5 – погрешность, связанная с ошибками при определении множества результатов действий сил и средств в зоне лесного пожара;

F – множество результатов действий сил и средств в зоне ЧС.

В ходе ликвидации лесного пожара руководителю ликвидации ЧС необходимо оценить текущее состояние зоны лесного пожара. Эту функцию реализует оператор (А6), который на основе полученных данные о текущем состоянии зоны лесного пожара и возможной угрозе населенным пунктам, потенциально опасным объектам (ПОО) и сельскохозяйственным угодьям, на основании критерия оценивает зону ЧС.

$$A6: T \times X \times P_6 \times \Psi_6 \times K_6 \rightarrow G, \quad (6)$$

где

T – время в течение, которого проводится оценка текущего состояния зоны ЧС;

P_6 – учет возможной угрозы лесного пожара населенным пунктам, ПОО и сельскохозяйственным угодьям;

Ψ_6 – погрешность, связанная с задержками и ошибками при проведении оценки текущего состояния зоны ЧС;

K_6 – критерий оценки текущего состояния зоны ЧС;

G – множество оценок текущего состояния зоны ЧС.

Для принятия управленческого решения на организацию взаимодействия руководителю ликвидации лесного пожара кроме оценки текущего состояния зоны ЧС необходимо провести оценку текущего состояния сил и средств ликвидации ЧС. Данная функция реализуется в операторе (А7) на основе данных о текущем состоянии сил и средств, критерия оценки и множества результатов их действий в зоне ЧС, с учетом приведенной выше системы ценностей.

$$A7: T \times Y \times F \times P_7 \times \Psi_7 \times K_7 \rightarrow H, \quad (7)$$

где

T – время в течение, которого проводится оценка текущего состояния сил и средств в зоне ЧС;

K_7 – критерий оценки текущего состояния сил и средств в зоне ЧС;

Ψ_7 – погрешность, связанная с задержками и ошибками при проведении оценки текущего состояния сил и средств в зоне ЧС;

H – множество оценок текущего состояния сил и средств в зоне ЧС.

Неотъемлемой частью процесса управления силами ликвидации ЧС является прогнозирование состояния, как зоны ЧС, так и сил и средств. В модели функция прогнозирования состояния зоны ЧС на горизонт прогноза реализуется оператором (А8) на основе данных о текущем состоянии зоны лесного пожара, сил и средств ликвидации ЧС и данных прогноза о развитии лесного пожара. Кроме этого, данный оператор учитывает ре-

зультаты работ сил и средств в зоне лесного пожара, с учетом принятого горизонта прогноза и выбранной системы ценностей.

$$A8: T \times X \times Y \times F \times G \times \Psi_8 \rightarrow O, \quad (8)$$

где

T – время в течение, которого проводится прогноз состояния зоны ЧС на горизонт прогноза;

Ψ_8 – погрешность, связанная с ошибками при проведении состояния зоны ЧС на горизонт прогноза;

O – множество состояний зоны ЧС на горизонт прогноза.

Для реализации одного из принципов защиты населения и территорий от ЧС – принципа необходимой достаточности и максимально возможного использования имеющихся сил и средств, руководителю ликвидации ЧС необходимы данные о состоянии сил и средств, выполняющих работы в зоне лесного пожара, на горизонт прогноза [5]. Данная функция реализуется оператором (A9), результаты работы которого будут учитывать прогнозируемые потери среди личного состава привлекаемых сил, а также вышедшие из строя технику, оборудование и инвентарь.

$$A9: T \times H \times P_9 \times \Psi_9 \rightarrow J, \quad (9)$$

где

T – время в течение, которого проводится прогноз состояния сил и средств на горизонт прогноза;

Ψ_9 – погрешность, связанная с ошибками при определении состояния сил и средств в зоне ЧС на горизонт прогноза;

J – множество состояний сил и средств ликвидации ЧС на горизонт прогноза.

Проведенные операторами (A6) и (A7) оценка текущего состояния зоны ЧС, а также сил и средств ликвидации лесного пожара, с учетом возможной угрозы населенным пунктам, ПОО и сельскохозяйственным угодьям позволяют выбрать критерий оценки состояния зоны лесного пожара, с учетом состояния сил и средств ликвидации ЧС. Данная функция в данной модели реализуется оператором (A10), с учетом знаний организованных в виде базы знаний.

$$A10: T \times G \times H \times P_{10} \times \Psi_{10} \times K_{10} \rightarrow Z, \quad (10)$$

где

T – время в течение которого проводится оценка текущего состояния зоны лесного пожара, с учетом состояния сил и средств ликвидации ЧС;

P_{10} – учет возможных потерь среди личного состава привлекаемых подразделений, выхода из строя техники, оборудования и инвентаря, а также возможной угрозы лесного пожара населенным пунктам, ПОО и сельскохозяйственным угодьям;

Ψ_{10} – погрешность, связанная с задержками и ошибками при проведении оценки текущего состояния системы;

K_{10} – критерий оценки зоны лесного пожара с учетом состояния сил и средств;

Z – множество оценок текущего состояния зоны лесного пожара, с учетом состояния сил и средств ликвидации ЧС.

На основе оценки текущего состояния зоны лесного пожара, учитывая состояние сил и средств ликвидации ЧС на горизонт прогноза, в операторе (A11) реализуется функция

определения общего состояния лесного пожара на горизонт прогноза, с учетом выбранной системы ценностей и знаний, организованных в виде базы знаний.

$$A11: T \times O \times Z \times J \times P_{11} \times \Psi_{11} \rightarrow V, \quad (11)$$

где

T – время в течение, которого проводится определение текущего состояния зоны лесного пожара, на горизонт прогноза;

P_{11} – учет возможных потерь среди личного состава привлекаемых подразделений, выхода из строя техники, оборудования и инвентаря, а также возможной угрозы лесного пожара населенным пунктам, ПОО и сельскохозяйственным угодьям на горизонт прогноза;

Ψ_{11} – погрешность, связанная с задержками и ошибками при определении общего состояния системы на горизонт прогноза;

V – множество состояний зоны лесного пожара на горизонт прогноза, с учетом состояния сил и средств ликвидации ЧС.

При наличии данных о состоянии зоны лесного пожара на горизонт прогноза, по выбранному критерию, с учетом возможной угрозы населенным пунктам, ПОО и сельскохозяйственным угодьям, проводится оценка общего состояния зоны лесного пожара на горизонт прогноза, используя имеющуюся базу знаний. Данная функция в модели реализуется оператором (A12).

$$A12: T \times V \times P_{12} \times K_{12} \times \Psi_{12} \rightarrow D, \quad (12)$$

где

T – время в течение, которого проводится оценка текущего состояния зоны лесного пожара, на горизонт прогноза;

Ψ_{12} – погрешность, связанная с задержками и ошибками при проведении оценки общего состояния системы на горизонт прогноза;

K_{12} – критерий оценки состояния лесного пожара на горизонт прогноза;

D – оценка общего состояния лесного пожара на горизонт прогноза, с учетом состояния сил и средств ликвидации ЧС.

На основании текущего состояния зоны лесного пожара, сил и средств ликвидации ЧС, оценки общего состояния лесного пожара на горизонт прогноза, определяются и оцениваются критические участки зоны ЧС. Под критическими участками зоны лесного пожара следует понимать те участки проведения работ, на которых подразделения не в состоянии выполнить определенный руководителем ликвидации ЧС объем работ в установленные сроки, что в свою очередь ведет к ухудшению обстановки в зоне ЧС в целом и появлению угрозы населенным пунктам, ПОО и сельскохозяйственным угодьям, а также опасности для жизни и здоровья личного состава формирований. При этом причинами появления критических участков может быть как резкое изменение условий обстановки на участке тушения лесного пожара, так и состояние сил и средств ликвидации ЧС. Эта функция реализуется оператором (A13).

$$A13: T \times G \times D \times H \times P_{13} \times \Psi_{13} \times K_{13} \rightarrow S, \quad (13)$$

где

T – время в течение, которого проводится определение и оценка критических участков зоны ЧС;

P_{13} – учет возможной угрозы лесного пожара населенным пунктам, ПОО и сельскохозяйственным угодьям;

Ψ_{13} – погрешность, связанная с ошибками при определении и оценки критических участков зоны ЧС;

K_{13} – критерий оценки критических участков зоны ЧС;

S – множество критических участков зоны ЧС, их оценка.

После определения и оценки критических участков лесного пожара на основании данных о текущем состоянии зоны ЧС, текущем состоянии сил и средств ликвидации ЧС, оценки состояния лесного пожара на горизонт прогноза, имеющейся базы знаний, определяется тактика взаимодействия – совокупность средств и приемов для организации взаимодействия сил и средств ликвидации ЧС. Данная функция реализуется оператором (A14). Результатом работы этого оператора является множество вариантов организации взаимодействия сил в ходе ликвидации ЧС, вызванной лесными пожарами.

$$A14: T \times G \times S \times D \times H \times P_{14} \times \Psi_{14} \rightarrow W, \quad (14)$$

где

T – время в течение, которого проводится выбор одного из вариантов организации взаимодействия сил и средств ликвидации ЧС;

W – множество вариантов организации взаимодействия.

Варианты организации взаимодействия будут зависеть от обстановки в зоне ЧС, вида лесного пожара и от возникшей необходимости оказания помощи одними подразделениями другим. Это возможно в следующих ситуациях:

если степень угрозы в зоне работы одного из подразделений выше, чем в зоне другого;

если одно из подразделений резко снизило темпы выполнения работ из-за незапланированных потерь ресурсов, увеличения темпа нарастания ЧС и т.д.;

если у одного из подразделений резко увеличился объем выполняемых работ из-за изменения характера развития ЧС;

если эффективность операции одного из подразделений по тем или иным причинам низка [6].

Концептуальная модель управления взаимодействием сил ликвидации ЧС регионального характера представлена на рис. 1.

Функционирование системы управления взаимодействием сил ликвидации ЧС состоит из следующих операторов, представленных в табл. 1.

Таким образом, концептуальную модель управления взаимодействием сил и средств в ходе ликвидации ЧС следует рассматривать как систему, включающую в себя совокупность множества элементов, находящихся в отношениях и связях и образующих определенное целостное единство, центральным элементом которой будут руководитель ликвидации ЧС, привлекаемые к тушению лесного пожара разнородные силы и средства, а также сам лесной пожар.

Разработанная концептуальная модель позволяет:

выявить структуру системы управления взаимодействием привлекаемых сил и средств в ходе ликвидации ЧС;

сформировать осуществимое в процессе ликвидации ЧС направление деятельности руководителя ликвидации ЧС по организации взаимодействия разнородных сил и средств в ходе ликвидации ЧС в лесах регионального характера, возникших вследствие лесных пожаров;

определить характер и задачи математических моделей, необходимых для их решения.

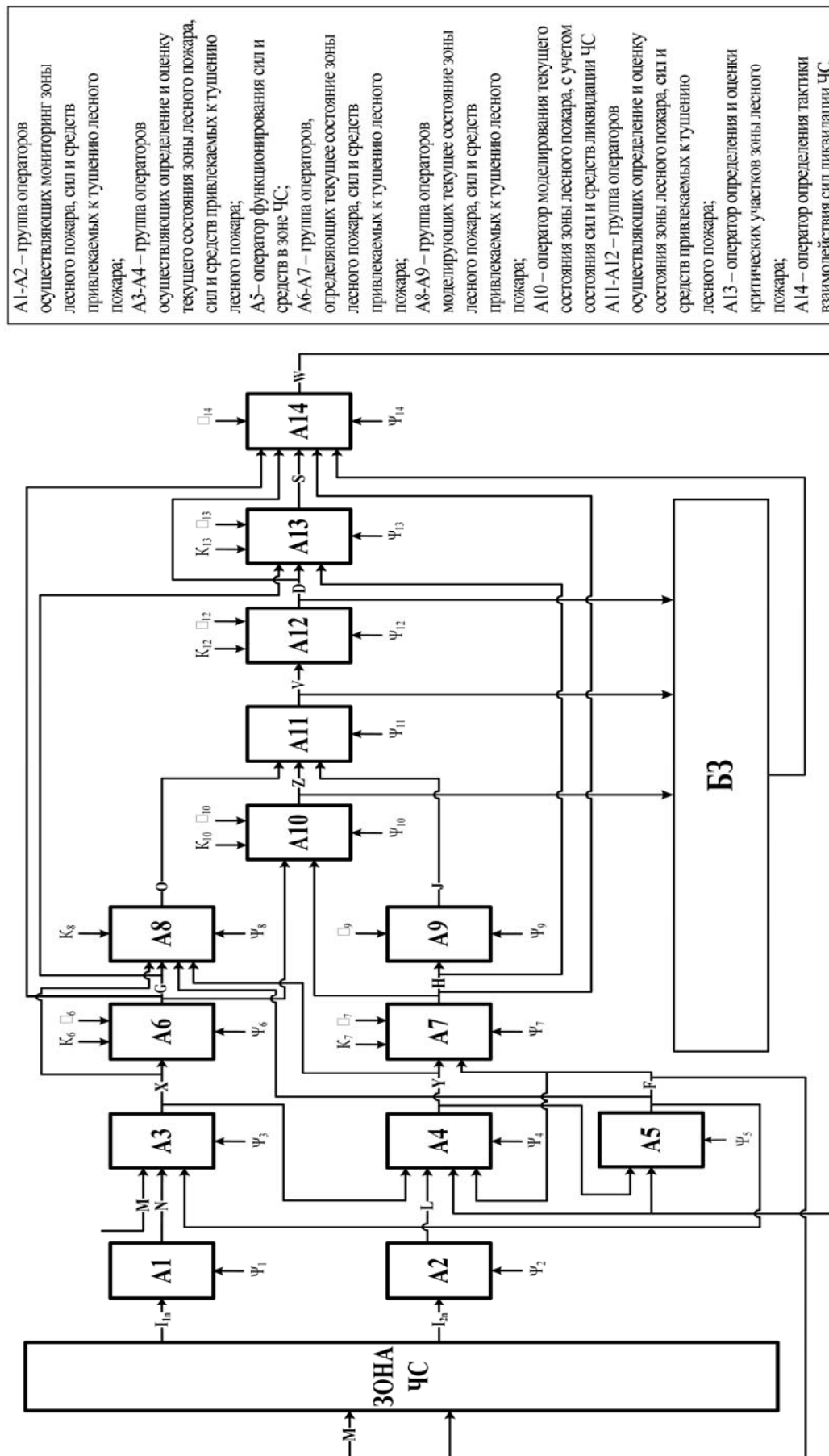


Рис. 1. Концептуальная модель управления взаимодействием сил ликвидации ЧС регионального характера

Таблица 1

**Операторы концептуальной модели управления
взаимодействием сил ликвидации ЧС регионального характера**

№ п/п	Оператор	Наименование оператора	Идентификатор множества	Значения элементов множества
1.	A1	Оператор мониторинга зоны ЧС.	N	Множество данных мони- торинга о состоянии зоны ЧС.
2.	A2	Оператор мониторинга состояния сил и средств ликвидации ЧС.	L	Множество данных мони- торинга о состоянии сил и средств ликвидации ЧС.
3.	A3	Оператор определения текущего состояния зо- ны ЧС.	X	Множество текущих со- стояний зоны ЧС.
4.	A4	Оператор определения текущего состояния сил и средств ликвидации ЧС.	Y	Множество текущих со- стояний сил и средств ли- квидации ЧС.
5.	A5	Оператор функциониро- вания сил и средств в зоне ЧС.	F	Множество результатов действий сил и средств в зоне ЧС.
6.	A6	Оператор оценки теку- щего состояния зоны ЧС.	G	Множество оценок теку- щего состояния зоны ЧС.
7.	A7	Оператор оценки теку- щего состояния сил и средств ликвидации ЧС.	H	Множество оценок теку- щего состояния сил и средств в зоне ЧС.
8.	A8	Оператор моделирова- ния текущей обстановки в зоне ЧС.	O	Множество состояний зо- ны ЧС на горизонт про- гноза.
9.	A9	Оператор моделирова- ния текущего состояния сил и средств ликвида- ции ЧС.	J	Множество состояний сил и средств ликвидации ЧС на горизонт прогноза.
10.	A10	Оператор моделирова- ния текущего состояния зоны лесного пожара, с учетом состояния сил и средств ликвидации ЧС.	Z	Множество оценок теку- щего состояния зоны лес- ного пожара, с учетом со- стояния сил и средств ликвидации ЧС.
11.	A11	Оператор определения общего состояния зоны лесного пожара, с учетом состояния сил и средств ликвидации ЧС, на гори- зонт прогноза.	V	Множество состояний зо- ны лесного пожара на го- ризонт прогноза, с учетом состояния сил и средств ликвидации ЧС.

№ п/п	Оператор	Наименование оператора	Идентификатор множества	Значения элементов множества
12.	A12	Оператор оценки общего состояния лесного пожара с учетом состояния сил и средств ликвидации ЧС на горизонт прогноза.	D	Множество оценок общего состояния зоны лесного пожара на горизонт прогноза, с учетом состояния сил и средств ликвидации ЧС.
13.	A13	Оператор определения и оценки критических участков зоны лесного пожара.	S	Множество критических участков зоны лесного пожара, их оценка.
14.	A14	Оператор определения тактики взаимодействия сил ликвидации ЧС.	W	Множество вариантов организации взаимодействия.

Основными из них являются:

определение и оценка как текущего состояния зоны лесного пожара, сил и средств, привлекаемых к ликвидации ЧС, так и их состояния на горизонт прогноза;

моделирование текущего состояния лесного пожара, с учетом состояния сил и средств ликвидации ЧС;

определение и оценка критических участков зоны лесного пожара;

выбор одного из множества вариантов организации взаимодействия.

Литература

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 17 мая 2011 года № 376. «О чрезвычайных ситуациях в лесах, возникших вследствие лесных пожаров».
2. Микрюков В.Ю. Теория взаимодействия войск. // – М.: Вузовская книга. - 2002. 240 с.: ил.
3. Добров А.В. Математические модели. Новогорск, АГЗ МЧС России. - 2000, с.76.
4. Жилин Д.М. Теория систем: опыт построения курса. Изд-2. -М.: Едиториал УРСС, Москва. - 2004, с. 184.
5. Федеральный закон от 21.12.1994 года № 68 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»
6. Ямалов И.У. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] /– 2-е изд. (эл.). – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний. - 2012. – с. 288: ил.

Сведения об авторах

Молчанов Александр Владимирович – адъюнкт Академии гражданской защиты МЧС России, (499) 6990501, e-mail: aleksander.molchanov1978@yandex.ru;

Добров Анатолий Владимирович – заведующий кафедрой системного анализа и управления Академии гражданской защиты МЧС России, (499) 6990687, e-mail: dobrov42@yandex.ru.

УДК 004.81

СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМИРОВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ АВАРИИ НА ХИМИЧЕСКИ-ОПАСНОМ ОБЪЕКТЕ

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

Представлена модель действий населения при аварии на химически-опасном объекте с учетом уровня информированности людей. Модель позволяет определять рациональную частоту рассылки сообщений, реализуемых с помощью сервисов сотовой связи, и оценить вклад информирования в реализацию защитных мероприятий. Результаты моделирования будут положены в основу рекомендаций по информированию различных категорий населения в условиях чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: системная динамика, авария, химически опасный объект, вероятность поражения, информирование населения, сообщение, защитные действия.

SYSTEM AND DYNAMIC MODEL OF INFORMING THE POPULATION AT ACCIDENT ON CHEMICAL DANGEROUS OBJECT

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

The model of actions of the population at accident on chemical dangerous object taking into account the level of knowledge of people is presented. The model allows to determine the rational frequency of mailing of the messages realized by means of services of cellular communication and to estimate an informing contribution to realization of protective measures. Results of modeling will be the basis for recommendations about informing various categories of the population in the conditions of emergency situations.

Key words: system dynamics, accident, chemical dangerous object, probability of defeat, informing population, message, protective actions.

Анализ показывает, что одним из возможных путей оповещения населения об угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций (далее - ЧС) является использование технологий рассылки сообщений на сотовые телефоны с использованием сервисов SMS, Live Screen, Cell Broadcast и др. При этом основные проблемы реализации данного пути связаны не с организационно-техническими аспектами, а с психофизиологическим и психосемантическим характером мотивации населения к приему сообщений, их правильным восприятием, осмыслением и инициированием последующих действий по защите в ЧС [1].

В работе [2] сформулирована научная задача по обоснованию рациональных параметров текстовых сообщений сотовой связи для оповещения населения при ЧС и описан методический замысел её решения. Суть замысла заключается в том, что процесс информирования населения представляется в виде «черного ящика». В качестве его «входа» рассматриваются контролируемые факторы, определяемые параметрами ЧС и характеристикой реципиента информации, неопределенные факторы, связанные со случайным характером ЧС и нечёткостью восприятия информации, и управляющие факторы, включающие параметры текстового сообщения, а в качестве «выхода» - риск поражения населения при реализации действий по защите после получения сообщения. Варьируя управляющими факторами при фиксировании контролируемых и учете неопределенных фак-

торов можно установить рациональные параметры сообщения для каждого типа ЧС и группы населения.

Для реализации данного замысла было проведено практическое исследование, в ходе которого выполнялся социологический опрос студентов МАТИ-РГТУ им. К.Э. Циолковского с разными уровнями подготовки в области безопасности жизнедеятельности [3]. В ходе опроса студентам раздавались анкеты, состоящие из двух частей - вводной информацией о ЧС и перечнем защитных действий, из которого они, в соответствии с вводной информацией, должны были выбрать правильные. После обработки результатов опроса были сформулированы рациональные текстовые сообщения для повышения безопасности действий людей в условиях ЧС (на примере аварии на химически опасном объекте (далее - ХОО)).

Разработанный в [1-3] подход позволяет обосновать рациональные параметры тестовых сообщений, но, к сожалению, с помощью него невозможно определить другие параметры информирования населения при ЧС.

Так, например, неизвестна частота рассылки данных сообщений (количество в единицу времени) для различных категорий населения и видов чрезвычайных ситуаций. Очевидно, что недостаточная частота не позволит доводить до населения актуальную информацию о развитии опасности, изменениях обстановки, текущем характере и направлении действия поражающих факторов (далее - ПФ), мерах, предпринимаемых спасательными службами и т.п. По этой же причине может быть не достигнута требуемая степень усвоения информации из-за малого количества её повторов.

В то же время, избыточное количество сообщений будет отвлекать человека от правильных действий в условиях жесткого дефицита времени при угрозе или воздействии ПФ, осложнять понимание сообщений в случае даже незначительного изменения их содержания (особенно при слабом уровне подготовки), запутывать его поведение при неизбежных противоречиях в семантике этих сообщений и т.п.

В качестве примеров для конкретизации данной проблемы возможно взять информирование населения при землетрясении и аварии на ХОО. Так, при землетрясении, поражающие факторы действуют практически мгновенно и приводят к массовым повреждениям и разрушениям зданий и сооружений, гибели людей, блокированию их в завалах, состоящих из обломков строительных конструкций. При условии отсутствия угрозы повторных мощных сейсмических толчков обстановка в зоне землетрясения, как правило, изменяется незначительно и в основном в сторону ее улучшения (локализуются пожары и тления в завалах, деблокируются и извлекаются пострадавшие, разбираются завалы, укрепляются неустойчивые конструкции зданий). В этом случае нет необходимости в плотном потоке предупреждающей информации, достаточно отдельных сообщений о правилах поведения при возможных повторных толчках, местах нахождения пунктов жизнеобеспечения, спасательных служб.

При аварии на ХОО, связанной с проливом или выбросом аварийно химически опасных веществ (далее – АХОВ), образуются первичные и, в ряде случаев, вторичные облака зараженного воздуха. Параметры образования этих облаков случайны, что определяется видом и количеством вещества, условиями его хранения, состоянием атмосферы, подстилающей поверхности, характером мер безопасности на объекте и многими другими факторами. Еще в большей степени случайны траектории движения этих облаков, зависящие, в том числе, от атмосферной устойчивости приземных слоев воздуха, направлений ветра на различных высотах, рельефа местности, характера застройки (геометрических форм, размеров, высот зданий и сооружений, плотности застройки), воздушных потоков в населенных пунктах и др. В связи с динамическим характером указанных случайных факторов обстановка в зоне заражения часто меняется (например, при изменении направления или скорости приземного ветра иными становятся траектория, характер движения облака АХОВ и т.п.). В этом случае поток информирования должен быть более

плотным – сообщения должны отражать основные изменения обстановки в зоне заражения, предписывать адекватные меры защиты, предупреждать панические настроения в условиях дефицита информации.

Кроме того, рассмотренный в [1-3] подход не позволяет оценить отдельные психофизиологические и психосемантические аспекты «обработки» человеком предупреждающей информации – закономерности её понимания, усвоения, реализации последующих действий, не понятен их общий вклад в реализацию защитных мер и многое другое.

При этом необходимо отметить наличие нелинейных связей (между числом сообщений, например, и правильностью действий по защите от ПФ), обратных связей (увеличение потока информации может привести к ухудшению процесса ее понимания), а также различных задержек, опозданий в реализации защитных мероприятий из-за затрат времени на осмысление сообщений и т.п.

В связи с этим, для обоснования рациональной частоты рассылки сообщений с предупреждающей информацией, оценки влияния психофизиологических и психосемантических аспектов её восприятия и усвоения представляется целесообразным использование метода системной динамики [4-7], позволяющего учитывать изменения в сложных системах, обусловленные обратными, нелинейными связями и связями с задержкой.

В соответствии с указанным методом сложная система представляется в виде уровней какого-либо ресурса, потоков этого ресурса и темпа потока ресурсов (рис.1).



Рис. 1. Гидродинамическая аналогия метода системной динамики

Уровни характеризуют текущие значения ресурса внутри системы и представляют собой значения переменных, накопленные в результате разности между входящими и исходящими потоками. Для оценки влияния информирования населения на его безопасные действия в ЧС необходимо рассмотреть уровни населения в различных состояниях (не поражено, поражено, спасено и т.п.) и информированности об опасности и порядке действий.

Сами потоки характеризуют перемещение ресурса от одного уровня к другому (например, населения из состояния «поражено» в состояние «спасено»), а темпы потоков – скорости изменения уровней, перемещающие содержимое одного уровня к другому. Применительно к решаемой задаче темпы потоков измеряются в количестве человек и числе сообщений в единицу времени.

Регуляторы темпа потока (функции решений) имеют, как правило, форму уравнений, определяющих реакцию потока на состояние одного или нескольких уровней, и обеспечивают заданный темп потока. Например, темп «потока людей» из уровня «поражено» в уровень «спасено» зависит, в том числе, и от правильности действий населения.

В этой связи, в рассматриваемом методе динамику поведения сложной системы можно свести к изменению значений уровней, а сами изменения регулировать потоками, наполняющими или исчерпывающими уровни. Все изменения в системе обуславливаются «петлями обратной связи», соединенными в большинстве случаев нелинейно. Под данными петлями понимают замкнутые цепочки взаимодействий, которые связывают исходные действия с его результатом [5]. При этом, если изменение исходного действия вызывает не пропорциональное изменение результата, связь нелинейная. Аналогично, если увеличение исходного действия вызывает увеличение результата, то обратная связь положительная, в противном случае – отрицательная.

В соответствии с условными обозначениями, принятыми в методе системной динамики, потоки и уровни можно представить так, как показано на рис.2.



Рис. 2. Схема представления потоков и уровня в методе системной динамики (потоко-уровневая модель)

С учетом рис.2 функциональное уравнение уровня можно представить следующим образом [8]:

$$S(t) = S(t_0) + \int_{t_0}^t (X(t) - Y(t))dt, \quad (1)$$

- где $S(t)$ - уровень ресурса в момент времени t (количество человек или число сообщений, чел. или ед.);
 $S(t_0)$ - уровень ресурса в момент времени t_0 (, чел. или ед.);
 $X(t)$ - темп входящего потока (чел./ед. времени или ед./ед.времени);
 $Y(t)$ - темп выходящего потока (чел./ед. времени или ед./ед. времени),

или в виде дифференциального уравнения:

$$\frac{dS(t)}{dt} = X - Y. \quad (2)$$

Метод системной динамики включает ещё такие понятия, как задержки (предназначенные для имитации задержки потоков и характеризуемые средним временем запаздывания), каналы информации (соединяющие функции решений с уровнями), вспомогательные переменные (располагаемые в каналах информации между уровнями и функциями решений, определяющие некоторую функцию и имеющие размерность уровней либо темпов) и др. [7].

Построение потоко-уровневой модели в рамках метода системной динамики осуществлялось для случая информирования населения (путем рассылки сообщений) при аварии на ХОО, динамика изменений которой условно представлена на рис. 3.

В соответствии со схемой на рис. 3 при построении потоко-уровневой модели приняты следующие исходные положения, предпосылки и допущения:

при аварии на ХОО происходит пролив на подстилающую поверхность и последующее длительное испарение АХОВ ингаляционного действия с образованием облаков зараженного воздуха;

с учетом направления ветра облако зараженного воздуха передвигается в сторону населенного пункта с постоянной скоростью;

количество людей в населенном пункте постоянно, люди находятся как в зданиях, так и на открытой местности;

концентрация АХОВ в воздухе зоны заражения практически не меняется в рамках времени моделирования и соответствует выводящей из строя дозе (ICt_{100}), т.е. количеству вещества ингаляционного действия, вызывающему при попадании в организм выход из строя 100% пораженных как временно, так и со смертельным исходом [9];

в случае, если пострадавшему оказывается само- и взаимопомощь, то он считается спасенным (оставшимся в живых благодаря, в т.ч. предупреждающей информации), в противном случае наступает летальный исход;

мероприятия по защите населения, выполняемые силами РСЧС или ГО, не рассматриваются;

в сообщениях, рассылаемых населению на сотовые телефоны, доводится информация об опасности и мерах по защите от неё.

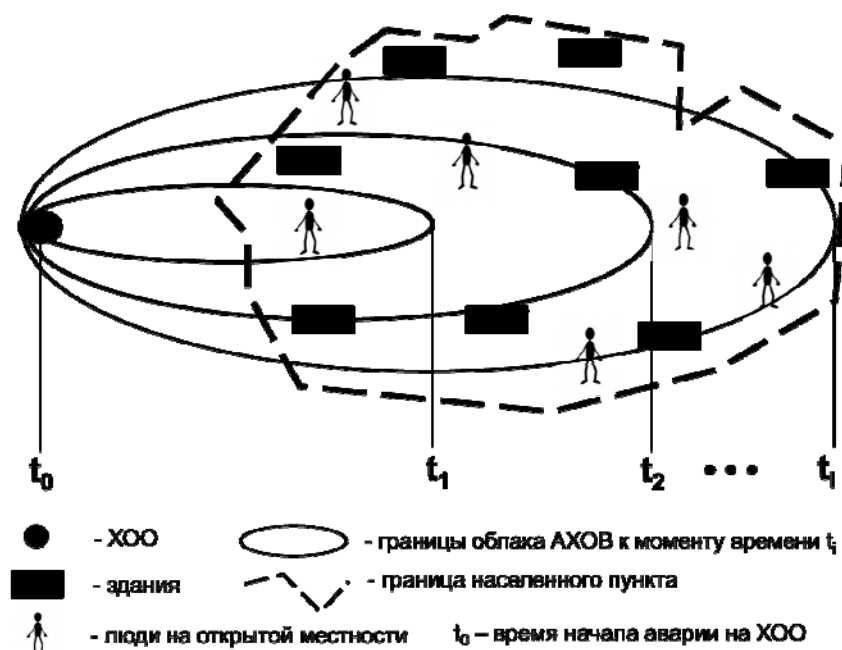


Рис. 3. Схема распространения облака АХОВ по территории населенного пункта

С учетом этого потоко-уровневая модель действий населения схематично может быть представлена в следующем виде:

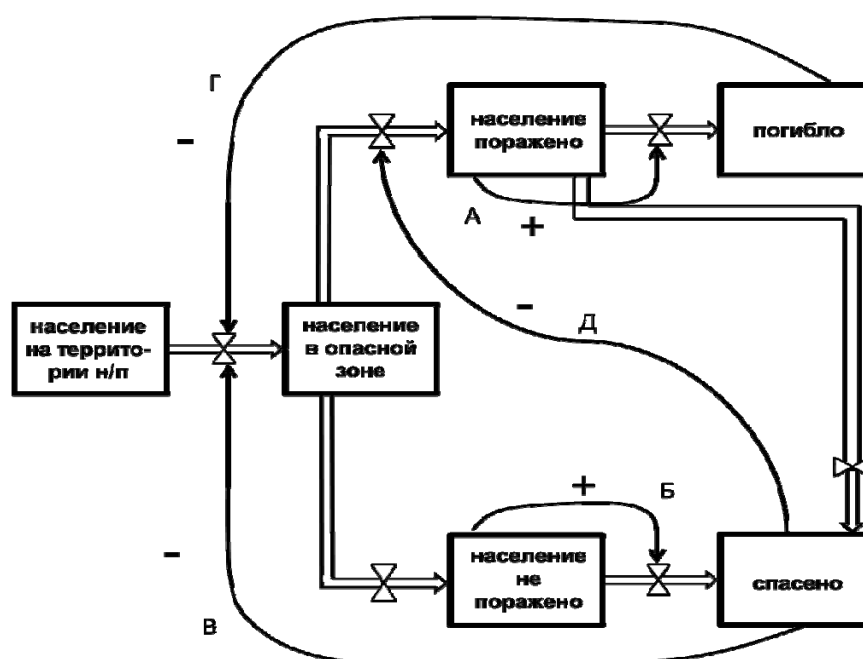


Рис. 4. Схема потоков и уровней процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО

На рис.4 показаны некоторые обратные связи (положительные, обозначенные знаком «+», и отрицательные, знаком «-»), смысл которых заключается в следующем:

А - чем больше населения поражено, чем выше темп его гибели;

Б - чем больше населения не поражено, чем выше темп его спасения;

В, Г – чем больше населения погибло или спасено, тем меньше темп его попадания в опасную зону;

Д – чем больше населения спасено, тем меньше темп его поражения и др.

Схема потоко-уровневой модели информирования показана на рис. 5.



Рис. 5. Схема потоков и уровней процесса информирования населения

«Облачка» слева и справа схемы на рис.5 символизируют внешний, неограниченный в рамках модели, источник ресурса (в гидродинамической аналогии, например, водоем, море и т.п.).

Рассматривая поток из уровня «население на территории н/п» в уровень «население в опасной зоне» (см. рис.4) следует отметить, что на темп этого потока влияет, прежде всего, скорость распространения зараженного облака по территории населенного пункта и плотность населения. Т.е. чем быстрее будет распространяться облако и выше плотность населения, тем больше будет соответствующий темп опасности для людей. Данная величина должна иметь ту же размерность, что и регулятор потока для рассматриваемых уровней – человек в час. Для этого вспомогательную переменную «темп опасности», влияющую на регулятор потока из уровня «население на территории н/п» в уровень «население в опасной зоне» можно найти, как

$$\tau_{оп} = \rho_n \cdot \nu_{ахов} , \quad (3)$$

где $\tau_{оп}$ - темп опасности, чел./ч;
 ρ_n - плотность населения, чел./км²;
 $\nu_{ахов}$ - площадная скорость распространения АХОВ, км²/ч.

Значения последнего сомножителя можно оценить исходя из динамики изменения во времени площади эллипса облака зараженного воздуха (см. рис.3) или размеров его большой и малой оси.

Указанные положения отражены на рис. 6.

Знаком «⇒» на вышеуказанном рисунке показана учитываемая в модели временная задержка от момента аварии на ХОО до прихода облака АХОВ в населенный пункт.

Очевидно, что в соответствии с рис. 4 население в опасной зоне может быть поражено путем токсического воздействия облака зараженного воздуха или остаться непораженным. Это будет зависеть как от параметров облака зараженного воздуха (концентрации АХОВ в облаке, время его действия и т.п.), так и от успешности действий населения по защите от ПФ. С учетом этого взаимосвязь вспомогательных переменных, влияющих на регуляторы темпов потоков из уровня «население в опасной зоне» в уровни «население поражено» и «население не поражено», показана на рис.7.

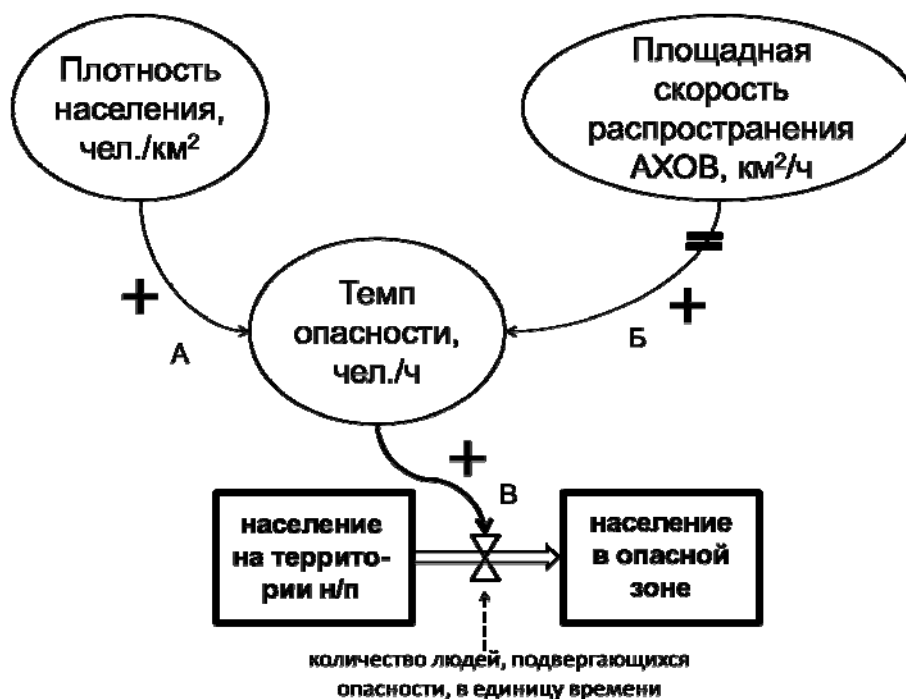


Рис. 6. Схема влияния на регулятор темпа потока из уровня «население на территории н/п» в уровень «население в опасной зоне»



Рис. 7. Схема влияния на регуляторы темпа потоков из уровня «население в опасной зоне» в уровни «население поражено» и «население не поражено»

Вероятность поражения АХОВ может быть найдена с учетом пробит-функции следующего вида [10]:

$$P_{пор} = A + B \ln(C_{ppm}^n \cdot t_{экс.}); \quad (4)$$

при этом

$$C_{ppm} = \frac{C \cdot M_{возд}}{1,2 M_{вещ}},$$

- где $P_{пор}$ - вероятность поражения АХОВ;
 A, B - константы для вычисления пробит-функции общих потерь вследствие воздействия АХОВ;
 C_{ppm}^n - концентрация АХОВ в *parts per million*;
 n - показатель степени, характеризующий механизм воздействия и природу АХОВ;
 $t_{экс.}$ - время действия (экспозиции) АХОВ, мин. (ч);
 C - концентрация АХОВ, мг/м³;
 $M_{возд}$ - молекулярная масса воздуха (принимается равной 29);
 $M_{вещ}$ - молекулярная масса вещества.

Вероятный темп поражения АХОВ ($\tau_{вер}$) будет находиться по следующей зависимости:

$$\tau_{вер} = \tau_{оп} \cdot P_{пор}. \quad (5)$$

В свою очередь интегральный темп поражения определяется, как

$$T_{пор} = \tau_{вер} (1 - P_{дейст}), \quad (6)$$

- где $T_{пор}$ - интегральный темп поражения населения, чел./ч;
 $P_{дейст}$ - вероятность правильных действий населения по защите от ПФ.

Из рис. 7 видно, что вспомогательная переменная «интегральный темп поражения» соединена положительной обратной связью с регулятором темпа потока из уровня «население в опасной зоне» в уровень «население поражено» (чем больше значение переменной, тем выше темп потока) и отрицательной обратной связью с регулятором темпа потока из уровня «население в опасной зоне» в уровень «население не поражено» (чем больше значение переменной, тем ниже темп потока).

Рассматривая вспомогательную переменную «вероятность правильных действий» следует отметить, что на её величину влияет, прежде всего, уровень информированности населения по характеру опасности и защитным мероприятиям. В этой связи в общую модель процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО следует включить в качестве элемента потоко-уровневую модель информирования, уровень в которой измеряется в количестве сообщений, а темп потока – количестве сообщений в единицу времени. Для того, чтобы модель процесса действий населения непротиворечиво сочеталась с моделью информирования, необходимо, чтобы все вспомогательные переменные, влияющие на «вероятность безопасных действий», учитывали бы количество сообщений.

При этом очевидно, что как избыточное, так и недостаточное количество сообщений негативно влияет на безопасность действий населения при аварии на ХОО. Так, чрезмерное количество информации для населения, сложной в семантическом плане, уменьшает степень её понимания. Для учета этого в модели возможно использование следующей ориентировочной зависимости вероятности правильного понимания информации [11]:

$$P_{\text{пон}} = e^{-\frac{k}{t_{\text{сооб}}}}, \quad (7)$$

где $P_{\text{пон}}$ - вероятность правильного понимания информации;
 k - количество сообщений, ед;
 $t_{\text{сооб}}$ - среднее время между сообщениями, ч.

Аналогично, высокая частота информирования населения также негативно влияет на правильность его действий. Это связано с тем, при приеме сообщения возникают отвращения (потери времени) людей на понимание и усвоение информации. В условиях высокой динамики распространения ПФ аварии на ХОО это может послужить причиной возможного дефицита времени на реализацию действий по защите от них. Учет этого положения в первом приближении возможен с применением следующей формулы:

$$P_{\text{отвл}} = k^{-\alpha}, \quad (8)$$

где $P_{\text{отвл}}$ - вероятность отвращения на понимание и усвоение информации;
 k - количество сообщений, ед;
 α - коэффициент скорости изменения значений вероятности в зависимости от количества сообщений ($\alpha \leq 1$).

В качестве другой вспомогательной переменной, влияющей на «вероятность правильных действий», возможно применение степени (вероятности) усвоения информации. В работах отмечается, что для относительно простой информации степень её усвоения зависит от количества повторов («повторение – мать учения») [12,13]. И если для предыдущих двух вспомогательных переменных увеличение количества сообщений негативно влияет на действия населения, то рассматриваемая переменная вносит положительный вклад в «вероятность правильных действий». Значения данной переменной удобно определять по формуле [11]:

$$P_{\text{усв}} = \frac{1}{1 + e^{-\frac{k}{t_{\text{сооб}}}}}. \quad (9)$$

И, наконец, человек может правильно понять и усвоить информацию, но не сумеет реализовать свои знания в конкретных условиях обстановки, т.е. не сможет перейти от знаний к умениям, тем более, к навыкам. Причиной этого может быть слабая практическая направленность его знаний или необходимость других, более глубоких «пластов» знаний. Например, при получении информации о том, что необходимо смочить ватно-марлевую повязку двухпроцентным раствором соды, возможно возникновение затруднений в понимании, что должна представлять собой данная повязка, как сделать такой раствор и т.д. В этой связи необходимо принимать во внимание и такую вспомогательную

переменную, как «успешность само- и взаимопомощи после информирования». Величина её может определяться путем:

$$P_{\text{спас}} = 1 - P_{\text{пор}} , \quad (10)$$

где $P_{\text{спас}}$ - вероятность успешного само- или взаимопомощи после информирования;
 $P_{\text{пор}}$ - вероятность поражения.

Значения вероятности поражения приведены на рис.8 [3].

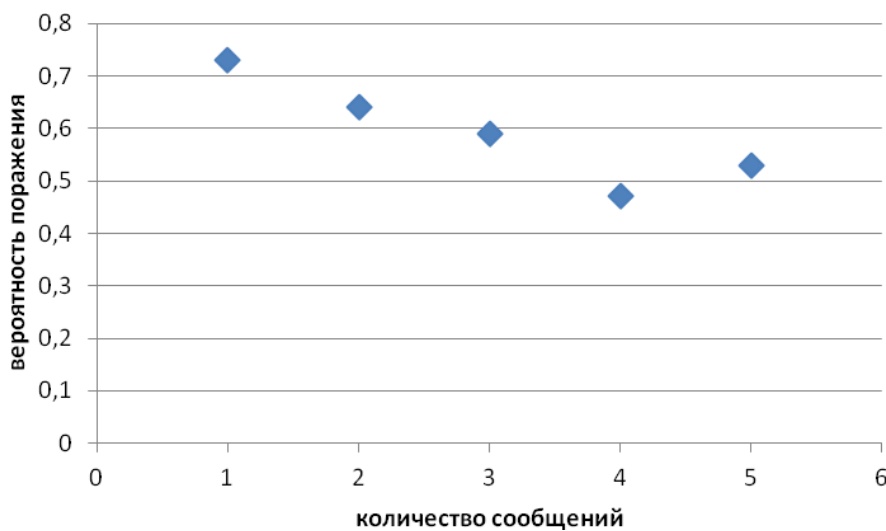


Рис. 8. Вероятность поражения в зависимости от количества сообщений

С учетом сказанного фрагмент модели процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО с учетом уровня информированности показан на рис.9.

Следует отметить, что представленные зависимости (7)-(10) носят достаточно общий характер и применимы только для простейших сообщений и условного реципиента информации. Это обусловлено, в свою очередь, общим характером потока-уровневой модели, не содержащей деталей, связанных с содержанием доводимой информации, формой ее представления, конкретным текстом и т.п., а также предварительными задачами настоящего исследования, направленными на выявление тенденций в процессе информирования. В дальнейшем при получении и интерпретировании результатов моделирования возможно уточнение указанных зависимостей.

Обратные связи от рассмотренных вспомогательных переменных показаны на рис.9. С учетом этого значение вероятности правильных действий может находиться из соотношения:

$$P_{\text{дейст}} = P_{\text{пон}} \cdot P_{\text{отвл}} \cdot P_{\text{усв}} \cdot P_{\text{спас}} . \quad (11)$$

Строго говоря, множители в (11) в определенной степени зависимые события, однако на данном этапе, при отсутствии результатов исследований по закономерностям влияния предупреждающей информации на человека, возможно использование формулы произведения вероятностей независимых событий.

Все указанные выше положения нашли свое отражение на рис.10.



Рис. 9. Фрагмент модели процесса действий населения с учетом уровня его информированности

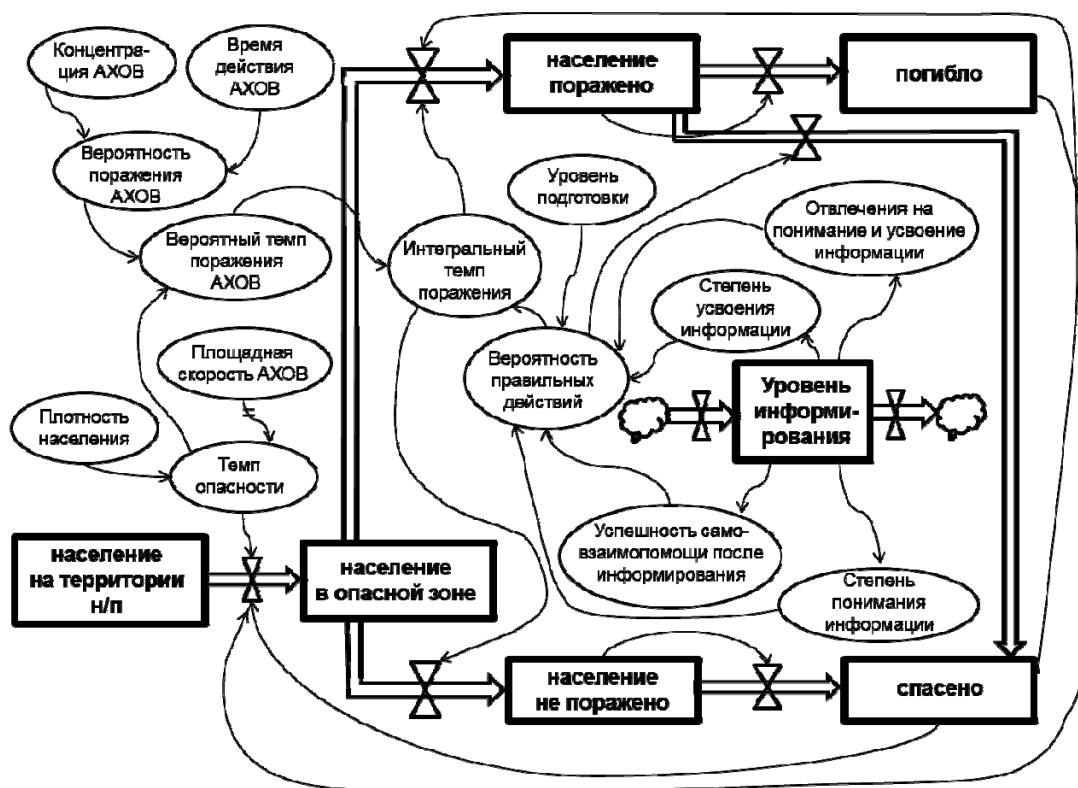


Рис. 10. Схема потоко-уровневой модели процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО с учетом уровня информированности

Из рис. 10 видно, что темп потока для различных уровней зависит от следующих вспомогательных переменных:

от уровня «население на территории н/п» к уровню «население в опасной зоне» - от «темпа опасности»;

от уровня «население в опасной зоне» к уровням «население поражено» и «население не поражено» - от «интегрального темпа поражения»;

от уровня «население поражено» к уровню «население спасено» - от «вероятности правильных действий».

Таким образом, разработана потоко-уровневая модель процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО с учетом уровня информированности. Её применение в программных средах AnyLogic [6,7] или других [14] 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. Данные результаты будут положены в основу методических рекомендаций по информированию различных категорий населения в условиях чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера.

В следующей статье этой серии будут приведены результаты применения разработанной модели.

Литература

1. Дурнев Р.А., Котоснова А.С., Лукьянович А.В. Оповещение населения с использованием текстовых сообщений: анализ состояния вопроса. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». – 2013, вып.3.
2. Дурнев Р.А., Котоснова А.С., Лукьянович А.В. Оповещение населения с использованием текстовых сообщений: методический подход к обоснованию рациональных параметров. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». – 2014, вып.4.
3. Дурнев Р.А., Котоснова А.С., Лукьянович А.В. Оповещение населения с использованием текстовых сообщений: некоторые практические результаты. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». – 2014, вып.6.
4. Дж. Форрестер. Основы кибернетики предприятий. М.: Прогресс. - 1971.
5. Путилов В.А., Горохов А.В. Системная динамика регионального развития. Мурманск, НИЦ «Пазори». - 2002.
6. Маликов Р.Ф. Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6: учеб. пособие / Р. Ф. Маликов. Уфа: Изд-во БГПУ. - 2013.
7. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic. С-Пб.:БХВ-Петербург. - 2005.
8. Дурнев Р.А., Мещеряков Е.М. Методические рекомендации по подготовке диссертационных работ. Комиксы для соискателей. Под ред. Акимова В.А. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). - 2014.
9. Саноцкий И.В. Методы определения токсичности и опасности химических веществ (токсикометрия). М.: Медицина. - 1970.
10. Pietersen C.M. Consequences of accidental releases of hazardous material. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. - 1990. Vol. 3, №1. P. 136-141.
11. Информационно-коммуникационные технологии обеспечения безопасности жизнедеятельности. Под общей редакцией Попова П.А. М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), ООО «ИПП Куна». - 2009.
12. Психология рекламного влияния. Как эффективно воздействовать на потребителя / Эрик дю Плесси. Пер. с англ. СПб.: Питер. - 2007.

13. Кутлалиев, А. Эффективность рекламы / А. Кутлалиев, А. Попов – М.: «Экспо». - 2005.
14. Сидоренко В.Н. Системно-динамическое моделирование в среде POWERSIM: Справочник по интерфейсу и функциям. – М.: МАКС-ПРЕСС. - 2001. – 159 с.

Сведения об авторах

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

Котосонова 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 351.753.6

К ПРОБЛЕМЕ НАУЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ

**Кандидат техн. наук В.П. Сломьянский, кандидат техн. наук И.В. Курличенко,
кандидат техн. наук В.Ю. Глебов, С.Н. Азанов, П.А. Князев
ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)**

Определены перспективы научных исследований по обоснованию основных направлений развития гражданской обороны Российской Федерации в современных условиях.

Ключевые слова: гражданская оборона, мероприятия гражданской обороны, современный облик гражданской обороны, нормативная правовая база.

TO THE PROBLEM OF SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF THE BASIC DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF CIVIL DEFENSE

**Ph. (Tech.) V.P. Slomyanskiy, Ph. (Tech.) I.V. Kurlichenko, Ph. (Tech.) V.Yu. Glebov,
S.N. Azanov, P.A. Knyazev
FC VNII GOChS Emercom of Russia**

The article defines the prospects of scientific research to substantiate the main directions of development of civil defense of the Russian Federation in modern conditions.

Key words: civil defense, civil defense activities, modern civil defence, the legal base.

Основными факторами, влияющими на определение основных направлений развития в области гражданской обороны, являются новые вызовы и угрозы национальной безопасности Российской Федерации, определенные новой редакцией Военной доктрины Российской Федерации, к которым относятся:

усиление глобальной напряженности в различных областях межрегионального и межгосударственного сотрудничества;

смещение военных опасностей и угроз в информационное пространство и внутреннюю сферу Российской Федерации;

расширение спектра внешних военных опасностей, в том числе: за счет использования информационных и коммуникационных технологий в военно-политических целях для осуществления действий, направленных против политической независимости, территориальной целостности и суверенитета, а также представляющих угрозу региональной и глобальной стабильности; смены правящего режима в сопредельных странах (в том числе путем государственного переворота), в результате которых новые власти начинают проводить политику, угрожающую интересам России и др.;

выявление внутренних военных опасностей, не имеющих прямой логической связи с внешней военной агрессией, которые конкретизируют потенциальные угрозы, в том числе, от: деятельности, направленной на насильственное изменение конституционного строя России, а также на дестабилизацию социальной и внутривнутриполитической ситуации, нарушение работы органов государственной власти, военных объектов или информационной инфраструктуры; деятельности террористических организаций или отдельных лиц, намеревающихся подорвать суверенитет государства или нарушить его территориальную целостность и др.

Кроме того, в новой редакции Военной доктрины Российской Федерации расширен список представляющих угрозу обороны страны систем вооружений – от высокоточного и гиперзвукового оружия, средств радиоэлектронной борьбы и систем на основе новых физических принципов до боевых информационно-управляющих, роботизированных систем вооружения и техники.

Военная доктрина Российской Федерации предопределила необходимость совершенствования систем радиационной, химической и биологической защиты населения, а также развития сил гражданской обороны постоянной готовности.

Изменения, внесенные в Военную доктрину Российской Федерации, определяют новые принципы построения системы гражданской обороны Российской Федерации.

В первую очередь, в современных условиях система защиты населения от различного рода опасностей должна строиться на принципе дифференцированной защиты – защите от конкретных опасностей, которые могут возникнуть на данной территории. При этом объем проводимых заблаговременно мероприятий должен быть соотнесен с риском возникновения конкретного вида опасности.

Другими немаловажными принципами развития гражданской обороны в современных условиях являются:

подготовка мероприятий по защите населения на военное время для варианта ведения военного конфликта с применением высокоточных средств поражения и возможной его эскалации в крупномасштабную войну с ограниченным применением ядерного оружия;

использование новых форм и методов защиты населения и территорий от опасностей, возникающих при ведении военных конфликтов или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях;

рациональное расходование средств на основе критерия «затраты - эффективность».

Перечисленные положения должны лечь в основу создания нового облика гражданской обороны и найти свое отражение во вновь разрабатываемых нормативных, технических и методических документах.

Для обеспечения дифференцированного подхода к организации и проведению мероприятий по гражданской обороне необходимо учитывать вероятностные характеристики поражения критически важных и потенциально опасных объектов, экономические, стратегические, географические факторы, а также риски возникновения аварий на них.

Создание нового облика гражданской обороны невозможно без создания устойчивой и надежной системы управления гражданской обороны, основу которой составляют автоматизированные системы информационной поддержки принятия управленческих решений при обеспечении мероприятий по гражданской обороне.

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) такая автоматизированная система создана и развернута в ряде региональных центров МЧС России. Данный программно-технический комплекс предназначен для ведения баз данных в области гражданской обороны – это базы данных защитных сооружений, сил, имущества гражданской обороны и другие, а также для выполнения ряда аналитических задач в области гражданской обороны.

Для создания эффективного механизма управления в области гражданской обороны целесообразно также оснащать данными компонентами и главные управления МЧС России по субъектам Российской Федерации.

Немаловажным фактором дальнейшего развития гражданской обороны является обоснование рационального состава группировки сил гражданской обороны, которое должно строиться на принципе разумной достаточности. Серьезным шагом в этом направлении стало создание нештатных формирований по обеспечению выполнения мероприятий по гражданской обороне, которое, во-первых, позволило оптимизировать группировку сил, а во-вторых, существенно сократить количество организаций, создающих силы гражданской обороны на нештатной основе, т.е. оставить нештатные формирования там, где они действительно нужны.

Основным направлением научных исследований в области развития сил гражданской обороны и повышения их готовности к действиям по предназначению является разработка новых технологий спасения, перспективных технических средств ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ и способов их применения в условиях современных вооруженных конфликтов.

Кроме того, одной из приоритетных задач сегодня является дальнейшая работа по научному обоснованию новых форм и методов защиты населения.

В этой связи продолжается работа по развитию научно-обоснованных подходов к накоплению фонда защитных сооружений гражданской обороны, разработке новых конструктивно-планировочных решений для создания простейших укрытий и эффективного освоения подземного пространства городов.

Актуализированной редакцией СНиП 2.01.51-90 (СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны») предусмотрен новый вид защитных сооружений – укрытия, которые обеспечивают защиту укрываемых от фугасного воздействия современных средств вооруженной борьбы. В этой связи, одна из первоочередных задач заключается в научном и методическом «обустройстве» этого нового понятия - необходимо разрабатывать требования к приспособляемым объектам и внутреннему оборудованию, определять рациональные градостроительные и технологические решения, разрабатывать методические подходы к оценке эффективности проводимых мероприятий и проектировать типовые элементы усиления приспособляемых укрытий.

В настоящее время требует кардинального пересмотра такой способ защиты населения, как его эвакуация в безопасные районы. Система эвакуации населения должна быть многовариантной, учитывать результаты зонирования территорий для различных вариантов развития обстановки, численность эвакуируемого населения, возможности регионов по инженерной защите населения и целесообразность их использования в конкретной ситуации, возможности регионов по первоочередному жизнеобеспечению, транспортному и другим видам обеспечения и т.д.

Ключевым звеном развития гражданской обороны является совершенствование системы подготовки населения. В рамках данной деятельности необходима разработка и внедрение новых программ и методов обучения с использованием компьютерных технологий и тренажеров, разработка учебных и методических пособий, отвечающих совре-

менным требованиям, а также создание информационно-образовательного портала в сети Интернет по вопросам гражданской обороны.

В рамках проведенного глубокого научного анализа современных вызовов и угроз Российской Федерации, определенных, в том числе, Стратегией национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года, Военной доктриной Российской Федерации, а также по результатам ежегодных государственных докладов о состоянии гражданской обороны Российской Федерации, основными направлениями единой государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны до 2030 года должны стать [1]:

- совершенствование нормативной правовой базы в области гражданской обороны;
- совершенствование организации гражданской обороны;
- совершенствование методов и способов защиты населения, материальных и культурных ценностей;
- развитие сил гражданской обороны;
- совершенствование защищенности критически важных и потенциально опасных объектов с учетом выполнения мероприятий гражданской обороны;
- совершенствование системы подготовки населения в области гражданской обороны.

В рамках совершенствования международного права в области гражданской обороны по результатам совместных с Институтом законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации необходимо предусмотреть разработку проекта Конвенции ООН по гражданской обороне, предупреждению и ликвидации последствий техногенных и природных катастроф [2], призванную восполнить пробел в универсальном международно-правовом регулировании таких вопросов, как принципы сотрудничества государств в указанных сферах, взаимодействия в подобных ситуациях компетентных органов, порядке обмена информацией и др.

В рамках совершенствования законодательства Российской Федерации в области гражданской обороны основное внимание необходимо сосредоточить на научно-методической проработке и законодательном «обустройстве»:

- создания системы обеспечения гражданской обороны как организационной структуры, включающей в себя совокупность взаимодействующих органов управления, сил и средств, реализующих государственную политику в области ГО;
- закрепления за МЧС и ОПБ федеральных органов исполнительной власти (организаций), являющимися головными в секторах экономики, органов исполнительной власти субъектов РФ и органов местного самоуправления; функции координационных органов вопросов ГО в военное время;
- порядка, сроков, форм и объемов мероприятий по защите населения, включая инженерную защиту, оптимизацию форм и способов проведения эвакуационных мероприятий;
- создания группировки сил ГО, способной эффективно выполнять задачи в мирное и в военное время;
- вопросов повышения эффективности подготовки всех категорий населения в области ГО;
- адекватного учета вновь возникающих вызовов и угроз национальной безопасности Российской Федерации.

В рамках совершенствования подзаконных актов Российской Федерации в области гражданской обороны необходимы организация и проведение научных исследований, направленные на:

- закрепление положений по отнесению территорий (организаций) к группам (категориям) по ГО с учетом зонирования территории страны по досягаемости средств поражения возможного противника;
- формирование единых технических требований комплексной маскировки объектов;
- регламентацию мероприятий по повышению устойчивости функционирования организаций, в т.ч. критически важных объектов страны, при воздействии современных средств поражения и др.

Совершенствование нормативной правовой базы в области гражданской обороны, в частности принятие изменений в Федеральный закон от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне» потребуют дальнейшего научно-обоснованного развития нормативной правовой базы в области гражданской обороны, в т.ч. пересмотра или даже признания утратившими силу ряда нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации, а также приказов МЧС России. Наиболее значимыми из них являются постановления Правительства Российской Федерации «Об утверждении Положения о гражданской обороне в Российской Федерации», «О порядке создания убежищ и иных объектов гражданской обороны», «О порядке эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы» и др.

Своего продолжения требует уже начатая совместно с Институтом законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации в 2014 г. работа по созданию нормативной правовой базы Республики Крым и города федерального значения Севастополь в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Важнейшим направлением научно-технического обеспечения формирования нового облика гражданской обороны является актуализация устаревших строительных норм и правил, разработка новых и актуализация действующих стандартов в области гражданской обороны. В этой связи необходимо предусмотреть включение указанных направлений в Основы единой государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года.

В настоящее время ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) осуществляет активную деятельность по научному обоснованию подходов к инженерной защите населения, в рамках которой ведется формирование автоматизированной базы данных по защитным сооружениям гражданской обороны, анализ информационных ресурсов которой позволит принимать научно обоснованные решения по совершенствованию инженерной защиты населения.

Зонирование территории Российской Федерации не должно ограничиваться положениями, отраженными во вступившем в силу Своде правил «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны». В современных условиях в целях обеспечения более дифференцированного подхода к организации и проведению мероприятий по гражданской обороне необходимо также учитывать и вероятностные характеристики поражения критически важных и потенциально опасных объектов, а также риски возникновения аварий на них, экономические, стратегические, географические и др. факторы.

Кроме того, в настоящее время назрела необходимость разработки более совершенных средств индивидуальной защиты, средств наблюдения и лабораторного контроля. В целях этого на базе Ногинского спасательного центра МЧС России создана специализированная лаборатория по сертификации средств индивидуальной защиты, средств наблюдения и лабораторного контроля.

Немаловажное значение институт уделяет методическому обеспечению мероприятий гражданской обороны. На основе результатов научных изысканий перерабатываются действующие и разрабатываются новые методики прогнозирования обстановки, которая может сложиться в результате воздействия современных средств поражения по объектам тыла, а также при ЧС [3]. Только в 2014 г. в составе Свода правил «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны» утверждена Методика прогнозирования масштабов возможного химического заражения АХОВ при авариях на химически опасных объектах и транспорте, Методика расчета режимов радиационной защиты населения и Методика оценки состояния потенциально опасных объектов, объектов обороны и безопасности в условиях воздействия обычных средств поражения.

Методология зонирования территории Российской Федерации, нашедшая отражение в своде правил «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны» обеспечивает дифференцированный подход к организации и проведению мероприятий по ГО, учи-

тывает риски различной природы, а также экономические, стратегические, географические и др. факторы.

Кардинально пересматривается такой способ защиты населения, как эвакуация в безопасные районы, учитывающий результаты зонирования территорий для различных вариантов развития обстановки, численность эвакуируемых, возможности регионов по инженерной защите и жизнеобеспечению населения, транспортному и другим видам обеспечения и т.д.

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) также осуществляет методическое обоснование новых подходов к инженерной защите населения, к определению рациональной группировки сил ГО и подготовке сил ГО и населения к действиям в условиях ведения военного конфликта.

В заключение хотелось бы отметить, что теоретические и экспериментальные исследования, выполняемые институтом, а также другими научными и учебными заведениями МЧС России являются базовым фундаментом развития гражданской обороны на современном этапе. Немаловажная роль в этом деле отводится лабораторно-экспериментальной базе института, которая начинает свое функционирование в мае текущего года.

Задача науки заключается в том, чтобы сделать гражданскую оборону XXI века эффективной, инновационной, ориентированной на каждого конкретного гражданина.

Литература

1. Справочник руководителя гражданской обороны. - М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). - 2014.
2. Лафитский В.И., Каширкина А.А., Морозов А.Н.. Проект Конвенции Организации Объединенных Наций по предупреждению и ликвидации последствий техногенных и природных катастроф// Журнал зарубежного законодательства и сравнительного правоведения, М. - 2014. - № 48.
3. Методические рекомендации территориальным органам МЧС России по применению нормативных правовых и нормативно-технических документов при создании, эксплуатации и развитии системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте. - М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). - 2014. - 75 с.

Сведения об авторах

Сломянский Виталий Павлович, - начальник 1 научно-исследовательского центра, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7, т. раб. 216-99-77, e-mail: 12otdel@mail.ru.

Курличенко Игорь Владимирович, - ведущий научный сотрудник, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7, т. раб. 233-25-47, доб. 135, e-mail: 12otdel@mail.ru.

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

Азанов Сергей Николаевич, - начальник отдела, 1 научно-исследовательского центра, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7, раб. 216-90-33, e-mail: 12otdel@mail.ru.

Князев Павел Алексеевич, - заместитель начальника отдела, 1 научно-исследовательского центра, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7, раб. 216-90-33, e-mail: 12otdel@mail.ru.

УДК 614.8.01

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ И НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОКСИОН В 2010-2014 гг.

А.В. Лукьянович, А.В. Алымов
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Р.Ф. Камалединов
ФГБУ «ИЦ ОКСИОН»

Представлены организационная структура и задачи ОКСИОН, раскрыты статистические данные, особенности и недостатки в функционировании ОКСИОН, представлен комплекс мероприятий по оценке результатов функционирования системы в рассматриваемый период, на основании которой подготовлены выводы и организационно-технические предложения по её развитию и совершенствованию.

Ключевые слова: ОКСИОН, автоматизированная система, информирование, оповещение, население, безопасность.

A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF DEVELOPMENT AND THE RELIABILITY OF OKSION IN 2010-2014

A. V. Lukyanovich, A. V. Alymov
FC VNII GOChS Emercom of Russia

R. Kamaledinov
«IC OKSION»

The article presents the organizational structure and tasks of OKSION, revealed statistics, characteristics and shortcomings in the functioning of OKSION, presents a set of measures for assessing the system's performance during the period under review, on the basis of which the findings and technical proposals for its development and improvement.

Key words: OKSION, automated system, information, notification, population, security.

Целью создания общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей (далее – ОКСИОН) является подготовка населения в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС), обеспечения пожарной безопасности, безопасности дорожного движения и охраны общественного порядка, своевременное и оперативное информирование граждан о ЧС и угрозе террористических актов, мониторинг обстановки и состояния правопорядка в местах массового пребывания людей на основе использования современных технических средств и технологий [1].

Для решения поставленных задач в состав ОКСИОН включены следующие структурные элементы:

- информационные центры (далее – ИЦ);
- распределенные автоматизированные подсистемы;
- терминальные комплексы (далее – ТК).

ИЦ предназначены для планирования и проведения информационных операций, управления трансляциями на ТК и функционированием нижестоящих ИЦ, анализа ин-

формации об обстановке в местах массового пребывания людей, контроля работоспособности ТК, организации взаимодействия с центрами управления в кризисных ситуациях территориальных органов МЧС России, системами информирования и оповещения населения другой ведомственной принадлежности и иных форм собственности.

Распределенные автоматизированные подсистемы предназначены для обеспечения программно-аппаратного сопряжения между ИЦ и ТК.

ТК предназначены для приема, обработки и отображения аудиовизуальных сообщений, а также приема и передачи в ИЦ информации об обстановке в местах массового пребывания людей. В соответствии с системотехническим проектом ОКСИОН [2], ТК разделяются на стационарные (далее – СТК) и мобильные (далее – МТК).

СТК включают технические средства сбора и отображения информации, радиационного и химического контроля, звукового вещания.

В качестве мест размещения СТК используются:

- основные выезды и въезды в город, пересечение основных городских магистралей;
- аэропорты, авто- и железнодорожные вокзалы, станции метрополитена;
- крупные торговые центры и городские рынки;
- центральные площади городов, стадионы и др. места массового пребывания людей.

По местам установки и составу оборудования СТК подразделяются на пункты:

- уличного информирования и оповещения населения (далее – ПУОН);
- информирования и оповещения в зданиях с массовым пребыванием людей (далее – ПИОН).

МТК включают транспортные средства, на которых размещаются светодиодные экраны с оборудованием, необходимым для отображения видео- и аудиоинформации, видеонаблюдения, обеспечения связи, создания информационного контента, а также мониторинга радиационной, химической и биологической (далее – РХБ) обстановки, автономного энергоснабжения, защиты от поражающих факторов источников ЧС и другим оборудованием.

МТК подразделяются на пункты информирования и оповещения населения на транспортных средствах (далее – ПИОТ) и мобильные комплексы информирования и оповещения населения (далее – МКИОН).

К ПИОТ относятся ТК, устанавливаемые на транспортных средствах общего пользования, например, в вагонах поездов, метро, автобусах, троллейбусах и т.д., в состав которых могут входить управляющие компьютеры и экраны.

МКИОН предназначены для дополнения стационарного парка ТК мобильным сегментом, состоящим из транспортных средств, с размещенными на них светодиодными экранами и необходимым оборудованием.

Основными задачами МКИОН, являются:

- оперативное оповещение и информирование населения об опасных и ЧС, правилах безопасного поведения при угрозе и возникновении ЧС в различных местах пребывания населения при выполнении защитных мероприятий;
- оказание информационно-психологической помощи населению в период ликвидации ЧС непосредственно в местах его временного пребывания, на маршрутах движения, пунктах первичного жизнеобеспечения;
- осуществление видеомониторинга обстановки в местах развертывания мобильных группировок;
- осуществление мониторинга РХБ обстановки.

В соответствии с решением Организационного комитета по совершенствованию подготовки населения в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и охраны общественного порядка с использованием современных технических средств массовой информации в местах массового пребывания людей [3] проведена оценка эффективности ОКСИОН.

К моменту проведения исследования сбор статистических данных по показателям, необходимым для оценки эффективности ОКСИОН, не осуществлялся. В связи с этим оценка результатов функционирования ОКСИОН выполнена на основании информации, представленной территориальными органами МЧС России в соответствии со специализированной экспертной анкетой для опроса руководителей и специалистов, задействованных в функционировании ОКСИОН [4].

В ходе оценки результатов функционирования ОКСИОН выполнено:

- исследование существующего парка ТК;
- определение показателей оценки деятельности ОКСИОН;
- сбор статистической информации о функционировании ОКСИОН и проведение экспертного опроса;
- анализ результатов функционирования ОКСИОН.

1. Анализ полученной информации показал, что значительная часть ТК располагается в областных центрах и крупных городах РФ, а отдаленные территории субъекта и сельская местность не охвачены системой вовсе. Информация об охвате населения ТК – процент от общей численности населения субъекта (населенного пункта), до которого доводится информация с использованием ТК, – представлена на рис. 1.

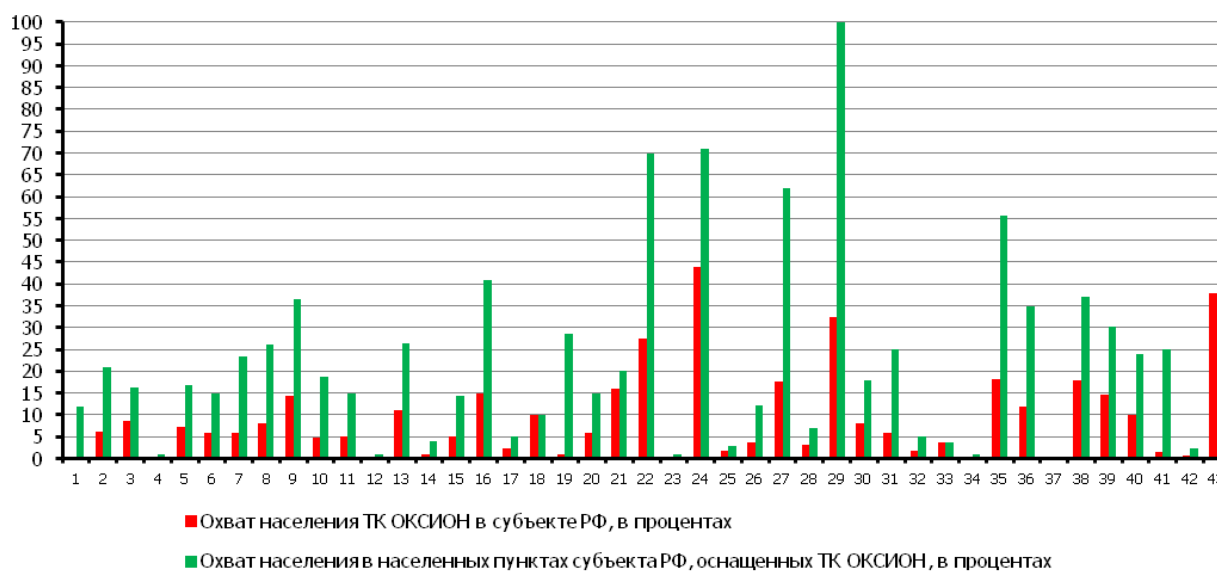


Рис. 1. Охват населения ТК в субъектах РФ и населенных пунктах, входящих в них и оснащенных ОКСИОН*

(1 – Амурская область; 2 – Архангельская область; 3 – Астраханская область; 4 – Владимирская область; 5 – Воронежская область; 6 – Волгоградская область; 7 – Вологодская область; 8 – Забайкальский край; 9 – Ивановская область; 10 – Иркутская область; 11 – Калужская область; 12 – Кемеровская область; 13 – Костромская область; 14 – Краснодарский край; 15 – Красноярский край; 16 – Курская область; 17 – Липецкая область; 18 – г. Москва; 19 – Московская область; 20 – Мурманская область; 21 – Ненецкий АО (Нарьян-Мар); 22 – Нижегородская область; 23 – Новгородская область; 24 – Новосибирская область; 25 – Омская область; 26 – Приморский край; 27 – Республика Башкортостан; 28 – Республика Карелия; 29 – Республика Саха (Якутия); 30 – Республика Татарстан; 31 – Ростовская область; 32 – Самарская область; 33 – г. Санкт-Петербург; 34 – Сахалинская область; 35 – Свердловская область; 36 – Смоленская область; 37 – Ставропольский край; 38 – Тульская область; 39 – Тюменская область; 40 – Удмуртская Республика; 41 – Ханты-Мансийский АО (Югра); 42 – Челябинская область; 43 – Ярославская область)

Из диаграммы, представленной на рис. 1 видно, что ОКСИОН создана в 43 из 85 субъектов Российской Федерации, что составляет 52% от их общей численности. Среднестатистический охват населения ТК в населенном пункте составляет около 20 % от его об-

щей численности, в субъекте Российской Федерации – 9 %, а в стране в целом – около 6 %. Максимальный охват наблюдается в г. Якутск – 100 %, минимальный в гг. Южно-Сахалинск, Челябинск, Омск, Санкт-Петербург и Липецк (от 1-5 %).

2. Все работы, связанные с техническим и организационным обеспечением бесперебойного функционирования ОКСИОН проводятся своевременно и в установленном порядке. В ряде случаев, возникают сбои в работе ТК, статистика по продолжительности сбоев (аварийных остановок, поломок) которых в рассматриваемый период представлена на рис. 2.

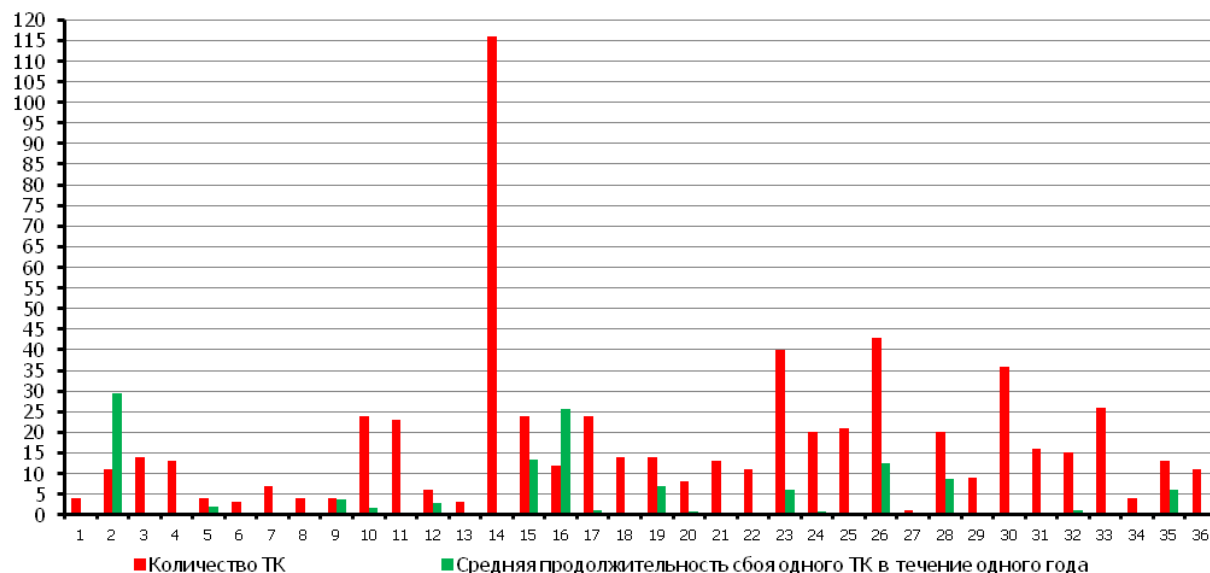


Рис. 2. Продолжительность сбоев (аварийных остановок, поломок) ТК в течение одного года (в сутках)

(1 – Архангельская область; 2 – Астраханская область; 3 – Воронежская область; 4 – Волгоградская область; 5 – Вологодская область; 6 – Ивановская область; 7 – Иркутская область; 8 – Калужская область; 9 – Костромская область; 10 – Краснодарский край; 11 – Красноярский край; 12 – Курская область; 13 – Липецкая область; 14 – Москва; 15 – Московская область; 16 – Мурманская область; 17 – Нижегородская область; 18 – Новосибирская область; 19 – Омская область; 20 – Приморский край; 21 – Республика Башкортостан; 22 – Республика Саха (Якутия); 23 – Республика Татарстан; 24 – Ростовская область; 25 – Самарская область; 26 – Санкт-Петербург; 27 – Сахалинская область; 28 – Свердловская область; 29 – Смоленская область; 30 – Ставропольский край; 31 – Тульская область; 32 – Тюменская область; 33 – Удмуртская Республика; 34 – Ханты-Мансийский АО (Югра); 35 – Челябинская область; 36 – Ярославская область)

Из диаграммы, представленной на рис. 2 видно, что на протяжении одного года каждый ТК в среднем простаивает около трех дней, при этом в ряде субъектов Российской Федерации данный показатель достигает одного месяца (гг. Мурманск и Астрахань).

Основными причинами неработоспособности ТК выявлены:

- задолженности по оплате договоров на предоставление услуг связи для ОКСИОН (45 %);
- сбои в программном обеспечении и выходы из строя управляющих компьютеров (45 %);
- реконструкция, ремонт или иные строительно-монтажные работы в зданиях, в (на) которых размещается оборудование ОКСИОН (10 %).

3. Анализ ЧС, проводимый в 2010-2014 гг. в рамках подготовки ежегодных государственных докладов о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от

чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, показал, что при возникновении ЧС различного характера, во многих случаях, ОКСИОН не используется в полном объеме. Прежде всего, это связано с местами расположения СТК, а именно удаленностью их от мест возникновения ЧС, а также слабой укомплектованностью территориальных органов МЧС России и субъектов РФ мобильными комплексами (МКИОН).

В тоже время работа МКИОН при террористических актах в московском метрополитене в 2010 г., а также при катастрофическом наводнении на дальнем востоке в 2013 г., показала эффективность использования мобильного сегмента ОКСИОН. Например, работа мобильного комплекса и выводимая оперативная информация вызывала живой интерес жителей г. Комсомольска-на-Амуре и, в целом, получила положительные отклики [5].

К началу 2015 г. в оперативном управлении МЧС России находятся лишь 36 МКИОН. Опыт их применения указывает на необходимость дальнейшего развития мобильного сегмента системы и оснащения им всех субъектов Российской Федерации. При этом, учитывая современные реалии, необходимо внедрять передовые подходы и технологии при создании ТК данного типа, которые позволят не только снизить эксплуатационные расходы на их содержание, но и расширить вариативность способов доведения до населения важной социально-значимой и иной необходимой информации (напр., наряду с выводом внеочередных сообщений о местах эвакуации и оказания первой помощи, рекомендуется выводить в эфир выпуски новостей федеральных каналов, заявлений должностных лиц и т.д., что позволит заполнить информационный вакуум и снизить психологическую напряженность у населения).

4. Основными тематиками информационных материалов (далее – ИМ), транслируемых на ТК, являются: «пожарная безопасность»; «наводнение»; «безопасность на водоеме»; «электробезопасность»; «противодействие терроризму»; «поведение на улице»; «противодействие погодным и метеоусловиям»; «дорожно-транспортные происшествия».

При этом среднестатистическое количество зафиксированных происшествий соответствующих тематикам «пожарная безопасность», «дорожно-транспортные происшествия» и «безопасность на воде» (95% от общей численности) значительно превышает количество зафиксированных происшествий по остальным тематикам. Это позволяет достоверно оценить динамику изменения количества происшествий в субъекте РФ по отношению к объемам ИМ соответствующих тематик (рис. 3).

Анализ информации, представленной на рис. 3, позволяет говорить о том, что в субъектах Российской Федерации, в которых функционирует ОКСИОН, наблюдается динамика снижения происшествий (8 % ежегодно, свыше 25 % за период 2010-2013 гг.), связанных с тематиками «пожарная безопасность» и «безопасность на воде», что нельзя сказать о «дорожно-транспортных происшествиях».

По тематике «пожарная безопасность», максимальное снижение происшествий зафиксировано в Республике Башкортостан (свыше 48 %), минимальное – в Костромской и Архангельской областях (3,7 % и 5,3 % соответственно), а в Мурманской области зафиксировано увеличение на 5,5 %.

По тематике «безопасность на воде», максимальное снижение происшествий зафиксировано в Ярославской, Курской и Воронежской областях (свыше 50 %), минимальное – в Республике Башкирия (2,2 %), а в Астраханской, Костромской областях и Ненецком автономном округе зафиксировано увеличение на 6 %, 24 % и 3,3 % соответственно.

По тематике «дорожно-транспортные происшествия» лишь в 7 субъектах Российской Федерации зафиксировано незначительное снижение происшествий, в остальных наблюдается рост количества происшествий от 1,7 % в Иркутской до 143 % в Самарской областях.

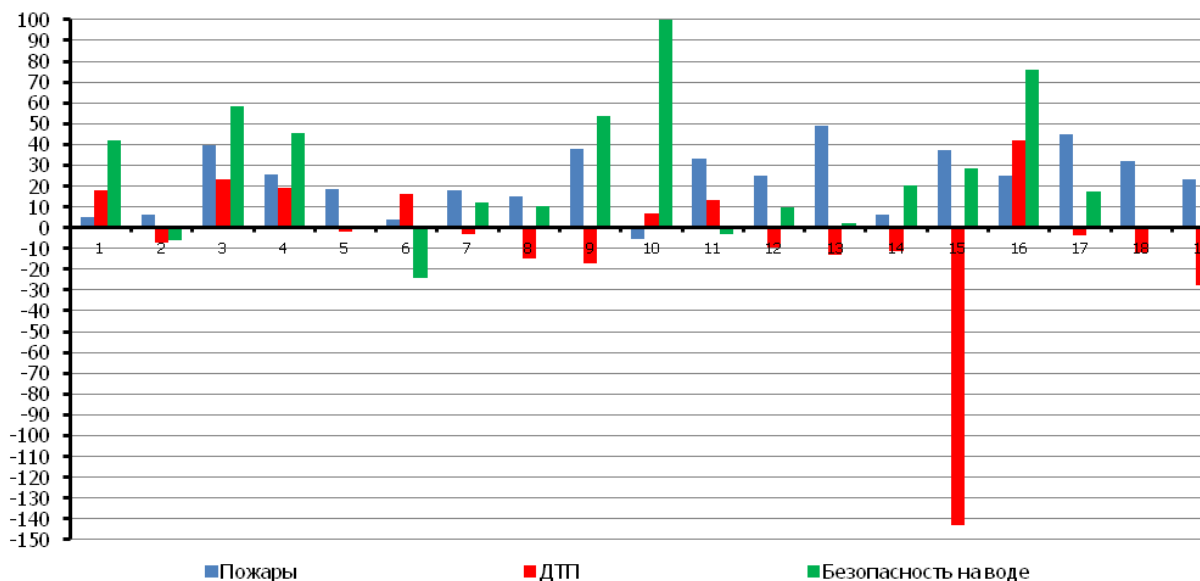


Рис. 3. Динамика динамику изменения количества происшествий в субъекте РФ по отношению к объемам ИМ соответствующих тематик

(1 – Архангельская область; 2 – Астраханская область;
3 – Воронежская область; 4 – Вологодская область; 5 – Иркутская область; 6 – Костромская область;
7 – Краснодарский край; 8 – Красноярский край; 9 – Курская область; 10 – Мурманская область;
11 – Ненецкий ОА; 12 – Нижегородская область; 13 – Республика Башкортостан; 14 – Республика Татар-
стан; 15 – Самарская область; 16 – Смоленская область; 17 – Тюменская область; 18 – Удмуртская Респуб-
лика; 19 – Ярославская область)

5. Наряду с анализом статистических данных, представленных территориальными органами МЧС России, проводился анализ данных полученных в результате экспертного опроса, в котором приняли участие следующие респонденты:

- начальники главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации и их заместители;
- начальники ЦУКС главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации и их заместители;
- начальники и специалисты отделов (отделений, групп) центров управления в кризисных ситуациях главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, ответственные за функционирование ОКСИОН.

В соответствии с ответами респондентов ОКСИОН вносит существенный или достаточный вклад в следующие показатели безопасности жизнедеятельности населения:

- повышение информированности населения в области безопасности жизнедеятельности – по мнению 87% респондентов;
- повышение эффективности оповещения населения в условиях ЧС – по мнению 89% респондентов;
- организацию оперативного мониторинга обстановки в местах размещения ТК – по мнению 83% респондентов;
- обеспечение безопасности населения в целом – по мнению 78% респондентов.

О перспективах и предложениях по совершенствованию ОКСИОН у респондентов сложилось следующее мнение о необходимости:

- 34% – увеличения количества ТК;

29% – увеличения штата сотрудников и специалистов, ответственных за функционирование ОКСИОН;

16% – увеличения численности МКИОН;

14% – увеличения или обновления ИМ;

7% – модернизации и централизации программного обеспечения ОКСИОН.

Результаты функционирования ОКСИОН в 2010-2014 гг. позволяют говорить о следующем:

– темпы и объемы развития ОКСИОН не достаточны. На сегодняшний день системой охвачено лишь половина субъектов Российской Федерации, при этом существующие ТК размещаются лишь в областных центрах и крупных городах (общее количество ТК в 2010-2014 гг. представлено на рис. 4);

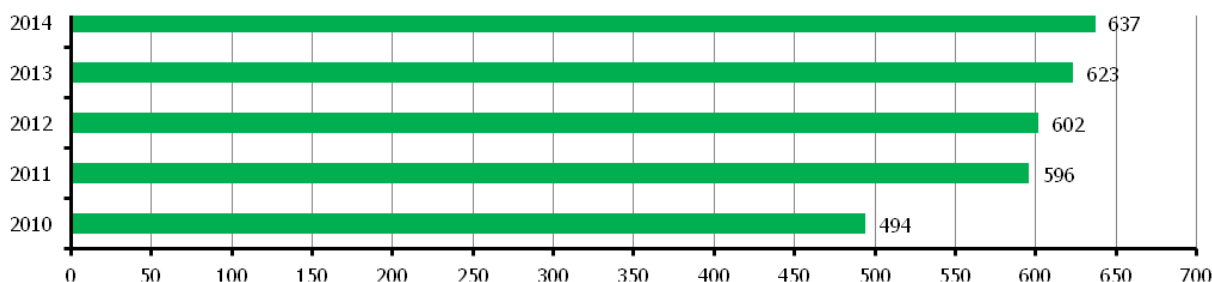


Рис. 4. Количество ТК (шт.) по годам в период 2010-2014 гг.

– существует необходимость усиления эксплуатационно-технических служб территориальных органов МЧС России техническими специалистами и средствами материально-технического обеспечения, так как одними из основных причин выхода из строя ТК являются технические и программные аварии и поломки;

– особое внимание необходимо уделить работе организаций, обеспечивающих функционирование ТК и обслуживающих ОКСИОН в целом, т.к. также существенными причинами неработоспособности ТК являются задолженности по оплате договоров на предоставления услуг связи, обеспечения электроэнергией и т.д.;

– необходимо увеличение количества МКИОН в территориальных органах МЧС России. Расширение парка МКИОН позволит существенно повысить возможности ОКСИОН, обеспечит реализацию её функций в местах, не оборудованных СТК, или в сельской местности, где развертывание ОКСИОН не предусмотрено;

– ИМ, используемые для трансляций на ТК, способствуют в большинстве своем предупреждению угроз возникновения различных ЧС;

– ОКСИОН вносит существенный или достаточный вклад в показатели безопасности жизнедеятельности населения, при этом для сохранения достигнутого результата необходимо увеличение людских и аппаратно-программных ресурсов, задействованных в функционировании системы.

В то же время ретроспективный анализ результатов текущей оценки ОКСИОН по отношению к оценке, проведенной в 2011 г. [6], показывает значительную идентичность недостатков, выявленных в обоих случаях. Это говорит о необходимости усиления контроля мероприятий, проводимых в рамках обеспечения и повышения эффективности функционирования ОКСИОН, а также организации их заблаговременного планирования как организационно-технического, так и финансового.

Литература

1. Временный регламент организации функционирования и развития общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей [Текст] (утв. от 24.07.2013 № 14-5-3458) – М.: ФГБУ «ИЦ ОКСИОН». - 2014;
2. Системотехнический проект ОКСИОН [Текст]: отчет о НИР (заключ.) / ОАО «Интеллект-Телеком» – М. - 2005;
3. Протокол заседания Организационного комитета по совершенствованию подготовки населения в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и охраны общественного порядка с использованием современных технических средств массовой информации в местах массового пребывания людей от 29.04.2014 № 1, п.4 – М.: ФКУ НЦУКС. - 2014;
4. Оценка эффективности ОКСИОН в 2010-2014 гг. [Текст]: отчет о работе / ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) – М. - 2014;
5. Катастрофическое наводнение 2013 года в Дальневосточном федеральном округе. Том I. Уроки и выводы: Научно-методический труд / МЧС России – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) - 2013. 154 с.: ил.
6. Лукьянович А.В., Алымов А.В., Пашков А.А. Анализ динамики развития и надежности функционирования ОКСИОН в условиях угрозы и возникновения ЧС // Журнал "Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций". – 2011, №5.

Сведения об авторах

Лукьянович Алексей Викторович - начальник научно-исследовательского отдела, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7, тел. 8(499) 445-45-07, center_kbg@mail.ru

Алымов Александр Владимирович - научный сотрудник, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7, тел. 8(499) 445-45-07, center_kbg@mail.ru

Камалединов Ринат Фехетович, - начальник управления, федеральное государственное бюджетное учреждение «Информационный центр общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей», 121357, г. Москва, ул. Ватутина, д. 1., тел. 8(499) 216-68-40, oksion-112@mail.ru

УДК 621.396.946

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ К ВЛИЯНИЮ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Доктор техн. наук *М.Н. Петров*

СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

С.И. Опенько

ОАО «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ»

В работе рассмотрен вопрос воздействия космического пространства на работу программных средств космических аппаратов.

Ключевые слова: космический аппарат, программное обеспечение, надёжность программ, отказ программ, безопасность полётов, аппаратные средства, космическое пространство, отказоустойчивость.

PROGRAM OBESPECHIYA'S SENSITIVITY OF THE SPACE DEVICES TO INFLUENCE OF THE SPACE

Dr. (Tech.) *M.N. Petrov*

THE SIBERIAN STATE SPACE UNIVERSITY

S.I. Openko

JSC INFORMATION SATELLITE SYSTEMS

In work the question of influence of a space for work of software of spacecrafts is considered.

Key words: spacecraft, software, reliability of programs, refusal of programs, safety of flights, hardware, space, fault tolerance.

Введение

Когда говорят о сбоях программного обеспечения под воздействием ТЗЧ или других факторов космического пространства следует иметь в виду, что собственно программное обеспечение не подвержено сбоям, вызванными каким бы то не было факторами космического пространства. В данном случае речь может идти только о функционировании программного обеспечения на средствах, подверженных таким сбоям. В первую очередь это вычислительные модули как в бортовом компьютере так и в оборудовании космического аппарата. К числу устройств, влияющих на функционирование программного обеспечения, относятся так же устройства ввода-вывода (интерфейсные модули сопряжения), обеспечивающие связь вычислительных модулей с исполнительными и чувствительными модулями, установленными на космическом аппарате.

Исходя из вышесказанного, вопрос о чувствительности программного обеспечения к факторам космического пространства сводится к сбое- и отказоустойчивости программного обеспечения, функционирующего на реальных технических средствах [1-7]. БПО, разрабатываемое, в ОАО ИСС, относится к классу встроенного ПО. То есть, и БПО в целом, и каждая из его составляющих, являются неотъемлемыми частями систем более верхнего уровня. Отсюда следуют следующие ключевые особенности БПО, требующие особого подхода к построению технологии разработки:

а) БПО не решает никаких самостоятельных задач, не связанных с функционированием системы верхнего уровня. Таким образом, базовые требования к функционированию БПО, в том числе непосредственно влияющие на построение алгоритмов программ, не порождаются самостоятельно, а задаются извне;

б) БПО имеет внешние интерфейсы только с аппаратной частью системы верхнего уровня.

в) Требования, не относящиеся к функционированию (например, требования к качеству, надежности и т.п.) также задаются на уровне системы верхнего уровня.

г) В целом, процесс создания БПО осуществляется в рамках технологического процесса разработки системы верхнего уровня. БПО не является самостоятельным объектом этапов проектирования, испытаний, приемки и эксплуатации.

Для повышения сбое- и отказоустойчивости БПО применяются методы, включающие в себя:

- методы обнаружения ошибок;
- методы обеспечения устойчивости к ошибкам.

Методы обнаружения ошибок базируются на введении в программное обеспечение системы различных видов избыточности:

1) **временная избыточность** - использование части производительности БЦВК для контроля исполнения и восстановления работоспособности ПО после сбоя;

2) **информационная избыточность** - дублирование части данных информационной системы для обеспечения надёжности и контроля достоверности данных;

3) **программная избыточность** - включает в себя:

– взаимное недоверие - компоненты системы проектируются, исходя из предположения, что другие компоненты и исходные данные содержат ошибки, и должны пытаться их обнаружить;

- немедленное обнаружение и регистрацию ошибок;
- контроль и восстановление данных с использованием других видов избыточности.

Методы обеспечения устойчивости к ошибкам базируются на введении в программное обеспечение дополнительных функций, предназначенных для минимизации ущерба, вызванного появлением ошибок и обеспечивающих функционирование системы при наличии ошибок:

- обработку сбоев аппаратуры;
- обработку исключительных ситуаций, локализацию и изоляцию ошибок и сбоев;
- повторное выполнение операций;
- сокращенное обслуживание в случае отказа отдельных функций системы;
- копирование и восстановление данных.

Методы и средства обнаружения ошибок.

В ПО БКУ предусмотрены следующие средства, базирующиеся на введении в ПО БКУ различных видов избыточности.

МУС в процессе работы контролирует состояние своих таблиц, переменных и полей данных на корректность. При возникновении искажений обеспечивается восстановление работоспособности МУС и вычислительного процесса.

Системные таблицы контролируются на корректность по контрольным суммам периодически (с периодом 65536 мс), и по любому программному прерыванию, с формированием для НКУ отчетной информации об искажении системной таблицы.

При искажении таблицы, таблица восстанавливается из имеющегося образа в ОЗУ, и формируется отчетная и ТМ информация. Системные таблицы можно изменять **только** через системные функции МУС, при этом соответственно изменяется и их образ в ОЗУ.

Функции МУС контролируют свои входные данные на корректность. При недопустимых данных действия не выполняются, формируется отчетная информация и отрицательная квитанция (если предусмотрено в интерфейсе).

МУС контролирует отсутствие искажения указателей на дескрипторы задач и фрагментов памяти перед каждым обращением к дескриптору задачи или фрагменту памяти. По искажению формирует отчетную и ТМ информацию и восстанавливает вычислительный процесс.

МУС контролирует факты заикливания готовых задач. Контроль выполняется периодической системной задачей, которая ставит задачи в очереди готовых задач на контроль заикливания; формирует ТМ и отчетную информацию по факту заикливания; аварийно завершает первую заиклившуюся задачу уже стоящую на контроле и заявляет задачу обработки ошибки, если она указана для завершенной задачи.

МУС контролирует переполнение стека прикладной задачи (на превышение размера, указанного в паспорте) при прерывании задачи внешним прерыванием или системным вызовом. При искажении задача аварийно завершается с формированием отчетной и ТМ информации, и заявляется задача обработки ошибки, если она указана для завершаемой задачи.

МУС контролирует переполнение стека ядра (на превышение размера, заданного при настройке) при системном вызове из системного вызова и по аппаратным прерываниям. При искажении, указатель стека сбрасывается в начальное состояние, задача аварийно завершается с формированием отчетной и ТМ информации, и заявляется задача обработки ошибки, если она указана для завершенной задачи.

МУС проводит анализ и исключение аналогичных заявок на запуск новых задач. При наличии таковой, прием заявки не выполняет, и формирует отчетную и ТМ информацию.

МУС при постановке новой задачи в состояние ожидания времени проводит анализ аналогичной новой задачи в очереди установок. По данному факту, постановку не выполняет, и формирует отчетную и ТМ информацию.

МУС при переводе выполняющейся задачи в состояние ожидания времени проводит анализ аналогичной прерванной задачи в очереди установок. По данному факту, старую задачу снимает с обслуживания и формирует отчетную и ТМ информацию.

МУС контролирует запуск незарегистрированных задач, обращение к несуществующим системным функциям. По данным фактам выполняется индикация и формирование отчетной информации.

МУС контролирует наличие свободных дескрипторов задач и наличие свободной динамической памяти при обслуживании принятого запроса на запуск новой задачи. По факту отсутствия, формирует ТМ и отчетную информацию, и запрос не исполняет.

МУС контролирует наличие захваченных семафоров оканчивающейся задачи. По данному факту эти семафоры инициализируются, и формируется отчетная и ТМ информация.

МУС контролирует время ожидания флага синхронизации. По факту истечения времени ожидания, формирует ТМ и отчетную информацию.

МУС контролирует наличие у задачи захваченного семафора при переводе ее в состояние ожидания времени. По факту наличия, формирует ТМ и отчетную информацию, и перевод не выполняет.

МУС контролирует наличие у задачи захваченного семафора при переводе ее в состояние ожидания флага синхронизации. По факту наличия, формирует ТМ и отчетную информацию, аварийно завершает обратившуюся задачу, заявляет задачу обработки ошибки, если она указана для обратившейся задачи, запускает на выполнение наиболее приоритетную задачу.

МУС обеспечивает защиту кода и данных БПО от искажения по контрольным суммам (КС). Имеется включаемый режим работы (режим КСОЗУ) и функции поддержки режима.

Код программ, загруженных средствами МУС с ВЗУ, автоматически ставится на контроль по КС.

МУС периодически и по программным прерываниям проверяет состояние всех зон путем подсчета КС зоны и сравнения её с эталонной. При расхождении подсчитанной и эталонной контрольной суммы, фаза, загруженная с ВЗУ, восстанавливается из ВЗУ, формируется отчетная информация (ТМ-параметры, отчетная фраза). Для зон загруженных с НКУ, КС пересчитывается и формируется отчетная информация.

КС подсчитывается по алгоритму суммирование последовательных 4-х байтовых слов с переносом единицы по переполнению.

Входные данные МУС (таблица векторов прерываний, таблица задач, пакеты заявок, таблица соответствия кодов внешних прерываний и задач и т.д.) защищены от прямого изменения. Их изменения возможны только через специальные средства МУС по заявкам с НКУ.

Поддержка вычислительного процесса при аномальных ситуациях

При возникновении аномальных ситуаций в работе БПО, МУС обеспечивает продолжение вычислительного процесса.

В процессе выполнения программ (задач) могут возникать аномальные ситуации:

- а) сбои в процессе выполнения программы, сигналами о которых являются исключения или прерывания - программные прерывания;
- б) прерывания или исключения, возникновение которых сигнализирует об аппаратном сбое не связанном с некорректной работой программы (неиспользуемые в МУС или незадействованные в архитектуре СЦВМ вектора) - аппаратные прерывания;
- в) системные исключения – программные расширения понятия программных прерываний. Реализуются путем введения компилятором в исполняемый код программ проверочного кода, выполняющего динамические проверки данных во время выполнения;

При обработке аномальных ситуаций МУС формирует ТМ параметры и отчетную информацию о месте и причине возникновения аномальной ситуации и выполняет следующие действия.

По программным прерываниям МУС:

- а) контролирует состояние системных таблиц;
- б) контролирует код программ на отсутствие искажения;
- в) аварийно завершает выполняющуюся задачу, независимо от места возникновения нарушения;
- г) заявляет задачу обработки ошибки, если она указана для выполнявшейся задачи.

По системным исключениям МУС:

- а) аварийно завершает выполняющуюся задачу независимо от места возникновения нарушения;
- б) заявляет задачу обработки ошибки, если она указана.

При возникновении аппаратных прерываний МУС: контролирует стек системы на отсутствие переполнения, продолжает выполнение прерванной задачи.

Периодичность работы задач прикладного ПО

Вычислительный процесс, на уровне большинства прикладных задач, организован как детерминированный периодический процесс. Это обеспечивается запуском большинства прикладных задач, функционирующих в автономном режиме работы БПО, от периодической задачи ПАКЕТ, входящей в состав общесистемного ПО БКУ. При такой организации вычислительного процесса обеспечивается защита от сбоев, фильтрация результатов обмена с БА и восстановление функционирования ПО систем в случае возникновения эпизодических сбоев процессора.

Использование энергонезависимого ОЗУ

Модуль энергонезависимого ОЗУ (ДВОЗУ) входит в состав БЦВК и обеспечивает сохранение данных, предназначенных для восстановления штатного функционирования БПО в случаях перезапуска или переключения на резервные комплекты БЦВК.

Программы, организующие запись данных в ДВОЗУ и настройку ПО систем по данным из ДВОЗУ, разрабатываются в рамках соответствующих систем.

Данные, необходимые для автономного восстановления штатного функционирования БПО в случае реконфигурации, сохраняются в защищенной памяти периодически. Выполнение программы настройки системы по информации из ДВОЗУ производится при загрузке фазы с программой из ВППЗУ.

Методы и средства обеспечения устойчивости к ошибкам в устройствах ввода-вывода.

Методы и средства обнаружения ошибок в каналах ввода-вывода базируются на введении избыточной информации в передаваемые сообщения, а также применение протоколов обмена, обеспечивающих защиту информации от сбоев.

В качестве защитной меры применяются методы контроля четности передаваемой информации, передача контрольной суммы пакетов данных, многократное дублирование передаваемой информации, квитирование передачи.

Выбор метода защиты осуществляется в зависимости от важности информационного канала и степени влияния возможных ошибок на работоспособность космического аппарата.

На системном уровне протоколы обмена с датчиковой аппаратурой, как правило, предусматривают многократный запрос показаний датчика и определение аппроксимирующей прямой по методу наименьших квадратов. Показания, отличающиеся от аппроксимирующей прямой на величину больше допуска отбраковываются и в дальнейшем при вычислении управляющих координат не используются.

Обеспечение устойчивости оборудования к ФКП

В настоящее время на КА разработки ОАО «ИСС» используются 3 типа бортовых вычислительных комплексов, на аппаратных средствах которых функционирует бортовое программное обеспечение (БПО):

БЦВК «Салют-32-02» разработки ОАО «ИРЗ», г.Ижевск (применяется на КА 14Ф136, 17Ф15М, 14Ф112, 14Ф113).

БЦВК «Салют-32М» разработки ОАО «ИРЗ», г.Ижевск (применяется на КА «Амос-5», «Ямал-300К», «Ямал-401», «Lybid», «KazSat-3», «Экспресс-АМ5», «Экспресс-АМ6», «Экспресс-АМ8», «Экспресс-АТ1», «Экспресс-АТ2» и др.).

БЦВК разработки ЗАО НТЦ «Модуль», г. Москва (применяется на КА 14Ф143, 14Ф31, «Луч-5А», «Луч-5Б», «Луч-5В»).

БЦВК «Салют-32-02» и БЦВК «Салют-32М».

Все узлы БЦВК, включая центральный процессор, ОЗУ, ПЗУ, магистральную шину выполнены в трехканальном варианте с использованием элементов восстановления с голосованием «2 из 3», что позволяет парировать сбои, возникшие в одном из каналов (в процессоре, ОЗУ, ПЗУ и др.).

Кроме того, для защиты информации в ОЗУ используются контрольные суммы (для кодов программ) – осуществляется постоянный контроль информации по контрольной сумме ОЗУ каждого из каналов и, в случае расхождения с эталоном, производится восстановление (перезагрузка) информации искаженной зоны из ПЗУ.

Если «зависание» вычислительного процесса БЦВК по какой-либо причине все-таки произошло, предпринимаются действия, описанные ниже.

БЦВК - построен как система с ненагруженным резервом (кратность резервирования $m=1$, один из комплектов находится в рабочем режиме, второй в выключенном).

Для защиты информации в ОЗУ используются:

коды Хемминга – позволяют обнаруживать и исправлять одиночные ошибки (для кодов программ и кодов данных). Возникновение двойной ошибки под воздействием одиночной ТЗЧ невозможно вследствие конструктивного исполнения кристаллов ОЗУ. Рассчитана вероятность (интенсивность) возникновения двойной ошибки под воздействием нескольких ТЗЧ – одно событие за $\approx 336,5$ лет;

контрольные суммы (для кодов программ) – осуществляется постоянный контроль информации по контрольной сумме и, в случае расхождения с эталоном, производится восстановление (перезагрузка) информации искаженной зоны из ПЗУ.

В аппаратуре БИВК используются ПЛИС (фирма Xilinx), на которых реализован ряд функциональных устройств БИВК – контроллеры прерываний, матричных команд, командного интерфейса, таймер бортового времени и др. Особенностью применяемых в БИВК ПЛИС является наличие встроенного ОЗУ для хранения конфигурационной структуры – «прошивки» ПЛИС, которая загружается в ОЗУ при включении БИВК из специального ПЗУ. Правильность функционирования ПЛИС обеспечивается, главным образом, корректностью конфигурационной структуры в ОЗУ и правильностью работы логических элементов.

Для обеспечения сбоеустойчивости ПЛИС БИВК используется тройное модульное резервирование (TMR) – все логические и конфигурационные ячейки ПЛИС выполнены троированными с выбором правильного результата по принципу голосования «2 из 3».

Стоит отметить, что функция TMR не использовалась для повышения сбоеустойчивости ПЛИС на комплектах БИВК для КА 14Ф143 №11, «Луч-5А» и «Луч-5Б», на которых отмечалось большое количество сбоев в работе БИВК, что, по заключениям ЗАО НТЦ «Модуль», было связано с нарушением конфигурационной структуры ПЛИС. Для уменьшения количества сбоев на данных КА ЗАО НТЦ «Модуль» рекомендовало производить периодическую процедуру «перезагрузки» ПЛИС.

Комплекты БИВК для КА 14Ф143 №12, «Луч-5В», 14Ф31 №12 и последующих были доработаны, в части введения тройного модульного резервирования в ПЛИС.

Если «зависание» вычислительного процесса БИВК по какой-либо причине все-таки произошло, предпринимаются действия, описанные ниже.

Выход из «зависания» БЦВК, БИВК

Если «зависание» вычислительного процесса БЦВК или БИВК по какой-либо причине все-таки произошло, для выхода из него предусмотрены следующие ступени восстановления работоспособности:

- «горячий» рестарт – перезапуск программы, вызвавшей «зависание»;
- «холодный» рестарт – перевключение вычислительного модуля в случае не восстановления нормальной работы по «горячему» рестарту;
- переход на резервный комплект – в случае, если «горячий» и «холодный» рестарты не привели к восстановлению нормальной работы.

Для восстановления вычислительного процесса с нужного места после рестартов в защищенную память с темпом ≥ 1 с, записывается вектор текущего состояния (срез работы важных программ на текущий момент).

Список сокращений:

- БИВК - Бортовой информационно-измерительный комплекс
- БКУ - Бортовой комплекс управления
- БПО - Бортовое программное обеспечение
- БЦВК - Бортовой цифровой вычислительный комплекс
- ВЗУ - Внешнее запоминающее устройство

ВППЗУ	- Внешнее перепрограммируемое запоминающее устройство
ДВОЗУ	- Долговременное оперативное запоминающее устройство
КС	- Контрольная сумма
МУС	- Мобильная управляющая система
НКУ	- Наземный комплекс управления
ОЗУ	- Оперативное запоминающее устройство
ПЗУ	- Постоянное запоминающее устройство
ПЛИС	- Программируемая логическая интегральная схема
ПО	- Программное обеспечение
СЦВМ	- Специализированная вычислительная машина
ТЗЧ	- Тяжелые заряженные частицы
ТМ	- Телеметрия
ТМИ	- Телеметрическая информация
ФКП	- Факторы космического пространства

Литература

1. Тюгашев А.А., Ильин И.А., Ермаков И.Е. Пути повышения надежности и качества программного обеспечения в космической отрасли / Управление большими системами. Выпуск 39, стр.288 -299.
2. Балтрушайтис В.В. «ГРАФИТ-ФЛОКС» – технология разработки программного обеспечения бортовых вычислительных машин // Тезисы докл. Межд. научно-техн. конф., посвященной 90-летию со дня рождения акад. Н.А. Пилюгина. – М.: НПЦ АП. - 1998. – С. 79–81.
3. Дейкстра Э.В. Навстречу корректным программам. – Grenoble: Mathematics Technological University. - 1967.
4. Ильин И.А., Ермаков И.Е., Тюгашев А.А. Создание единой отраслевой САПР ПО как основное условие предотвращения кризиса управляющего ПО в космической отрасли // Актуальные проблемы российской космонавтики: Труды XXXVI Академических чтений по космонавтике, Москва, январь 2012 г. – С. 468.
5. Колташев А.А. Эффективная технология управления циклом жизни бортового программного обеспечения спутников связи и навигации // Авиакосмическое приборостроение. – 2006. – №12. – С. 20–25.
6. Паронджанов В.Д. Развитие системного обеспечения вычислительных комплексов при отработке систем управления ракетносителей и космических аппаратов / В кн.: XXII научные чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других выдающихся отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства. Тезисы докл. – М.: ИИЕТ РАН. - 1998. – С.14–15.
7. Хартов В.В. Автономное управление космическими аппаратами связи, ретрансляции и навигации // Авиакосмическое приборостроение. – 2006. – №6. – С. 29–33.

Сведения об авторах

Петров Михаил Николаевич, - профессор, Сибирский государственный аэрокосмический университет, зав. каф. «Электронной техники и телекоммуникаций». Область научных интересов – телекоммуникационные сети и системы. Тел.93-20-70. E-mail: Petrov@etk.ru

Опенько Сергей Иванович, - ОАО «Информационные спутниковые системы», Главный конструктор направления. Аспирант Сибирского государственного аэрокосмического университета.

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-ВИНТИ»

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

• ООО «Информнаука»

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

• ЗАО «МК-Периодика»

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

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

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

За справками обращаться в ВИНТИ РАН

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

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

Научный информационный сборник «ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ»

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

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

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

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

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

В журнале освещаются:

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

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

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

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

Подписка проводится:

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

• ООО «Информ-ВИНИТИ»

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

• ООО «Информнаука»

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

За справками обращаться в **ВИНИТИ РАН**

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

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

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

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

• ЗАО «МК-Периодика»

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

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

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

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

Подписано в печать 02.06.2015 г. Формат 60x84 1/8

Печать цифровая. Бум. офсетная. Усл. печ. л. 13,00 Уч.-изд. л. 9,16 Тираж 124 экз.

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

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

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

предлагает научным работникам, аспирантам и другим специалистам в области естественных, точных и технических наук, желающим быстро и эффективно опубликовать результаты своей научной и научно-производственной деятельности, использовать способ публикации своих работ через систему депонирования.

«Депонирование (передача на хранение) – особый метод публикации научных работ (отдельных статей, обзоров, монографий, сборников научных трудов, материалов научных конференций, симпозиумов, съездов, семинаров) узкоспециального профиля, разрешенных в установленном порядке к открытому опубликованию, широкое тиражирование которых, как правило, в силу их узкой специализации, не считается целесообразным, а также работ широкого профиля, срочная информация о которых необходима для утверждения их приоритета. Депонирование предусматривает прием, учет, регистрацию, хранение научных работ и обязательное размещение информации о них в специальных информационных изданиях».

Подготовка и передача на депонирование научных работ происходит в соответствии с «Инструкцией о порядке депонирования научных работ по естественным, техническим, социальным и гуманитарным наукам» (М., 2013).

Депонированные научные работы находятся на хранении в депозитарии ВИНТИ РАН, копии работ предоставляются заинтересованным организациям и специалистам на бумажном и электронном носителях и являются официальной публикацией.

Информация о депонированных научных работах включается в информационные издания ВИНТИ РАН, в РЖ ВИНТИ РАН и БД ВИНТИ РАН и аннотированный библиографический указатель «Депонированные научные работы».

Подать научную работу на депонирование можно, обратившись в Отдел депонирования ВИНТИ РАН по адресу:

125190, Москва, ул. Усиевича, 20.

ВИНТИ РАН, Отдел депонирования научных работ.

Тел.: 8 (499) 155-43-28, Факс: 8 (499) 943-00-60.

e-mail: dep@viniti.ru

С инструкцией о порядке депонирования можно ознакомиться на сайте ВИНТИ РАН: <http://www.viniti.ru>