

XV ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО- ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

13-14 октября 2016 г.

ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Доклады и выступления



**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

**ФКУ «Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования
чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера
МЧС России»**

(ФКУ Центр «Антистихия» МЧС России)



**XV ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**

13–14 октября 2016 г.

**ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Доклады и выступления

Москва 2016

Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. XV Всероссийская научно-практическая конференция. 13–14 октября 2016 г.. Доклады и выступления. - М.: ФКУ Центр «Антистихия» МЧС России, 2016.

Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий 13–14 октября 2016 г. проведена пятнадцатая Всероссийская научно-практическая конференция по теме: «Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций».

В работе конференции приняли участие представители федеральных органов исполнительной власти, руководители и ведущие специалисты научных учреждений страны в области мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, специалисты региональных и территориальных центров мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России.

Цель конференции - совершенствование системы, методов мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в том числе обусловленных землетрясениями, цунами, лесными пожарами, снежными лавинами и др.

На конференции рассмотрены вопросы: состояние и пути дальнейшего совершенствования и развития системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; нормативно-правовое и методическое обеспечение функционирования СМП ЧС; методическое обеспечение технологий мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций; научные и практические достижения в области технологий мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций; технологии прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций и моделирование их развития; реагирование на прогнозную информацию (разработка технологии превентивных мероприятий и мер по организации реагирования на чрезвычайные ситуации).

Сборник докладов и выступлений на конференции составлен редакционной коллегией ФКУ «Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России» (ФКУ Центр «Антистихия» МЧС России). Доклады опубликованы без редактирования.

Оглавление

Лутошкин А. В.

Приветствие директора Департамента гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий..... 9

Болов В. Р.

Приветствие члена экспертного совета МЧС России, заслуженного деятеля науки Российской Федерации 11

РАЗДЕЛ I

Состояние и пути дальнейшего совершенствования и развития системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

Моськин К. Д.

Вопросы дальнейшего развития системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера..... 13

Болгов М. В., Бубер А. Л., Бубер А. А., Попова Н. М.

Типовой проект расчета прорывной волны и вероятного вреда при гидродинамической аварии на гидроузле..... 18

Кудинов А. А.

Проблемы прогнозирования наводнений. Использование космических систем для прогнозирования наводнений 30

Петров И. К.

Эффективные методы мониторинга лесного фонда..... 36

Петрова Е. Г.

Природно-техногенные чрезвычайные ситуации: проблемы прогнозирования 37

Сенин Л. Н., Сенина Т. Е., Воскресенский М. Н.

Инженерное геофизическое оборудование для исследования и мониторинга окружающей среды 42

Тупышев М. К.

Решение вопросов повышения экологической безопасности освоения газовых месторождений Арктики 46

Фридман А. В.

Становление и развитие системы мониторинга и прогнозирования ЧС на территории Республики Крым..... 49

Цыбиков Н. А.

Проблемы совершенствования комплексного мониторинга при
обеспечения экологической безопасности объектов окружающей среды
в условиях активизации угроз негативных последствий глобального
изменения климата на территории Российской Федерации 52

Чесноков Н. П.

О становлении и развитии системы мониторинга и прогнозирования ЧС
на территории города Севастополя 59

РАЗДЕЛ II

Проблемы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природно-техногенного и биолого-социального характера

Байда С. Е

Влияние гелиогеофизических и космических факторов на условия
возникновения масштабных наводнений и ливней 62

Болысов С. И., Бредихин А. В., Еременко Е. А., Назарова Н. С.

Комплексная оценка рельефа для обеспечения безопасности
магистральных трубопроводов 67

Будынков Н. И., Михалева С. Н.

Быстро- и вялотекущие ситуации с болезнями зерновых культур,
приводящие к высокомасштабным потерям их урожая на европейской
территории России 72

Владимиров С. А., Пастушков Р. С.

Комплексный метод активных воздействий на конвективные облака
с целью регулирования осадков. Трехмерное численное моделирование 76

Гильманов А. В., Ефимов С. М.

Мониторинг и прогноз чрезвычайной ситуации, обусловленной весенним
половодьем 2016 года в СЗФО РФ на примере чрезвычайной ситуации
в районе г. Великий Устюг Вологодской области 81

Гонсировский Д. Г., Анаев М. А.

Обнаружение ряда надоблачных тропосферных свидетельств влияния
факторов космической погоды на грозы и атмосферные осадки 86

Горошкова Н. И., Георгиевский Д. В., Полякова В. С.

Мониторинг и прогноз заторных наводнений на реке Сухона у г. Великий
Устюг. Особенности половодья весной 2016 92

Данова Т.Е.

Выявление телеконекций декадной изменчивости климата Тихого океана
и динамики количества осадков на юге Дальнего Востока 96

Истомина М.Н., Добровольский С.Г.

База данных по наводнениям РФ и мира: анализ информации 101

<i>Карпунин Л. А.</i>	
Научные и практические достижения в области технологий мониторинга, прогнозирования и недопущения чрезвычайных ситуаций.....	107
<i>Кияшко Е. В., Кхалифи Е. А.</i>	
Становление системы мониторинга и прогнозирования на территории Республики Крым и города Севастополя в переходный период. Проблемные вопросы	112
<i>Коновалов В. А., Рудаков В. А.</i>	
Дистанционное определение резервного объема прорывоопасных высокогорных озер	114
<i>Криволуцкий А. А.</i>	
Диагноз и прогноз изменений в нижней полярной ионосфере (область d), вызванных внеатмосферными факторами, с помощью использования численных моделей и усвоения космической информации	120
<i>Ларионов В. И., Фролова Н. И., Угаров А. Н., Суцев С. П., Козлов М. А.</i>	
Оценка и управление сейсмическим риском.....	127
<i>Левин Ю. Н., Горожанцев С. В., Семенова Е. П.</i>	
О развитии системы сейсмического мониторинга для задач безопасности от чрезвычайных ситуаций природного характера в южной части острова Сахалин.....	134
<i>Некрасова Н. М.</i>	
Ежесуточная работа системы мониторинга и прогнозирования ЧС в пожароопасный период, проблемные вопросы разницы межведомственных подходов	140
<i>Никонов А. И.</i>	
Предвидение русловых деформаций на средних и малых реках криолитозоны с учетом современных геодинамических процессов на разрабатываемых месторождениях УВ.....	146
<i>Олтян И. Ю.</i>	
К вопросу оценки состояния защиты населения субъектов Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.....	150
<i>Пастушков Р. С.</i>	
Алгоритмизация образования и эволюции жидкокапельной и кристаллической фазы для численного моделирования мощной облачной конвекции и активных воздействий на неё с целью регулирования режима осадков	153
<i>Романенко Е. В.</i>	
Состояние и пути дальнейшего совершенствования и развития системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на территории Астраханской области	160

<i>Сашурин А. Д., Коновалова Ю. П.</i>	
Прогнозирование и снижение риска чрезвычайных ситуаций, обусловленных современными геодинамическими движениями земной коры.....	164
<i>Свалова В. Б.</i>	
Мониторинг и управление оползневый риском на Тайване.....	170
<i>Свалова В. Б.</i>	
Оценка и управление оползневый риском урбанизированных территорий	174
<i>Скляр А. О.</i>	
Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций на объектах гидроэнергетики ПАО «Русгидро»	180
<i>Стажило-Алексеев С. К.</i>	
Современная система ГГД-мониторинга и прогноз землетрясений	186
<i>Ткаченко Ю. Ю.</i>	
Опыт организации мониторинга и прогнозирования паводков на территории Краснодарского края.....	189
<i>Шаповалова Г. Н., Тугушов К. В., Бурцева Т. Н.</i>	
К проблеме комплексного решения задач мониторинга и прогнозирования опасных природных процессов	194

Раздел III

Проблемы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера

<i>Абашкин А. А., Ушаков Д. В., Хасанов И. Р.</i>	
Пожарная опасность метрополитенов	199
<i>Азаров А. С., Аршинов М. Ю., Барсук В. Е., Белан Б. Д., Данелян Б. Г., Давыдов Д. К., Илюхин А. Е., Матвиенко Г. Г., Морозов М. В., Панченко М. В., Петров В. В., Струнин М. А., Толмачев Г. Н., Устименко Л. Г., Фомин Б. А., Фофанов А. В., Хаттатов В. У.</i>	
Самолеты-лаборатории для оперативного мониторинга геофизической обстановки при чрезвычайных ситуациях.....	203
<i>Александров А. А., Девисилов В. А., Суцев С. П., Копытов Д. О.</i>	
Использование специального программного обеспечения научно-учебного ЦУКС МГТУ имени Н.Э. Баумана для подготовки специалистов в области прогнозирования чрезвычайных ситуаций на пожаро и взрывоопасных объектах	211
<i>Быков А. Н.</i>	
Прогнозирование возникновения ЧС на критически-важных объектах Якутского хозяйственного узла реки Лена.....	218
<i>Гришкевич А. А., Кулажин О. А., Осокин Р. В.</i>	
Комплексная маскировка как превентивная мера по снижению риска возникновения чрезвычайных ситуаций и уменьшения их последствий на объектах экономики в военное время	221

<i>Гришкевич А. А., Маньковский Г. И., Осокин Р. В., Ушаков В. С.</i>	
Методика оценки мощности взрывов газопаровоздушных смесей в открытом пространстве	227
<i>Гришкевич А. А., Терновой А. В., Бырька А. А., Батинов Д. С.</i>	
Локализация проливов аварийно химически опасных веществ как превентивная мера реагирования на чрезвычайные ситуации	238
<i>Кривда К. А.</i>	
Использование механизма непрерывного мониторинга при осуществлении государственного надзора за обеспечением безопасности полетов в авиапредприятиях	242
<i>Курындин А. В., Шаповалов А. С., Сорокин Д. В.</i>	
Подход к экспресс-оценке радиационных последствий аварий на атомных станциях с энергоблоками с реакторами типа ВВЭР-1000	246
<i>Махутов Н. А., Гаденин М. М., Неганов Д. А.</i>	
Прогнозирование чрезвычайных ситуаций техногенного характера статистическими и вероятностными методами	250
<i>Морозова О. А.</i>	
Оценка зон чрезвычайной ситуации при трансграничной аварии на АЭС сопредельных государств.....	264
<i>Холопцев А. В., Кононова Н. К.</i>	
Циркуляция атмосферы и пожаропасность в России	267
<i>Шешеня Н. Л.</i>	
О проблемах мониторинга строительных объектов и опасных инженерно-геологических процессов на их территории	272
Резолюция XV научно-практической конференции «Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций».....	276

**ПРИВЕТСТВИЕ ДИРЕКТОРА ДЕПАРТАМЕНТА
ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ,
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ
ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

Лутошкин А. В.

Уважаемые коллеги, здравствуйте!

Рад приветствовать участников и гостей очередной - уже XV Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций», проводимой МЧС России ежегодно в интересах развития систем предупреждения ЧС природного, техногенного и социально-биологического характера.

Очевидно, что вектор развития цивилизации направлен в сторону насыщения всех сторон нашей жизни техногенными и природно-техногенными источниками угроз. В результате, растет не только риск техногенных аварий и катастроф, связанных с отказами техники, но значительно увеличивается и риск природно-техногенных ЧС, инициируемых опасными природными процессами и явлениями. Их оценка и предупреждение населения об опасном их воздействии - сфера крайне важная и ответственная.

Состояние системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций определяется следующими основными параметрами:

- ответственностью ее структурной организации;
- уровнем кадрового наполнения и качеством подготовки специалистов и повышения квалификации;
- достаточностью нормативно-правовой базы ее функционирования;
- эффективностью методического и технологического обеспечения работ по мониторингу, лабораторному контролю и прогнозированию ЧС.

На сегодняшний день наполненность структурной организации СМП ЧС на региональном уровне составляет 100 %, на территориальном 89 %. В 76 субъектах федерации созданы подразделения мониторинга и прогноза ЧС при ЦУКСах главных управлений по субъектах Российской Федерации. В 59 субъектах РФ созданы территориальные центры мониторинга и прогнозирования при администрациях субъектов.

Вместе с тем необходимо отметить, что Арктическая зона, интенсивное развитие которой запланировано на ближайшее десятилетие, в недостаточной степени охвачена сетью мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования.

В настоящее время, при разработке прогнозов по всему спектру заблаговременности Центр «Антистихия» МЧС России использует более 30 автоматизированных расчетных комплексов, специальных программных продуктов и баз данных. В рамках ФЦП «Снижение рисков возникновения ЧС природного и техногенного характера» разработаны и внедрены в практику работы региональных центров мониторинга и прогнозирования автоматизированные системы краткосрочного (оперативного) прогноза природно-техногенных ЧС, обеспечивающие детализацию до субъекта экономики. Оправдываемость краткосрочных оперативных прогнозов природно-техногенных ЧС, рассчитанная по результатам их эксплуатации, имеет очень высокие значения. В частности, по прогнозам ЧС территориального уровня она составляет более 90 %. Необходимо и дальше проводить работу в данном направлении с целью повы-

шения детализации автоматизированных систем до уровня населенного пункта и объекта экономики.

Важными задачами является внедрение в повседневную деятельность СМП ЧС достижений научно-технического прогресса, в том числе в области дистанционного зондирования Земли, астероидно-кометной опасности, внедрение новых прогрессивных методов и методик мониторинга источников ЧС, моделирования их развития и последствий воздействия, обеспечивающих оптимизацию управленческих решений по предупреждению ЧС и минимизации их последствий, о чём мы сегодня ещё поговорим.

Создание, развитие и внедрение в практику работ автоматизированных технологий мониторинга и прогнозирования ЧС, и особенно технологий экспертно-аналитического прогнозирования требует соответствующего уровня подготовки и повышения квалификации кадров.

С 2003 года Центр «Антистихия» осуществляет обучение специалистов МЧС России, занимающихся в регионах и субъектах Российской Федерации мониторингом и прогнозированием чрезвычайных ситуаций. За это время в Центре обучение прошло 306 слушателей.

Однако острый дефицит подготовленных кадров мы испытываем на всех уровнях СМП ЧС. Кардинальное улучшение дел в этом вопросе станет возможным только при условии создания системы подготовки и повышения квалификации кадрового состава СМП ЧС, в том числе на уровне высших учебных заведений МЧС России и использованием технологий дистанционного обучения.

Большое значение по реагированию на прогнозы ЧС оказывает состояние нормативно-правовой базы в области СМП ЧС и вопросы межведомственного взаимодействия в рамках РСЧС.

Объективно говоря, это взаимодействие нуждается в расширении. Сегодня оно обеспечивается на фоне очевидной тенденции устранения некоторыми министерствами и ведомствами в положениях о своей деятельности задач по решению проблем мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования ЧС и их источников.

Кроме того, анализ показывает, что имеются случаи неэффективного использования результатов мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования ЧС, а одной из основных причин этого является отсутствие регулярной тренинговой подготовки специалистов, а иногда и повседневной планомерной аналитической работы в этом направлении как функциональных, так и территориальных подсистем РСЧС.

Достаточно сказать, что даже не во всех положениях о функциональных подсистемах вопросы прогнозирования ЧС или источников нормативно закреплены. Аналогичная ситуация имеет место и для территориальных подсистем РСЧС.

Необходимо отметить и недостаточный уровень информационного взаимодействия в области лабораторного контроля и прогнозирования ЧС формирований, подразделений, служб, учреждений и предприятий, отвечающих за государственные контрольные функции в контрольно-наблюдательной сфере в рамках РСЧС.

Для качественного повышения уровня нормативно-правового пространства, обеспечивающего информационное взаимодействие на всех уровнях функционирования СМП ЧС, необходимо обеспечить правовые основы межведомственного информационного обмена в области лабораторного контроля и прогнозирования ЧС за счет внесения изменений в действующие нормативно-правовые акты и заключения Центром «Антистихия» соглашений и регламентов с заинтересованными федеральными и территориальными органами исполнительной власти, научными и исследовательскими организациями.

Крайне важно обеспечивать постоянный анализ и наблюдение за развитием зарубежных прогностических технологий рисков и угроз возникновения ЧС, национальным и международным правовым регулированием этой деятельности, а также усилением авторитета МЧС России в сфере предупреждения ЧС

Как видите, глобальных задач перед СМП ЧС стоит много, и я уверен, что наша конференция внесет существенный вклад в их решение.

Благодарю за внимание!

ПРИВЕТСТВИЕ ЧЛЕНА ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА МЧС РОССИИ, ЗАСЛУЖЕННОГО ДЕЯТЕЛЯ НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Болов В. Р.

Уважаемый президиум, уважаемые коллеги!

Как быстро летит время, кажется совсем недавно мы открывали первую конференцию и вот уже юбилейная XV конференция по проблемам мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

Когда эта работа начиналась, а начиналась она с того что в соответствии с директивой Министра МЧС России С.К. Шойгу, на базе ВЦНЛК был создан Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера – Центр «Антистихия» МЧС России. Тогда, в самом начале, С.К. Шойгу была поставлена задача снизить риски и уменьшить последствия ЧС за счет системной работы в области мониторинга и прогнозирования рисков чрезвычайных ситуаций. Мы понимали, что прогнозирование, один из самых сложных видов научной деятельности и, без интеграции усилий научного сообщества эту задачу не решить. Как следствие этого понимания и родилась идея о ежегодном проведении научно-практической конференции, где ученые и специалисты могли бы обмениваться опытом и новыми наработками. Идея была поддержана руководством МЧС России. Сегодня в зале присутствует достаточно много ученых и специалистов – людей, которых я хорошо знаю, и которые участвовали практически во всех наших конференциях. Сегодня можно констатировать, что за 15 лет сформировался высокопрофессиональный коллектив исследователей в этой сложной научной сфере.

Прогноз, как вид научной деятельности интегрирует в себе решение двух фундаментальных задач: аналитическое осмысление большого объема разнородной информации и формализацию прогностических решений, понятных для превентивного реагирования на угрозы и риски ЧС.

По сути, мониторинг и прогнозирование природно-техногенных рисков, это своего рода чрезвычайная разведка. Как известно, разведке всегда приходилось решать наиболее сложные задачи, и люди, занимающиеся этой работой, всегда по праву относились к элите профессионального сообщества.

В свое время, когда создавался Центр «Антистихия» С. К. Шойгу сказал: «Нам не нужны прогнозы ради прогнозов. Нам необходимо, чтобы в результате работ по прогнозированию ЧС и реагированию на них, обеспечивалось предупреждение, предотвращение и уменьшение последствий чрезвычайных ситуаций». Убежден, что этот принцип, всегда будет основополагающим в нашей с вами работе.

Желаю участникам юбилейной конференции, коллективу Центра «Антистихия» и всему научному российскому сообществу, работающему в этой области, успехов.

С началом работы, удачи Вам! Спасибо за внимание.

РАЗДЕЛ I
СОСТОЯНИЕ И ПУТИ ДАЛЬНЕЙШЕГО
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ
МОНИТОРИНГА, ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ И
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ
ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

ВОПРОСЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА, ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

Моськин К. Д., к.в.н

**ФКУ «Всероссийский центр мониторинга
и прогнозирования чрезвычайных ситуаций
природного и техногенного характера МЧС России»
(ФКУ Центр «Антистихия» МЧС России) г. Москва**

Современные условия характеризуются все возрастающими рисками возникновения природных и техногенных чрезвычайных ситуаций и появлению новых, различных по своему характеру объективных опасностей и угроз для населения и территорий, связанные с глобальным изменением климата.

Территория Российской Федерации представлена практически всем спектром опасных природных процессов и явлений, являющихся источниками природно-техногенных чрезвычайных ситуаций.

Усиление природных угроз связывают в последнее десятилетие с процессами потепления на планете. Начиная с середины 1970-х гг. средняя температура приземного воздуха на территории РФ повышается со средней скоростью 0,43°C за десятилетие, что более чем в 2,5 раза превышает скорость глобального потепления. При этом для Арктических территорий скорость роста среднегодовой температуры достигает до 0,9 °C за десятилетие. Учеными климатологами прогнозируется дальнейший рост среднегодовой температуры, который к концу XXI века может составить для северных регионов России 4–5°C.

Столь значительное потепление климата оказывает существенное изменение на состояние вечной мерзлоты, которая занимает около 25 % площади всей суши Земного шара и 63 % территории России.

В настоящее время по причине деградации вечной мерзлоты деформировано до 60 % объектов в Игарке, Диксоне, Хатанге, до 100 % в поселках Таймырского автономного округа, 22 % в Тикси, 55 % в Дудинке, 50 % в Певеке и Амдерме, около 40 % в Воркуте, что увеличивает риски возникновения ЧС

По прогнозам площадь, занятая вечной мерзлотой на территории России, может сократиться к середине XXI века на 20–25 %, а к концу XXI века на 31–56 %, что еще в большей степени увеличит существующие риски нарушения устойчивости зданий и сооружений, объектов транспортной и трубопроводной инфраструктуры

Оттаивание многолетней мерзлоты увеличивает биолого-социальные риски возникновения чрезвычайных ситуаций.

Примером может служить вспышка сибирской язвы в Ямало-Ненецком автономном округе в июле 2016 г. в котором данное заболевание не регистрировалось с 1941 года.

Изменение среднегодовых осадков, перераспределение месячных и сезонных суммарных осадков, в том числе и аномальных, в сочетании с увеличивающимися частотой и продолжительностью блокирующих атмосферных процессов повышают риски возникновения катастрофических чрезвычайных ситуаций, обусловленных наводнениями

Потепление климата еще в большей степени усугубит, и без того сложную, пожарную обстановку на территории России. По прогнозам среднее число пожароопасных суток к концу XXI века увеличится на 20–50 дней на большей территории России.

Изменение климата вызывает увеличение роста опасных природных явлений (ОЯ) на территории России.

За последние 20 лет количество опасных гидрометеорологических явлений возросло в 3 раза.

Наиболее опасными из них такие быстроразвивающиеся процессы как ливни, смерчи, шквалы, грады, дождевые паводки.

При этом необходимо отметить, что экстремальность данных процессов постоянно возрастает.

Существенно возрастают риски возникновения ЧС и в техносфере, которые во многом обусловлены состоянием основных фондов в промышленности.

В настоящее время износ оборудования в промышленности, энергетике, транспорте, жилищно-коммунальном хозяйстве в ряде регионов России достигает 80 %.

При этом обновление основных фондов отстает от требуемых темпов ввода реконструируемых и новых производственных мощностей

Таким образом, из представленного материала видно, что угрозы природных и техногенных ЧС постоянно возрастают и будут возрастать далее. Причем их количество и интенсивность будут возрастать опережающими темпами. Одним из основных инструментов снижения рисков возникновения ЧС является мониторинг и прогнозирование.

Учитывая роль мониторинга и прогнозирования в области защиты территорий и населения от ЧС природного и техногенного характера, в целях совершенствования функционирования Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС и во исполнение распоряжения Президента РФ от 23 марта 2000 г. № 86-рп. была создана «Система мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций» (далее - СМП ЧС)

Современная ФП СМП ЧС в целом решает задачи своевременного выявления причин их возникновения, определения возможных масштабов и прогнозирования характера их развития. Подтверждение этому - сокращение почти в два с половиной раза количества природных ЧС по сравнению со среднемноголетними значениями, при почти 3-х кратном росте количества опасных природных явлений. Количество техногенных ЧС в условиях существующего износа основных фондов и объективного развития техносферы также стабильно сокращаются.

Вместе с тем, накопленный опыт практической работы на всех уровнях ФП СМП ЧС, а также возрастающая роль мониторинга и прогнозирования в области предупреждения ЧС показывает необходимость совершенствования и повышение роли системы мониторинга и прогнозирования.

Данному вопросу было посвящено совещание, проведенное 12 декабря 2015 г. на территории Центра «Антистихия» Министром МЧС России Владимиром Андреевичем Пучковым. В ходе совещания было рассмотрено современное состояние СМП ЧС и обозначены основные направления ее развития, в части:

- совершенствования нормативно-правовой базы;
- совершенствования информационного взаимодействия с ФОИВ и их территориальными подведомственными организациями и зарубежными организациями;
- совершенствования структуры СМП ЧС
- ресурсного обеспечения развития СМП ЧС;
- совершенствования системы обучения и повышения квалификации персонала.

Совершенствования охватывают все уровни СМП ЧС от федерального до регионального. Кроме того, перед Центром Владимиром Андреевичем была поставлена задача обеспечения прогнозной информацией подразделений МЧС России, осуществляющих гуманитарные функции за рубежом.

В соответствии с Федеральным законом «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (в редакции Федерального закона № 38-ФЗ) в качестве одной из основных задач РСЧС определена задача прогнозирования угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций и оценки социально-экономических последствий ЧС.

Положением о РСЧС (далее - Положение) предусмотрено 3 режима функционирования:

1. Режим повседневной деятельности.
2. Режим повышенной готовности.
3. Режим ЧС.

Во всех трех режимах Положением в качестве одного из основных мероприятий предусматривается проведение мониторинга и прогнозирование ЧС.

В настоящее время федеральными органами исполнительной власти в рамках РСЧС созданы 45 функциональных подсистем.

Анализ положений о функциональных подсистемах показал, что прогнозирование в режиме повседневной деятельности отражено всего в 22 % положений, в режиме повышенной готовности - в 42 % положений, в режиме ЧС в 36 % положений.

Необходимо отметить, что даже в таких функциональных подсистемах как «Контроль за ядерно и радиационно опасными объектами» и «Контроль за химически опасными и взрывопожароопасными объектами» в режиме повседневной деятельности вопросы прогнозирования не предусмотрены. Что недопустимо в условиях старения основных фондов ядерно и радиационно опасных, химически опасных и взрывопожароопасных объектов.

Примером пренебрежения прогнозированием в режиме повседневной деятельности является авария на Саяно-Шушенской ГЭС, когда средствами мониторинга фиксировали значительное увеличение (в 4 раза) роста вибрации турбинного подшипника гидроагрегата ГА-2, а прогнозирование дальнейшего развития его роста и последствий никто не осуществил.

В соответствии с Положением о РСЧС, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 30 декабря 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обмен информацией осуществляется в порядке, установленном Правительством Российской Федерации (п.22 Положения о РСЧС).

Данный порядок в настоящее время регламентируется Постановлением Правительства РФ от 24 марта 1997 г. № 334 «О порядке сбора и обмена в Российской Федерации информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и приказом МЧС России от 26 августа 2009 г. № 496 «Об утверждении Положения о системе и порядке информационного обмена в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

В обоих нормативных актах отсутствует положения по обмену информацией для всех режимов функционирования РСЧС, в том числе прогнозной, что требует внесение изменений в указанные нормативно-правовые акты.

Для обеспечения безопасности населения и территорий РФ целесообразно создание единого информационного поля системы мониторинга и прогнозирования охватывающего все функциональные подсистемы РСЧС.

Необходимо обеспечить дальнейшую разработку и согласование регламентов и соглашений в части обмена прогнозно-мониторинговой информацией с заинтересованными федеральными и территориальными органами исполнительной власти, научными и исследовательскими организациями.

В настоящее время Центром разработаны и согласованы 12 регламентов с ведомствами и научными организациями в части предоставления обмена мониторинговой и прогнозной информацией. И эта работа будет продолжена.

В части совершенствования структуры СМП ЧС также предстоит большая работа.

Сегодня структура СМП ЧС включает в себя 8 региональных центров мониторинга и прогнозирования, 76 отделов при ЦУКС ГУ МЧС России, 59 территориальных центров при администрациях субъектов РФ.

В этом году в 6 ЦУКС ГУ МЧС были сформированы отделы мониторинга и прогнозирования. Вместе с тем в 9 ЦУКС ГУ МЧС России такие отделы не созданы. Основной причиной является отсутствие вакантных единиц в штатном расписании.

Если посмотреть на карту размещения подразделений СМП ЧС, то видно существенную неравномерность их распределения по территории страны и прежде всего это касается Арктических территорий.

В настоящее время на Арктической территории РФ при ГУ МЧС России и местных органах исполнительной власти зоны созданы подразделения СМП ЧС в городах: Мурманск, Архангельск, Салехард, Анадырь. Таким образом, обширные территории Арктической зоны РФ: от Архангельска до Тихого океана практически не охвачены системой мониторинга и прогнозирования ЧС.

В связи с чем, целесообразно создание зональной Арктической системы мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера, состоящей из зонального центра мониторинга и прогнозирования ЧС (г. Архангельск) и территориальных подразделений в городах Мурманск, Воркута, Нарьян-Мар, Салехард, Дудинка, Тикси, Певек.

Существенных изменений требует и ресурсное обеспечение СМП ЧС, которое должно базироваться на последних достижениях науки и техники.

Необходимо внедрение современных методов и методик прогнозирования ЧС, автоматизированных программных комплексов оценки и управления рисками, в том числе с детализацией до населенного пункта и объекта экономики. Необходимо более широко внедрять в практику работ данных космомониторинга, моделирования ЧС с использованием ГИС, Web и 3D технологий.

Целесообразно создание единой геоинформационной платформы СМП ЧС, которая обеспечивала объединение ведомственных и территориальных баз данных, создание единого расчетно-методического и моделирующего аппаратов, обеспечила более полное использование данных космомониторинга. При этом необходимо отметить, что геоинформационная платформа должна быть интегрирована с АИУС РСЧС.

В соответствии с Положением Центр «Антистихия» осуществляет подготовку, переподготовку и повышение квалификации специалистов в области мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

Впервые системное обучение специалистов, занимающихся в регионах и субъектах Российской Федерации мониторингом и прогнозированием чрезвычайных ситуа-

ций, началось в 2003 году. За это время Центром обучение прошло 306 слушателей из региональных и территориальных подразделений СМП ЧС

Разработана и утверждена Типовая программа профессиональной подготовки специалистов в области мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на базе Всероссийского центра мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России.

Вместе с тем, необходимо отметить отсутствие на базе высших учебных заведений, подведомственных МЧС России, системы подготовки и переподготовки высококвалифицированных кадров СМП ЧС.

Создание такой системы предусматривает при участии ВУЗов и учебных центров, подведомственных МЧС России:

- разработку учебно-методических материалов с использованием современных образовательных технологий, обеспечивающих решение задач профессиональной деятельности персонала ФП СМП ЧС;

- разработку программ повышения квалификации персонала ФП СМП ЧС для их реализации на базе высших учебных заведений, подведомственных МЧС России, в том числе и дистанционного обучения;

- создание обучающих тренажерных комплексов для совершенствования системы обучения и повышения квалификации персонала.

Комплекс работ по совершенствованию СМП ЧС охватывает все уровни системы и рассчитан не на один год.

Центр «Антистихия» активно участвует в данном процессе.

В настоящее время приказом Министра МЧС России внесены изменения в Устав Центра. В соответствии с данными изменениями на Центр возложены новые задачи, такие как:

- космический мониторинг и дистанционное зондирование Земли;
- обеспечение прогнозами возникновения чрезвычайных ситуаций группировок сил МЧС России, находящимися за пределами Российской Федерации;

- осуществление образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам для специалистов РСЧС в области мониторинга прогнозирования ЧС и представителей иностранных государств.

В целях реализации данных изменений в Центре созданы отделы:

- развития и координации взаимодействия с иностранными государствами в области мониторинга и прогнозирования ЧС;

- космического мониторинга, дистанционного зондирования Земли и астероидно-кометной опасности (с 03.2016 г);

- подготовки и формирования моделей прогноза (с 15.07.2016 г).

Утверждена «Примерная дополнительная профессиональная программа повышения квалификации по направлению «Антикризисное управление».

Разработана и находится в стадии согласования программа повышения квалификации на базе Института развития Академии гражданской защиты для специалистов региональных и территориальных подразделений мониторинга и прогнозирования ЧС.

В настоящее время для предоставления услуг по обучению Центром проводится работа по получению лицензии на данный вид деятельности.

Подготовлен проект Приказа МЧС России, актуализирующий порядок подготовки, представления прогнозной информации и организации реагирования на прогнозы чрезвычайных ситуаций (Приказ 31.12.2002 № 632).

Сформированы предложения на выполнение прикладных научных исследований и экспериментальных разработок на 2017 год. Предложения направлены на совершенствование оперативного краткосрочного прогноза природно-техногенных ЧС, оценки рисков возникновения природно-техногенных ЧС и их последствий, вызываемых весенним половодьем и дождевыми паводками на реках РФ, а также в части совершенствования дистанционного обучения и повышения квалификации сотрудников территориальных органов МЧС России.

Сформированы предложения по техническому перевооружению Центра, специальным программным обеспечением и оборудованием.

Перечисленные и ряд других работ выполненные Центром, это только малая часть от того что предстоит выполнить в вопросе совершенствования СМП ЧС.

Необходимо отметить роль руководства МЧС России, которое в сегодняшних сложных экономических условиях уделяет большое внимание совершенствованию СМП ЧС, организационно и финансово обеспечивая ее дальнейшее развитие по всем направлениям.

Хочу выразить уверенность в том, что представленные в докладах участников конференции, практические и методические наработки в области мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций обеспечат дальнейшее качественное развитие системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ РАСЧЕТА ПРОРЫВНОЙ ВОЛНЫ И ВЕРОЯТНОГО ВРЕДА ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ АВАРИИ НА ГИДРОУЗЛЕ

Болгов М. В., Бубер А. Л., Бубер А. А., Попова Н. М.

Институт Водных проблем РАН, ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»

В настоящем докладе представлен весь технологический цикл расчета вероятного вреда при гидродинамической аварии на напорных сооружениях водохранилища: формирование исходных данных, методика расчета прорывной волны, численное моделирование параметров гидродинамической аварии, расчет вероятного вреда. В качестве примера аналога взят реальный объект, Березайская плотина в составе: плотина гранитная, водосливная, с грунтовой дамбой. В состав объекта исследования был включен участок реки содержащий: верхний бьеф плотины (Березайское водохранилище - оз. Пирос), плотина и/или русловая грунтовая дамба, участок реки (Березайки) с охватом поймы от нижнего бьефа плотины до водоприемника (впадения в море, реку - Мсту, озеро, пруд, в/п и т. д.).

На основе учетом чертежей сооружений гидроузла, космических снимков и подробных топографических данных в настоящей работе была создана компьютерная квази-двумерная (без «перекосов» уровней в поперечных сечениях) гидродинамическая модель. Проведены модельные расчеты волны прорыва и нанесены зоны затопления по сценариям гидродинамической аварии на русловой земляной дамбе. В расчетах параметров волны прорыва получены максимальные уровни и зоны затопления, максимальные скорости течения, исследована динамика прохождения прорывной волны, определены времена добега волн до заданных створов, результаты отображены на картах, космических снимках, в табличной и графической форме.



Рис.1. Вид на нижний бьеф Берзайской плотины

В задачи исследований входило:

- Сбор, обработка и анализ исходных топографических и гидрологических данных по Берзайскому водохранилищу, гидротехническим сооружениям Берзайской плотины, долине реки Берзайка до устья (р. Мста, д. Городок);

- Разработка с применением современных ГИС-технологий детальной цифровой модели рельефа русловой и пойменной участков р. Берзайка от нижнего бьефа плотины до устья (р. Мста, д. Городок);

- Создание на основе ЦМР поперечных сечений, с захватом пойменной части рельефа;

- Разработка сценариев возможных гидродинамических аварий на напорных сооружениях;

- Разработка компьютерных гидродинамических моделей распространения волны прорыва с применением квази-двумерных уравнений Сен-Венана на поперечных сечениях;

- Расчет параметров волны прорыва для выбранных сценариев гидродинамической аварии и представление результатов расчетов в табличной и графической форме.

- Расчет вероятного вреда при гидродинамической аварии.

Гидродинамическая модель (ГДМ) разрабатывается в среде программного комплекса MIKE 11 Датского Гидравлического института. MIKE 11 предназначен для разработки имитационных компьютерных моделей гид-



Рис. 2. Карта подложка с оцифрованной речной сетью и плановой привязкой поперечных сечений в среде MIKE 11

родинамических процессов, включая разрушение плотин, прорывные и паводковые волны и транспорт наносов, позволяющий рассчитывать размыв земляной плотины и определять основные гидравлические параметры (время добегания волны, время и площади затопления, скорость и глубину воды и т. д.) гидродинамической волны в нижнем бьефе. Математическая модель реализует квази-двумерную неявную разностную схему решения уравнений Сен-Венана, описывающих неустановившееся движение воды в речных сетях.

Для создания гидродинамической модели (ГДМ) были выполнены следующие работы:

1. Разработана Координатная привязка карты, как топоосновы для моделирования в среде MIKE 11, нанесены пойменные поперечные сечения р. Березайка на карту - топооснову моделирования (рис. 2).

2. С шагом не более 2000 м по ЦМР построены поперечных сечения по р. Березайка. Поперечные сечения получены в табличном и графическом виде (33 поперечных сечения). ЦМР сделана вручную на основе горизонталей, взятых из карт различного масштаба, и отдельных высотных точек.

3. В среде MIKE 11 с помощью редактора поперечных сечений введены координаты X, Z поперечников и их плановое положение привязано к карте-подложке. На рисунке 3 приведены примеры двух характерных поперечных сечения в среде MIKE 11.

4. Сформирована конфигурация поперечных сечений и рассчитаны обработанные данные гидравлических параметров сечений в зависимости от уровней воды (площадь сечения, гидравлический радиус, ширина по урезу воды, присоединенная площадь для водохранилища и т. д.).

5. Населенные пункты на расчетном участке привязаны к поперечным сечениям (таблица 1)

6. Для Березайского водохранилища (первый поперечник) задана батиметрическая функция зависимости площади зеркала от уровней воды (рис. 4).

Таблица 1

Привязка поперечных сечений к продольному профилю расчетного участка

№ Поперечника	Расстояние от плотины, км	Населенные пункты, водоёмы
1	0	ВБ Березайского вдхр, Дачный
2	330	НБ Березайского вдхр, Дачный
3	851	
4	4382	
5	7086	Савино
6	7675	
7	9792	
8	11715	Старое
...
26	43254	Мал. Лошаково, Бол. Лошаково
27	44343	
28	46190	
29	48825	Тугановичи
30	50549	Тугановичи
31	51322	Березовский рядок
32	51795	Березовский рядок
33	52692	Городок

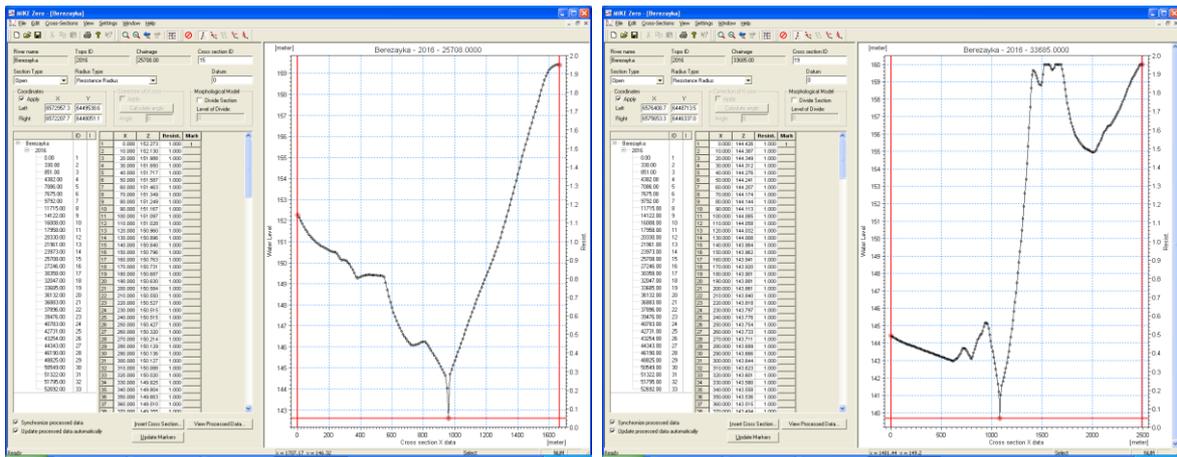


Рис. 3. Два характерных поперечных сечения р. Березайка в среде MIKE 11 (по оси Y - уровень воды, по оси X - расстояние от нуля поперечника)

Уровень, м	Площадь зеркала, м
148	0
150	18100000
152	20000000
153	21200000
153.5	22000000
153.66	23000000
154	23940000
154.5	25320000
155	26690000
155.5	28070000
156	29450000
156.5	30830000
156.78	31600000
157	34020000
157.48	39300000
158	45000000

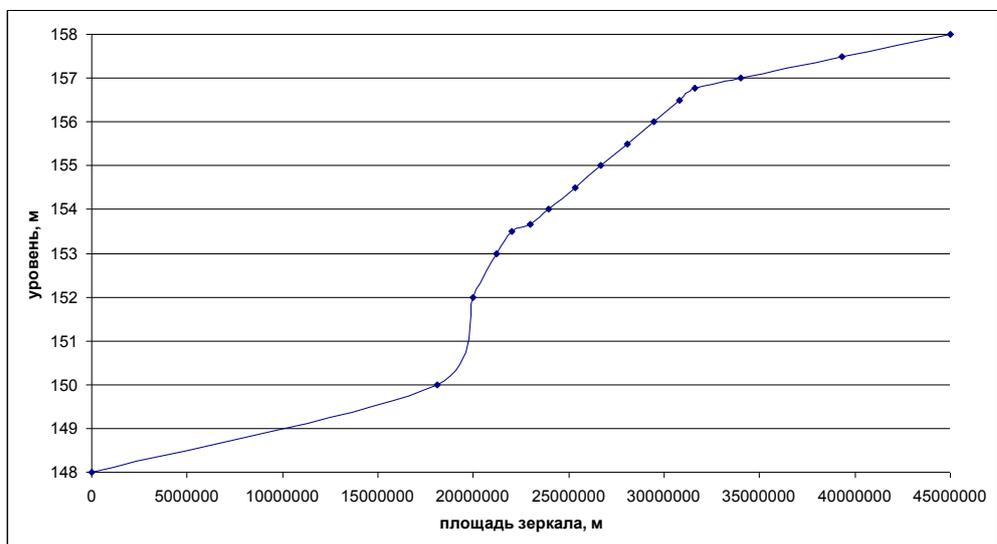


Рис. 4. Батиметрия Березайского водохранилища в среде MIKE 11

7. Разработана ГДМ в среде MIKE 11.

8. Определена на основе калибровки шероховатость по пойменной части русла (таблица 2).

Таблица 2

Коэффициенты шероховатости n , полученные в результате калибровки

Расстояние от ВБ Березайского водохранилища, м	Шероховатость n
0	0.03
5000	0.03
5200	0.024
12000	0.024
...	...
47200	0.05
51000	0.05
51200	0.04
52692	0.04

9. Сформирована таблица технических характеристик плотины и введена редактором речной сети в среду MIKE 11 (таблица 3).

Таблица 3

Исходные данные по водохранилищу и плотине для расчета прорывной волны

№ п/п	Тип	Значение
Основные сведения по водохранилищу		
1	Год ввода	1796
2	Площадь водосбора в створе плотины, км ²	2120
3	Отметка ФПУ, м	157,48
4	Отметка НПУ, м	156,78
5	Отметка УМО, м	153,66
7	Площадь зеркала ФПУ, км ²	39,3
8	Площадь зеркала НПУ, км ²	31,6
9	Площадь зеркала УМО, км ²	23
10	Объем полный при ФПУ, млн.м ³	201,2
11	Объем полный при НПУ, млн.м ³	176,4
12	Объем полный при УМО, млн.м ³	93
Березайская плотина		
13	Отметка гребня, м	158,26
14	Высота, м	5,4
15	Длина по гребню, м	66,25
16	Ширина по гребню, м	18,4
17	Максимальный расход при НПУ, м ³ /с	155
Русловая земляная дамба с Рютинской ГЭС		
18	Отметка гребня, м	158,26
19	Высота, м	3,76
20	Длина по гребню, м	74
21	Ширина по гребню, м	8,5
22	Заложение напорного/безнапорного откоса	1:1,5

10. Выполнены расчеты для двух сценариев возможного разрушения фронта плотины.

11. Проанализированы гидравлические результаты расчетов, полученные в табличном и графическом виде.

12. С помощью ГИС системы сформированы карты с зонами затопления возможного разрушения напорного фронта.

Рассматриваются два сценария возникновения аварии:

Сценарий 1: Прорыв напорного фронта при разрушении полов плотины и вымыва подпольной загрузки, мгновенное разрушение среднего водосливного отверстия плотины шириной 10.7 м при стоянии воды на отметке НПУ (156.78 м) до отметки порога водосливного отверстия 153,66 м, образование прорывной волны.

Сценарий 2: Разрушение верхового откоса и гребня земляной части прилегающей дамбы (правобережной земляной дамбы) при стоянии воды на отметке НПУ (156.78 м), суффозия и просадка грунта в теле плотины в результате высокой фильтрации, образование небольшого прорана с отметкой дна ниже на 0.2 м отметки уровня воды верхнего бьефа (ВБ), дальнейший размыв прорана за счет больших скоростей водного потока до твердых пород и образование прорывной волны.

Для формирования исходных данных моделирования были использованы следующие нормативные документы:

- Основные положения правил использования водных ресурсов Вышневолоцкой водной системы;
- Проект «Правил использования Березайского водохранилища»;
- Проект «Декларации безопасности Березайской плотины с русловой грунтовой дамбой»;
- Акт преддекларационного обследования гидротехнических сооружений Березайской плотины русловой грунтовой дамбой.

Коэффициенты шероховатости для уравнений Сен-Венана (Маннинга) назначались на основе калибровки модели по имеющимся значениям Q/h , указанным в проекте ПИВР 2013 г для нижнего бьефа и заданными на картах масштаба 1:100000 и 1:50000 «гипотетическими» значениями уровней воды. При этом принята следующая гипотеза: «гипотетический» расход для указанных на карте уровней воды, является среднемноголетним стоком, наблюдаемым в летне-осеннюю межень. Согласно проекта ПИВР 2013 г среднемноголетний сток для створа Березайской плотины в летне-осеннюю межень составляет $17,28 \text{ м}^3/\text{с}$. Приточность р. Кемка составляет $2,23 \text{ м}^3/\text{с}$. Для калибровки модели весь расчетный участок был разбит на подучастки (таблица 2) с одинаковой шероховатостью, которые включали «гипотетические» пункты наблюдений. В результате калибровки получены коэффициенты шероховатости n от 0.024 до 0.06. При этом максимальная ошибка по абсолютной величине не превосходит 26 см (менее точности значений уровней воды, приведенных на картах, составляющей 50 см).

Результаты моделирования представляются за весь расчетный интервал времени в табличном и графическом виде. Расчет по сценарию проведен при отметке воды в водохранилище 156,78 м (НПУ). В результате мгновенного разрушения среднего водосливного отверстия плотины образуется проран глубиной 3,12 м и шириной 10,7 м. Дальнейшего изменения конфигурации прорана не происходит.

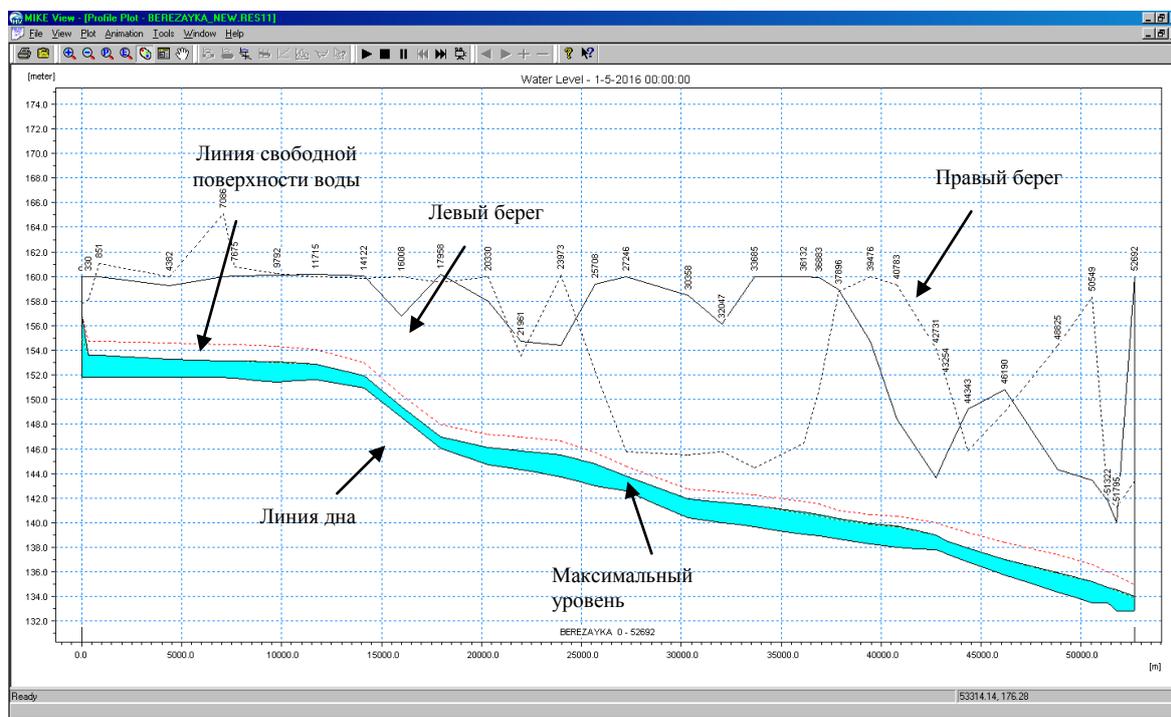


Рис. 5. Продольный профиль по руслу реки Березайка (по оси Y -уровень воды, по оси X - расстояние от устья р. Березайка)

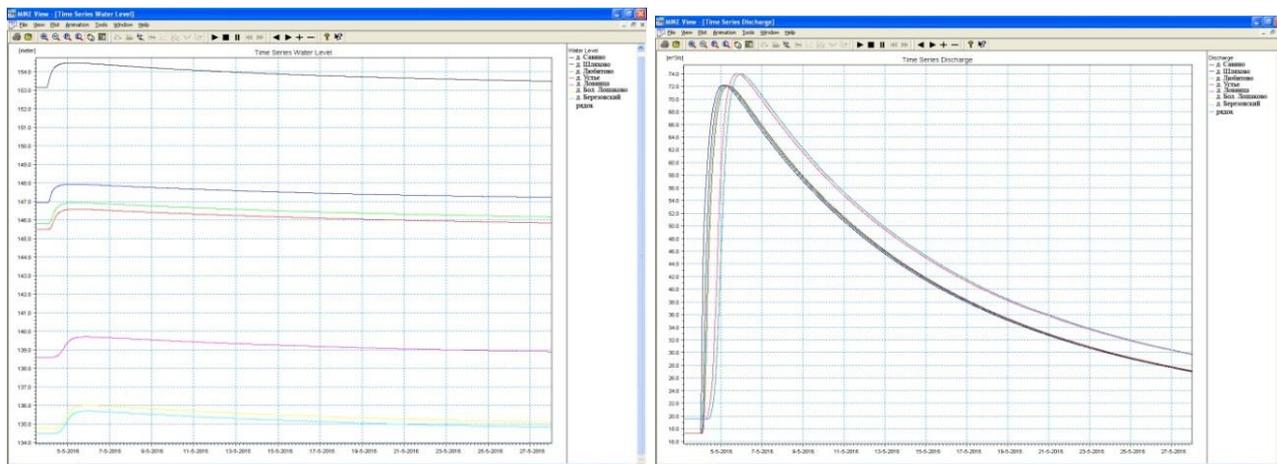


Рис. 6. Ход расходов и уровней р. Березайка

Таблица 4

Параметры волны прорыва

Створ	Населенные пункты попадающие в зону затопления	Параметры				
		Расстояние от плотины, м	Глубина по руслу, м	Макс. отм. затопления, м	Макс. расход в створе, м³/с	Макс. скорость, м/с
5	Савино	7086	2.71	154.50	72.20	0.51
11	Шляхово	17958	1.92	147.94	72.16	1.07
13	Любитово	21961	2.62	146.95	72.10	0.55
14	Устье	23973	2.86	146.60	72.08	0.43
23	Ловница	39476	2.40	140.67	74.15	0.38
26	Бол. Лошаково	43254	2.23	139.70	74.01	0.85
31	Березовский рядок	51322	2.51	136.00	73.98	1.19
32	Березовский рядок	51795	2.86	135.70	73.98	0.95

Таблица 5

Прохождение волны прорыва

Створ	Населенные пункты	Расстояние от плотины, м	Время продвижения волны, ч		
			Приход фронта волны	Достижение макс. уровня (гребня волны)	Спад волны
5	Савино	7086	5.00	26.83	100.67
11	Шляхово	17958	7.83	29.50	103.33
13	Любитово	21961	9.67	31.33	105.00
14	Устье	23973	10.83	32.50	106.00
23	Ловница	39476	18.50	40.33	128.00
26	Бол. Лошаково	43254	22.67	44.17	131.33
31	Березовский рядок	51322	25.17	46.83	133.83
32	Березовский рядок	51795	25.33	47.17	134.00

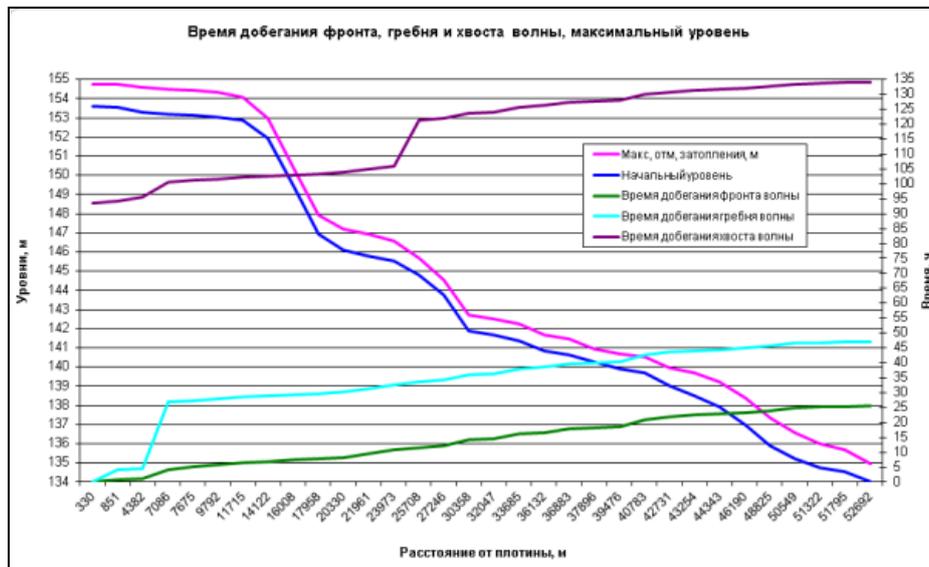


Рис. 7. Время добегаия фронта, гребня и хвоста волны, максимальные уровни воды

Продолжительность затопления при максимальном расходе обеспеченностью 5 % ($84,2 \text{ м}^3/\text{с}$) для всех постов равна 0 (расход, обеспеченностью 5 %, выше прорывного).

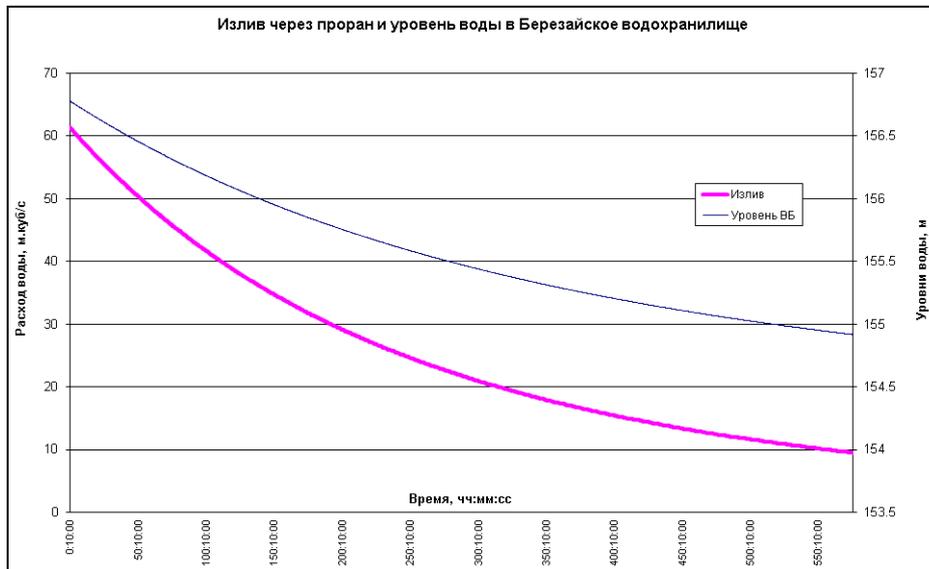


Рис. 8. Излив через проран и уровни воды в Березайском водохранилище

Расход воды в проране изменяется в диапазоне от $61,3 \text{ м}^3/\text{с}$ (при достижении максимального размыва) до $9,5 \text{ м}^3/\text{с}$ (через 24 дня).



Рис. 9. Зоны затопления на карте при прохождении волны прорыва по пойме реки Березайка, ранжированные цветом по 4-м зонам по глубине

Площади затопления, ранжированные по максимальным уровням воды

Тип зоны	Площадь затопления	
	м ²	км ²
от 0 до 1 м	3 555 250	3,55
от 1 до 2 м	1 621 300	1,62
Сумма	5 176 550	5,17

В нижнем бьефе гидроузла под действие волны прорыва попадают находящиеся в пойме хозяйственные постройки населенных пунктов и местные жители, случайно оказавшиеся в зоне затопления во время прохождения фронта волны прорыва.

Расчет вероятного вреда при аварии на гидротехнических сооружениях проводился в соответствии со следующими документами:

- «Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии судоходных гидротехнических сооружений», утвержденная Приказом МЧС России и Минтранса России от 02.10.2007 г. № 528/143;

- «Порядок определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения», утвержденный совместным приказом МЧС России, Минэнерго России, МПР России, Минтранса России, Госгортехнадзора России от 18.05.02 № 243/150/270/68/89, зарегистрированного Минюстом России 03.06.02, регистрационный номер 3493;

- «Правила определения величины финансового обеспечения гражданской ответственности за вред, причиненный в результате аварии гидротехнического сооружения», утвержденные постановлением Правительства РФ от 18.12.2001 № 876;

- Федеральный закон Российской Федерации от 27 июля 2010 года № 225-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте». Принят Государственной Думой 16 июля 2010 года; одобрен Советом Федерации 19 июля 2010 года, который увязывает страховые суммы и предельные размеры страховой выплаты потерпевшему.

Стоимостная оценка ущерба от аварии СГТС состоит из следующих расчетов:

- ущербы основным и оборотным фондам;
- ущербы готовой продукции предприятий;
- ущербы элементам транспорта и связи;
- ущербы жилому фонду и имуществу граждан;
- определение числа погибших и пострадавших при возникновении аварии;
- расходы на ликвидацию последствий аварии;
- ущерб сельскому, лесному и рыбному хозяйству, а также экологический ущерб;
- ущербы по верхнему бьефу;
- прочие виды реального ущерба;
- социальный ущерб - следует определять в натуральном выражении (в виде возможного числа погибших и пострадавших при аварии СГТС).

На основе проведенных гидравлических численных экспериментов определяется размер возможного вреда жизни и здоровью людей, экономического вреда от аварии

третьим лицам, оценивается страховая сумма по договору обязательного страхования опасного объекта (гидротехнического сооружения).

Расчет ущерба проводится с использованием комбинации методов: метода укрупненных показателей и планшетного метода.

На основе параметров прорывной волны (уровень, скорость, продолжительность затопления), среднестатистических характеристик субъекта РФ (из ежегодных статистических сборников), а также картографических материалов по зонам затопления выполняется приближенная оценка величины ущерба.

Исходными данными для оценки ущерба основным производственным фондам и готовой продукции предприятий, жилому фонду и личной собственности граждан являются население расположенных в зоне затопления населенных пунктов и их высотное расположение, а также характер жилой и производственной застройки.

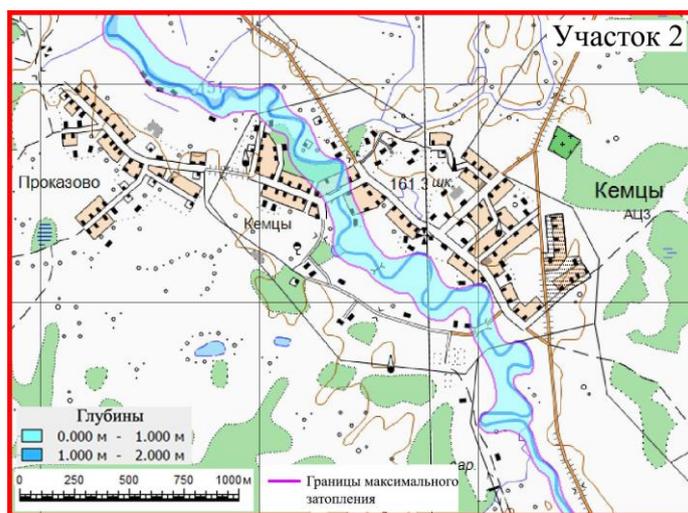


Рисунок 10. Зоны затопления Участок 2 деревня Кемцы

При подсчете количества домов попавших в зону затопления используется метод наложения слоев, далее полученная информация подвергается дополнительному редактированию вручную, уточняется при помощи снимков, опубликованных в сети Интернет и по космоснимку (определяются жилые или нежилые строения и этажность).

В таблицах 7–10 приводятся примеры основных детальных и итоговой таблиц при расчете вероятного вреда.

Таблица 7

Расчет математического ожидания человеческих потерь и социального вреда от аварии в денежном исчислении по сценарию 1

село Кемцы			
Число жителей, оставшихся под затоплением	Сильные разрушения		0
	Средние разрушения		0
	Слабые разрушения		6,3
Потери	Общие	ночь	$0*0,25+0*0,15+6,3*0,1=0,63$
	Безвозвратные		$0*0,25*0,2+0*0,15*0,15+6,3*0,1*0,1=0,063$
	Санитарные		$0*0,25*0,8+0*0,15*0,85+6,3*0,1*0,9=0,567$
Количество людей, чьи условия жизнедеятельности нарушены, чел.			$0+0+6,3-0,063=6,237$

село Кемцы			
Социальный ущерб, млн. руб.		$2,025*0,063+1*0,567+0,1*6,237=1,318$	
Потери	Общие	день	$0*0,13+0*0,05+6,3*0,02=0,126$
	Безвозвратные		$0*0,13*0,1+0*0,05*0,07+6,3*0,02*0,05=0,006$
	Санитарные		$0*0,13*0,9+0*0,05*0,93+6,3*0,02*0,95=0,12$
Количество людей, чьи условия жизнедеятельности нарушены, чел.		$0+0+6,3-0,006=6,294$	
Социальный ущерб, млн. руб.		$2,025*0,006+1*0,12+0,1*6,294=0,762$	

Таблица 8

Математическое ожидание человеческих потерь из-за затопления населенных пунктов при аварии и социальный вред от аварии в денежном исчислении

	Число жителей, оставшихся под затоплением		Потери			Количество ЛУЖН*, чел.	Социальный ущерб, млн. руб.	Потери			Количество ЛУЖН, чел.	Социальный ущерб, млн. руб.
	всего	с учетом эвакуации	Общие	Безвозвратные	Санитарные			Общие	Безвозвратные	Санитарные		
село Кемцы	9	6,3	0,630	0,063	0,567	6,237	1,318	0,126	0,006	0,120	6,294	0,762
ИТОГО	15	10,5	1,050	0,105	0,945	10,395	2,197	0,210	0,010	0,200	10,490	1,270

Таблица 9

Населенные пункты, попавшие под затопление

Место нахождения объектов жилой застройки	Домов			ВСЕГО чел. в зоне затопления	Человек (сельское население)			Человек (городское население)		
	Сильные разрушения	Средние разрушения	Слабые разрушения		Сильные разрушения	Средние разрушения	Слабые разрушения	Сильные разрушения	Средние разрушения	Слабые разрушения
Деревянные дома (1-2 этажа)										
село Кемцы (участок 2)		0	3	9	0	0	9		0	0
ВСЕГО	0	0	5	15	0	0	15	0	0	0

Таблица 10

Денежные оценки вероятного вреда, сгруппированные согласно показателям социально-экономических последствий аварий судоходных гидротехнических сооружений, млн.руб.

Виды ущерба	<i>I</i>	
Основным фондам предприятий	I_1	0,00
Оборотным фондам предприятий	$I_{об}$	0,00
Готовой продукции предприятий, хранящейся на складах	I_2	0,00
Элементом транспорта и связи	I_3	0,00
Жилому фонду и личной собственности граждан	I_4	0,84
Расходы на ликвидацию последствий аварии	I_5	0,17
Сельскохозяйственному производству	I_6	0,00

Виды ущерба	<i>I</i>	
От потери леса как сырья промышленности	<i>I</i> _{7с}	0,00
От затопления лесов (экологический)	<i>I</i> _{7э}	0,00
Окружающей природной среде	<i>I</i> ₈	0,00
Водоснабжению населенных пунктов	<i>I</i> ₉	0,00
Объектам водного транспорта	<i>I</i> ₁₀	0,00
Рыбному хозяйству	<i>I</i> ₁₁	0,00
Прочие виды реального ущерба	<i>I</i> ₁₂	0,10
Общий реальный ущерб <i>I</i>_{общ}	<i>I</i>_{общ}	1,11
Социальный вред при аварии, днем	<i>I</i>_{соц}	0,83
Социальный вред при аварии, ночью		1,45
Общий реальный ущерб с учетом социального вреда, днем		1,94
Общий реальный ущерб с учетом социального вреда, ночью		2,56

При расчетах вероятного вреда встречаются типичные трудности связанные с:

- отсутствием в ежегодниках данных по некоторым годам;
- отсутствием информации по численности населения (особенно деревень);
- топографическими карты населенных пунктов (деревень, п.г.т), для которых не имеется нумерация домов и улиц и по этим картам трудно определять тип дома (жилой, не жилой).

Заключение

При численных гидравлических экспериментах были получены следующие результаты.

Максимальный расход излива через створ прорана в нижний бьеф на начало прорыва 61,3 м³/с, на конец расчетного времени (через 24 дня) составит около 9,5 м³/с. Максимальные затопления в зависимости от створа происходят в диапазоне от 4 ч до 47 ч (в зависимости от створа).

Объем Березайского водохранилища через 24 дня уменьшится на 54,1 млн.м³ по сравнению с объемом при НПУ и составит 122,3 млн.м³ (при УМО - 92,95 млн.м³), уровень Березайского водохранилища опустится до отметки 154,92 м (УМО - 153,66 м).

Таким образом, в ночное время (сценарий 1а) человеческие потери составят ≈ 1 чел., из них безвозвратные ≈ 0,1 чел., в дневное время (сценарий 1б) человеческие потери составят ≈ 0,21 чел., из них безвозвратные ≈ 0,01 чел.

Общий реальный ущерб при прорыве напорного фронта составит - 0,79 млн руб., с учетом социального вреда ночью (сценарий 1а) - 2,20 млн руб., с учетом социального вреда днем (сценарий 1б) - 1,27 млн. руб.

Страховая сумма по договору обязательного страхования при возникновении аварии в ночное время (сценарий 1а) составляет 10 млн. руб. (для иных опасных объектов, в отношении которых предусматривается обязательная разработка декларации промышленной безопасности или декларации безопасности гидротехнического сооружения), в дневное время (сценарий 1б) - 10 млн. руб. (для иных опасных объектов, в отношении которых предусматривается обязательная разработка декларации промышленной безопасности или декларации безопасности гидротехнического сооружения).

При прорыве напорного фронта Кемецкой плотины ущерба третьим лицам не будет.

Чрезвычайная ситуация, возникающая вследствие гидродинамических аварий на Кемецкой плотине, носит муниципальный характер.

Список использованной литературы

1. Основные положения правил использования водных ресурсов Вышневолоцкой водной системы. Москва -1963.
2. Проекта «Правил использования Березайского водохранилища», 2013ю
3. Декларации безопасности Березайской плотины с русловой земляной плотиной, 2016.
4. Акт преддекларационного обследования гидротехнических сооружений Березайской плотины с русловой земляной плотиной, 2016 г..
5. Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии судоходных гидротехнических сооружений. Утверждена Приказом МЧС России и Минтранса России от 02.10.2007 г. № 528/143;
6. Отчет по теме: «Расчет волны прорыва Вышневолоцкого водохранилища, Вельевского водохранилища, Шлинского водохранилища, Березайского водохранилища, Кемецкого водохранилища, Мстинского водохранилища, городского бьефа р. Цны, а также зон затопления и ущерба от волны прорыва напорного фронта».
7. Порядок определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения. Утвержден приказом МЧС РФ, МПР, Минтранса РФ и Госгорехнадзора РФ от 18.05.2002 г. № 243/15/270/68/89. Зарегистрирован в Минюсте РФ 3 июня 2002 г. Регистрационный № 3493.
8. Прудовский А. М. Образование прорана при прорыве земляной плотины. «Безопасность энергетических сооружений», НИИЭС,1998, № 2–3, стр. 67–79.
9. Штеренлихт Д. В. Гидравлика: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. И доп. - М.: КолосС, 2004. - 656 с.: ил.
10. Компьютерное моделирование речных потоков. Теоретические основы. М.: Научная консалтинговая фирма «Волга», 2013.
11. Компьютерное моделирование систем рек и каналов Mike11. М.: Научная консалтинговая фирма «Волга», 2013.
12. MIKE VIEW Создание презентаций/. Результатов моделирования MOUSE, MIKESWMM, MIKENET, MIKE11, MIKE URBAN/ М.: Научная консалтинговая фирма «Волга», 2013.

ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАВОДНЕНИЙ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАВОДНЕНИЙ

Кудинов А. А.

НЦУКС МЧС России

Одной из мониторинговых систем, особенно эффективно применяемой в оперативной деятельности МЧС России, является система космического мониторинга, предназначенная для обеспечения органов управления РСЧС (единой гос. системы предупреждения и ликвидации ЧС) федерального и территориального уровней оперативной информацией о состоянии территорий, находящихся в зонах повышенного риска возникновения ЧС, фактах возникновения ЧС, параметрах обстановки в районах ЧС и динамики ее дальнейшего развития.

Система космического мониторинга позволяет осуществлять оперативный контроль практически всей территории Российской Федерации и приграничных территорий сопредельных государств. В настоящий момент система состоит из четырёх центров приема и обработки космической информации, расположенных в гг. Москва, Красноярск, Владивосток, Вологда, а также совместная с Роскосмосом станция в г. Мурманск.

На основе получаемой информации в СКМ ЧС решаются следующие задачи:

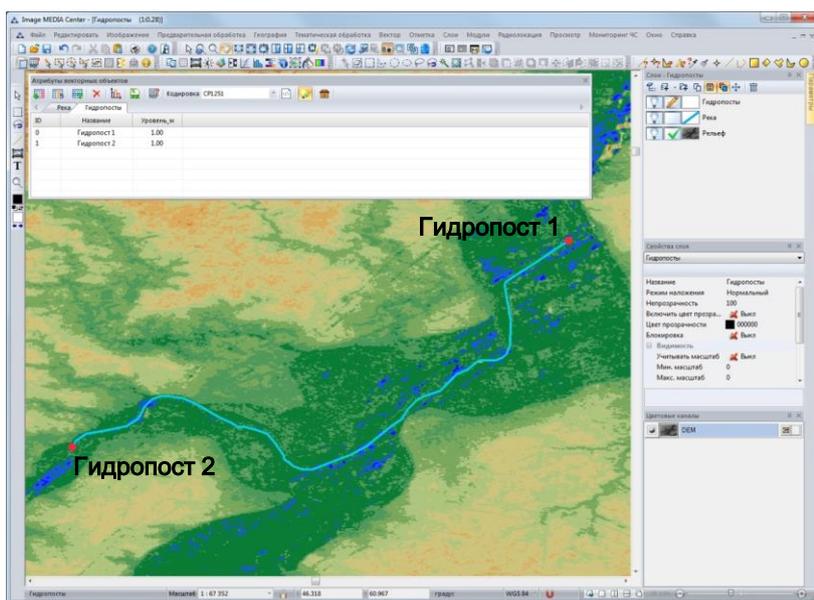
- мониторинг ЧС, связанных с паводковыми явлениями, наводнениями;

- мониторинг природных пожаров;
- мониторинг опасности приближающихся астероидов, комет и космического мусора;
- оценка обстановки в районах ЧС, оценка состояния потенциально опасных объектов и территорий, находящихся в зонах повышенного риска возникновения ЧС;
- поиск аварийных объектов, терпящих бедствие в труднодоступных районах и акваториях.

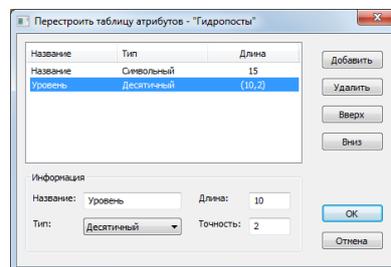
С помощью космической информации осуществляется ежедневное уточнение масштабов и динамики развития чрезвычайных ситуаций, что позволяет своевременно принимать меры, направленные на недопущение человеческих жертв и материального ущерба

В начале паводкоопасного сезона проводится активный космический мониторинг становления ледостава на реках. В результате выявляются участки рек с повышенным риском возникновения ледовых заторов в период весеннего половодья. Данные участки включаются в планы проведения превентивных мероприятий по ослаблению прочности льда перед началом периода половодья.

Ежедневный космический мониторинг паводковой обстановки на территории РФ позволяет органам управления МЧС России всех уровней оперативно получать информацию: об обстановке в районах подтоплений, о местах образования ледовых заторов, о масштабах подтоплений, об объектах, попавших в зоны разлива, о местах разрушений и затоплений мостов и участков автодорог. По районам, где прогнозируется паводковые явления, специалистами космического мониторинга осуществляется моделирование участков подтопления с использованием специализированного программного обеспечения Image Media Center, позволяющее в кратчайшие сроки с использованием разновременных космических снимков провести моделирование поднятия уровня воды и сформировать отчетные документы. Моделирование поднятия уровня воды может производиться на основе свободно распространяемых моделей рельефа (местности). На рис. 1 показана настройка модели рельефа, которая записывается в макрос и в дальнейшем производится в автоматическом режиме. Добавляется информация с гидропостов. Может использоваться как актуальная информация об уровне воды, так и расчетная.



Создание векторного слоя «Гидропосты»



Наполнение слоя атрибутивной информацией

Рис. 1. Подготовка векторного слоя с местами расположения гидропостов

На рис. 2 отображается моделирование подъёма уровня воды с шагом 1 метр.

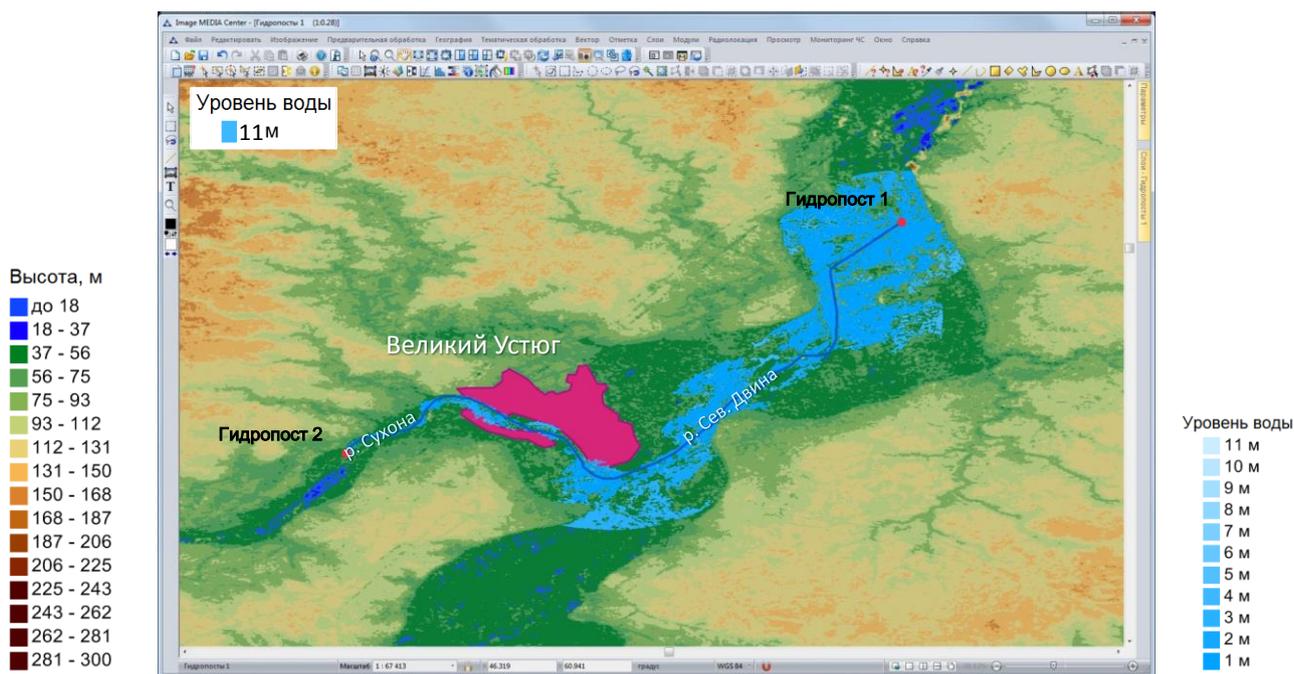


Рис. 2. Моделирование затоплений

Все результаты моделирования можно поместить в один слой и найти пересечение этих слоев с потенциально-опасными, социально-значимыми объектами.

В качестве эталонного изображения (снятого в межень) можно использовать как архивные космические снимки, так и векторные или растровые карты. Существует возможность подключения подложки Google Maps (на рис. 3 слева). Для верификации результатов моделирования также могут использоваться результаты космической съемки (снимок КА Landsat-8, снятый во время паводка).

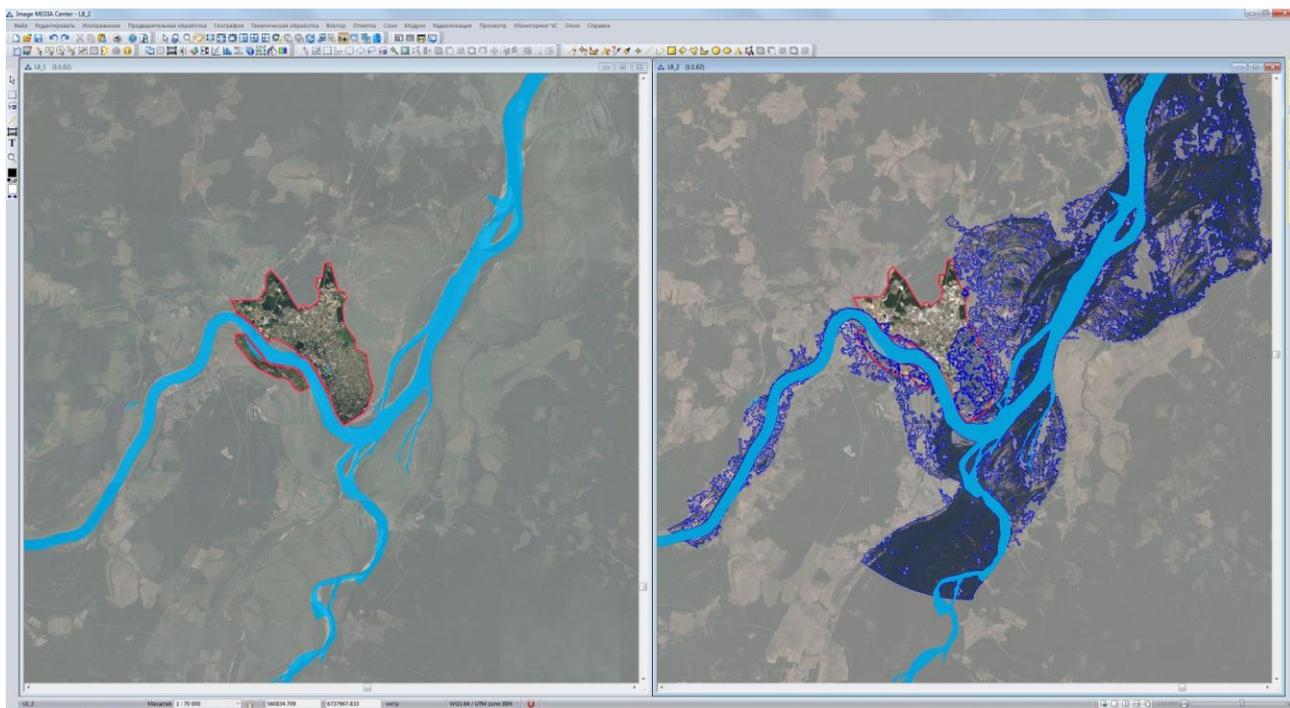


Рис. 3. Моделирование затоплений

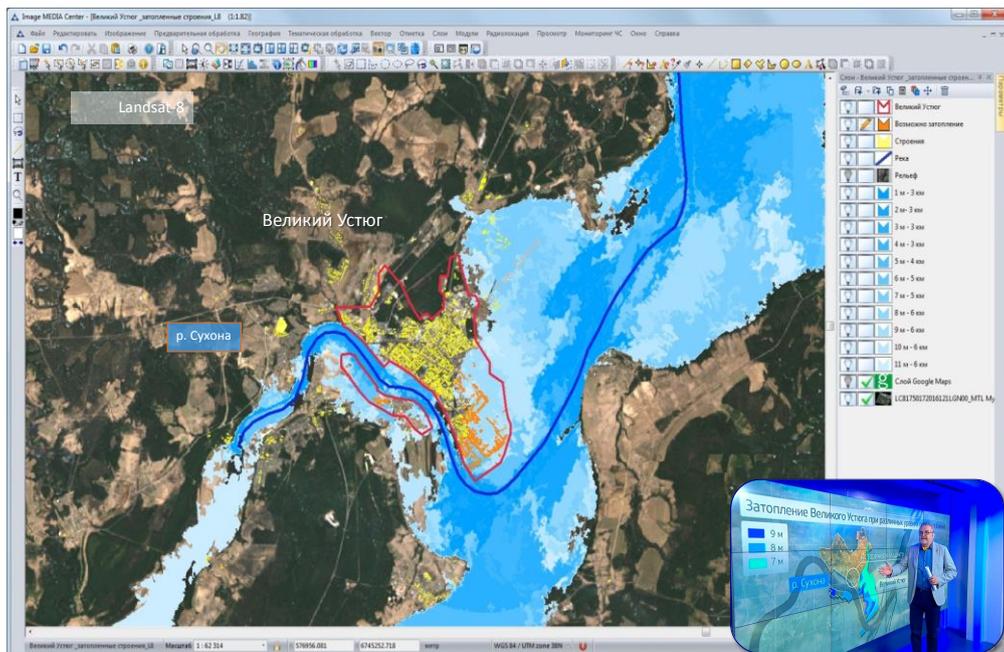


Рис. 4. Моделирование затоплений

Таким образом, с помощью геоинформационных методов возможно моделирование поднятия уровня воды в реке с последующим оперативным анализом важных объектов, попадающих в зону затопления при том или ином уровне поднятия воды. Например, на рис. 4 продемонстрировано моделирование поднятия воды на р. Сухона в районе г. Великий Устюг: оранжевым цветом показаны постройки, попадающие в зону подтопления при поднятии уровня воды на 9 м. Желтым цветом отображаются постройки, не попадающие в зону бедствия. Красным цветом выделена граница города. Затопления при разном поднятии уровня воды показаны оттенками синего в соответствии с настроенной легендой (в списке слоев справа, чем светлее цвет, тем выше уровень воды).

По результатам обработки формируются отчетные формы и текстовый отчет-оповещение (рис. 5).

Полученные результаты тематической обработки оформляются в виде **отчетной формы**:

- ✓ наглядное представление территории
- ✓ легенда
- ✓ статистика
- ✓ диаграммы
- ✓ графики
- ✓ цветовые шкалы
- ✓ метаданные снимков
- ✓ текстовые отчеты
- ✓ вывод данных из таблицы атрибутов

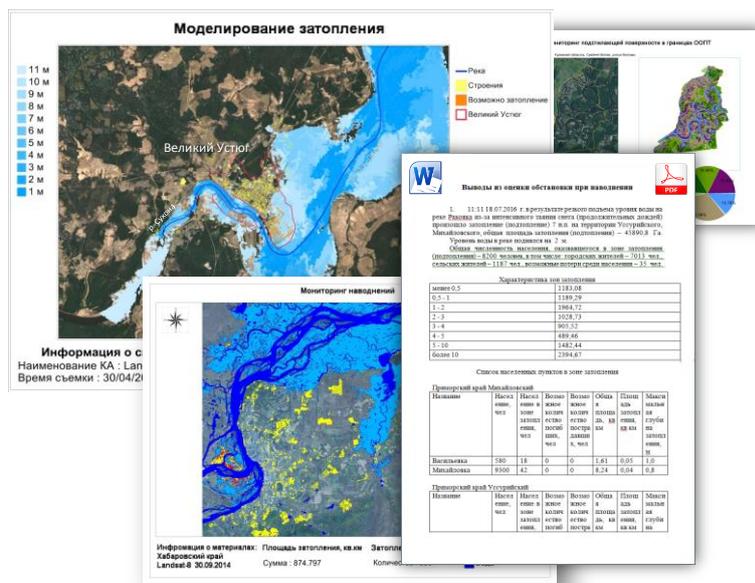


Рис. 5. Статистическая обработка

Еще один пример отчета (рис. 6), сформированный на основе моделирования поднятия воды на р. Амур в районе г. Благовещенск. В отчете представлены результаты моделирования поднятия уровня воды на 3, 5 и 8 м. Также на спутниковую подложку нанесена граница снимка, по которому проводилась верификация данных.



Рис. 6

Результаты мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций с использованием космической информации передаются в ВЦМП «Антистихия».

Особо важной задачей при мониторинге и прогнозировании чрезвычайных ситуаций является задача доведения информации до органов управления РСЧС.

В ведении СКМ имеется система «Каскад», которая представляет собой геоинформационный портал, представляющий возможность отображения оперативной обстановки по природным пожарам, паводкам, ледоходу, сейсмособытиям, а также просмотра множества информационных векторных слоёв. Данный геопортал и базы данных космических снимков по потенциально опасным объектам и территориям уже в первые минуты после получения результатов космического мониторинга, позволяют всем органам повседневного управления РСЧС получать единую по своим параметрам и форматам информацию о районе ЧС, а также осуществлять предварительный прогноз возможного развития ситуации и оценить угрозу населению и объектам инфраструктуры.

Хотелось бы отметить очень важный функционал геопортала «Каскад» - отображение графика ледостава. Результат ежедневного мониторинга ледовой обстановки на основных реках Российской Федерации отображается в виде графика ледостава. Пользователю предоставляется возможность просматривать динамику изменения ледового покрова на реке, составлять прогноз скорости движения ледостава в период весеннего половодья, выявлять потенциально опасные участки рек и населенные пункты, которым угрожают паводковые явления.

В МЧС России в настоящее время проходит тестовую эксплуатацию базовая геоинформационная платформа «Космос», разработанная компанией «Рекод».

БГП «Космос» является универсальным программным продуктом, позволяющим создавать полнофункциональные, масштабируемые WEB- и ГИС приложения на основе интеграции различных источников данных.

В БГП «Космос» реализован ряд функций:

- загрузка пользовательских векторных и растровых слоёв;
- подключения сторонних сервисов (WMS, WFS и пр.), предоставляющих информацию;
- отображение результатов моделирования паводка, в том числе в режиме 3D изображения;
- отображение как архивных, так и оперативных космических снимков с КА Terra, Aqua, Landsat;
- проведение анализа результатов мониторинга с возможностью экспорта результатов в отчёт;
- оперативная загрузка фотографий и видео в систему через приложение на мобильном телефоне;
- отображение онлайн трансляций с видеокамер.

Управлением космического мониторинга налажено плотное взаимодействие с федеральным космическим агентством Роскосмос.

В настоящее время ведется работа по наращиванию наземных приемных комплексов в рамках развития Единой территориально-распределенной информационной системы ДЗЗ из космоса (создание совместных с Роскосмосом приемных центров в гг. Дудинка, Анадырь в 2017–2018 годах).

Так же разработке Федеральной космической программы были учтены предложения и интересы МЧС России в области развития системы космического мониторинга в интересах совершенствования защиты населения и территорий. Таким образом, Система космического мониторинга ЧС МЧС России к 2025 году позволит:

а) обеспечить гарантированное получение (независимое от погодных условий и времени суток) оперативных данных дистанционного зондирования по районам возникновения ЧС (угрозе возникновения ЧС) на территории Российской Федерации не позднее 2 часов с момента получения заявки оператором российских космических систем с пространственным разрешением не хуже 0,5 м в видимом, ближнем инфракрасном и радиолокационном диапазонах (группировка КА видимого и радиолокационного диапазонов);

б) в целях своевременного мониторинга рисков угроз воздействия природных пожаров на населенные пункты и объекты экономики обеспечить получение оперативных данных дистанционного зондирования Земли 6 раз в сутки по всей территории Российской Федерации с пространственным разрешением 50–100 м в спектральных диапазонах 3,5–4 мкм и 11–12 мкм бортовой аппаратурой ИК-диапазона.

В настоящее время в СКМ ЧС существует ряд проблемных вопросов, таких как:

- отсутствие возможности использования радиолокационных данных, получение которых не зависит от погодных условий;
- недостаточность финансирования лимитами бюджетных обязательств на приобретение лицензий на программное обеспечение;
- получение данных от Росгидромета с целью обеспечения программных комплексов входной информацией о состоянии водных объектов;
- создание сертифицированной методики расчета зависимости уровня воды в водоемах от осадков и снеготаяния.

Петров И. К.

ФГАУ «Оборонлес» Минобороны

Всем нам очень хорошо известна тема природных пожаров и незаконных рубок лесных насаждений. На любых территориях покрытых лесом это острые проблемы. По официальной статистике основной причиной возникновения пожаров является - Человек, как на гослесфонде, так и остальных землях покрытых лесом.

Природные пожары, также как и незаконные рубки, охватывающие значительные территории, приводят к гибели и ослаблению лесов, утрате их экологического и экономического потенциала, ухудшая качество жизни населения, что является нарушением «Права на благоприятную окружающую среду Конституции России», а иногда представляют собой прямую угрозу для лесных поселений и проживающих в них людей.

Фиксация состояния и изменения лесов, путем применения системы, на самой ранней стадии позволяет предотвратить развитие пожаров в неуправляемую стихию, с которой невозможно бороться и, как следствие, сократить ущерб от таких пожаров и затраты на их тушение, а получение достоверных данных по вырубкам позволит многократно сократить «незаконного» оборота древесины. Ущерб от пожаров составляет, по самым оптимистичным подсчетам, более 20 млрд. рублей ежегодно. Ущерб от незаконных рубок не менее 11 млрд. рублей, ежегодно. Данная тема актуальна и для Верховного главнокомандующего Российской Федерации (В.В.П), но и на всех уровнях власти, будь то Минприроды, губернатор и глава муниципального образования.

На основании поручения председателя правительства РФ Д.А. Медведева и с целью сохранения и преумножения окружающей среды России, Управление лесного хозяйства Минобороны России, в 2016 году начата разработка практически применимого информационного обеспечения - АИС «Оборонлес», комплексного мониторинга земель обороны и безопасности и иных категорий покрытых лесом для последующего применения на этих территориях.

С возможностью решения следующих вопросов:

- мониторинг лесоизменений, с помощью передовых космических технологий;
- обнаружение пожаров, постоянный мониторинг лесопожарной обстановки;
- определение координат и характеристик пожаров;
- принятие управленческих решений, координация сил и средств тушения лесных пожаров.

Благодаря развитию средств вычислительной техники все большее значение в лесной отрасли приобретают автоматизированные системы управления. Эти системы содержат аппаратные средства и программное обеспечение, которые позволяют автоматизировать рутинную часть работы специалистов.

Одним из основных отрицательных факторов, затрудняющих развитие лесной отрасли, является отсутствие единого программного продукта с использованием геоинформационных технологий по ведению учета и мониторинга лесных ресурсов. Не зависимо от категории земель, будь то леса Гослесфонда, так лесов Минобороны и ООПТ.

Система «Оборонлес» позволит:

- кардинально повысить эффективность мониторинга состояния лесного фонда и иных категорий земель РФ;
- минимизация ущерба лесного фонда от пожаров;

- снизить затраты на охрану от пожаров.

Система сможет обеспечить автоматизацию всех ключевых процессов охраны леса от пожара, включая:

- космический мониторинг лесных пожаров;
- видеомониторинг лесных пожаров и незаконных рубок;
- автоматическое обнаружение лесных пожаров;
- эффективное управление силами и средствами;
- картографическая поддержка.

АИС «Оборонлес» сможет обеспечить автоматизацию процессов мониторинга вырубок на территории РФ, включая автоматическое выявление любых вырубок лесного фонда и иных территорий, на территории от 0,3 Га и с периодичностью в 16 суток.

Хочу особо отметить, что разрабатываемое решение строится исключительно на российских информационно-технологических платформах, входящих в реестр российского программного обеспечения, соответствует требованиям российских и международных стандартов информационной безопасности.

Благодаря разработке системы и ее последующего внедрения на землях покрытых лесом будет достигнуто:

- Общее снижение площади пожаров, в зоне действия системы:
- время обнаружения уменьшается с 12 часов до 15 минут;
- обнаружение на площади с 15 Га до 0,1 Га;
- определение характера пожара (принадлежность к категории земель);
- снижение затрат на охрану леса от пожара:
- снижение ущерба от пожара (до 50 %).

На примере Псковской области снижение затрат на выезды групп на пожары в 2015 году достигло 30 %, а снижение затрат на тушения пожара достигает до 50 %. В Московской области, только в этом году заработала система, а уже более 50 % всех пожаров определяются ей. В Свердловской более 90 %.

В Целях обеспечения готовности лесопожарных формирований и подразделений всех уровней России к выполнению задач по ликвидации природных пожаров, сохранения жизни и здоровья, снижения ущерба окружающей природной среде и материальных потерь, а также ликвидации зон чрезвычайных ситуаций, прекращения действий характерных для них опасных факторов на землях покрытых лесом необходимо комплексное внедрение на всей территории России, на федеральном и субъектовом уровне.

ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ: ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Петрова Е. Г.

**Географический факультет Московского государственного университета
им. М. В. Ломоносова**

Природно-техногенный риск рассматривается в данной работе как техногенный риск, провоцируемый или усиливаемый какими-либо неблагоприятными и опасными природными процессами или явлениями [2]. Соответственно, под природно-техногенными ЧС (ПТЧС) понимаются любые ЧС в техносфере, вызываемые теми или иными природными событиями.

Мы разделили все природные процессы на два типа по их генезису, распределению в пространстве и во времени и характеру воздействия на техносферу и общество [7]. К первому типу были отнесены различные солнечно-космические возмущения, аномалии магнитных и других геофизических полей, способные спровоцировать аварии как напрямую, вследствие вызываемых ими сбоев электроники и автоматики, так и опосредованно, усиливая действие так называемого «человеческого фактора». Такое опосредованное влияние может быть связано с замедлением или неадекватностью реакции, снижением надежности работы операторов различных технических систем, водителей, пилотов и других людей под воздействием вспышек на Солнце, магнитных бурь и других подобных явлений. Природные процессы данного типа отличаются либо глобальным распространением (возмущения солнечно-космического происхождения), либо имеют определенную географическую привязку (в случае геофизических аномалий). По данным ряда исследований, эти процессы могут повысить вероятность возникновения различных транспортных аварий, аварий на шахтах и некоторых других [1, 4, 5, 6].

Второй тип составляют опасные геологические, гидрометеорологические, биологические и другие природные процессы и явления, оказывающие преимущественно прямое механическое воздействие на объекты техносферы, тем самым, становясь непосредственной причиной аварий или нарушая условия нормального функционирования тех или иных народнохозяйственных объектов. Эти явления очень сильно различаются по своим масштабам, территориальному распространению и распределению во времени.

По сравнению с «обычными» техногенными ЧС, природно-техногенные ЧС происходят не так часто, но приводят, как правило, к более тяжелым последствиям и требуют более значительных усилий по их ликвидации. Это обусловлено, прежде всего, их комплексным и синергетическим характером: одновременным проявлением усиливающих друг друга последствий как самих опасных природных процессов, так и спровоцированных ими аварий в техносфере, нередко влекущих за собой другие аварии или нарушения режима нормального функционирования объектов экономики и инфраструктуры по «принципу домино». Кроме того, природно-техногенные события отличаются более масштабной зоной распространения, чаще выходят за рамки локальных и достигают межмуниципального, регионального и даже межрегионального уровня.

Прогнозирование природно-техногенных ЧС также бывает в значительной степени затруднено, поскольку связано с необходимостью прогноза не только самих неблагоприятных и опасных природных процессов и явлений, способных вызвать техносферные аварии и нарушения, но также и с прогнозированием синергетических эффектов, происходящих в техносфере в результате опасных природных воздействий и приводящих к ЧС. Для прогноза природно-техногенных ЧС необходимо учитывать не только параметры и характер проявления и распространения природных опасностей различного генезиса, но также степень подверженности и уязвимости по отношению к ним различных объектов техносферы. Особое внимание должно уделяться прогнозированию экстремальных природных явлений, в зону действия которых попадают потенциально опасные объекты (АЭС, другие радиационно опасные объекты, химические и нефтехимические производства, гидротехнические сооружения, нефтепроводы, хранилища различных загрязняющих веществ и другие).

Природно-техногенные ЧС могут вызываться природными опасностями практически любого генезиса. В России наиболее часты аварии или нарушения в работе объектов экономики и инфраструктуры в результате различных процессов и явлений

гидрометеорологического характера (сильных ветров, сильных и продолжительных дождей и ливней, снегопадов и метелей, наводнений и подтоплений, гололедных явлений, града, гроз и других). Гидрометеорологическими опасностями обуславливается более 90 % всех ПТЧС. Они могут вызывать нарушения энергоснабжения в результате обрыва проводов ЛЭП, а также стать причиной нарушений тепло- и газоснабжения, нарушений автомобильного, водного, железнодорожного и авиационного сообщения, различных транспортных аварий и других ЧС. Необходим мониторинг таких событий для целей прогнозирования и управления природно-техногенным риском, которое направлено, прежде всего, на предотвращение ЧС или сведение их последствий до минимально возможного уровня.

В научно-исследовательской лаборатории снежных лавин и селей географического факультета МГУ автором создана и постоянно пополняется электронная база данных по техногенным и природно-техногенным ЧС [3]. В базе данных фиксируется информация о времени и месте возникновения ЧС, типе ЧС, количестве пострадавших и погибших, нанесенном экономическом и экологическом ущербе. Указывается предполагаемая причина произошедшей аварии, если она известна, приводится краткое описание инцидента и источник информации. Основными источниками исходных данных служат оперативные сводки МЧС РФ, а также другая открытая информация, в том числе сообщения печатных и электронных СМИ. В базе данных собрано более 16,5 тыс. единиц информации о ЧС, произошедших на территории России за период 1991–2015 годов, в том числе в ней зафиксировано почти 1700 природно-техногенных ЧС.

Проведен статистический и географический анализ накопленной информации.

В результате анализа было выделено 9 основных типов ПТЧС:

1) аварии в системах электроснабжения, связи и на объектах ЖКХ вследствие землетрясений, наводнений, сильных ветров, снегопадов, дождей и града, сильных морозов, грозовых разрядов, снежных лавин, селей, оползней, гололедно-изморозевых явлений, просадок грунта, а также других опасных природных процессов (58 % от общего числа ПТЧС);

2) автомобильные аварии или нарушение автомобильного сообщения из-за снегопадов и метелей, гололедицы, дождей, туманов, снежных лавин или селей (13 %);

3) пожары и взрывы, возникшие из-за ударов молний или сильной жары;

4) взрывы и пожары на шахтах в результате аккумуляции водорода и метана вследствие глубинной дегазации Земли (более подробно механизм действия этих процессов изложен в работе [4]);

5) водные аварии, вызванные штормами, циклонами, тайфунами и туманами;

6) аварии трубопроводов в результате землетрясений, различных склоновых процессов, а также сильных ветров, снегопадов, дождей, града или ударов молний;

7) железнодорожные аварии или нарушение железнодорожного сообщения в результате снежных заносов или повреждения железнодорожного полотна из-за дождей, лавин, селей, оползней, камнепадов или сильной жары (деформация рельсов);

8) авиакатастрофы или нарушение авиационного сообщения, обусловленные неблагоприятными метеоусловиями, а также другими природными факторами, например, вулканическими извержениями;

9) аварии с выбросом различных загрязняющих веществ в результате наводнений, оползней или других природных опасностей.

Доля событий каждого из выделенных типов в общем числе ПТЧС, зафиксированных в базе данных за рассматриваемый период (1991–2015 гг.), показана на рис 1.

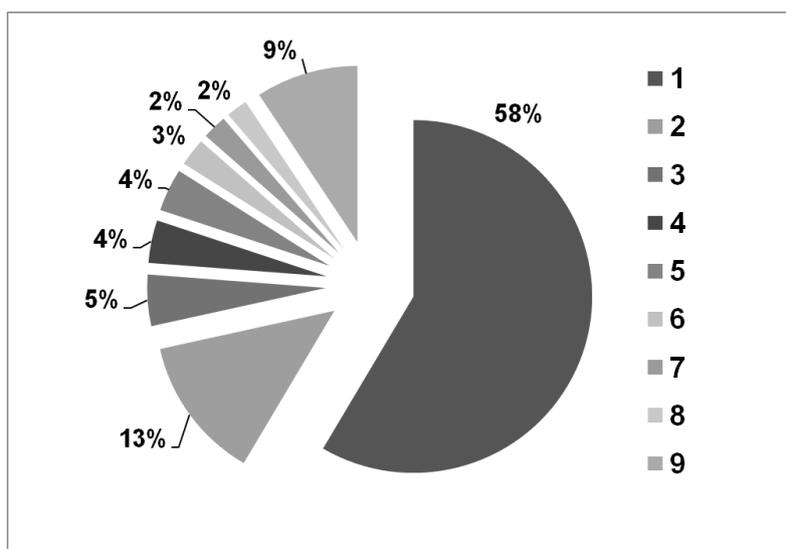


Рис. 1. Основные типы ПТЧС (по часовой стрелке):

1 - аварии систем электроснабжения, связи и ЖКХ; 2 - ДТП или нарушение автомобильного сообщения; 3 - пожары и взрывы; 4 - аварии трубопроводов; 5 - водные аварии; 6 - ЖД аварии или нарушение ЖД сообщения; 7 - авиакатастрофы или нарушение авиационного сообщения; 8 - аварии с выбросом загрязняющих веществ; 9 - прочие

Наибольшую часть (почти 60 %) среди всех ПТЧС составляют аварии на системах электроснабжения и связи и объектах ЖКХ, спровоцированные различными природными процессами, главным образом, - неблагоприятными и опасными процессами и явлениями гидрометеорологического характера. Среднеголетняя частота проявления ПТЧС данного типа для субъектов РФ за исследованный период представлена на рис. 2. Наиболее высоким уровнем риска возникновения ПТЧС на объектах электроснабжения, ЖКХ и связи выделяются Сахалинская область, Краснодарский, Приморский, Хабаровский и Ставропольский края, Республики Дагестан, Татарстан и Карачаево-Черкесия, Ленинградская, Новгородская, Ростовская, Саратовская, Челябинская, Псковская, Амурская, Калининградская, Нижегородская, Волгоградская и Тверская области. Уровень риска был оценен по среднегодовому числу ЧС за рассмотренный период.

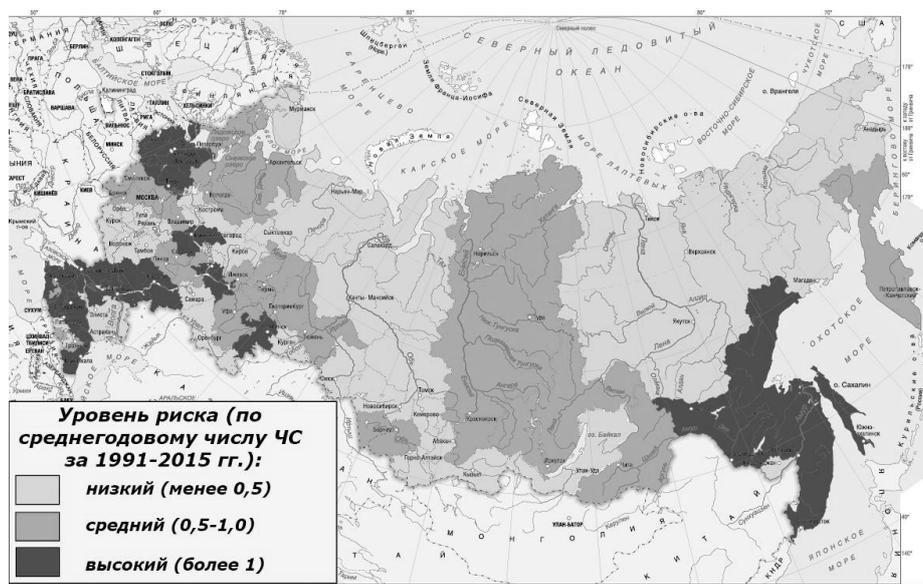


Рис. 2. Риск возникновения ПТЧС в системах электроснабжения, связи и на объектах ЖКХ

Суммарный риск возникновения природно-техногенных ЧС всех типов на уровне субъектов РФ был оценен по среднегодовой их повторяемости за 1991–2015 гг. и представлен на рис. 3.

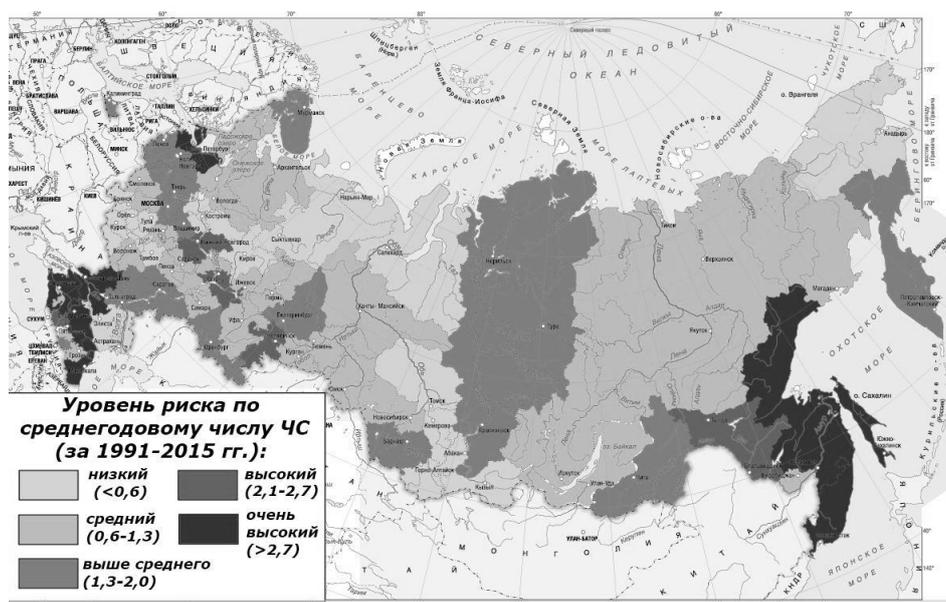


Рис. 3. Риск возникновения природно-техногенных ЧС

Наиболее велик риск возникновения ПТЧС в Сахалинской области, Краснодарском и Приморском краях, Ленинградской области, Ставропольском и Хабаровском краях, Республиках Дагестан, Карачаево-Черкесия и Татарстан, Ростовской, Амурской, Нижегородской и Челябинской областях. Причем, Сахалинская область «лидирует» по данному показателю среди всех остальных субъектов РФ с большим отрывом: за исследованный период здесь было зафиксировано более 100 ПТЧС. Краснодарский край на протяжении многих лет занимает второе место (более 90 ПТЧС за весь период наблюдения). Замыкает тройку «лидеров» Приморский край (почти 70 ПТЧС).

В перечисленных выше регионах следует, прежде всего, принимать необходимые превентивные меры по предупреждению природно-техногенных событий и повышению степени защищенности населения и экономики и подготовленности к ним. Основное внимание необходимо уделять модернизации и защищенности объектов электроэнергетики и ЖКХ, а также транспортной инфраструктуры и связи, являющихся наиболее уязвимыми к опасным природным воздействиям. Следует избегать размещения потенциально опасных объектов техносферы в зонах действия экстремальных природных процессов.

Литература

1. Канониди Х. К., Ораевский В. Н., Белов А. А., Гайдаш С. П., Лобков В. Л. Сбои в работе железнодорожной автоматики во время геомагнитных бурь. // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Научно-практическая конференция. Сборник материалов. М.: Центр «Антистихия», 2002.
2. Мяжков С. М. География природного риска. - М.: МГУ, 1995. - 224 с.
3. Петрова Е. Г. Природно-техногенные ЧС в России: опыт составления и анализа базы данных. // Снежные лавины, сели и оценка риска. М: Университетская книга, 2009, с. 152–162.
4. Сывороткин В. Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. - 250 с.
5. Эпов А. Б. Закономерности возникновения техногенных чрезвычайных ситуаций и их связь с природными процессами. // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях, М., 1994. Вып.12.

6. Petrova, E.: Natural hazards and technological risk in Russia: the relation assessment, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 2005, 5, 459–464, DOI: 10.5194/nhess-5-459-2005.

7. Petrova E. Natural hazards as pre-conditions of technological disasters in Russia. // Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards, 2008, 2:4, p.248–256. DOI: 10.1080/17499510802369124.

ИНЖЕНЕРНОЕ ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Сенин Л. Н. , д.т.н., член-корр. РАН; Сенина Т. Е.; Воскресенский М. Н.

Лаборатория сейсмометрии Института геофизики УРО РАН, г. Екатеринбург

Аннотация

В настоящее время актуальной задачей является совершенствование системы мониторинга окружающей среды, соответствующей современным требованиям обеспечения безопасности общества. В рамках поставленной задачи в Институте геофизики УРО РАН разработано инженерное геофизическое оборудование: портативная сейсмическая станция «Синус» и регистратор сейсмических сигналов «Регистр». В докладе описывается применение указанных приборов для решения конкретных практических задач:

- проведение сейсмического микрорайонирования с целью уточнения приращения сейсмичности;
- измерение и изучение сейсмодинамических характеристик строительных объектов и наземных участков верхней части геологического разреза.

Ключевые слова:

Сейсмодинамический мониторинг, регистратор сейсмических сигналов, инженерная сейсмическая станция, сейсмическое микрорайонирование.

В Институте геофизики УРО РАН (г. Екатеринбург) разработано инженерное геофизическое оборудование: портативная сейсмическая станция «Синус» (рис. 1).

Область применения:

1. Сейсмическое микрорайонирование (далее - СМР) методом сейсмических жесткостей. Уточнение приращения сейсмичности.
2. Изучение верхней части геологического разреза, профилирование методом преломленных волн (далее - МПВ). Определение слоистости среды.

Результат проведения работ СМР - это карта приращения сейсмичности (рис. 2) и рассчитанные синтезированные акселерограммы (рис. 3).

Результатом изучения ВЧР, профилирования методом МПВ, является скоростной разрез с выделением преломляющих границ (рис. 4).



Рис. 1. Внешний вид сейсмической станции «Синус»

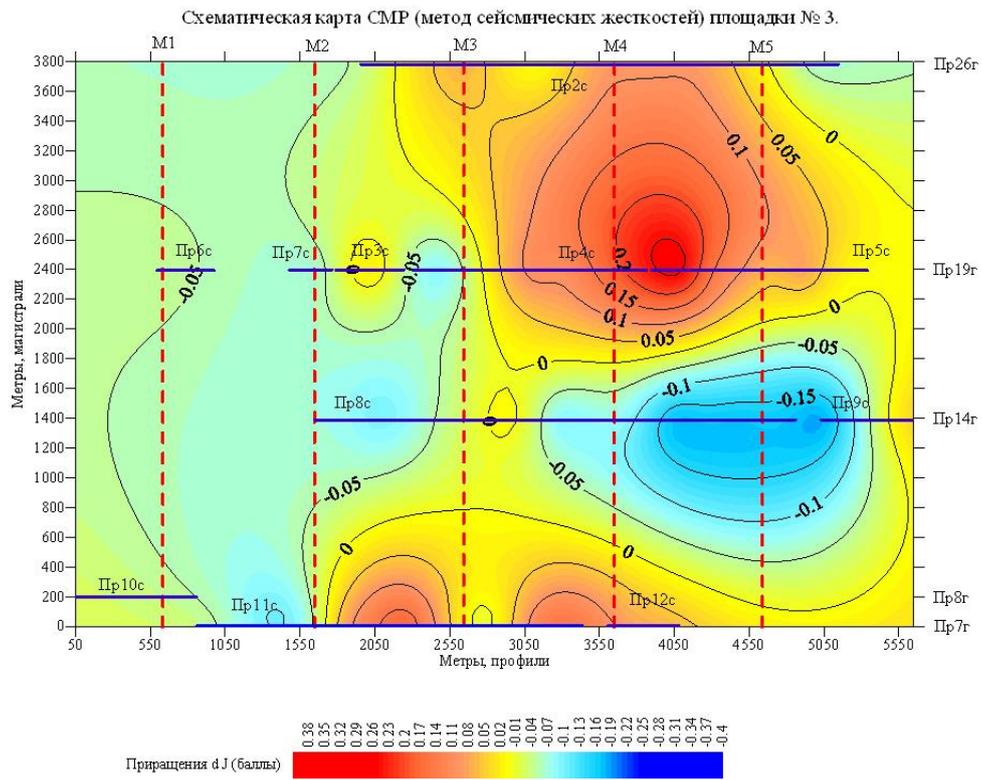


Рис. 2. Карта приращения сейсмичности

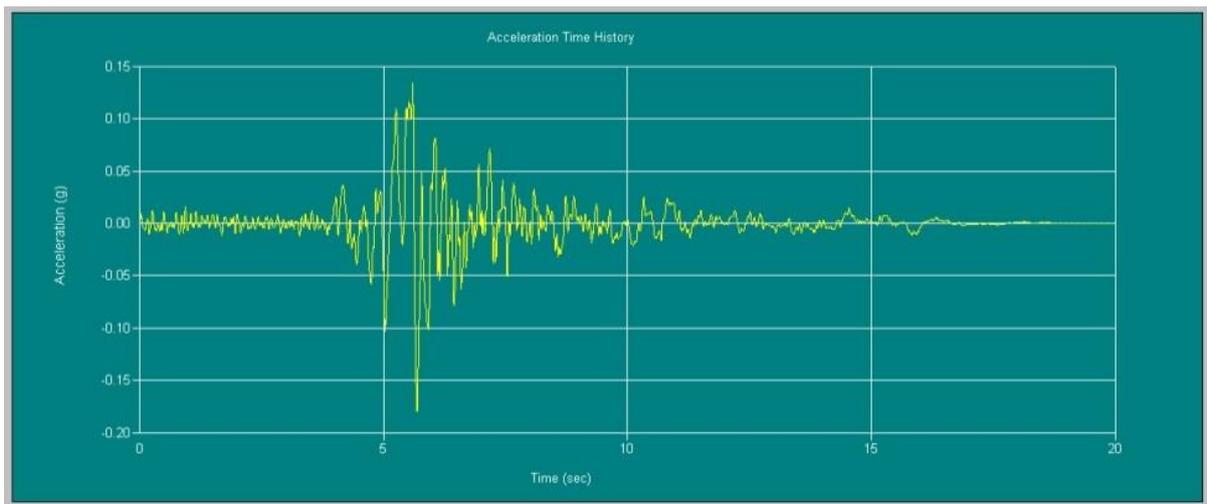


Рис. 3. Пример синтезированной акселерограммы

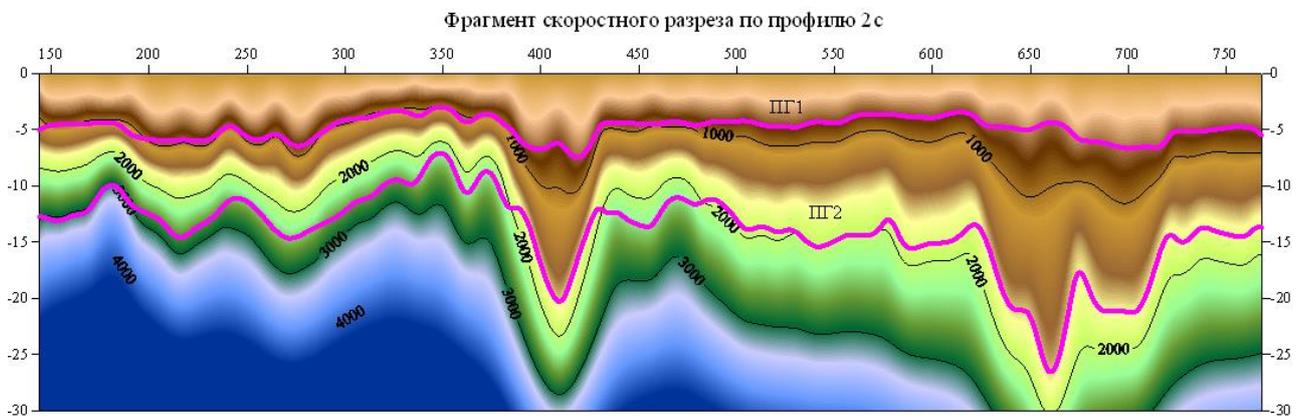


Рис. 4. Скоростной разрез ВЧР на глубину до 30 метров

Проведен сравнительный анализ сейсмостанции «Синус» с аналогичными приборами, Российского и зарубежного производства по основным техническим характеристикам (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ приборов

	ABEM RAS-24 ABEM Geophysics Швеция	McSeis-SX24 OYO Corporation США	Лакколит 24-М ООО ЛогиС, Россия	Синус-24MS ИГф УрО РАН, Россия
Число каналов	12, 24	1, 3, 6, 12, 24	24	6, 12, 24, 32
Диапазон частот, Гц	2–3300	4,5–4600	5–4000	5–4000
Необходимость использования notebook на полевых работах	Требуется	Не требуется	Требуется	Не требуется
Напряжение питания, В	12*	10,5... 12,5	12*	10–20
Мощность потр., Вт	24*	36	12*	4,5
Диапазон рабочих температур, °С	-30...+70 *	0...+45	-30...+50 *	-20...+45
Масса, кг	5*	8	5*	5
Габариты, мм	270x340x150 *	330x280x220	160x300x260 *	250x160x300
Цена, руб.	более 1 млн.	более 1 млн.	от 500 тыс.	от 300 тыс.

* - параметры указаны без использования ноутбука.

При прочих равных характеристиках, «Синус» превосходит аналоги по следующим параметрам:

- автономная работа без управляющего ноутбука;
- малая потребляемая мощность;
- ценовая политика.

В Институте геофизики УрО РАН (г. Екатеринбург) разработано инженерное геофизическое оборудование: регистратор сейсмических сигналов «Регистр» (рис. 5).

Область применения:

1. Измерение и изучение сейсродинамических характеристик строительных объектов и сред.

2. Сейсмологические наблюдения.

В результате изучения сейсродинамических характеристик получаем частоту собственных колебаний объекта; на данной частоте вычисляем декремент затухания. Физический смысл декремента D состоит в том, что это величина, обратная числу колебаний, по истечении которых амплитуда убывает в e раз. Например, если $D=0,01$, то амплитуда уменьшится в « e » раз после 100 колебаний.

Методика измерения предполагает непрерывную запись в каждой точке не менее 15 минут; ориентация датчиков по сторонам света должна совпадать. Источником сигнала является микросейсмический фон на площадке. Пример практического применения регистратора на территории Первоуральского новотрубного завода. На ри-



Рис. 5. Внешний вид прибора «Регистр»

сунке б представлен объект исследования. Сейсмограммы приведены в трех плоскостях с регистратора, расположенного на крыше башни. Верхняя сейсмограмма - это колебания в вертикальной плоскости. Две другие в горизонтальных ортогональных плоскостях.

Проведен сравнительный анализ регистратора «Регистр» с аналогичными приборами, позволяющими измерять частоту собственных колебаний объектов, Российского и зарубежного производства по основным техническим характеристикам (табл. 2). В последнем столбце указана новая модификация «Регистр»: увеличен объем диска, качественно улучшен АЦП, добавлен GPS - модуль. И все это при сохранении минимального энергопотребления.

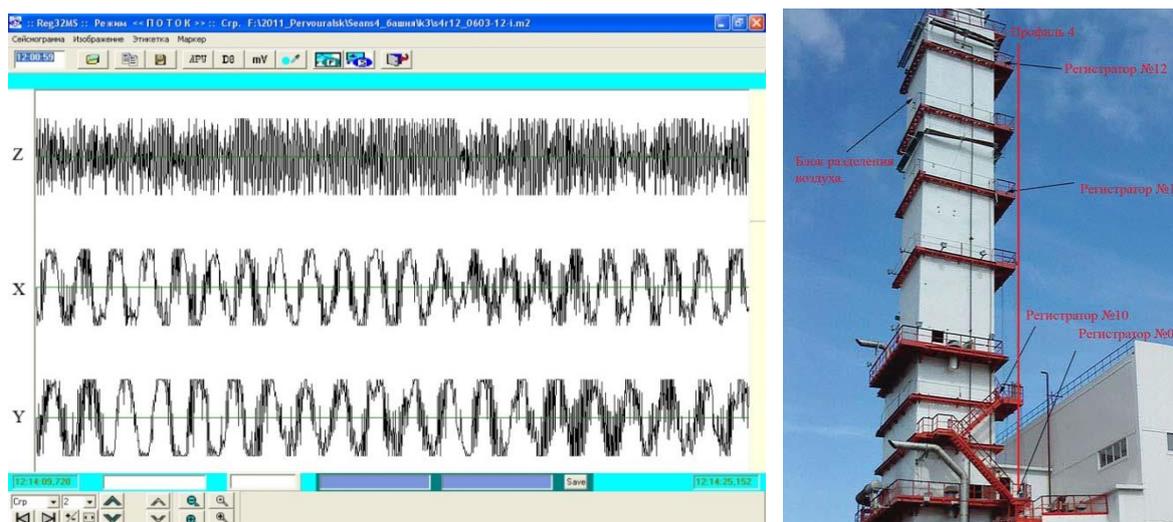


Рис. 6. Сейсмограммы в трех плоскостях (слева) и объект обследования (справа)

Таблица 2

Сравнительный анализ приборов

	Стрела-П	Дельта-03	REFTEK DAS-130	Регистр-3MS	Регистр-3MSD
Число каналов	15	3	6	3	3
Разрядность АЦП	24	24	24	16	24
Емкость диска, Гб	2	2	16	0,012	16
Мощность потр., Вт	2,5	2,5	2,4	0,36	0,5
Масса, кг	>100	>20	>20	6,5	6,5
Наличие GPS	-	+	+	-	+
Стоимость, тыс. руб.	1 000	300	1 200	100	-

Выводы:

- Результаты сейсмического микрорайонирования позволяют уточнить величину сейсмических воздействий на сооружения от ожидаемых землетрясений. Карта СМР используется для установления оптимальной этажности застройки и схем озеленения города.

- Изучение строения ВЧР (слоистость среды) на этапе проектирования помогает своевременно выявлять неоднородности среды, которые могут негативно сказаться при строительстве.

- В рамках ГОСТ 31937-2011 определение динамических параметров при паспортизации сооружения облегчает ведение мониторинга в процессе эксплуатации, а значит устранение возникающих дефектов на ранней стадии разрушения строительного объекта.

• Техничко-экономические характеристики «Синус» и «Регистр» находятся на уровне лучших зарубежных аналогов.

Список используемой литературы

1. *Сенин Л. Н., Сенина Т. Е., Воскресенский М. Н.* Восьмиразрядный RISK-контроллер в системе управления автономного регистратора сейсмических сигналов «Регистр-3М». Промышленные АСУ и контроллеры № 9. М: Научтехлитиздат, 2011. С. 41–46.
2. *Сенин Л. Н., Сенина Т. Е., Парыгин Г. И., Воскресенский М.Н.* Исследование сейсродинамических характеристик строительных объектов с использованием регистратора сейсмических сигналов «Регистр». Электронный журнал «Архитектон» № 38. ISSN 1990 - 4126, УралГАХА, 2012.
3. *Сенин Л. Н., Воскресенский М. Н., Сенина Т. Е.* Использование GPS модуля Quectel L10 в микроконтроллерном регистраторе сейсмических сигналов «Регистр». Промышленные АСУ и контроллеры № 5. М: Научтехлитиздат, 2014. С. 47–52.
4. *Сенин Л. Н., Воскресенский М. Н., Сенина Т. Е.* Аппаратно-программный модуль обмена данными с компьютером микроконтроллерного регистратора сейсмических сигналов «Регистр». Промышленные АСУ и контроллеры № 2. М: Научтехлитиздат, 2015. С. 52–55.
5. *Сенин Л. Н., Сенина Т. Е., Воскресенский М. Н.* 24-разрядный аналого-цифровой преобразователь в полевой микроконтроллерной аппаратуре для сейсмических исследований. Промышленные АСУ и контроллеры № 7. М: Научтехлитиздат, 2015. С. 58–63.
6. *Сенин Л. Н., Сенина Т. Е., Воскресенский М. Н.* Использование SDHC карты памяти в качестве накопителя сейсмической информации в микроконтроллерном сейсморегистрирующем приборе «Регистр». Промышленные АСУ и контроллеры № 4. М: Научтехлитиздат, 2016. С. 50–55.
7. *Уткин В. И., Сенин Л. Н., Сенина Т. Е.* Полевая аппаратура и способ сейсмического мониторинга. Патент RU 2265867. Опул. бюлл. открытия, изобретения..., № 10, декабрь 2005 г.
8. *Сенин Л. Н., Сенина Т. Е.* Полевые сейсморегистрирующие приборы. LAP Lambert Academic Publishing. ISBN: 978-3-659-42370-3. Торговая марка AV Akademikerverlag GmbH & Co. KG, 2013. 71 с.
9. *Сенина Т. Е., Воскресенский М. Н.* Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016618341 от 27 июля 2016 года: «Программа обработки сейсмической информации Reg3MSD».

РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОСВОЕНИЯ ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРКТИКИ

Тупысев М.К.

Институт проблем нефти и газа РАН

Согласно действующим правилам разработки нефтяных и газовых месторождений [1] в процессе их разведки проводят сейсмические исследования разреза горных пород, по результатам которых определяют интервалы наиболее вероятного залегания продуктивных залежей и места заложения разведочных и эксплуатационных скважин для их вскрытия. В том случае, когда малоизвестны детали строения продуктивных залежей, предусматривают бурение пилотных стволов [2]. Пилотные (предварительно проходимые) стволы в последние годы особенно стали актуальны при освоении морских нефтегазовых месторождений и необходимости бурения дорогостоящих разведочно-эксплуатационных скважин с горизонтальным окончанием, там, где нужны более точные данные о глубинах залегания и конфигурации продуктивных залежей.

Однако в разрезе горных пород при наличии непроницаемых пластов в верхней его части (например, слоя многолетнемерзлых пород - ММП) в результате перетоков высоконапорного природного газа с глубинных интервалов (например, по разломам горных пород) могут скапливаться небольшие залежи газа с аномально-высокими

пластовыми давлениями, превышающими гидростатические для данной глубины. Вскрытие таких скоплений газа (так называемых газовых «карманов») в процессе разведочно-эксплуатационного бурения может приводить к различным аварийным ситуациям и даже ликвидации скважины с потерей бурового оборудования.

Для исключения таких негативных последствий освоение перспективной на нефтегазоносность площади предлагается реализовывать следующим образом. Проводят сейсмические исследования разреза горных пород, по результатам которых определяют возможные интервалы залегания продуктивных залежей и места заложения первоочередных разведочных скважин. В процессе обработки данных сейсмических исследований обращают внимание на возможные скопления высоконапорного природного газа в верхней части разреза - газовые карманы. Газовые карманы могут образовываться не только за счет перетоков глубинного газа, как показано выше, но и за счет уже довольно широко известных скоплений газовых гидратов в низкотемпературных интервалах (в придонных осадочных толщах акватории, в коллекторах под ММП), которые при их вскрытии бурением и изменении термобарических условий (главным образом за счет повышения температуры) могут служить причиной неожиданных выбросов природного газа.

Перед заложением первоочередных поисково-разведочных скважин, особенно на малоизученных площадях и при высокой стоимости разведочного бурения, для уточнения строения исследуемого разреза проектируют и бурят пилотный ствол. Это, как правило, скважина небольшого диаметра, которую бурят с отбором кернового материала и проведением различных исследований околоскважинного пространства. При наличии выявленных газовых карманов траекторию пилотной скважины проектируют и реализуют с учетом вскрытия этих «карманов». Если по каким-либо причинам пилотным стволом, проектируемым для доразведки площади, не удастся вскрыть газовый карман, то для этого проектируется специальная скважина, которая может быть пробурена также с минимальным диаметром. При бурении такой скважины принимаются все необходимые меры для предотвращения возможных осложнений при вскрытии газового кармана.

На представленном ниже рисунке показана схема освоения газового месторождения по предлагаемому способу: первоначально, если траектории запроектированных поисково-разведочных скважин (на рисунке позиции 1, 3) проходят через возможные скопления газа в верхней части разреза (газовые карманы), то для их вскрытия первоначально бурят пилотные скважины (на рисунке позиции 4, 5), если же траектории поисково-разведочных скважин проходят за пределами газовых карманов (позиция 2), то они могут быть пробурены с начала запроектированного разбуривания газового месторождения.

После бурения пилотной скважины эта скважина оборудуется таким образом, чтобы стать практически эксплуатационной для отбора природного газа из выявленного и вскрытого газового кармана. Дебит скважины может быть оценен на основании имеющейся и(или) полученной информации о фильтрационных параметрах, а также геометрии залегания и вскрытия продуктивных пластов газового кармана [3]. Добываемый газ предпочтительнее использовать для выработки электроэнергии (например, как в способе [4]) или после сепарационной очистки для заправки баллонов с последующим использованием для собственных нужд или в социальной сфере.

В последние годы в нашей стране все большее применение находят баллоны для сжатого природного газа из композитных материалов, главными достоинствами кото-

рых следует отметить их высокую прочность, т.е. возможность заполнять их газом при высоких давлениях, и сравнительно малый вес. Ниже приводятся характеристики двух разновидностей газовых баллонов, выпускаемых научно-производственной фирмой «Реал-Шторм» в г. Ижевске.

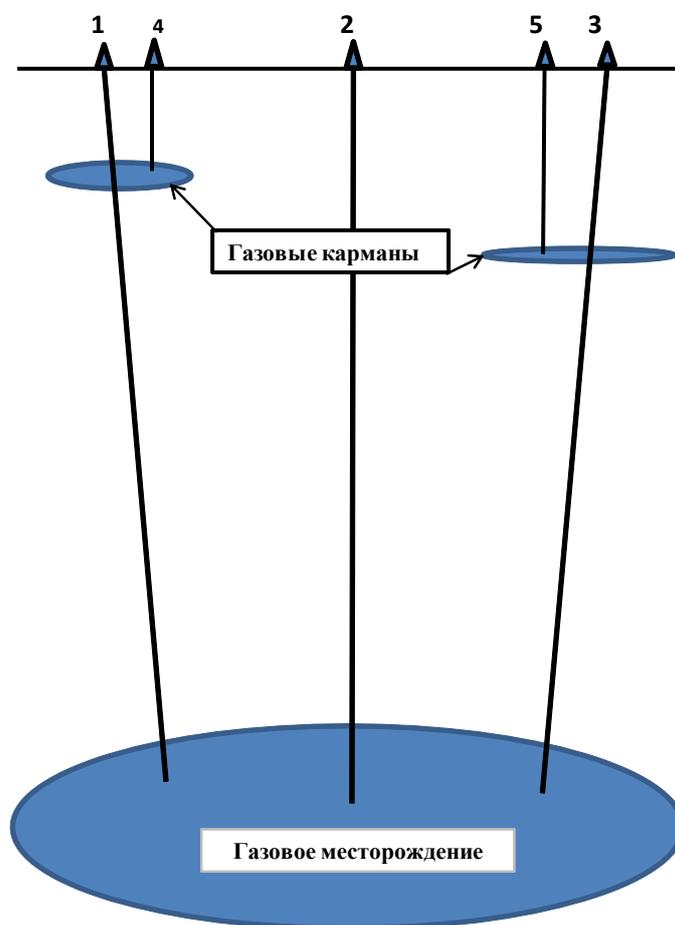


Рис. 1. Схема освоения газового месторождения:
1, 2, 3 - поисково-разведочные скважины, 4, 5 - пилотные скважины

Баллоны для автотранспорта «Реал-Арктик» в условиях экстремальных температур (ТУ 4591-010-13055988-2006)

Это металлокомпозитные баллоны «Реал-Арктик» для сжатого природного газа с диапазоном рабочих температур от -60°C до $+65^{\circ}\text{C}$. Баллоны «Реал-Арктик» вместимостью от 47 до 185 л рассчитаны на рабочее давление 20 МПа, устанавливаются на автомобильные транспортные средства и предназначены для транспортирования, хранения и использования в качестве моторного топлива сжатого природного газа (метана) по ГОСТ 27577. Вес баллонов составляет от 36 до 120 кг. Используются на легковых автомобилях, автобусах, грузовых автомобилях, сельскохозяйственной технике и другом спецтранспорте с возможностью эксплуатации в условиях экстремально низких температур до -60°C .

Баллоны для стационарных и передвижных модулей (ТУ 4591-010-13055988-2006)

Металлокомпозитные баллоны вместимостью от 80 до 185 л рассчитаны на рабочее давление 24,5 МПа, устанавливаются на блоки аккумуляторов газа (БАГ), малогабаритные мобильные газозаправщики (ММГ), передвижные автомобильные газо-

вые заправщики (ПАГЗ), автомобильные газовые наполнительные компрессорные станции (АГНКС) и предназначенные для транспортирования, распределения, хранения сжатого природного газа (метан). Вес баллонов составляет от 59 до 126 кг.

Добыча газа из газового кармана осуществляется до значения пластового давления не более гидростатического. Это делается для того, что бы при последующем вскрытии интервалов газовых карманов в процессе разведочного и эксплуатационного бурения на большие глубины не было осложнений. После такой разработки газовых залежей в газовых карманах разведываемую площадь можно считать подготовленной для последующего ее разбуривания разведочными и эксплуатационными скважинами (в том числе, при необходимости, пилотными стволами). Поэтому разведочные скважины, проектируемые по результатам сейсмических исследований, а также эксплуатационные скважины, проектируемые по положительным результатам разведочного бурения, могут проводиться, в том числе, с возможным вскрытием в верхней части разреза горных пород интервалов с отобранным газом. Сама скважина, выполнившая задачи добычи газа из газового кармана, в дальнейшем может быть использована для бурения (углубления) пилотного ствола или в качестве наблюдательной для контроля за возможными перетоками газа из нижних горизонтов в процессе освоения месторождения.

Предлагаемая технология выявления и разработки газовых карманов защищена как способ подготовки месторождения углеводородов к освоению патентом РФ [5].

Литература

1. Национальный стандарт Российской Федерации, Гост Р 53713-2009.
2. Мильничук И. П. Бурение направленных скважин малого диаметра. - М.: Недра, 1978. - 231 с.
3. Тупысев М.К. Определение дебита наклонно направленных скважин М. ОАО «ВНИИОЭНГ» НТЖ «Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений», № 2, 2013. С. 21–24.
4. Никонов А. И., Тупысев М. К., Тупысев А. М. Способ исследования газовой скважины, патент РФ № 2484245, опубл. 10.06.2013.
5. Богоявленский В. И., Максимов В. М., Тупысев М. К. Способ подготовки месторождения углеводородов к освоению, патент РФ № 2579089, опубл. 02.03.2016.

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧС НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Фридман А. В.

Главное управление МЧС России по Республике Крым

Для территории Республики Крым характерен широкий спектр источников потенциальной опасности природного и техногенного характера.

С начала текущего года произошло 8 чрезвычайных ситуаций:

- 22.01.2016 - падеж домашней птицы «Болезнь Ньюкасла»;
- 27.01.2016 - африканская чума свиней;
- 25.03.2016 - падеж домашней птицы - болезнь Ньюкасла;
- 13.05.2016 - ДТП трасса Симферополь - Алушта - Ялта, 6 погибших
- 27.06.2016 - обеспечение водоснабжением населения в городском поселении

Старый Крым и с. Отважное Первомайского района (в связи с высокими температурными режимами воздуха и отсутствием централизованного водоснабжения и автономных источников энергоснабжения);

- 09.08.2016 - с. Дачное, г. о. Судак, инфекционное заболевание - лептоспироз лошадей.

- 11.08.2016 - ДТП трасса Судак-Феодосия, в результате которого пострадало 20 человек, к сожалению 7 человек погибло;

- падеж домашней птицы «Болезнь Ньюкасла».

В настоящее время система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций в Республике Крым включает в себя:

- отдел мониторинга и прогнозирования ФКУ «ЦУКС Главного управления МЧС России по Республике Крым» (далее - отдел), функционирующий с 01.11.2015. Штатная численность - 6 чел;

- лабораторию Центра «Антистихия» (по проблемам прогнозирования ЧС);

- отдел мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, территориального взаимодействия и реабилитации управления гражданской защиты Министерства чрезвычайных ситуаций Республики Крым.

- учреждения и организации сети наблюдения и лабораторного контроля (далее - СНЛК) Республики Крым, перечень которых утверждён постановлением Совета министров Республики Крым от 24.02.2015 № 64 «О сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны и защиты населения Республики Крым». СНЛК включает учреждения Минздрава России, Минсельхоза России, Росгидромета. Учреждения СНЛК обеспечены лабораторными приборами, постами радиационного и химического наблюдения, что позволяет получать сведения о радиационной, химической, медико-биологической, взрывной, пожарной и экологической обстановки на соответствующих территориях республики.

Сотрудники отдела мониторинга и прогнозирования ФКУ «ЦУКС Главного управления МЧС России по Республике Крым» входят в состав оперативно-дежурной смены ЦУКС, где оборудовано автоматизированное рабочее место (специалист по мониторингу и прогнозированию развития ЧС) с комплексом интегрированных информационных систем и ресурсов.

С начала 2016 года отделом в соответствии с штормовыми предупреждениями ФГБУ «Крымское УГМС» отделом подготовлено 84 экстренных предупреждения об угрозе ЧС (шквалистый ветер, сильные осадки и др.). В этой связи проводилось оповещение населения об угрозе ЧС по СМИ.

Подготовлено 264 различных прогноза вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций на территории Республики Крым (циклические на период (весенне-летний паводок (1), пожароопасный период (1), осенне-зимний период (1)), среднесрочные (9), краткосрочные (38), оперативные ежедневные (214)).

Оправдываемость по краткосрочным недельным, оперативным ежедневным прогнозам составляет 91 %

В целях своевременного выявления источников ЧС и прогнозирования ЧС в отделе мониторинга и прогнозирования ЦУКС Главного управления осуществляется: постоянный, круглосуточный обмен информацией с лабораторией Центра «Антистихия», ФГБУ «Крымское УГМС», ФБУ «Авиалесохрана», Минсельхозом Республики Крым, ГБУ РК «Крыммелиоводхоз», Роспотребнадзором;

Полученная информация обрабатывается, анализируется и используется для прогнозирования чрезвычайных ситуаций и их предпосылок.

Разработка прогнозов осуществляется по всему спектру источников ЧС, характерных для Республики Крым с использованием материалов, получаемых в рамках

заключенных соглашений и договоров о сотрудничестве и информационном взаимодействии.

Разрабатываемые прогнозы ЧС и экстренные предупреждения доводятся до подразделений Главного управления, звеньев РСЧС, а также глав муниципальных образований.

На сегодняшний день в Центре управления в кризисных ситуациях Главного управления составлена и ведется база данных по учету ЧС за Республику Крым с 2004 года, которая постоянно пополняется и используется для анализа и прогнозирования вероятности возникновения чрезвычайной ситуации с детализацией до районов, наиболее подверженных ЧС.

Разработан и постоянно уточняется график циклически повторяющихся природных явлений на территории Республики Крым.

В информационно-справочной сети МЧС России размещается информация, в которой отражается сложившаяся на территории Республики Крым обстановка (гидро, метео, РХБ), оперативные предупреждения об угрозе возникновения ЧС, ежедневные прогнозы возникновения ЧС (экстренные предупреждения).

Оперативной дежурной сменой ЦУКС в целях ежедневного контроля за текущей обстановкой, подготовки прогнозов вероятности возникновения ЧС активно используются 45 различных информационных систем взаимодействующих федеральных органов исполнительной власти (МЧС России, Росгидромета, Росводресурсов, Федерального агентства лесного хозяйства, Российской академии наук, Минтранса России, Роснедра, Минэнерго, Росатома и др.).

При помощи комплекса интегрированных информационных систем и ресурсов проводится мониторинг интенсивности движения на автодорогах Республики Крым, лесопожарной обстановки, состояния погодных условий на Керченской паромной переправе, а также текущей обстановки на социально-значимых и потенциально-опасных объектах полуострова. Одним из основных направлений деятельности отдела является мониторинг открытых информационных сетей и ресурсов с целью поиска информации о предпосылках возможного возникновения ЧС.

В настоящее время с постоянно действующими органами управления ФОИВ заключено 49 соглашений и подписано 50 регламентов. Работа в данном направлении продолжается.

Совместная работа в 2016 году была направлена на:

организацию оперативного реагирования сил и средств РСЧС на ЧС (происшествий) природного и техногенного характера;

своевременное прохождение оперативной информации и реагирование сил на возникающие оперативные события.

По итогам совместной работы, как в повседневной деятельности, так и при реагировании на оперативные события, в лучшую сторону хочется отметить и поблагодарить лабораторию (по проблемам чрезвычайных ситуаций) Управления (мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций) ФКУ Центр «Антистихия» и подразделение Росгидромета в Республике Крым ФГБУ «Крымское УГМС» за своевременное и качественное доведение прогнозной информации.

На предстоящий период работа будет направлена на:

качественную организацию взаимодействия при реагировании на возникающие ЧС (происшествия);

дальнейшее развитие организации функционирования в едином информационном поле оперативных дежурных смен ФОИВ.

ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ АКТИВИЗАЦИИ УГРОЗ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Цыбиков Н. А.

ФКУ ЦСИ ГЗ МЧС России, г. Москва

Введение. В условиях растущего антропогенного воздействия на окружающую среду обострился вопрос охраны здоровья и благосостояния человека от возможных отрицательных последствий экономической деятельности на производстве, вблизи потенциально опасных источников техногенного, природного и биолого-социального воздействия. Положение осложнено сложившейся практикой, по которой вопросы обеспечения техногенной и экологической безопасности решают разные структуры, научно-методические основы мер и действий которых существенно отличаются: содержание базы знаний в области техногенной безопасности формируют на основе технических наук, а оценка экологических последствий техногенных воздействий входит в область компетенции экологической безопасности. Под безопасностью экологической системы (экологической безопасностью) понимают состояние защищенности природной среды, жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия экономической и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий [1].

Мониторинг в сфере техногенной и экологической безопасностей. Важнейшим средством обеспечения экологической безопасности признан экологический мониторинг [1,2]. Цели проведения экологического мониторинга в общем случае могут быть идентификация и оценка экологических опасностей, информационная поддержка процесса подготовки и принятия управленческих решений по охране природы и здоровья человека, регулированию и восстановлению качества окружающей среды, нормализации экологической обстановки в экстремальных случаях, при ликвидации последствий аварийных и штатных ситуаций, выработка аналитической информации, необходимой для проведения исследований в предметной области обоснования его организации. Вариант упрощенной блок-схемы структурных блоков и связей Единой государственной автоматизированная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ) приведен на рис 1.

В обобщающих подходах антропогенное воздействие наиболее часто отождествляют с понятием загрязнения окружающей среды - внесением в ту или иную экологическую систему (биогеоценоз) не свойственных ей живых и неживых компонентов, физических и структурных изменений, прерывающих и нарушающих процессы круговорота, обмена веществ, потоков энергии, информации с неизменными последствиями в форме снижения продуктивности или разрушения данной экосистемы [3].

Разнообразные виды антропогенного воздействия в естественные процессы в биосфере можно сгруппировать по следующим категориям вмешательства (рис. 2): ингредиентное загрязнение (внесение химических веществ, которые количественно или качественно чужды естественным биогеоценозам); параметрическое (физическое) - связанное с изменением качественных параметров окружающей среды; биоце-

нотическое - воздействие на состав и структуру популяций живых организмов, населяющих биогеоценоз; стацциально-деструкционнное - изменение ландшафтов и экологических систем с целью приспособления природы в интересах человека (стация - место обитания популяции). Степень этих воздействий устанавливают через экологические лимитирующие и опасные факторы - условия среды, способные ограничивать какое-либо проявление жизнедеятельности организмов и/или воздействие которого может привести к потере устойчивости экологической системы на протяжении одной из фаз их индивидуального развития [3]. Рассматриваемый принцип организации экологического мониторинга состоит в установлении регулярного слежения за загрязнением и состоянием компонентов среды (воздушного бассейна, водной среды, литосферы, естественных и культурных биоценозов, лесов) и состоянием здоровья человека.

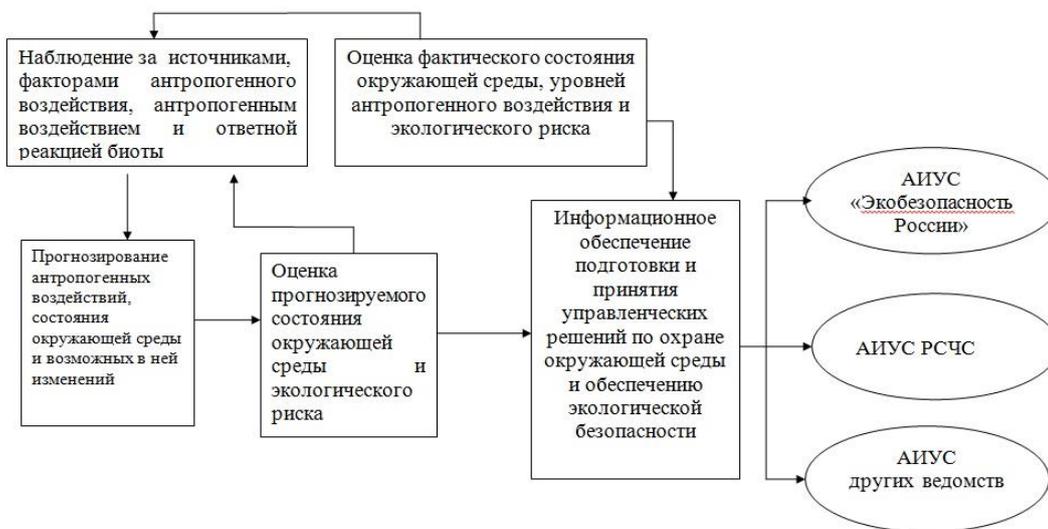


Рис. 1. Вариант упрощенной блок-схемы структурных блоков и связей ЕГСЭМ



Рис. 2. Вариант классификации загрязнения экологических систем

Экологически допустимые нагрузки не должны нарушать механизмы компенсации и саморегуляции естественных процессов, протекающих в природной среде экосистем. При запрещении определенных видов человеческой деятельности, связанной

с перегрузкой окружающей среды и возникновением в ней необратимых процессов вступает в силу экологический императив опасных для природы видов деятельности - обоснованный уровень запретов [2,3].

Основные последствия воздействия процессов изменения глобального климата на природную среду. Земной климат сформирован в процессе функционирования сложной системы взаимодействующих друг с другом компонентов: атмосферы, гидросферы, криосферы, деятельного слоя суши и биосферы, изменяющих свое состояние под воздействием внешних и внутренних абиотических и биоценологических факторов. Согласно [4] антропогенное воздействие - основная причина современного, наиболее заметного с середины 1970-х гг. потепления климата, приводящего к положительным и негативным (наиболее интересным для компетенции МЧС России) воздействиям на окружающую среду, т.е. климатический фактор стал одним из определяющих сохранение или разрушение современных экосистем. Эксперты отмечают на большей части территории России [4-7] положительные тренды годовых сумм осадков при снижении количества твердых осадков, сокращение площадей снежного покрова в переходные периоды года, повсеместную интенсификацию конвективных процессов над северными районами суши умеренных широт, уменьшение слоистой облачности, снижение интегральной и аэрозольной мутности атмосферы, усиление зимних (формирующих экстремальные морозы) и увеличение продолжительности летних (приводящих к засухам) блокировок. Воздействия изменений климата на водные системы суши существенно (особенно в зимние месяцы) увеличивают водности в меженные периоды, возрастание межгодовой изменчивости сезонного стока, делают возможными аномально многоводные и аномально маловодные сезоны, не наблюдавшиеся ранее катастрофические наводнения. По площади охватываемых территорий и наносимому материальному ущербу наводнения, маловодья и природные пожары превосходят остальные стихийные бедствия. В экономических районах России в начале XXI века повторяемость катастрофических наводнений, обусловленных высокими паводками и половодьями, выросла на 15 % по сравнению с последним десятилетием XX века (горные реки Кавказа, Восточной Сибири, юг Дальнего Востока). Материальный ущерб от маловодий иногда сопоставим с ущербом от наводнений. Маловодья осложняют работу водозаборов, нарушают водоснабжение населенных пунктов и предприятий, уменьшают выработку гидроэлектроэнергии, затрудняют речное судоходство, увеличивают финансовые потери в водном, сельском, коммунальном хозяйствах, гидроэнергетике, на речном транспорте, влияют на качество воды. Преимущественно их регистрировали в южной части Западной Сибири, Забайкалье, бассейне р. Амур. В последние годы они приходят в высокие широты северо-востока России (Якутия, бассейн Колымы). По сравнению с состоянием на середину XX века в российской субарктике и горах юга зафиксировано сокращение оледенений. В многомерзлых породах повсеместно отмечены талики с растущей к югу масштабностью. Распространение отрицательной тенденции годового увлажнения почв зернового пояса в конце первого десятилетия XXI в. приводит к расширению площадей засух, увеличению их интенсивности, повторяемости и продолжительности особенно в европейской части России (далее - ЕЧР).

Последствия глобального изменения климата на состояние здоровья населения, эпидемиологическую обстановку. Прямое воздействие процессов изменения климата на здоровье населения происходит при увеличении частоты и мощности экстремальных гидрометеорологических явлений: волн жары и холода (периодов с аномально высокими или низкими температурами), наводнений, штормов, тайфунов. Косвенное

воздействие определено экологическими или социально-экономическими факторами (расширение ареалов переносчиков трансмиссивных болезней человека, увеличение площади засушливых земель, уменьшение доступности доброкачественной питьевой воды и прочее). В ряде городов ЕЧР, северных городах участвовавшие волны жары стали причиной дополнительной смертности населения, снижения качества атмосферного воздуха (особенно при дальнейшем использовании твердых видов топлива, недостаточном контроле выбросов промышленных предприятий, энергетических установок, транспорта). Смещение изолиний сумм активных и сумм эффективных температур воздуха в северных, северо-восточных и восточных регионах России в условиях общего потепления климата сдвигает границы ареалов зон массового размножения вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных животных и растений в ставшие более пригодными для их проживания северные широты. Наблюдают увеличение агрессивности и вредоносности отдельных представителей вредителей и возбудителей болезней, сдвиг фаз развития на более ранние сроки, рост числа поколений за сезон на той же территории, смену пищевых предпочтений. Около 15 % площадей погибшего леса - следствие прямого воздействия экстремальных погодных условий - гибель при ураганном ветре, усыхание после сильных морозов зимой и т. д. Болезни и вредные насекомые наиболее эффективно угнетают лес, ослабленный опасными гидрометеорологическими явлениями. Наибольшие потери происходят при лесных пожарах вследствие продолжительной жаркой и сухой погоды. В связи с этим необходимы масштабные мероприятия по устойчивому управлению лесным хозяйством, способные ослабить и/или нейтрализовать ожидаемые последствия неблагоприятных изменений климата [4–7].

Последствия воздействия процессов изменения глобального климата на объекты экономики России. Топливо-энергетический комплекс, строительство и наземный транспорт вносят наиболее заметный вклад в суммарный российский выброс парниковых газов. Увеличение количества стихийных бедствий, аварий и катастроф, в том числе связанных с глобальным изменением климата, ухудшением технического состояния объектов инфраструктуры и возникновением пожаров, влияет на эффективность функционирования основных отраслей экономики. Практика подтверждает изменения физических параметров состояния многолетнемерзлых грунтов и негативное влияние их таяния на сооружения отдельных городов Крайнего Севера (Норильск, Якутск, Андерма, Воркута, Тикси). Наземная транспортная инфраструктура (автомобильные и железные дороги, мосты, тоннели, портовая инфраструктура, взлетно-посадочные полосы и пр.) в последние годы испытывает преимущественно негативное воздействие климатических изменений, связанных с повышением температуры воздуха и изменением режима увлажнения. На большей части ЕЧР, южных районов Сибири и Дальнего Востока повышение температуры воздуха в холодный период года увеличило число переходов температуры воздуха через 0°C и совместно с ростом количества жидких осадков усилило разрушающие воздействия температурно-влажностных деформаций на дорожные покрытия и облицовку зданий. Рост количества и интенсивности осадков в теплое время года увеличивает риски, связанные с потерей устойчивости склонов, возникновением оползней, лавин, речных ливневых наводнений с затоплениями и разрушением прибрежной инфраструктуры. Хозяйственные объекты. Ожидаемое увеличение сезонных сумм осадков, их интенсивности в теплый сезон - серьезный дополнительный фактор риска при эксплуатации существующих трубопроводов и проектировании новых. В теплое время года негативное воздействие потепления связывают с

сокращением производства энергии на электростанциях из-за уязвимости их инфраструктуры интенсивным конвективным процессам в атмосфере, сопровождаемым опасными явлениями (грозы, смерчи, шквалы). Рост суточной интенсивности зимних осадков и частые повышения температуры воздуха создают предпосылки для возникновения аварийных ситуаций на линиях электропередач (далее - ЛЭП), обусловленных высокими гололедно - ветровыми нагрузками (разрыв проводов и разрушение опор). Наводнения, лавины и оползни, связанные с выпадением интенсивных осадков, приводят к замыканиям цепей, повреждениям кабелей, подстанций и другого оборудования [4–7]. Среди множества климатических факторов, влияющих на агроэкосистемы России, наиболее значимы засухи, сильные морозы, недостаток тепла за короткий безморозный период.

В сфере техногенной, природной и экологической безопасности, с учетом сложившихся в России взглядов на координирующую роль и распределение ответственности между компетентными государственными структурами, целесообразна организация отслеживания состояния экосистем, природно-антропогенных комплексов и здоровья населения в едином комплексном мониторинге для последующей выработки обоснованных мер адаптации к негативным воздействиям. Он может быть построен на базе взаимодействующих элементов автоматизированных информационно-управляющих общегосударственных и ведомственных систем мониторинга [2,8]. Реализацию целевых функций рассматриваемого комплексного мониторинга на территории России, как представляется, можно осуществить путем координации взаимодействий, в первую очередь, Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС), ЕГСЭМ (вариант приведен на рис. 3), Социально-гигиенического мониторинга (СГМ), Всероссийской службы медицины катастроф (ВСМК) и др. Координационная государственная система в этом случае, интегрируя возможности входящих в нее систем, может осуществить:

- наблюдение, оценку, прогноз и контроль потенциально опасных источников, факторов техногенных воздействий и опасных природных явлений;

- своевременное обнаружение, идентификацию и прогноз формирования в предаварийные периоды признаков развития техногенных аварий и катастроф по совокупности вредных лимитирующих и опасных поражающих факторов (уровней физических полей, концентраций загрязняющих веществ, концентраций микроорганизмов (токсикозов) и биологических аэрозолей);

- наблюдение, оценку, прогноз состояния и загрязнения окружающей среды, выявление и оценку ответных реакций организмов на воздействия лимитирующих и опасных поражающих факторов (рис. 1–3);

- оценку степени опасности для населения складывающейся экологической обстановки при штатном функционировании опасных объектов, техногенных авариях и катастрофах, чрезвычайных ситуациях, стихийных явлениях, эпидемиях, эпизоотиях, эпифитотиях;

- сбор, обработку, анализ и обобщение данных об энергоемких процессах в околоземном пространстве с целью выявления аномалий - предвестников опасных природных явлений (цунами, землетрясений);

- прогнозирование эволюционных процессов (изменение климата) в окружающей среде; наблюдение, оценку и прогноз трансграничных и трансрегиональных переносов загрязнителей;

- ранжирование территорий по степени экологического неблагополучия, выделение зон экологического кризиса и экологического бедствия;

- комплексную оценку состояния среды обитания человека по отдельным территориям, регионам и стране в целом [2, 3, 8].

Реализация перечисленных функциональных задач может быть эффективно обеспечена путем оптимизации работы центров (пунктов) сбора, обработки и выдачи получаемой информации, объектовых, муниципальных, региональных, межрегиональных и федеральных уровней в соответствии с иерархией территориальных государственных органов управления. Эти центры (пункты) могут быть сопряжены с соответствующими структурными элементами автоматизированных информационно-управляющих систем (АИУС) с целью выработки единых подходов в работе органов государственной власти и местного самоуправления при выполнении всего комплекса мероприятий по созданию и внедрению соответствующих аппаратно-программных комплексов в муниципальных районах и городских округах в области обеспечения безопасности жизнедеятельности населения, например при реализации Концепции построения и развития АПК «Безопасный город». К основным условиям, требующим реализации при информационном сопряжении следует отнести совместимость программно - технических средств, обмен информацией по согласованным протоколам, единую структуру передаваемых сообщений адресата и потребителя. Эти же условия необходимо распространить на связи с потребителями вырабатываемой информации с учетом дополнительных условий, устанавливаемых рыночными отношениями (рис. 1, 3). Очевидна сложность преодоления существующих трудностей в организационном и информационном сопряжении ведомственных систем вследствие их разобщенности и отсутствия единой методической основы сбора, накопления, систематизации и анализа информации на всех уровнях [2, 3, 8].

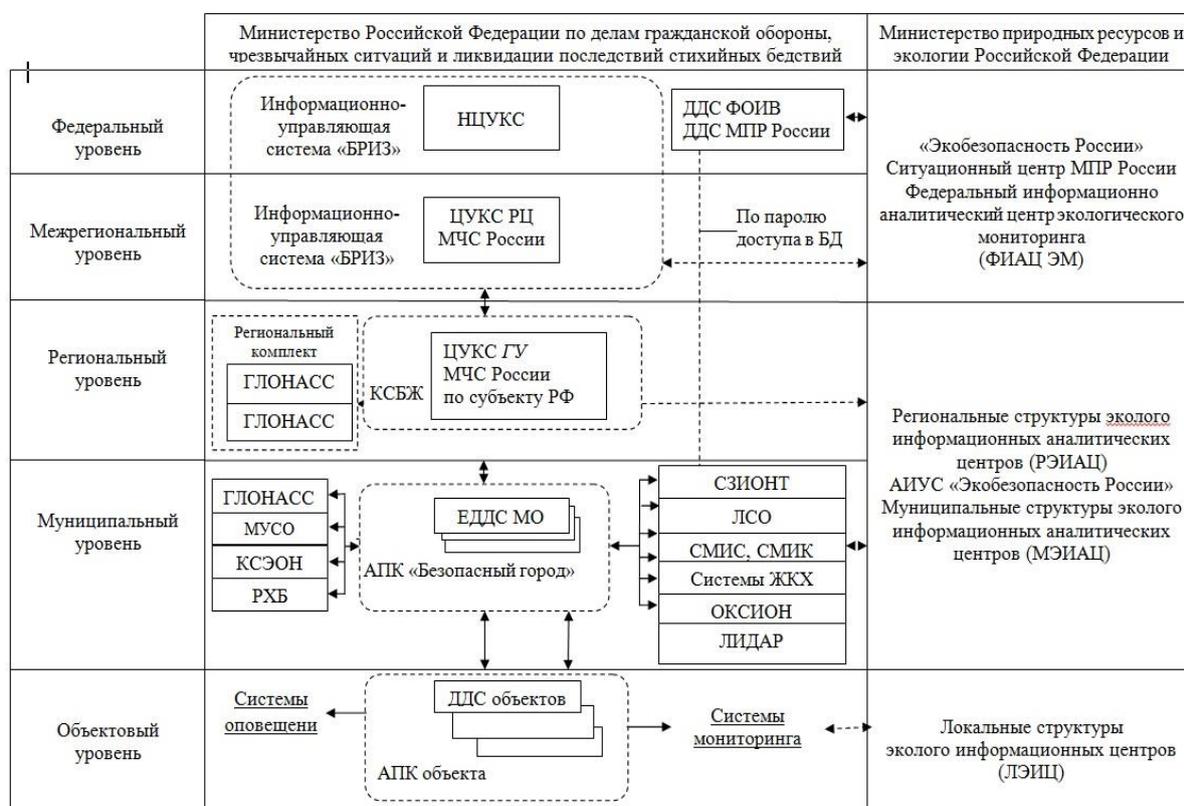


Рис. 3. Вариант схемы взаимодействия АИУС РСЧС и АИУС ЕГСЭМ

В связи с активизацией работ по отработке проектов кризисных планов по ликвидации нештатных и последствий ЧС техногенного, природного и биолого-ценоти-

ческого характера представляется целесообразным на этапах формирования унифицированного макета сторонами-участниками согласованно конкретизировать основополагающие позиции достижения цели планирования мероприятий на потенциально опасных объектах - обеспечения всесторонней защищенности сотрудников объекта, окружающего населения и компонентов окружающей среды от воздействия экологических лимитирующих и опасных факторов [8, 9]:

исходные данные для планирования проведения работ на объекте при различных сценариях развития нештатных и чрезвычайных ситуаций (схему объекта с нанесенными на нее источниками потенциальной опасности; характеристики вероятных источников возникновения ситуаций; карту-схему района расположения потенциально опасного объекта с нанесенными на нее краткой природно-климатической характеристикой, розами ветров, возможными направлениями движения воздушных масс с вредными веществами; ожидаемыми концентрациями вредных веществ по следу на различных расстояниях от источника; обозначениями возможных зон загрязнения и поражения организмов, компонентов природной среды; и др.);

схемы оповещения и сбора персонала в рабочее и нерабочее время, схемы управления подразделениями объекта и созданными для ликвидации ЧС формированиями, списки личного состава этих формирований; порядок уточнения сроков реализации реализуемых мероприятий на заключительных этапах работ, обоснования состава, масштабов и объемов основных мероприятий на объекте;

данные инвентаризации материальных запасов приборов, оборудования и препаратов медицинского и ветеринарного назначения; порядок подготовки предложений по доукомплектованию материальных запасов приборов, оборудования, препаратов медицинского и ветеринарного назначения в требуемых объемах и обладающих необходимыми эксплуатационными характеристиками для противодействия возникновению и развитию ситуаций; поддержания создаваемых материальных запасов в постоянной готовности при различных режимах деятельности; проведение совместных учений и тренировок сил РСЧС объектового, муниципального и регионального уровней по ликвидации очагов заражений;

организация работы функциональных подразделений объекта должна предусматривать варианты приведения персонала в готовность в установленные сроки при различных режимах деятельности, обоснование и проведение профилактических мероприятий в отношении лиц, подверженных риску негативного воздействия экологически неблагоприятных факторов на опасных объектах и территориях, в угрожаемых зонах, формирование аварийных комплектов расходных средств (так называемых укладок) [9].

Совершенствование подходов по развитию средств своевременного обнаружения очагов поражения, систем раннего предупреждения, оперативной локализации и ликвидации ЧС целесообразно осуществлять на базе государственных программ, например, «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах».

Литература

1. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 184-ФЗ « Об охране окружающей среды»
2. Ю. А. Израэль Экология и контроль состояния природной среды. - М.: Гидрометеоздат, 1984
3. Организация экологической безопасности военной деятельности. Учебное пособие для руководящего состава Вооруженных Сил, других войск, воинских формирований и органов Российской Федерации. - М.: Филиал ФГУП «Воениздат», 2005, - 480 с.

4. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) - М.: Росгидромет, 2014. - 1008 с. ISBN 978-5-96341-0322-7.

5. С. М. Семенов Тенденции изменений климата на территории Российской Федерации и их последствия. Доклад на Национальный форум по устойчивому развитию, 23 декабря 2014 г., Москва. - Москва, Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН (ИГКЭ).

6. Н. А. Цыбиков Влияние глобальных изменений климата на обеспечение безопасности при реализации крупных экономических и инфраструктурных проектов в Арктике. Материалы международной научно-практической конференции «Обеспечение безопасности при реализации крупных экономических и инфраструктурных проектов в Арктике. Проблемы и пути решения / МЧС России М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. - С.107–122

7. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации не период до 2030 г. и дальнейшую перспективу / [В. М. Катцов, Н. В. Кобышева, В. П. Мелешко и др.]; под ред. д. ф.-м. н. В. М. Катцова, д. э. н., проф. Б. Н. Порфирьева; Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). - Москва: Д'АРТ: Главная геофизическая обсерватория, 2011. - 252 с. ISBN 978-5-905264-04-7.

8. В. И. Измалков, А. В. Измалков Техногенная и экологическая безопасность и управление риском. - СПб, НИЦЭБ РАН, 1998. - 482 с.

9. Организация защиты от терактов, взрывов, пожаров, эпидемий и вызванных ими чрезвычайным ситуациям. Методика разработана Институтом риска и безопасности. Научно-практический и методический журнал «Гражданская защита» №№ 12, 2012, 1–11, 2013. Центральное издательство МЧС России.

О СТАНОВЛЕНИИ И РАЗВИТИИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧС НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ

Чесноков Н. П.

Главное управление МЧС России по г. Севастополю

С целью организации и проведения работ по заблаговременному выявлению и прогнозированию чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера в течение 2015-2016 гг. в городе Севастополе были проведены мероприятия по созданию системы мониторинга и прогнозирования.

В 2015 году в ФКУ «Центр управления в кризисных ситуациях ГУ МЧС России по г. Севастополю» сформировано отделение мониторинга и прогнозирования (по штату 3 человека 2 сотрудника, 1 работник).

Разработано и утверждено Постановлением Правительства города Севастополя «Положение о сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны» (Постановление Правительства Севастополя от 21.12.2015 №1248-ОП).

В течение 2015-16 гг. с целью развития системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций в г. Севастополе проведена работа по осуществлению информационного взаимодействия между Главным управлением и организациями Севастопольской городской территориальной подсистемы РСЧС, входящими в региональный уровень сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны (подписано 7 соглашений об информационном взаимодействии при решении задач в области мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций).

Сотрудниками Центра «Антистихия» проведено 2 семинара с представителями организаций и предприятий города Севастополя, входящих в сеть наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны (29-30 сентября 2015 г.).

22 марта 2016 года проведено обучение специалистов отделения мониторинга и прогнозирования, дежурных смен ЦУКС ГУ МЧС России по г. Севастополю по применению и использованию программ для расчета и прогнозирования ЧС.

Организовано ежегодное обучение специалистов отделения мониторинга и прогнозирования в Центре «Антистихия».

Главным управлением МЧС России по г. Севастополю совместно с «РОСТЕХНАДЗОР» ежеквартально проводятся семинары по вопросам предупреждения ЧС техногенного характера с представителями потенциально-опасных объектов и объектов жизнеобеспечения города.

Ежедневно осуществляется работа по накоплению баз данных ЧС, метеорологических явлений на территории города Севастополя (совместно с Севастопольским центром гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды – Филиал ФГБУ «Крымское УГМС»)

Разработан график циклически повторяющихся природных явлений на территории города.

Организована работа по разработке и предоставлению ежедневных оперативных, среднесрочных недельных, циклических, а также долгосрочных прогнозов вероятности возникновения ЧС с использованием материалов, получаемых в рамках заключенных соглашений и договоров о сотрудничестве и информационном взаимодействии с доведением их до руководителей заинтересованных территориальных органов федеральных и органов исполнительной власти субъекта (подготовлено 200 различных прогнозов с 70% оправдываемостью).

Во исполнение решения Комитета Совета Федерации по обороне и безопасности от 5 декабря 2014 г. № 3.3-02/2117 о создании территориальных Центров мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, финансируемых за счет бюджетов субъектов Российской Федерации создание Центра в городе Севастополе запланировано в 2018 году.

В период подготовительных работ по созданию территориального Центра, отрабатан и успешно реализуется информационный обмен с Лабораторией Центра «Антистихия» МЧС России, дислоцированной в городе Симферополе.

В настоящее время в период реорганизации органов исполнительной власти города Севастополя на особом внимании находится доведение прогнозов ЧС на территории города в соответствии с анализом рисков и контроль выполнения превентивных мероприятий с целью качественной организации предупреждения и реагирования на возникающие ЧС (происшествия).

РАЗДЕЛ II
ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОГО
И БИОЛОГО-СОЦИАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА

ВЛИЯНИЕ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ И КОСМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ МАСШТАБНЫХ НАВОДНЕНИЙ И ЛИВНЕЙ

Байда С. Е., к. т. н.

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), Москва

Масштабные наводнения и ливни за последние десятилетия, практически, стали в весенне-летний-осенний период постоянно повторяющейся чрезвычайной ситуацией. Наиболее очевидной причиной этой ситуации является антропогенный фактор, а именно непродуманная градостроительная политика, нарушения в эксплуатации гидротехнических сооружений и отсутствие ответственных ведомств за состоянием русел и стоков рек. Вместе с тем, в последние годы появился новый вид гидрологических катастроф - аномальные необъяснимые наводнения и непрогнозируемые ливневые дожди. В связи с этим рассмотрена возможная связь этих опасных явлений с изменением гелиогеофизических и космических факторов [1].

На основе статистики наиболее сильных наводнений на территории России и мира была рассчитана их количественная частотно-временная характеристика после максимальных и минимальных изменений солнечной активности. Наводнения имеют сезонный и продолжительный период, поэтому учитывались сглаженные изменения солнечной активности в среднемесячном и в среднегодовом масштабе за 10 летний период времени (рис. 1–2).

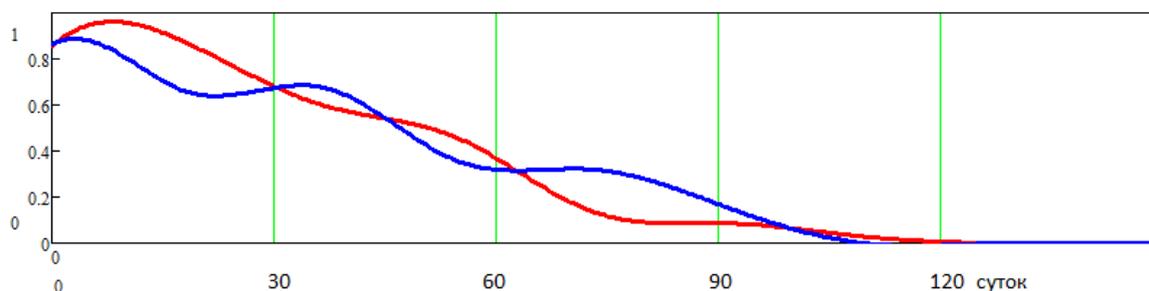


Рис. 1. Частотно-временной спектр наводнений после среднемесячного изменения солнечной активности

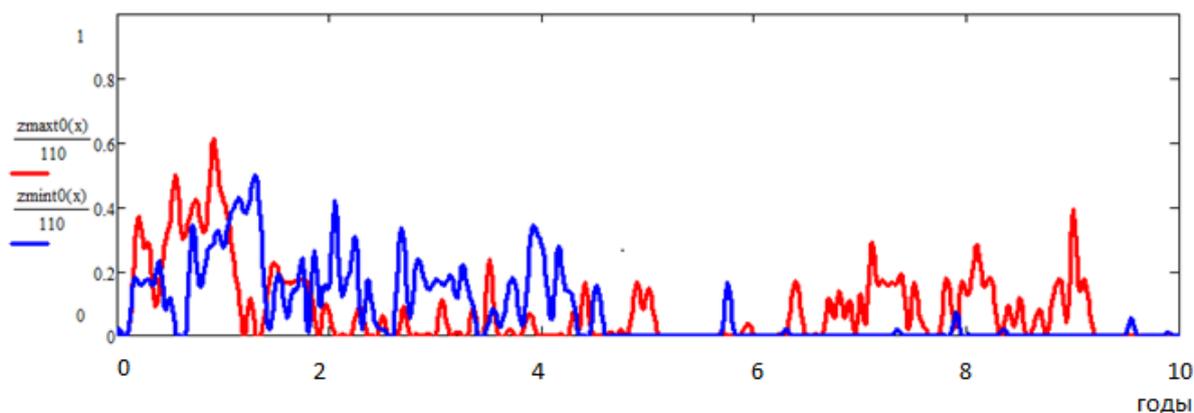


Рис. 2. Частотно-временной спектр наводнений после изменения солнечной активности на 10-летний период

Аналогично рассчитывался частотно-временной спектр возникновения наводнений после экстремальных изменений сдвигов и смещения земной оси - полодии. За базовый период времени были взяты циклы Чандлера - максимальная и минимальная амплитуда отклонения земной оси, равная 428 суткам и 6,5 лет (рис. 3–4).

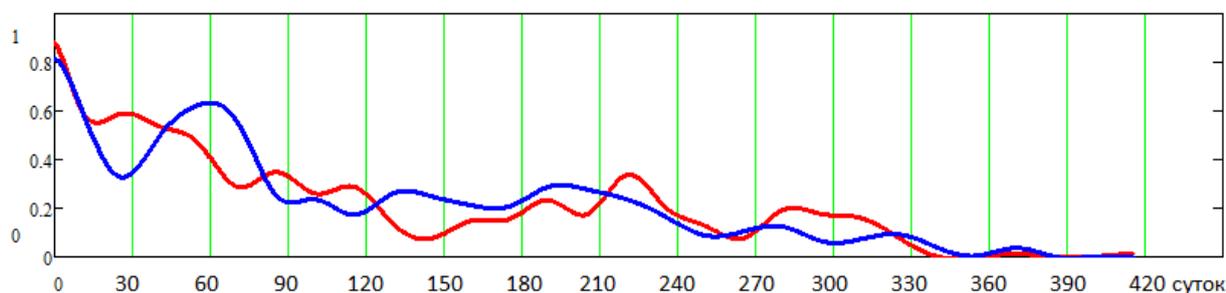


Рис. 3. Частотно-временной спектр наводнений после колебания земной оси цикла 428 суток

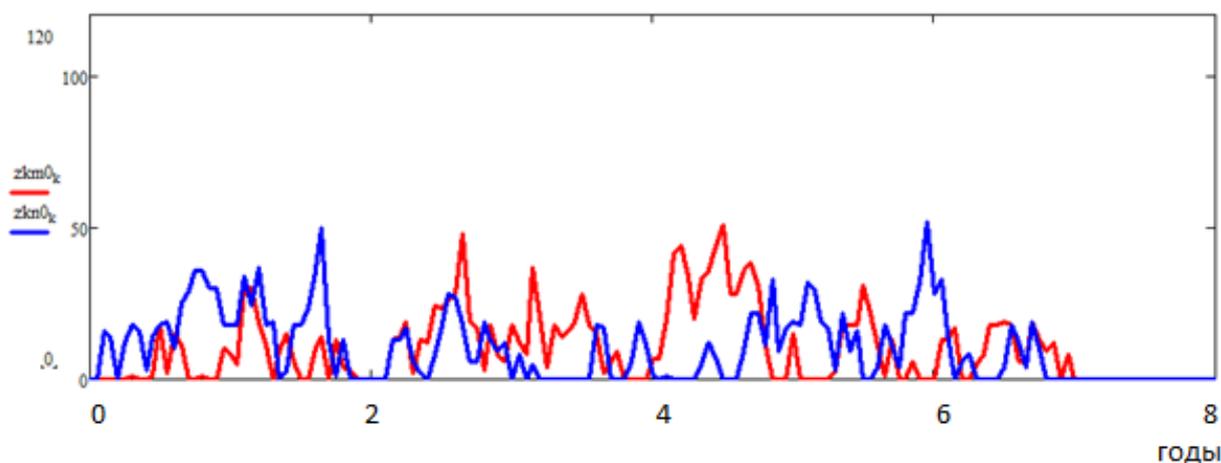


Рис. 4. Частотно-временной спектр наводнений после колебания земной оси 6,5-летнего цикла на 7-летний период

Физику влияния солнечной активности можно объяснить тем, что в период повышенной солнечной активности увеличивается приток тепловой энергии от Солнца, и как следствие, повышенный обмен влаги в атмосфере и гидросфере. При пониженной солнечной активности обмен в целом понижается, но появляются их локальные концентрации.

Влияние полодии состоит в том, что после ускорения и торможения смещения земной оси возбуждается подземная гидросфера, что приводит к локальному подъему грунтовых вод, и вода при весенних паводках и обильных дождевых осадках не уходит более продолжительное время.

Дополнительным фактором влияния является изменение фаз Луны. Частотно-временной спектр рассчитывается от новолуния и до новолуния (рис. 5). Физику влияния Луны можно объяснить иницированием гравитационных волн в момент новолуния и соответствующего повышения грунтовых вод, а также влияния отраженного Луной светового излучения на изменение теплового и паровоздушного обмена между поверхностью Земли и атмосферой.

На единый механизм возникновения аномальных ливней и наводнений указывает аналогия связи этих явлений и повышения сейсмической активности с изменением фаз Луны.

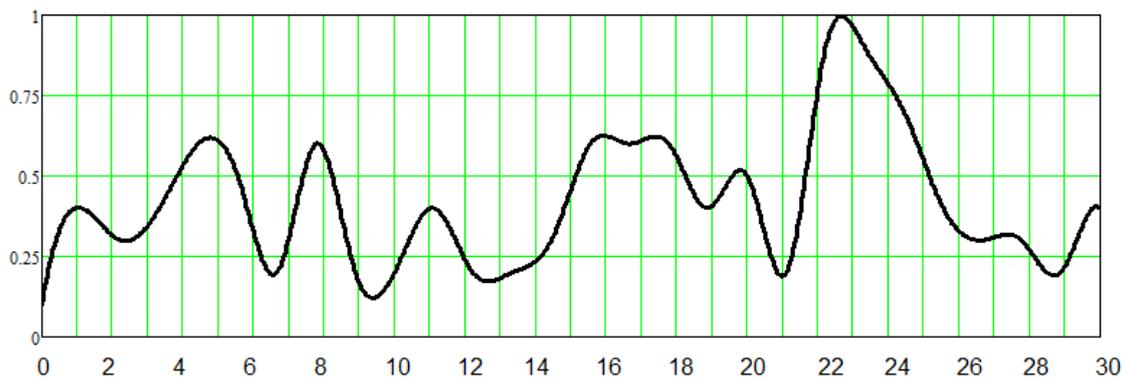


Рис. 5. Частотно-временной спектр ливневых наводнений по изменению фаз Луны

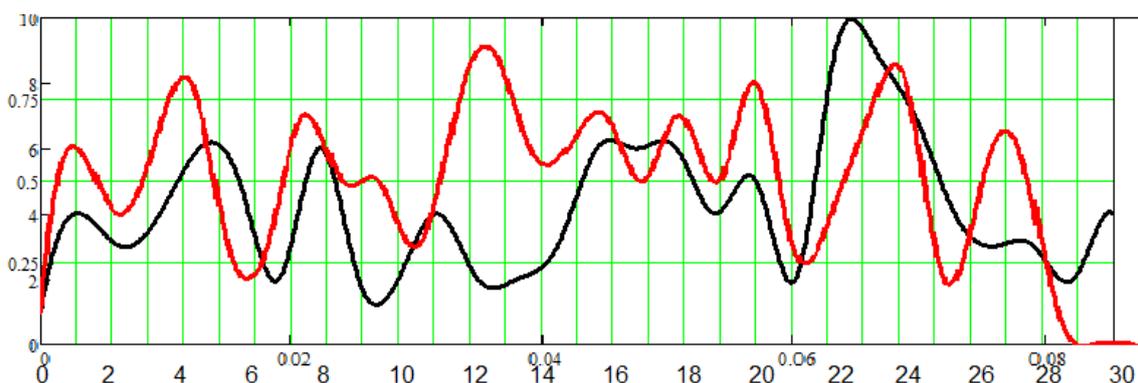


Рис. 6. Наложение спектров ливневых наводнений по изменению фаз Луны и после сильных землетрясений

На возникновение аномальных наводнений влияет понижение величины локальной гравитационной постоянной, вызванное прохождением и концентрацией медленных сейсмических волн от сильных землетрясений. Это приводит к повышению уровня грунтовых вод и изменению паровоздушного обмена между поверхностью Земли и атмосферой. Анализ прохождения медленных сейсмических волн может обеспечить оперативный краткосрочный прогноз времени и места возможного возникновения и развития масштабных наводнений.

После землетрясения относительно его эпицентра на строго определенном расстоянии вследствие взаимодействия медленных сейсмических волн возникает кольцевая концентрация аномальных геофизических зон, в которых могут произойти новые землетрясения, а также другие природные и техногенные катастрофы (рис. 7–8).

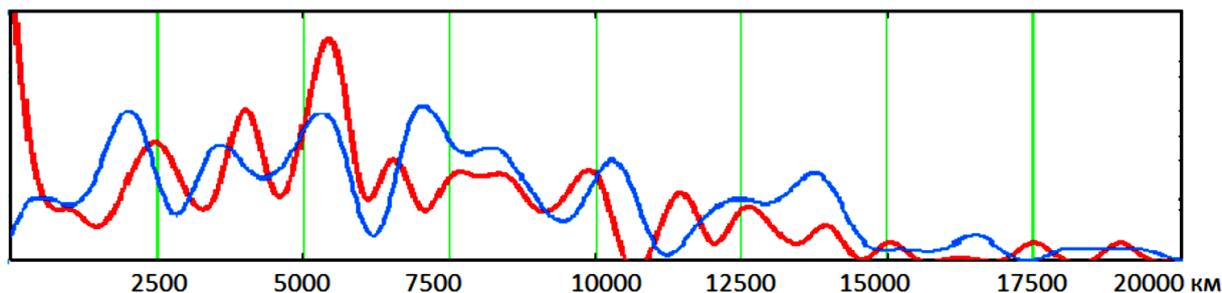


Рис. 7. Возникновение аномальных геофизических зон относительно эпицентра землетрясения и возникновение ливневых наводнений

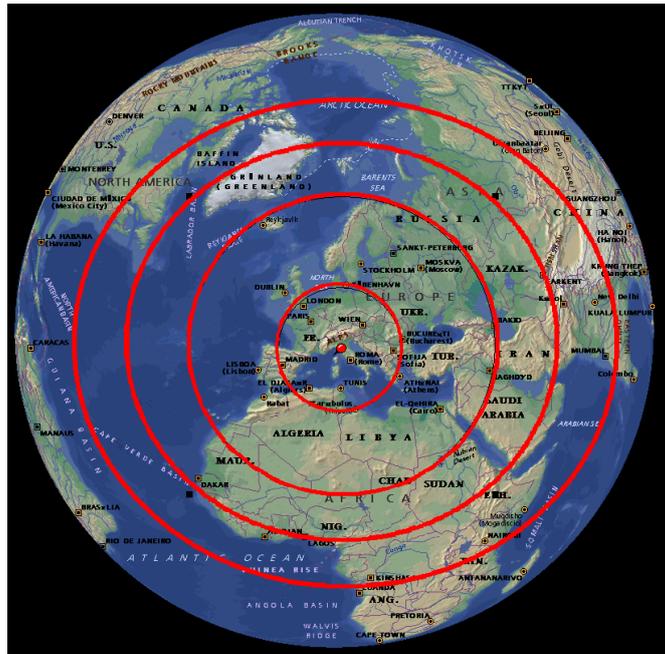


Рис. 8. Географические зоны риска возникновения новых землетрясений и аномальных природных явлений в течение 7 суток, вызванные землетрясением в Италии 20 мая 2012 г.

Медленные сейсмические волны образуются в виде пакета волн, скорость которых зависит от глубины эпицентра землетрясения и имеют аналогию с уединенной волной Дж. Рассела. Но и еще имеют вращательную составляющую, аналогичную вихрям Россби. Расчет основных параметров медленных сейсмических волн производится по системе формул (1–3), рис. 9.

$$V_n = \sqrt{g \cdot \frac{H_n}{k}}, \quad (1)$$

$$\omega_n = 2\pi \sqrt{g \cdot \frac{k}{2H_n}}, \quad (2)$$

$$T_n = \sqrt{\frac{H_n}{g \cdot k}}, \quad (3)$$

где V_n - скорость n волны; g - гравитационная постоянная; H - глубина очага землетрясения; ω - угловая скорость вращения n волны; T - период вращения n волны; волновой квантовый коэффициент $k = 1, 2, 4, 8, 10, 16, 25, 32, 64, 128 \dots$

Анализ скорости медленных сейсмических волн, вызвавших ливневые дожди, показал, что наиболее активными являются волны со скоростью от 50 до 120 км/час.

Выводы

1. Одним из влияющих и локализирующих факторов на возникновение ливневых дождей является сейсмическая активность. Для прогноза локализации риска возникновения ливней необходимо учитывать кольцевые аномальные геофизические зоны относительно эпицентра землетрясений и скоростные параметры медленных сейсмических волн.

2. На основе совокупности сплайн-функций частотно-временных спектров влияния солнечной активности, смещения земной оси, изменения фаз Луны, прохождения

медленных сейсмических волн, может быть рассчитана прогностическая функция возникновения масштабных наводнений и ливневых дождей для долгосрочного (3–5 лет), среднесрочного (1 год) и краткосрочного (от 7 суток до 1 суток) прогноза этих опасных явлений.

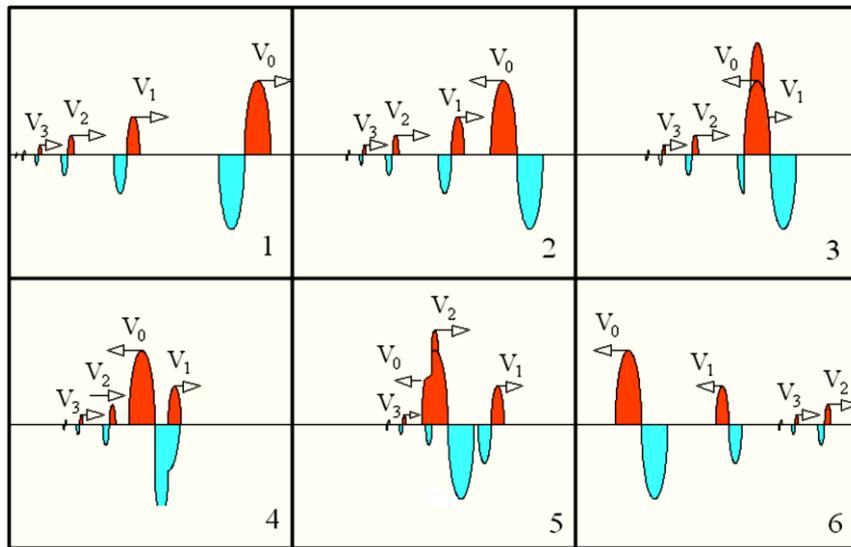


Рис. 9. Многократное прохождение и встреча пакета медленных сейсмических волн формирует аномальные геофизические кольцевые зоны

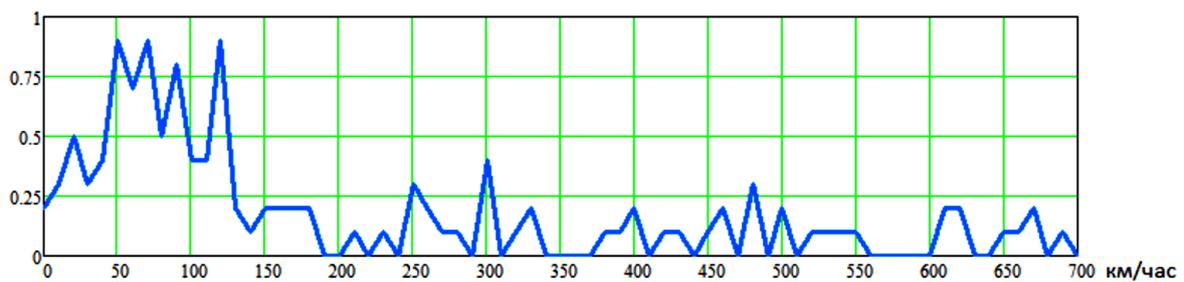


Рис. 10. Спектр медленных сейсмических волн, вызывающий ливни



Рис. 11. Фрагмент карты прохождения медленных сейсмических волн и образования аномальных геофизических зон от землетрясений, произошедших 1–3 октября в средиземноморье и вызвавших аномальные ливни в Москве 4–6 октября 2016 года

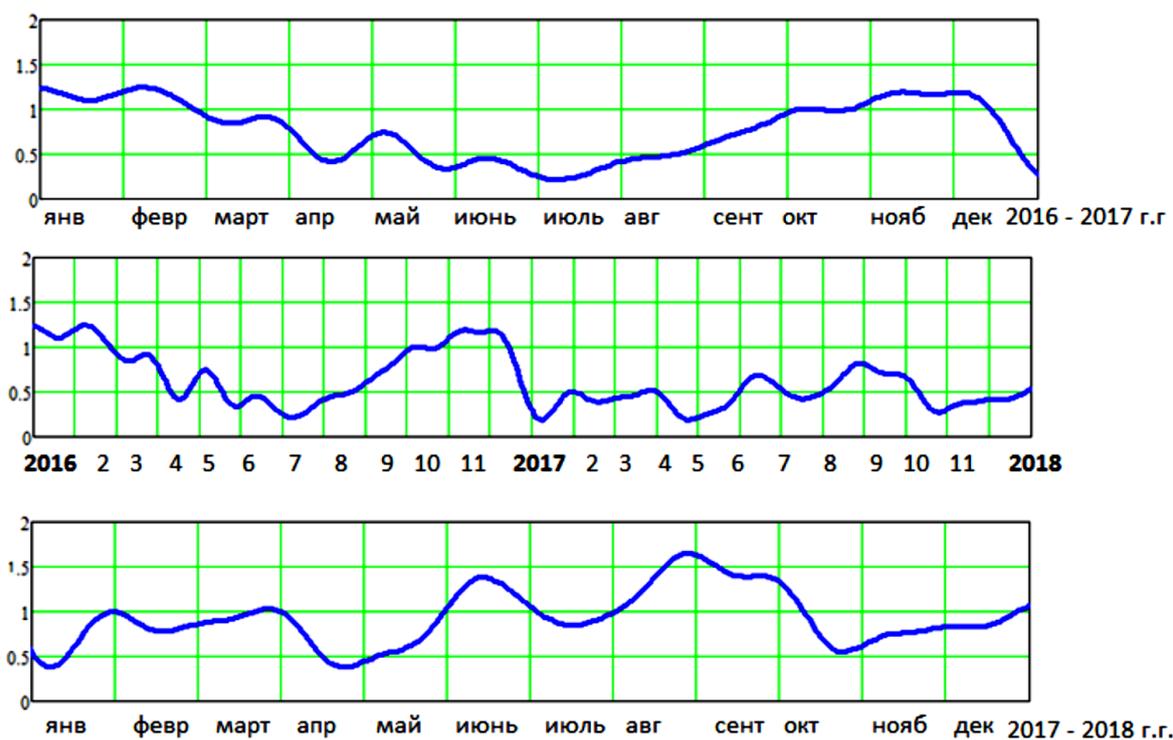


Рис. 12. Прогностические функции возникновения наводнений на основе влияния изменения солнечной активности и колебания земной оси на 2016–2018 гг.

Литература

1. Байда. С.Е. Природные, техногенные и биолого-социальные катастрофы: закономерности возникновения, мониторинг и прогнозирование; МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013, - 194 с.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РЕЛЬЕФА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

*Болысов С. И., д.г.н.; Бредихин А. В., д.г.н.;
Еременко Е. А., к.г.н; Назарова Н. С.*

Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Обеспечение безопасности трубопроводного транспорта является актуальной и важной задачей, решение которой позволит существенно повысить эколого-экономическую эффективность данного вида природопользования за счет снижения затрат на отдельные статьи мониторинга, устранение негативных последствий аварий и возмещение ущерба окружающей среде.

Существующие в настоящее время меры по прогнозу и защите магистральных трубопроводов от аварий основаны на рациональном выборе проектных решений на стадии строительства объектов линейной инфраструктуры, а в дальнейшем - на ежегодном мониторинге притрассовой полосы трубопроводов с целью выявления участков развития опасных экзогенных процессов (подтопление, речная и овражная эрозия, карст, оползни, обвалы и осыпи и пр.) [4,5]. В ходе мониторинга проводится описание экзогенных процессов, в том числе опасных, в то время как участки потенциально возможного проявления природных опасностей, как правило, не оконтуриваются. Как следствие, опасные процессы описываются преимущественно уже на стадии, когда они происходят. Несомненно, своевременная фиксация проявлений речной и овраж-

ной эрозии, оползневых и прочих процессов позволяет существенно повысить безопасность трубопроводного транспорта и вовремя принять меры по предотвращению аварий. Однако, такой подход, с одной стороны, не позволяет принимать априорные меры с целью исключения или существенного снижения возможности активизации процессов, а с другой стороны - является достаточно трудозатратным и дорогостоящим (ежегодно притрассовая полоса обследуется полностью). Предлагаемая универсальная методика комплексной оценки геоморфологической безопасности трубопроводов основана на учете факторов и условий развития опасных процессов и может быть использована в любых природных условиях в разных масштабах, с использованием полевых наблюдений или без них [1, 2].

Суть методики заключается в определении перечня критериев - свойств природной среды, которые влияют на развитие опасных процессов (например, интенсивность атмосферных осадков, крутизна склона, просадочность грунтов и пр.), построении серии карт распределения указанных критериев на изучаемую территорию (по литературным, архивными/или полевым данным), ранжировании учитываемых критериев, введении квалитетических коэффициентов (для учета специфики требований трубопроводного транспорта к среде) и расчете интегрального показателя геоморфологической безопасности по формуле (1).

$$P_{ГБТ} = \frac{k_1 * A_1 + \dots + k_n * A_n}{N} + \frac{l_1 * B_1 + \dots + l_m * B_m}{M} + \dots, \quad (1)$$

где: N - число значимых критериев в первой группе свойств; M - число значимых критериев во второй группе свойств; $A_1 \dots A_n$ - баллы по каждому из N критериев в первой группе свойств; $B_1 \dots B_m$ - баллы по каждому из M критериев во второй группе свойств; $k_1 \dots k_n$ - весовые коэффициенты для каждого из N критериев в первой группе свойств, $l_1 \dots l_m$ - весовые коэффициенты для каждого из M критериев во второй группе свойств.

Комплексный показатель отражает степень безопасности того или иного участка притрассовой полосы трубопровода с точки зрения вероятности развития опасных экзогенных геоморфологических процессов. Результатом комплексной оценки является карта, на которой цветом отражено значение интегрального показателя геоморфологической безопасности.

Описанный подход был применен для среднемасштабной (1:200 000) оценки рельефа полосы прохождения одного из крупных магистральных трубопроводов на юге России (Ростовская область и Краснодарский край). Для оценки был выбран участок длиной 260 км, ширина изученной притрассовой полосы составила 5 км (по 2,5 км в каждую сторону от оси трубопровода).

Первым этапом оценки является определение принципа выбора территориальной единицы - элементарного территориального выдела, которому будет присваиваться интегральный показатель геоморфологической безопасности. В крупном масштабе такими выделами могут являться формы и элементы рельефа, в мелком - крупные геоморфологические области, провинции и пр. В рамках выполненной среднемасштабной оценки за элементарные территориальные единицы приняты морфологические комплексы форм рельефа, а именно: 1) вершинные поверхности междуречий; 2) склоны речных долин; 3) днища речных долин; 4) крупные овражные и балочные системы. Для каждого из выделенных четырех морфологических комплексов характерен схожий присущий спектр современных экзогенных геоморфологических процессов, генетическое родство составляющих.

Выделение перечисленных комплексов рельефа выполнялось при помощи топографических карт масштаба 1:200 000. Для более точного проведения границ также

использовались космические снимки на данную территорию, предоставленные ресурсом GoogleEarth (www.earth.google.com). С помощью данной программы также были построены гипсометрические профили рельефа по трассе трубопровода, которые использовались при проведении границ между различными морфологическими комплексами рельефа (в дополнение к картографическим материалам). Всего на изученном участке трубопровода (260 км) было выделено 100 элементарных территориальных единиц оценки. Далее были выделены свойства рельефа и свойства обстановки рельефообразования, которые наиболее важны для конкретного типа природопользования, в данном случае для трубопроводного транспорта. На следующем этапе была составлена матрица балльно-весовой оценки критериев (свойств рельефа и обстановки рельефообразования) для расчета комплексного показателя геоморфологической безопасности трубопроводов (табл. 1). Для каждого выбранного критерия проводилось ранжирование на диапазоны с целью последующего его приведения к единой 4-балльной шкале. На основе результатов экспертной оценки были установлены весовые коэффициенты для каждого из критериев. При этом была сумма квалитетических коэффициентов равнялась единице.

Таблица 1

Балльно-весовая оценка критериев

Природа свойства	Критерий оценки	Диапазоны изменения критерия	Балл	Весовой коэф-т
Свойства рельефа (внутренние свойства системы)	Амплитуда высот в пределах элементарного выдела	0–5 м (днища долин и вершинные поверхности междуречий)	4	0,25
		5–25 м (склоны неглубоких долин и МЭФ)	3	
		25–50 м (склоны крупных долин и МЭФ)	2	
		Свыше 50 м (склоны крупнейших долин)	1	
	Интенсивность проявления эрозионных процессов в пределах элементарного выдела	Низкая (отсутствуют признаки линейной или плоскостной эрозии)	4	0,16
		Средняя (присутствуют признаки давнего проявления боковой или линейной эрозии)	3	
		Высокая (присутствуют признаки редкого проявления боковой или линейной эрозии)	2	
		Очень высокая (наблюдается активная боковая, линейная или плоскостная эрозия)	1	
Свойства обстановки рельефообразования (внешние свойства системы)	Сейсмичность	5 баллов и менее	4	0,10
		6–7 баллов	3	
		8–9 баллов	2	
		10 баллов и более	1	
	Литология поверхностных отложений (в зависимости от значения неразмывающих скоростей V_H)	Свыше 2 м/с (скальные и осадочные уплотненные породы)	4	0,04
		1–2 м/с (глины, тяжелые суглинки, гравий)	3	
		0,7–1 м/с (суглинки)	2	
		Менее 0,7 м/с (пески и лессы)	1	
	Мощность	Лёссовые породы отсутствуют	1	0,20

Природа свойства	Критерий оценки	Диапазоны изменения критерия	Балл	Весовой коэф-т
	просадочных грунтов (лессы и лессовидные суглинки)	Мощность лессовых пород не превышает 3 м	3	
		Мощность лессовых пород составляет 3–10 м	2	
		Мощность лессовых пород превышает 10 м	1	
	Подтопление (в зависимости от уровня грунтовых вод)	Крайне редкое (уровень грунтовых вод стабильно ниже 15 м)	4	0,12
		Сезонное периодическое	3	
		Сезонное постоянное	2	
		Постоянное (зеркало грунтовых вод находится менее, чем в 3 м от поверхности)	1	
	Эрозионный индекс осадков	Менее 6	4	0,08
		6–8	3	
		10–12	2	
		14–16	1	
	Коэффициент увлажнения	от 0,1 до 0,6	4	0,05
		от 0,6 до 1,2	3	
		от 1,2 до 1,8	2	
		менее 0,1; более 1,8	1	

Перечень критериев, используемых при оценке, напрямую связан с факторами и условиями развития процессов, влияющих на безопасность сооружения, является универсальным для равнинных территорий умеренного пояса вне зоны распространения многолетнемерзлых грунтов.

В частности, амплитуда высот в пределах элементарного выдела напрямую связана с потенциальной энергией морфолитогеоза: чем она больше, тем выше потенциальная интенсивность процессов рельефообразования. Для учета влияния на исследуемый объект эрозионных процессов в матрицу был включен такой показатель из комплекса свойств рельефа, как интенсивность проявления эрозионных процессов. Данный параметр был разделен на четыре условных «диапазона» по качественному признаку. Чтобы учесть перспективную интенсивность эрозионных процессов в перечень включена также литология поверхностных отложений в зависимости от значения неразмывающих скоростей (V_n). Степень интенсивности, а значит и опасности эрозионных процессов можно определять по специальному показателю - эрозионному индексу осадков. Данный показатель представляет собой сумму произведения энергии отдельных дождей на максимальную 30-минутную интенсивность [6]. В качестве параметра, характеризующего спектр склоновых процессов, была выбрана амплитуда высот в пределах элементарной территориальной единицы. На первый взгляд такой выбор может показаться странным, и вместо него логичнее было бы использовать параметр крутизны склонов. Крутизну склонов несложно рассчитать при помощи цифровой модели рельефа, однако, в пределах одного элементарного выдела могут присутствовать несколько участков с различными показателями крутизны. В таком случае возникшую неопределенность можно решить двумя способами. Самый простой - разбить элементарный выдел на несколько меньших по размеру в соответствии с полученными значениями крутизны. В рамках среднемасштабной оценки территории

это недопустимо, так как приведет к плохому восприятию итоговых иллюстративных материалов вследствие появления большого числа мелких контуров. Вторым способом является осреднение значения крутизны в пределах элементарного выдела. Однако, при его применении могут оказаться неучтенными особенности территориально выдела и получения либо завышенных, либо заниженных значений. Значение амплитуды высот отражает энергетический потенциал рельефообразующих процессов в пределах конкретной территории, в том числе и склоновых. Для учета интенсивности склоновых и эрозионных процессов использован, в том числе, коэффициент увлажнения, характеризующий соотношение годового количества осадков и годовой величины испаряемости. Согласно картам общего сейсмического районирования России [7], изученная трасса газопровода пересекает участки с различной расчетной сейсмической интенсивностью, и данный показатель был включен в перечень учитываемых свойств рельефообразования. В качестве критерия, отражающего перспективную опасность просадочных явлений, была выбрана мощность просадочных грунтов (лессов и лёссовидных суглинков), которые имеют практически повсеместное распространение в пределах исследуемой территории [3].

По итогам оценки составлена карта геоморфологической безопасности притрассовой полосы трубопровода и вычислено процентное распределение участков с разной степенью геоморфологической безопасности (табл. 2). Полученная карта демонстрирует неоднородность территории по степени безопасности объекта с точки зрения возможности активизации опасных процессов, характерных для данной природной зоны (просадочные явления, эрозия, оползневые процессы).

Таблица 2

Полученные значения комплексного показателя

Процент от общей площади притрассовой полосы	Степень геоморфологической безопасности трубопровода	Значения показателя ГБТ
6,2 %	Очень низкая	0,6–0,7
9,9 %	Низкая	0,7–0,8
39,4 %	Средняя	0,8–0,9
8,5 %	Высокая	0,9–1,0
36,1 %	Очень высокая	1,0–1,1

По результатам оценки было установлено, что около 45 % обследованной притрассовой полосы трубопровода расположено в пределах территорий с очень высокими и высокими значениями показателя геоморфологической безопасности (0,9–1,1), для которых проявление опасных для трубопровода процессов (эрозионных, склоновых процессов и подтопления) не характерно. К таким территориям в основном относятся вершинные поверхности междуречий. Ещё 40 % трассы пересекает территории со средними значениями показателя - от 0,8 до 0,9. К таким участкам относятся относительно короткие пологие склоны, днища балок без проявлений активных эрозионных процессов. Для данных морфологических комплексов характерна периодическая активизация процессов, которая, как правило, не приводит к неблагоприятным для трубопровода последствиям.

Наиболее низкие значения показателя (0,6–0,7 и 0,7–0,8) характерны для высоких и зачастую крутых склонов речных долин, а также овражно-балочных систем (суммарно 16 % территории). Низкие значения обусловлены здесь высоким энергетическим потенциалом данных морфологических комплексов (характерны, в частности, большие

амплитуды высот), в связи с чем, вероятность проявления опасных и неблагоприятных процессов (линейной эрозии и комплекса склоновых процессов) увеличивается.

Результаты комплексной оценки рельефа могут быть использованы как на стадии проектирования сооружений (для обоснования выбора наиболее безопасного варианта трассы), так и на стадии их эксплуатации и мониторинга (для выделения наиболее важных участков мониторинга, что позволит сократить затраты, связанные с длительным обследованием всей трассы). В частности, на участках с высокими значениями интегрального показателя мониторинг опасных экзогенных процессов можно проводить не чаще, чем один раз в пять лет, в то время как на участках с низкими показателями желательна организация ежегодного мониторинга.

Работы выполнены по теме госзадания АААА-А16-11632810089-5 «Эволюция природной среды, динамика рельефа и геоморфологическая безопасность природопользования».

Список литературы

1. *Болысов С. И., Бредихин А. В., Еременко Е. А.* Подходы к оценке геоморфологической безопасности территорий // Вопросы географии. Сб. 140. Современная геоморфология. - Изд. дом «Кодекс» М, 2015а. - С. 29–55.
2. *Болысов С. И., Бредихин А. В., Еременко Е. А.* Комплексная мелкомасштабная оценка геоморфологической безопасности России // Вестник МГУ. Серия 5. География. 2016, № 2, с. 3–12.
3. Инженерная геология СССР, Том I, Русская платформа. Под ред. Комарова И. С. М.: Изд-во МГУ, 1978. 529 с.
4. СНиП 2.05.06-85. Магистральные трубопроводы (взамен СНиП II-45-75). Строительные нормы и правила Российской Федерации. - Введ. 1996-11-10. - М.: Изд-во стандартов, 1996. - 60 с.
5. СП 11-105-97. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов. - Введ. 2000-07-01. М.: Изд-во стандартов, 2000. - 83 с.
6. Эрозионные процессы. Под ред. *Маккавеева Н. И.* и *Чалова Р. С.* М.: Мысль, 1984. 255 с.
7. *Уломов В. И.* Общее сейсмическое районирование территории России и сопредельных стран - ОСР-97 (комплект карт). М.: ОИФЗ, 1998. 28 с.

УДК 633.11; 635.2

БЫСТРО- и вялотекущие СИТУАЦИИ С БОЛЕЗНЯМИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР, ПРИВОДЯЩИЕ К ВЫСОКОМАСШТАБНЫМ ПОТЕРЯМ ИХ УРОЖАЯ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Будынков Н. И., Михалева С. Н.

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии

Несмотря на высокие ежегодные сборы зерна хозяйствами РФ, нередко превышающими 100 млн. тонн, очень велики и потери от различных болезней. Считать такую ситуацию чрезвычайной или нет? Каковы причины потерь?

Традиционны значительные потери от корневых и прикорневых гнилей.

Причин этого несколько:

1. Произошла смена системы земледелия. По причине отсутствия эффективной научно-обоснованной системы контроля болезней, бездумного использования фунгицидных действующих веществ, избытка азотных удобрений, в агроценозах произошло значительное накопление опасных высокоагрессивных форм патогенов грибной природы, в основном из рода *Fusarium*, реже *Bipolaris*, которые продолжают активно эво-

люционировать. Это *Fusarium moniliforme*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. sambucinum*, *F. oxysporum*, *F. solani* и др. В то время, полезных грибов и бактерий стало значительно меньше: крайне редко встречаются грибы-супрессоры Гифодерма, исчез Ауреобазидиум, далеко не на всех полях встречается Триходоорма и Глиокладиум, мало полезных Бацилл и Псевдомонад (зона стресса). Такие поля отличаются высокой заболеванностью растений гнилями, токсикозами. На части полей произошло накопление грибов-токсикантов Пенициллов в ущерб остальной микробиоте. Здесь отмечается сильный фитотоксикоз, депрессия развития растений, образование «воздушных» корней, нередко нарушения фитотропизма - растения пшеницы могут расти корнями вверх.

2. Отсутствие достаточного количества эффективных фунгицидов. В регионах с наиболее благоприятными для развития болезней условиями многие фунгицидные действующие вещества потеряли эффективность против возбудителей данного типа болезней вследствие появления резистентных форм патогенов.

3. Отсутствие адекватных профилактических мероприятий на фоне применения больших количеств азотных удобрений.

4. Волнообразное накопление опасных количеств патогенов в разные фазы развития растений (см. рис. 1).

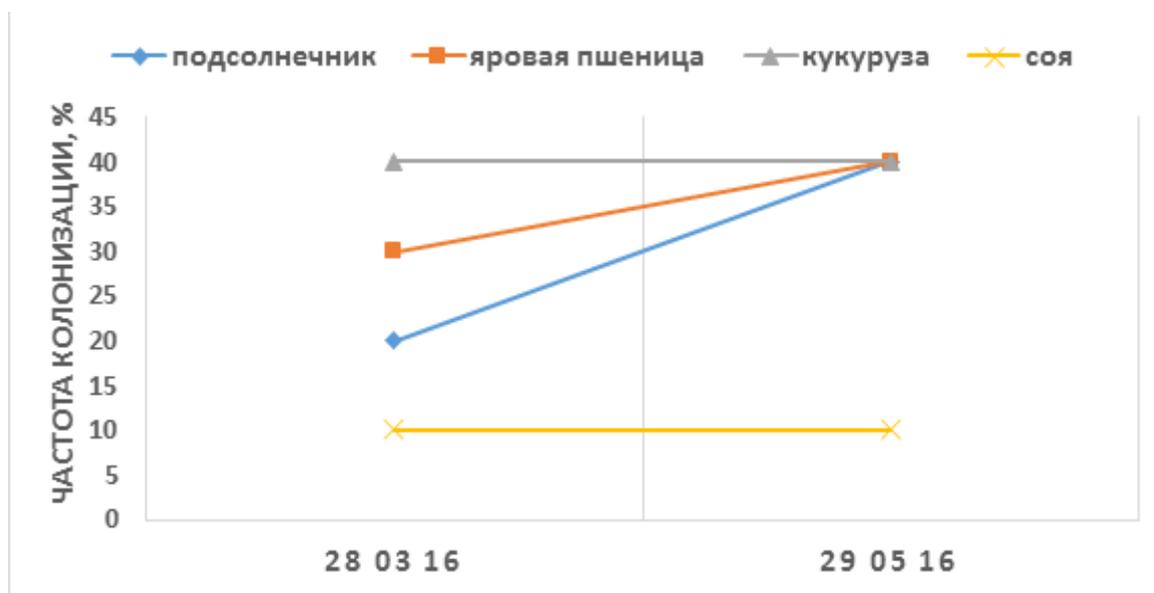


Рис. 1. Микробная колонизация растений озимой пшеницы в фазы окончания весеннего мушнения и начала колошения сильными патогенами. Курская область, 2016 г.

На наших опытных полях в Курской области по предшественникам подсолнечнику, яровой пшенице, кукурузе в фазу флаг листа до 40 % растений были колонизированы сильными патогенами (*F. moniliforme*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*). Лишь по сое ситуация была относительно благоприятной.

В условиях Ставропольских полей картина была еще хуже (табл. 1):

По предшественнику кукурузе с последних чисел марта по 20 мая колонизация *F. moniliforme* возросла в полтора раза до 60 %; по сое за тот же период от нулевых значений до 20 %, причем здесь основательно присоединился более опасный патоген *Fusarium culmorum* - продуцент микотоксина Дезоксиниваленол.

5. И как итог - в наших опытах текущего года на Западе Ставрополья обнаружались потери урожая озимой пшеницы (табл. 2) по предшественнику «кукуруза» 15 ц/га (21,7 %), и 19 ц/га (27,5 %) - по предшественнику «соя» только при обработках в фазу «колошение-цветение». Это в одном из лучших хозяйств региона.

Таблица 1

Микробная колонизация растений озимой пшеницы в фазы весеннего кущения и начала колошения. Ставропольский край. 2016 г.

Патоген	27 03 16	20 05 16
	Встреч., %	Встреч., %
Озимая пшеница по кукурузе		
<i>F. solani</i>	30	10
<i>F. oxysporum</i>	0	20
<i>F. moniliforme</i>	40	60
Озимая пшеница по сое		
<i>F. solani</i>	20	40
<i>F. oxysporum</i>	5	10
<i>F. moniliforme</i>	0	20
<i>F. culmorum</i>	0	10

Таблица 2

Урожайность озимой пшеницы после фунгицидной обработки от листовых пятнистостей и от листовых пятнистостей плюс от гнилей, в начале колошения. Ставропольский край. 2016 г.

Поле/ предшественник	Урожайность, ц/га		Прибавка урожая, ц/га/ %
	Обработка от листовых пятнистостей	Обработка от пятнистостей и гнилей	
Кукуруза	49	64	15/ 23,4
Соя	52	71	19/ 26,7

Аналогичные результаты были получены нами как в текущем году, так и в предыдущие на Северном Кавказе, в Курской области и др.

Это вялотекущая ситуация, когда ущерб формируется в течение всего вегетационного периода растений зерновых (и не только) культур.

Быстротекущие ситуации возникают здесь при развитии эпифитотии фузариоза колоса, с которыми успешно справляются менее половины зернопроизводителей. В результате теряется урожай, зерно накапливает микотоксин Дезоксиниваленол (ДОН), очень опасный для здоровья. Неприятно становится, когда понимаешь, что в 2015 году мы, граждане Европейской территории России, съели около 20 млн. тонн зерна со значительным превышением по ДОН, но смешанного с зерном практически без микотоксинов, произведенным в соседнем регионе.

Разработка и применение полноценной научно-обоснованной системы контроля болезней взамен рекламной информации от производителей сельхозхимии, направленной на увеличение продаж, что показали наши исследования, за 3–4 года стабилизирует ситуацию на полях, кардинально снижает потери урожая.

Бороться за предотвращение таких потерь возможно в эволюционном режиме (за последние 15 лет эффекта от этого очень мало) или в режиме ЧС (может быть тогда появится позитивный эффект?).

Ущерб от болезней надземной части растений (листовые пятнистости - септориозная, пиренофорозная) также может достигать 20–30 % урожая. Защищаться от болезней надземной части растений зерновых культур в регионах с высокой влагообеспеченностью умеют, поэтому ржавчина и листовые пятнистости здесь особого ущерба, как правило, не наносят.

Этого нельзя сказать про регионы с традиционно невысокой влагообеспеченностью, например, Нижнего Поволжья (Волгоградская и Саратовская области). Смягчение климата сопровождается к увеличенем количества осадков и, как следствие - к активизации развития болезней надземной части растений. В 2016 году погода здесь мало отличалась от Кубанской. В результате, на озимых зерновых прокатилась эпифитотия листовых пятнистостей (пиренофороза, септориоза листьев, септориоза колоса), унесшая, по нашим данным на многих полях до 30–35 % урожая. На яровой пшенице, наряду с септориозом колоса, наблюдалось эпифитотийное развитие стеблевой ржавчины (наиболее опасной во всем мире болезни пшеницы): это быстро- и очень быстро-текущие инфекции. Двухнедельная затяжка с фунгицидной обработкой привела в одном из наблюдаемых нами хозяйств Волгоградской области к потере 42–57 % урожая. В остальных хозяйствах было не лучше. Во властных структурах региона ситуация почему-то не сочли чрезвычайной, хотя она мало отличалась, например, от пожара, в котором сгорает ценное имущество.

При урожайном потенциале озимой пшеницы 60 ц/га и более, реальный урожай в 2016 году здесь редко превышал 40 ц/га; с полей яровой пшеницы при заложенном на полях урожайном потенциале 30–40 ц/га редко удавалось собирать урожай выше 25 ц/га. Ментально руководители и агрономы хозяйств не готовы к необходимости фунгицидных обработок вегетирующих растений и отмахивались, например, в Саратовской области при обсуждении складывающейся ситуации с озимой пшеницей: «Центнеров 20 с гектара соберем и хватит».

Наиболее острым моментом здесь оказалось то, что по яровой пшенице с накопленным потенциалом стеблевой ржавчины в покоящейся стадии была посеяна озимая пшеница. В Поволжье инфекция стеблевой ржавчины обычно не перезимовывает. Её заносит либо с Балкан, либо из Турции и близлежащих стран. В случае мягкой зимы и влажной весны в Поволжье, что уже не редкость, инфекция может перезимовать и начать развитие с фазы кущения. В этом случае пшеница не то что до урожая - до флаг-листа может не дожить. Защиту обеспечат 5–6 фунгицидных обработок, на что хозяйства вряд ли пойдут из-за снижения рентабельности. Потери урожая могут быть огромны (50–90 %).

Отдельной строкой должны идти потери урожая от гельминтоспориозной корневой гнили на Урале и восточнее. Это в придачу к потерям от фузариозных заболеваний, распространенных повсеместно. Применение фунгицидов на основе триазолов по вегетирующим растениям практически избавили Европейскую территорию РФ от данного заболевания; Азиатская часть России пытается обходиться протравителями семян и агротехническими мероприятиями - пока безуспешно.

Потери урожая зерна от болезней по стране очень велики. При ежегодных сборах зерна ок. 100 млн тонн потери находятся на уровне 20 млн. тонн, то есть, ежегодно страна не добывает зерна на сумму около 200 миллиардов рублей.

Каким образом решать перечисленные проблемы? Нами разработано соответствующее руководство по контролю болезней с применением химических и биологических средств защиты растений, которое позволяет решать подобные проблемы; его адаптация к особенностям различных регионов могла бы улучшить ситуацию, но у производителей сельхозхимии другие взгляды на данный предмет, а наши силы и средства в противоборстве с ними неравны.

Очень хочется, чтобы к решению представленных проблем присоединилось МЧС России: хотя бы в периоды реальной угрозы, что мы ожидаем весной 2017 г. в Нижнем Поволжье.

КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД АКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА КОНВЕКТИВНЫЕ ОБЛАКА С ЦЕЛЬЮ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОСАДКОВ. ТРЕХМЕРНОЕ ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

¹Владимиров С. А., ^{1,2}Пастушков Р. С.

¹ФГБУ Центральная аэрологическая обсерватория,

²Московский физико-технический институт

Введение

Известно два способа активных воздействий (АВ) на формирование осадков т. е. регулирование перехода находящегося облаке достаточно большого количества водяного пара и мелких практически не падающих капель и ледяных кристаллов в крупные падающие капли или частицы льда. В этом случае АВ производятся путем введения аэрозоля (например, AgI или воды), которые затем влияют на эволюцию облачных частиц. Большой частью вводимые частицы становятся зародышами осадков, но возможно и не столь явное влияние. В последнее время интенсивно разрабатывался способ увеличения осадков из конвективных облаков путем введения в подоблачный слой мелкодисперсных гигроскопических частиц [14, 11, 1]. В этом случае меняется спектр облачных капель (ОК) на начальном этапе их эволюции при отсутствии частиц осадков.

К настоящему времени наиболее заметные успехи достигнуты в разработке методов искусственного изменения количества осадков из облаков, имеющих переохлажденные области. Эти методы основаны, главным образом, на введении в переохлажденную часть облака льдообразующих ядер, инициирующих образование ледяных зародышей, на которые происходит переконденсация водяного пара с поверхности капель, вызывая этим рост ледяных частиц до размеров зародышей осадков. Существуют, однако, немало теплых облаков, для которых данные методы не приемлемы, но довольно существенный водозапас которых может оказаться полезным для агротехнических нужд. Альтернативным льдообразующему методу воздействия является гигроскопический, суть которого состоит в изменении спектра размеров облачных капель путем введения гигроскопических частиц, на которых формируются и растут капли дополнительные к естественно образованным. Кроме того, ничто не мешает применять эти методы комбинированно.

При рассмотрении эволюции спектров всех частиц начиная от ядер конденсации и льдообразования в принципе возможно моделирование различных микрофизических процессов, в том числе и активные воздействия на осадкообразование льдообразующими и гигроскопическими реагентами [1, 8].

Напрямую моделировать реальный микрофизический процесс гигроскопического воздействия - внесение в некоторую область (под облаком или внутри) гигроскопических частиц (с их реальным распределением по размерам), их обводнение, конденсационный рост и взаимодействие с естественно эволюционирующими облачными каплями с получением спектров формируемых облачных частиц с достаточной точностью возможно только в лагранжевой модели замкнутого облачного объема, в которой, однако, вычисление поверхностных осадков носит весьма условный характер и может в лучшем случае дать приблизительно время их появления и качественно оценить их количество.

В пространственных моделях с детальной микрофизикой вычисляемые спектры облачных частиц окажутся существенно грубее и точность результирующих вычисляемых характеристик осадков на поверхности в конечном итоге не будет столь заметно

отличаться от таковой в моделях с параметризацией микрофизических процессов. Однако, развитие вычислительной техники возможно позволит достичь нужного разрешения спектров всех облачных частиц и проводить расчеты всех (и микро- и макрофизических) характеристик облака.

Разработанная трёхмерная численная модель осадкообразующего конвективного облака [6, 7] акцентированная на присутствие и исследование активных воздействий, основана на параметризационном представлении микрофизических процессов по аналогии используемому Кесслером [12]. В рамках этой модели в ЦАО были разработаны блоки учета активации ядер конденсации и вариантов активного воздействия (гигроскопического и льдообразующего) на формирование осадков в моделируемом облаке [4, 5, 9, 2].

1. Параметризация АВ на формирование осадков в разработанной трёхмерной численной модели конвективного облака

При параметризационном моделировании АВ на конвективную облачность путём введения гигроскопических частиц следует учитывать неоднозначность процессов, на которые это введение влияет. Это определяется временем, местом и характером введения.

При введении в подоблачный слой мелких частиц происходит видоизменение спектра облачных ядер конденсации (ОЯК) и, соответственно, спектра образующихся облачных капель. Таким образом, оказывается влияние на процесс роста и взаимодействия облачных капель с образованием более крупных падающих дождевых капель (ДК) (автоконверсия по терминологии Кесслера). Через используемые при этом параметры в принципе можно, в некотором приближении, учесть этот процесс. Данный способ и используется в основном в модели. Однако, при введении крупных гигроскопических частиц внутрь облака процессы, по всей видимости, уже нельзя свести исключительно к автоконверсии. В этом случае, скорее всего, определяющую роль играет диффузионный рост введенных гигроскопических частиц (впоследствии капель) за счет испарения уже присутствующих облачных капель, а также прочие взаимодействия с ними и другими облачными частицами.

В проведенных численных экспериментах (ЧЭ) по моделированию АВ через введение гигроскопических частиц малого размера (менее 1 мкм) в нижнюю часть облака (подоблачный слой) под такого рода воздействиями понимается модификация Кесслеровых параметров автоконверсии (с учетом активации ядер конденсации) [3] в некоторых пространственно - временных интервалах. Таким образом, моделируется воздействие на переход облачных капель в дождевые, т.е. на один из механизмов осадкообразования. При моделировании АВ крупными (более 10 мкм) гигроскопическими частицами вводимыми в развитое облако в качестве зародышей осадков рассматривается введение в задаваемую область внутри облака определенной массы гигроскопических частиц заданного размера. Введенные гигроскопические частицы, постепенно преобразующиеся в капли все менее концентрированного раствора соли, рассматриваются отдельно от остальных облачных частиц до тех пор пока концентрация соли в них не станет сравнимой с концентрацией в естественных облачных каплях. После этого их водность добавляется к естественной облачной водности и расчеты ведутся по алгоритмам основной модели. При этом изменения размеров введенных частиц рассчитываются по [1, 13]. Предполагается, что внутри облака пересыщение отсутствует, а пар, поглощаемый гигроскопическими частицами, сразу же компенсируется испарением облачных капель.

Учет активации ядер конденсации в базовой трехмерной модели с использованием соответствующего блока на настоящем этапе использования параметризации типа Кесслера состоит в выделении четырех режимов формирования облачных капель в зависимости от аэрозольного состояния атмосферы [3] (Владимиров, 2015б): «морского» при концентрации капель формируемых в основании облака менее 100 см^{-3} , «суперконтинентального» при концентрации капель более 1000 см^{-3} и двух промежуточных. Эта концентрация вычислялась с помощью блока программ по расчёту активации ядер конденсации, и оказалось, что в конвективном облаке с восходящими скоростями более 1 м/с она определяется главным образом концентрацией ОЯК и может быть оценена параметром $C1$ (концентрация активных ОЯК при 1% пересыщении). По данным измерений спектров ОЯК по пересыщениям, проводимых в ЦАО в районе города Долгопрудный Московской области [10], параметр $C1$ имел величину $600\text{--}700 \text{ см}^{-3}$, но при наличии поступления частиц продуктов горения от пожаров, имевших место в Московской области увеличивался и превышал 1000 , а в 2010 г и 2000 см^{-3} . Для каждого из этих режимов устанавливаются свои параметры параметризации Кесслера (скорость «автоконверсии» и порог ее возникновения). Значения этих параметров оцениваются на основе моделирования эволюции спектра размеров капель [3] с помощью лагранжевой модели [1] поднимающегося облачного объема. Эксперименты с различными концентрациями ОЯК выявили зависимость количества выпавших осадков от этих параметров. В нашем варианте модели АВ гигроскопическим реагентом с использованием концепции Кесслера установлено изменение параметров автоконверсии в области воздействия до наиболее благоприятных «морских» значений.

Гигроскопическое АВ в подоблачный слой состоит в изменении параметров автоконверсии, начиная с заданного момента времени в облачном объеме с заданными координатами на нижней границе облака. Эти параметры остаются неизменными в этом объеме по мере его перемещения внутри облака.

Льдообразующее воздействие моделируется внесением в задаваемый момент времени в область с задаваемыми координатами льдообразующих ядер задаваемой концентрации, которые далее считаются ледяными кристаллами, дальнейшая эволюция которых наряду с эволюцией других облачных частиц определяется микрофизическим блоком модели [7].

2. Результаты численных экспериментов

Проведены ЧЭ по моделированию различных вариантов АВ гигроскопическими и льдообразующими реагентами (в том числе комбинированных) на кучево-дождевые облака для нескольких данных зондирования. Получена зависимость результатов выбора оптимального момента и места воздействия от состояния атмосферы. Результаты ЧЭ (общее количество осадков выпавших к данному моменту времени) представлены на рис. 1 и в табл. 1.

Варьирование момента мелкодисперсного гигроскопического АВ выявило тенденцию к увеличению эффекта воздействия при его проведении на более ранних стадиях развития Сб.

Варьирование места введения мелкодисперсных гигроскопических частиц показало максимальный эффект при введении в центре восходящего потока.

Оптимальность льдообразующих АВ достигается на зрелой стадии развития конвекции при наличии переохлажденных областей внутри облака. Как правило, увеличение эффекта воздействия возможно при комбинированном АВ. Получено, что

эффект воздействия во многом определяется аэрозольным состоянием атмосферы (концентрацией ОЯК). Это имеет место и при воздействии льдообразующими реагентами. При континентальном распределении (т.е. при медленной автоконверсии и большим количеством ОК с задержкой выпадения осадков) это воздействие более эффективно, чем при морском (когда большая часть ОК переходит в ДК еще до воздействия).

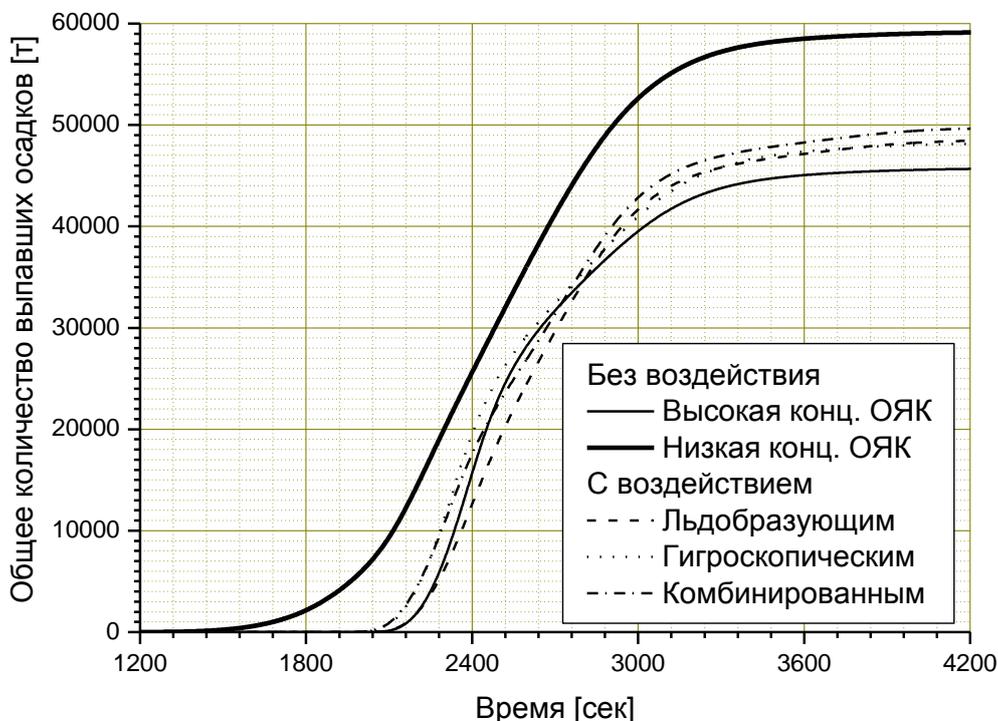


Рис. 1. Общее количество жидких осадков в серии ЧЭ по моделированию различных видов АВ гигроскопическими и льдообразующими реагентами. Тонкие сплошные линии - естественное развитие в условиях повышенной фоновой концентрации ОЯК, жирные - естественное развитие в условиях пониженной фоновой концентрации ОЯК. Остальные при АВ в условиях повышенной фоновой концентрации ОЯК мелкий пунктир - гигроскопическое АВ, пунктир - льдообразующими и штрих-пунктир - комбинированное АВ

Таблица 1

Общее количество жидких осадков (т) в серии численных экспериментов по моделированию различных видов АВ гигроскопическими и льдообразующими реагентами

	Общее количество	Изменение	Изменение (%)
Континентальные ОЯК естественное развитие	45696		
Морские ОЯК естественное развитие	59146	+13450	29.43
Континентальные ОЯК АВ ЛЯ 30 мин	48487	+2791	6.11
Континентальные ОЯК АВ ЛЯ 35 мин	48138	+2542	5.56
Континентальные ОЯК АВ ГСк 20 мин	48179	+2583	5.65
Континентальные ОЯК АВ ГСк 20 мин ЛЯ 30 мин	49682	+2986	6.53

При моделировании АВ крупными гигроскопическими частицами внутрь развитого конвективного облака получаемое максимальное увеличение общего количества выпавших осадков оказывается существенно меньшим (600 т) по сравнению с максимумами других моделируемых видов воздействия. Возможно, это относится только к моделируемым случаям отсутствия вертикального сдвига и поворота внешнего ветра.

Заключение

Полученные результаты позволяют высказать соображения относительно оптимальных технологий для увеличения осадков на основе результатов моделирования АВ.

Выбор способа: из трёх способов (гигроскопического, льдообразующего и комбинированного) большего эффекта следует ожидать от комбинированного.

При слабой конвекции без осадков предпочтительным может оказаться льдообразующий. АВ льдообразующим реагентом в область отрицательных температур в центральной части развитого конвективного облака.

При повышенной концентрации атмосферных ОЯК воздействия, основанные на гигроскопических эффектах мелкодисперсного аэрозоля следует производить в подоблачном слое ближе к центру и на начальном этапе развития, а при комбинированном АВ, наряду с вышеописанным гигроскопическим дополнительно также и льдообразующее по описанной схеме.

При пониженной и нормальной концентрации атмосферных ОЯК следует производить воздействия, основанные на гигроскопических эффектах крупнодисперсного аэрозоля, во внутриоблачном пространстве.

Список литературы

1. *Владимиров С. А.* (2005) Численное моделирование воздействия на процесс образования осадков в конвективных облаках с помощью засева гигроскопическими аэрозолями. *Метеорология и гидрология*, - 2005, № 1, - С.58- 69.

2. *Владимиров С. А.* Численное моделирование с параметризацией микрофизических процессов воздействий на осадки конвективного облака. Труды II международной конференции «Инновационные методы и средства исследований в области физики атмосферы, гидрометеорологии, экологии и изменения климата» Ставрополь 22–25 сентября 2015 г.

3. *Владимиров С. А.* Исследование влияния атмосферных аэрозолей (ОЯК) на развитие конвективного облака с использованием численных моделей. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Вопросы физики облаков. Атмосферные аэрозоли, активные воздействия. Сборник статей памяти *Н. О. Плауде.*, 2015 - С. 128–139.

4. *Владимиров С. А., Пастушков Р. С.* Опыт использования базовых блоков ГГО для построения численной модели проведения и оценки результатов активных воздействий на конвективные облака гигроскопическими и льдообразующими веществами с целью получения дополнительных осадков // Труды Всесоюзной конференции по активным воздействиям на гидрометеорологические процессы. Нальчик, 20–24 ноября 2011 г.

5. *Владимиров С. А., Пастушков Р. С.* Численное моделирование активных воздействий на грозовые кучево-дождевые облака гигроскопическими веществами с целью получения дополнительных осадков // Труды Всесоюзной конференции по атмосферному электричеству. Санкт-Петербург, 20–24 сентября 2012 г. - С. 49–50

6. *Довгальюк Ю. А., Веремей Н. Е., Владимиров С. А., Дрофа А. С., Затевахин М. А., Игнатьев А. А., Морозов В. Н., Пастушков Р. С., Синькевич А. А., Стасенко В. Н., Степаненко В. Д., Шаповалов А. В., Щукин Г. Г.* Концепция разработки трёхмерной модели осадкообразующего конвективного облака. Часть 1 // Труды Главной геофизической обсерватории. - 2008. - Выпуск 558. - С. 102–142.

7. *Довгальюк Ю. А., Веремей Н. Е., Владимиров С. А., Дрофа А. С., Затевахин М. А., Игнатьев А. А., Морозов В. Н., Пастушков Р. С., Синькевич А. А., Стасенко В. Н., Степаненко В. Д., Шаповалов А. В., Щукин Г. Г.* Концепция разработки трёхмерной модели осадкообразующего конвективного облака. Часть 2 // Труды Главной геофизической обсерватории. – 2010. – Выпуск 562. - С. 110–143.

8. *Пастушков Р. С.* Численное моделирование активных воздействий на конвективные облака. Актуальные направления, нерешённые задачи, возникающие вопросы (по публикациям 2007–2010 гг.) // Труды Всесоюзной конференции по активным воздействиям на гидрометеорологические процессы. Нальчик, 20–24 ноября 2011 г.

9. *Пастушков Р. С.* Опыт использования базовых блоков ГГО для численного моделирования активных воздействий на грозовое кучево-дождевое облако льдообразующими веществами // Труды Всесоюзной конференции по атмосферному электричеству. Санкт-Петербург, 20–24 сентября 2012 г. С. 181–183

10. *Плауде Н. О., Паришуткина И. П., Владимиров С. А., Сосникова Е. В., Стулов Е. А., Монахова Н. А.* Вариации облачных ядер конденсации, возможное влияние на облачные процессы. // Труды Всесоюзной конференции по активным воздействиям на гидрометеорологические процессы. Нальчик, 20–24 ноября 2011 г.

11. *Шметер С. М., Берюлёв Г. П.* Эффективность искусственной модификации облаков и осадков с помощью гигроскопических аэрозолей. 2005 Метеорология и Гидрология, № 2, с. 43–60.

12. *Kessler E.* On the Distribution and Continuity of Water Substance in Atmospheric Circulations // Meteorological Monographs, 1969, V.10, No.32. - 84 pp.

13. *Kunkel B. A., Silverman B.A.* A comparison of the warm clearing capabilities of some hygroscopic materials., //J.Appl.Meteor. 1970, v.9, pp 634–638.

14. *Mather G. K., Terblanche D. E., Steffens F. E., and Fletcher L.* Results of the South African cloud-seeding experiments using hygroscopic flares. J. Appl. Meteor., 1997, v.36, pp.1433–1447.

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ВЕСЕННИМ ПОЛОВОДЬЕМ 2016 ГОДА В СЗФО РФ НА ПРИМЕРЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ В РАЙОНЕ Г. ВЕЛИКИЙ УСТЮГ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Гильманов А. В., Ефимов С. М.

**Северо-Западный региональный центр по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий**

I. Общая характеристика территории

В состав Северо-Западного федерального округа (далее - СЗФО) входит 2 республики (Республика Карелия, Республика Коми), 7 областей (Архангельская, Вологодская, Мурманская, Ленинградская, Калининградская, Новгородская, Псковская), 1 автономный округ (Ненецкий АО) и 1 город федерального значения - г. Санкт-Петербург.

Площадь региона - 1 687 тыс.км² или 9,9 % территории России.

Население

На территории проживает 13 660 000 человек (10 % населения России).

Плотность населения 8,1 человека на 1 км²

Городское население - 83,7 %

Сельское население - 16,3 %

Административный центр региона - г. Санкт-Петербург.

Природные условия. СЗФО занимает северо-западные и северные районы Русской равнины, а также о. Новая Земля, о. Вайгач, о. Колгуев, о-ва Франца-Иосифа. Большая часть территории представляет собой всхолмленную низменную равнину. Вдоль побережья - полоса приморских низменностей с песчаными дюнами. Они сливаются с приречными низинами Онеги, Северной Двины, Мезени, Печоры. На Кольском полуострове расположены невысокие горные массивы - Хибин. Полуостров

медленно продолжает подниматься, поэтому случаются землетрясения силой до 5 баллов. Рельеф большей части Кольского полуострова и Карелии представляет собой скалистое плато со средней высотой 150–200 м над уровнем моря.



Климат. Территория СЗФО находится в пределах трех климатических поясов: арктического (внутриарктическая область), субарктического (атлантическая область) и умеренного (атлантико-арктическая и атлантико-континентальная европейская области). Континентальность нарастает с северо-запада на юго-восток.

Характер рельефа обеспечивает свободное проникновение атлантических воздушных масс далеко на восток и арктических - на юг. В переходные периоды продвижение арктического воздуха вызывает резкое понижение температуры и заморозки.

Средняя температура января снижается с юго-запада на северо-восток (от 0 до -20⁰С). В январе самые низкие температуры могут опуститься до -40⁰С, а на северо-востоке - даже до -55⁰ С.

Летние температуры изменяются субширотно: от +4⁰ до +17⁰С.

Годовое количество осадков колеблется от 400 до 800 мм, на большей части территории - от 500 до 650 мм. В целом климат региона характеризуется неустойчивыми погодами с развитой циклональной циркуляцией воздушных масс (около 140 дней в году в регионе с циклонами). Увлажнение избыточное и достаточное, поэтому много рек, озер, болот.

Самое продолжительное время года - зима, которая длится до конца марта - начала апреля. Снежный покров лежит долго - в среднем от 120 до 250 дней.

Вегетационный период от 70 до 125 дней.

Гидрографическая сеть. Территория СЗФО выходит на побережье Белого, Баренцева и Балтийского морей. Береговая линия характеризуется большим количеством заливов и бухт. Крупнейшие морские порты: Мурманск, Кандалакша, Нарьян-Мар, Архангельск, Санкт-Петербург, Выборг, Калининград и др., а два из них являются незамерзающими (Калининград и Мурманск). Для прохода судов к Санкт-Петербургу в восточной части залива прорыт морской канал глубиной 10 м. Залив замерзает на 4 месяца, но навигация продолжается и зимой при помощи ледокола.

СЗФО характеризуется густой речной сетью, крупнейшие реки: Печора с притоками (Колва, Уса, Ижма), Мезень, Северная Двина, Пинега, Онега, Нева, Волхов и др. Реки многоводны, имеют просторные долины, широкие поймы. Для рек региона (особенно северо-запада) характерно весеннее половодье, связанное с таянием снега. Реки, вытекающие из озер, имеют естественно зарегулированный сток и равномерный режим в течение года. Реки находятся подо льдом с конца ноября и вскрываются обычно в конце марта - начале апреля. СЗФО называют «озерным краем»: на территории Карелии свыше 40 тыс. озер. Крупнейшие озера: Ладожское, Онежское, Выгозеро, Топозеро, Сегозеро, Пяозеро.

Основными рисками возникновения ЧС на территории Северо-Западного федерального округа являются: техногенные пожары, аварии в ЖКХ, аварии на энергокомплексах, лесные пожары и весеннее половодье. Раскроем риск возникновения ЧС на примере весеннего половодья 2016 года в г. Великий Устюг Вологодской области.

II. Прогноз обстановки, обусловленной весенним снеготаянием 2016 года в районе г. Великий Устюг

Общая информация

В районе г. Великий Устюг и прилегающих к нему населенных пунктах практически ежегодно возникает угроза наводнения. Наиболее вероятен риск затопления при образовании ледяных заторов. Частому образованию заторов на р. Сухона способствуют как морфологические особенности реки и ее притоков, так и метеорологические факторы, определяющие сроки и характер вскрытия этих рек.

В последние 100 лет в районе Великого Устюга наблюдалось 6 катастрофических наводнений, вызванных заторными явлениями в период весеннего половодья - в 1929, 1936, 1953, 1979, 1991, 1998 гг.

В частности, в результате наводнения 1998 г. в зоне затопления оказалось 25 населенных пунктов с общей численностью населения 38960 человек, всего пострадало 1986 домов и зданий и 7752 человека.

В 3.00 5 мая 1998 года уровень воды в реке Сухоне в г. Великий Устюг составил визуально 980 см, так как метеопост был затоплен (по уточненным замерам после спада уровня воды максимальный уровень составил 962 см).

Справочно: года затоплений - 1927, 1929, 1930, 1931, 1934, 1936, 1942, 1946, 1948, 1953, 1957, 1959, 1969, 1979, 1984, 1991, 1998, 2013 г.

Сравнение гидрометеорологических условий 1998 и 2016 годов:

1. Максимальные уровни воды в зимний период (см):

	декабрь	январь	февраль	март
1997–1998 гг.	281	164	122	86
2015–2016 гг.	674	512	360	349

2. Минимальная температура воздуха (°С):

	январь	февраль	март
1998 г.	-30,4	-30,6	-13,8
2016 г.	-32,0	-11,0	-16,0

3. Максимальные снегозапасы:

1998 г. - 198 мм;

2016 г. - 154 мм.

4. Максимальная толщина льда:

1998 г. - 68 см;

2016 г. - 55 см.

5. Максимальное промерзание почвы:

1998 г. - 36 см;

2016 г. 32 см.

Вероятность наводнений в районе Великого Устюга составляет 0,28 (в среднем 1 раз в 3–4 года), при этом характер опасного гидрологического явления они приобретают 1 раз в 15–20 лет. Угроза затопления города возникает уже при достижении отметки 690–700 см (46,6–46,7 мБС).

Прогноз на 2016 год

В районе Великого Устюга сложная обстановка сложилась в декабре 2015 года, где в период ледообразования в нижнем течении реки Сухона сформировалось два зажора льда: первый мощный зажор в районе водомерного поста Каликино, второй - на участке Мединицино - Подсосенье.

Вследствие теплой погоды в первой декаде декабря 2015 года на реках Сухона, Юг и Северная Двина сформировались снего-дождевые паводки, с повышением уровней воды на 50–110 см.

Теплая погода, приток воды с верхней и средней Сухоны и ее притоков способствовали началу ледохода в районе г/п Каликино зажор льда ниже по течению был разрушен. Голова ледохода сместилась вниз по течению в районе г. Великий Устюг. Продолжались подъемы уровней воды. На участке д. Новатор - г. Великий Устюг отмечался густой ледоход, который постепенно вышел в р. Малая Северная Двина.

В результате произошла остановка ледохода и начал формироваться затор из льда и шуги на участке Демьяново (Бобровниково) - Великий Устюг. Затор льда уплотнился. Голова затора наблюдалась в районе н.п. Аристово, конец затора - ниже автомобильного моста через реку Сухона в г. Великий Устюг (длина затора составляет около 9 км). Данный затор образовался на затороопасном участке с повторяемостью 75 %.

Максимальный уровень в декабре 2015 года в районе г. Великий Устюг отмечался 23 декабря - 674 см (при НЯ - 720 см, ОЯ - 960 см).

В связи с понижением температуры воздуха в январе 2016 года на территории Вологодской области возобновилось ледообразование на реках. Затор льда, сформировавшийся на реках Сухона и Северная Двина в районе г. Великий Устюг, сохранился в течение зимнего периода, что является предпосылкой к формированию мощного затора в период весеннего половодья. Уровни воды сохранялись высокими.

За весь период гидрологических наблюдений такой мощности и на таких высоких уровнях осенних заторов на этом участке реки не наблюдалось. По продолжительности формирования и по величине подпора уровня воды затор льда на выходе на р. Северная Двина ниже г. Великий Устюг следует отнести к очень мощному для осени. За последние 100 лет наивысшие уровни воды при ледоставе наблюдались осенью 1953 и 2006 г. г.

Ледоход в 2016 году прогнозировали в сроки, близкие к норме или на 3–5 дней раньше. Вскрытие рек ожидалось в пределах нормы, центральные и западные районы первая декада апреля, восточные районы вторая декада апреля. Возможно изменение сроков вскрытия рек, обусловленное погодными условиями в апреле месяце. Средняя месячная температура воздуха на территории Вологодской области в марте 2016 года ожидалось в пределах нормы (-5-6°C), месячное количество осадков на территории

Вологодской области ожидалось в пределах нормы (20–40 мм). С учетом складывающейся сложной затороопасной обстановкой на рр. Сухона, Юг и Северная Двина, в 2016 году прогнозировался высокий риск затопления части г. Великий Устюг и близлежащих населенных пунктов.

Сценарий 1 (неблагоприятный). Условия для неблагоприятного развития паводковой обстановки: снеготалоходы в пределах нормы, сохранение повышенного температурного режима в марте - апреле, толщина льда ниже нормы, уменьшение объема льда в заторе, затяжной переход от отрицательных температур воздуха к положительным во время весеннего половодья.

При неблагоприятных условиях и сохранении затора в районе города Великий Устюг прогнозировалось достижение и превышение неблагоприятного уровня (НЯ - 720 см).

Сценарий 2 (крайне неблагоприятный). Условия для наихудшего развития паводковой обстановки: высокие снеготалоходы, отрицательные температуры ниже нормы в январе, теплая погода в феврале, первой половине марта и установление холодной погоды во второй половине марта - апреле и далее резкий переход температур воздуха от отрицательных к положительным во время весеннего половодья, нарастание толщины льда выше среднееголетних значений на 20 % и более, сохранение высоких уровней воды, уплотнение тела затора, формирование новых весенних заторов льда на опасных участках.

При неблагоприятных условиях и образовании затора в районе города Великий Устюг прогнозировалось превышение неблагоприятного и достижение критического уровня (НЯ - 720 см, ОЯ - 960 см).

С учётом многолетних наблюдений и данных условий, в зоне подтопления в результате заторных явлений в городе Великий Устюг (по данным администрации г. Великий Устюг) при подъеме уровней воды могут оказаться:

- 6 метров - в зоне затопления окажется 21 улица, 3 переулка, 629 жилых домов, 1993 чел.

- 7 метров - в зоне затопления окажется 19 улиц, 6 переулков, 696 жилых домов, 2751 чел.

- 8 метров - в зоне затопления окажется 31 улица, 8 переулков, 2 микрорайона, 1563 жилых дома, 9180 чел.

- 9 метров - в зоне затопления окажется 36 улиц, 13 переулков, 2 микрорайона, 2273 жилых дома, 12494 чел.

III. Анализ обстановки, обусловленной весенним снеготаянием 2016 года в районе г. Великий Устюг

15.04.2016 года в 12.00 на территории Великоустюгского МР зафиксирована подвижка льда в районе населенного пункта Нижнее Голузино, Подсосенье. Пошел лед, волна около 50 см.

По состоянию на 17.00 15.04.2016 голова ледохода прошла г. Красавино. Наблюдалось интенсивное движение льда в направлении н.п. Приводино Архангельской области. Ледоход проходил на уровнях ниже прогнозируемых.

16.04.2016 в 12:00 в Великом Устюге подтоплено 306 придомовых территорий с населением 800 человек, в Юдинском сельском поселении (н.п. Дудино, Коробово, Рогозинино, Федоровское) - 15 придомовых территории с населением 44 человека, а также в н.п. Кузино подтоплено 70 придомовых территорий с населением 278 человек (всего 391 придомовые территории с населением 1122 человека).

Была проведена повторная воздушная разведка вертолетом Ми-8 МЧС России, по итогам которой произведен подрыв затора ниже н.п. Демьяново 800 кг ВВ.

По состоянию на 14.00 в Великом Устюге подтоплено 306 придомовых территорий с населением 800 человек, в Юдинском сельском поселении (н.п. Дудино, Коробово, Рогозинино, Федоровское) - 15 придомовых территории с населением 44 человека, а также в н.п. Кузино подтоплена 70 придомовых территорий с населением 278 человек (всего 391 придомовые территории с населением 1122 человека).

За период с 08 по 14 апреля 2016 года возведено льдосдерживающее сооружение (перемычка) на р. Сухона в районе населенного пункта Исады. С поставленными задачами справилась.

Всего в ходе прохождения половодья на территории района было подтоплено 2674 придомовых территории, пострадало свыше 8000 человек (8029).

IV. Выводы

Прогноз весеннего половодья в г. Великий Устюг Вологодской области был составлен отделом мониторинга и прогнозирования «ФКУ ЦУКС ГУ МЧС России по Вологодской области». В ходе составления прогноза использовалась информация из Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, в том числе из филиала ФГБУ Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды «Вологодский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Кроме того, при составлении прогноза применялся космический мониторинг прохождения половодья. Однако космический мониторинг был не эффективен ввиду того, что космоснимки приходили с запозданием (1–3 дня). Данная проблема связана с большими временными затратами на согласование заявки для проведения космического мониторинга.

Весеннее половодье в г. Великий Устюг Вологодской области развивалось в соответствии с крайне неблагоприятным сценарием развития. В соответствии с данным сценарием прогнозировалось превышение неблагоприятного и достижение критического уровня, а именно: прогнозировалось, что в зоне затопления окажется 36 улиц, 13 переулков, 2 микрорайона, 2273 жилых дома, 12494 чел. В результате весеннего половодья подтоплены 2674 придомовых территории, пострадало 8029. Оправдываемость прогноза составила 85 %.

ОБНАРУЖЕНИЕ РЯДА НАДОБЛАЧНЫХ ТРОПОСФЕРНЫХ СВИДЕТЕЛЬСТВ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА ГРОЗЫ И АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ

*Гонсировский Д. Г., *Анаев М. А.*

***Главное управление МЧС РФ по Кабардино-Балкарской Республике**

В службах Гражданской защиты МЧС РФ при прогнозировании чрезвычайных ситуаций считается целесообразным осуществлять учёт всех их источников, включая ранее неизвестные. К примеру, применительно к территории Северного Кавказа имеются работы С. Акимова, А. Х. Аджиева и Е. М. Богаченка по изучению гроз. В Великобритании начали обращать внимание на участие космических лучей в этом процессе. Актуальна проблема разработки приборного обеспечения и формирования временных рядов данных, пригодных для корреляционных сопоставлений с другими показателями сопутствующих природных процессов. Сейчас в России в науке по это-

му профилю [1–4] разрабатывается СолнечноВетровая Инжекционная гипотеза, признающая существование так называемых СВИ-блем (аналога астроблем) (рис. 1).

Удалось даже сфотографировать, как в основании несомненно вызванных притоком солнечноветровых компонент полярных сияний проходят грозы с молниями (рис. 2). Спутниковыми радарными снимками задокументированы как следствие инъекций сверхвысокие (до 16 – 20 км) столбообразные облачные «горячие башни» над циклонами – с температурой около плюс 30 °С на вершине при минус 35 – 50 °С вокруг (ураган «Катрина» 2005 г., тайфун «Франциско» 2013 г. и др.) (рис. 3, 4). Возникновение особо катастрофического подъёма водяного вала в двух «пятнах смерти» (по И. Днестрянскому и Ю. Лобановскому) при наводнении в г. Крымске в 2012 г. увязывается с подобными, привносящими в данном случае не град, а воду, «горячими башнями» (рис. 5) [2, 3].



Рис. 1.

Продолжение свидетельства весьма вероятной весомости гипотезы о наличии процесса воздействия солнечного ветра как элемента космической погоды на грозы и атмосферные осадки путём инжекций. Наверное, при этом образуются по ходу действия такие надоблачные «горячие башни», которые зафиксированы над «Катриной» 2005 г., многими ей подобными тропическими циклонами и предполагаемыми им подобными феноменами на внетропических широтах. (Некоммерческий образовательный рисунок)



Поток солнечного ветра ударил по магнитному полю Земли в конце часа ночи 7 июня 2015 г., что вызвало геомагнитный шторм G-2 класса с пиком проявления 08.06.2015г. Фотограф Томас Харлан стал свидетелем одновременной картины полярных сияний, серебристых облаков на высоте около 82 км и молний из грозовых облаков, которая образовалась выше Бейкер-Лейк (провинция Альберта, Канада). И заснял её (http://spaceweather.com/images2015/08jun15/nic_strip.jpg). Очень вероятно, что в надоблачное тропосферное пространство из области полярных сияний внедрялись солнечноветровые инжекции, образуя "горячие башни".

Рис. 2.

Продолжение свидетельства весьма вероятной весомости гипотезы о наличии процесса воздействия солнечного ветра как элемента космической погоды на грозы и атмосферные осадки путём инъекций. Наверное, при этом образуются по ходу действия такие надоблачные «горячие башни», которые зафиксированы над «Катриной» 2005 г., многими её подробными тропическими циклонами и предполагаемыми им подробными феноменами на внетропических широтах. (Некоммерческий образовательный рисунок),

На рисунках для ТЦ «Катрина» 2005 г. и «Francisco» 2013 г. зафиксированы трековые (как в камере Вильсона) конденсационные следы солнечноветровых инъекций. Визуально это высокие облачные башни. На поверхность Земли под ними выпадают особо обильные ливни.



Парафраз отпрепарированного в NASA радиолокационного снимка с КА TRMM урагана "Катрина" 2005 г. Облачные "тепловые башни" ("hot towers") рассматриваются как следствие конденсации водяных паров на пути пролёта инъекций ступков отсоединившихся в геомагнитосферу компонент солнечного ветра (трековая гипотеза). Суть явления можно соотносить и с начальными этапами формирования тропических циклонов (тропическими депрессиями, тропическими штормами). Подтверждение по соседству - всплески авроральной активности.

Рис. 3.

Свидетельство того, что «горячие башни», как и у «Катрины», соотносятся не только с «глазом» циклона, но и с местами далеко от этого «глаза». Вплоть до такой удалённой периферии, что возникает мнение о независимости линейной цепочки инжекций на западе от тайфуна на востоке. Как показывают наблюдения за некоторыми тропическими штормами и тропическими депрессиями, «горячие башни», может быть, и не нуждаются в наличии «глаза». Гипотетически можно пойти в рассуждениях и дальше – может быть самые мощные из них и сотворяют эти самые «глаза». (Некоммерческий образовательный рисунок).

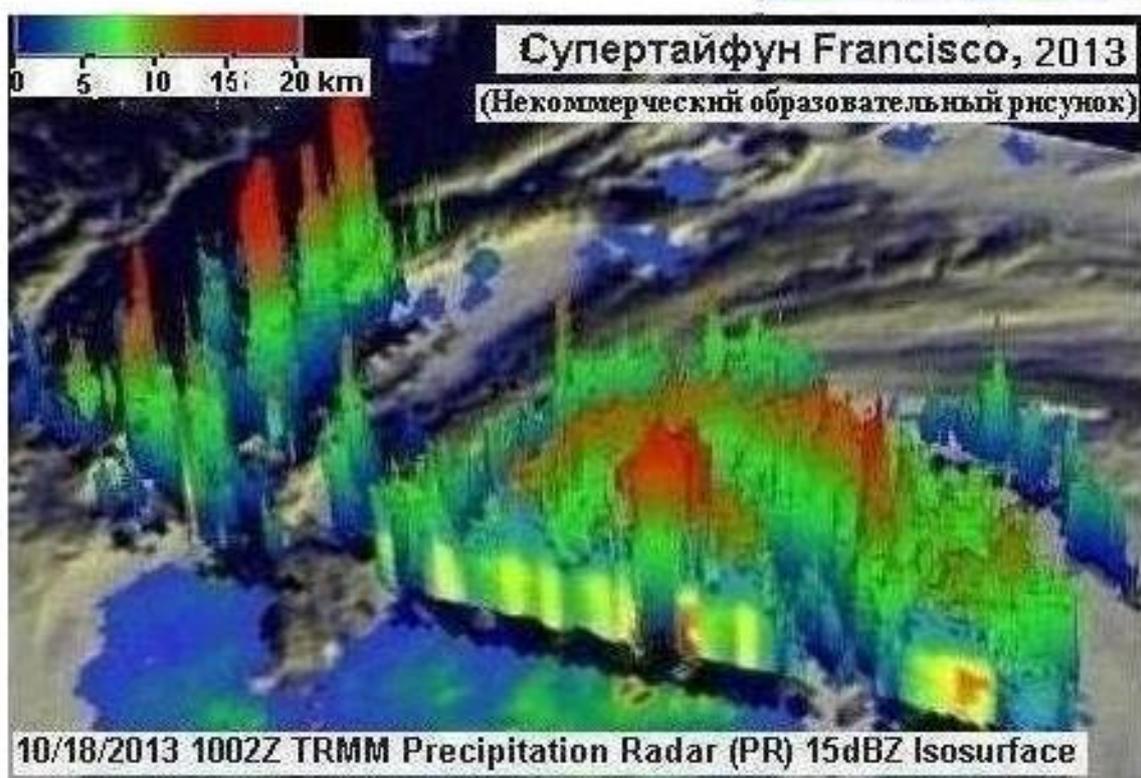


Рис. 4.



Рис. 5.

Большая благодарность архивистам указанных в докладе сайтов с фактическими данными по разрабатываемой научной тематике.

Литература

1. Гонсировский Д. Г. Вклад Башкаринских 2008 года работ МЧС России в опознание прилетающих к Земле солнечноветровых плазменных сгустков как фактора космопогодозависимой метеогляциоэкогеодинамики // Проблемы снижения природных опасностей и рисков (ГЕОРИСК - 2012) : Материалы VIII Междунар. науч.-практич. конф. по проблемам снижения природных опасностей и рисков («Геориск-2012») (18–19 окт. 2012 г., Москва, ИГЭ РАН, ВНИИ ГО ЧС-ФЦ, РФФИ). Т. 1. М., 2012. С. 48–53. Интернет-ресурс www.library.bscnet.ru/store/books/Risks_1.pdf.
2. Гонсировский Д. Г. Эпигноз начальной ситуации при наводнении в городе Крымск 7 июля 2012 года с позиции наличия феномена инъекций сгустков компонент солнечного ветра в приповерхностную область Земли как фактора космопогодозависимой метеогляциоэкогеодинамики // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций : Доклады и выступления на XII науч.-практич. конф. (17–18 окт. 2012 г., пос. Быково Подольск. р-на Моск. обл., Центр «Антистихия» МЧС РФ). М., 2012. С. 127–132.
3. Гонсировский Д. Г. Взгляд на предвалявшие наводнения 2012 г. в Крымске и 2002 г. на Кавказских Минеральных Водах земные атмосферные синоптические барические депрессионные детали как на следствие солнечноветровых инъекций в роли фактора космопогодозависимой метеогляциоэкогеодинамики // Восьмая конференция «Физика плазмы в Солнечной системе» : Сб. тез. докл. (4–8 фев. 2013 г., Москва, Ин-т космич. исслед. Рос. акад. наук) [Электронный ресурс]. М. : ИКИ РАН : Интернет-ресурс http://plasma2013.cosmos.ru/sites/plasma2013.cosmos.ru/files/Abstract_Book_IKI_Plasma-2013.pdf, (25.01.2013). 1 электрон. опт. диск. С. 106–107.

4. Гонсировский Д. Г. Аналитическая сводка неблагоприятных ситуаций, соотносимых с проявлениями космопогодозависимой метеогляциоэкогеодинамики (вследствие действия прорывных инжекций в приповерхностную область Земли сгустков отсоединившихся в геомагнитосферу компонент геозффективного солнечного ветра) // Геодинамические процессы и природные катастрофы. Опыт Нефтегорска : Сб. материалов Всероссийской науч. конф. с международ. участием (26–30 мая 2015 г., Южно-Сахалинск, ИМГиГ ДВО РАН). Владивосток : Дальнаука, 2015. Т. 2. С. 50–54. Интернет-ресурс www.imgg.ru/uploads/_publications/975/ : www.imgg.ru/ru/news/100 + Презентационное граф. приложение. 1 л., 3,4 авт. л.

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗ ЗАТОРНЫХ НАВОДНЕНИЙ НА РЕКЕ СУХОНЫ У Г. ВЕЛИКИЙ УСТЮГ. ОСОБЕННОСТИ ПОЛОВОДЬЯ ВЕСНОЙ 2016

*Горошкова Н. И., Георгиевский Д. В., *Полякова В. С.*

ФГБУ «Государственный гидрологический институт»,

***Вологодский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды**

Заторные явления - неотъемлемая составная часть процесса вскрытия Сухоны, Юга и Малой Северной Двины. Большой объем льда в речных руслах, значительные скорости течения воды (0,6 м/с и более), множество русловых препятствий для движения льдин в виде излучин, перекатов, островов - все это создает достаточные условия для образования мощных скоплений льда при вскрытии этих рек.

Замерзание Сухоны обычно начинается в конце октября, а Юга и Малой Северной Двины - в первой декаде ноября и сопровождается осенними шугоходом и ледоходом. Продолжительность осеннего ледохода (шугохода) колеблется от 1–5 до 30–40 дней и более. Наибольшая его продолжительность (50–60 дней и более) характерна для низовьев Сухоны и Малой Северной Двины.

Для этих рек, как и для большинства рек Севера и Северо-Запада ЕТР, характерны осенние зажоры, с толщиной скопления шуги и раздробленного льда до двух-четырёх метров. Размыв шуги водным потоком и таянием ее под воздействием теплового потока от дна, уменьшает шуговой слой к началу вскрытия реки. Интенсивность этого процесса зависит от удельного расхода воды подо льдом и суровости зимы и может достигать 5–10 см/сутки. Но чаще всего ко дню вскрытия в руслах рек этих регионов сохраняется значительное количество шуги. Весной у верхней границы зажоров образуются мощные заторы льда.

Максимальные уровни воды у г. Великого Устюга зависят от расположения заторов относительно узла слияния Сухоны и Юга. Заторы образуются в пределах многочисленных перекатов и в самом узле слияния рек. Место расположения заторов изменяется от года к году. Чем дальше от Великого Устюга находится голова затора и больше его мощность, тем больше вклад заторной составляющей в изменение максимальных уровней в устье Сухоны. Наивысший уровень воды наблюдался при заторе льда 19 апреля 1953 года. Он составил 969 см над «0» графика гидрологического поста.

Затопление поймы Сухоны в районе г. Великого Устюга происходит при уровне 936 см над нулем «0» поста. Выдающиеся весенние наводнения отмечались в Великом Устюге в: 1761, 1807, 1817, 1872, 1903, 1914, 1917, 1936, 1939 годах.

Уровни воды Сухоны у г. Великий Устюг поднимаются на 8 м над уровнем воды зимней межени (57,7 м БС) в среднем 1 раз в 10 лет, на 7 м - 1 раз в 7 лет. Продолжительность затопления поймы и низкой надпойменной террасы затопления незначительна - 1–4 дня.

Затопление городской территории, расположенной на высокой пойме, начинается, если заторный уровень превысит меженный зимний на 5–6,5 м. Наибольшие бедствия приносят подъемы воды выше 7,5 м. При подъеме воды в Сухоне на 8 м (1 раз в 11 лет, продолжительность - 1–2 дня) затапливается почти вся северо-восточная часть города.

В 1998 г были затоплены 1/3 северо-восточной части города Великий Устюг и 24 населённых пункта с общей численностью населения 39 тысяч человек. Пострадало 8 тысяч человек. Общий ущерб составил 300 млн. руб. в ценах 1998 года.

В 2016 г за время стояния затора в г. Великий Устюг и населенных пунктах вокруг него было затоплено 22 населенных пункта, почти 3 тысячи придомовых территории с населением 7,5 тысяч человек. Предварительный материальный ущерб, по оценке правительства Вологодской области, составил до 533,1 млн. руб.

Методики прогнозов максимальных заторных уровней

К настоящему времени разработаны три методики прогнозов максимальных заторных уровней воды для р. Сухона. Первая составлена для участков у д. Каликино и г. Великий Устюг в Государственном гидрологическом институте (ГГИ) в 1994 г., со средней заблаговременностью 7 суток. Вторая - в 2002 г. в МГУ для г. Великий Устюг, со средней заблаговременностью 2 суток.

Третья методика разработана также в ГГИ в 2014 г. В ней учтены основные показатели процесса заторообразования и данные наблюдений по 2010 год. При ее разработке использованы результаты гидравлического моделирования, выполненные в русловой лаборатории института.

Для краткосрочного прогноза максимальных заторных уровней у г. Великий Устюг были выбраны наиболее информативные показатели, по которым составлены следующие уравнения:

1) на дату выпуска прогноза вскрылись Сухона у Тотьмы и Юг у Кичменгского Городка;

2) на дату выпуска прогноза вскрылась только Сухона у Тотьмы;

3) на дату выпуска прогноза вскрылся только Юг у Кичменгского Городка.

Учитывались максимальная толщина ледяного покрова Сухоны у Великого Устюга (см); максимальный при ледоставе уровень воды Сухоны у Великого Устюга (см); уровни воды рек Ёма (правый приток Сухоны) у д. Новое, Сухоны у г. Тотьма и Юга у с. Кичменгский Городок на дату выпуска прогноза (см).

Дата выпуска прогноза приурочена к дате осуществления двух событий из трех: превышения уровня Нлдст у Великого Устюга, вскрытия Сухоны у Тотьмы или Юга у Кичменгского Городка. Заблаговременностью прогноза составляет от 1 до 7 суток и зависит от водности реки при вскрытии. При небольшой водности это 6–8 суток, при большой - 1–3 суток.

Приемлемые прогностические зависимости установлены по данным наблюдений за 1950–2008 гг. также для трех заторных участков (Сухона -д. Каликино, Юг -д. Гаврино, Сев. Двина - д. Медведки), где значителен вклад в формирование заторных максимумов расходов воды.

Разработанные локальные методики прогнозов максимальных заторных уровней воды следует отнести к категории удовлетворительных

Разработанные прогнозные зависимости внедрены в практику Вологодского филиала Северного УГМС, успешно применяются и имеют хорошую оправдываемость.

Как показывает опыт применения прогнозных методик, все они нуждаются в уточнениях по мере накопления материалов наблюдений и особенно после прохождения выдающихся наводнений.

Уникальным по прогнозированию оказался паводок весной 2016 года. Прогноз достижения неблагоприятных отметок затопления был выпущен гидропрогнозистами в начале февраля 2016 года, за 2,5 месяца до начала паводка. Уровень прогнозировался выше 9 м.

По наблюдениям специалистов Вологодского ЦГМС гидрологическая ситуация, складывавшаяся осенью 2015 года, предвещала возникновение к началу весеннего половодья очень высокого заторного наводнения. Поэтому было решено, что специалисты ГГИ и Вологодского ЦГМС проведут совместные экспедиционные обследования образовавшегося в районе г. Великий Устюг мощного затора льда.

Заторные явления зимне-весеннего периода 2015–2016 гг.

На реках Сухона, Юг и Северная Двина в районе г. Великий Устюг в результате формирования серии мощных заторов льда, вызванных аномальными условиями замерзания рек осенью 2015 года, сложилась исключительно сложная ледовая обстановка, которая привела к катастрофическому наводнению весной 2016 года.

За весь период гидрологических наблюдений на этом участке реки никогда не отмечался уже сформировавшийся осеннее-зимний затор при столь высоких уровнях более 600 см над нулем поста. Низкие зимние температуры, особенно в январе, способствовали усилению процесса уплотнения затора и сохранению затора до начала весеннего половодья.

Наибольшей мощности затор льда достиг 23 декабря 2015 г. ниже г. Великий Устюг в истоке р. Малая Северная Двина. При этом был зафиксирован самый высокий уровень воды для декабря за период наблюдений с 1881 по 2015 гг. - 674 см, превысивший среднемноголетний ледоставный уровень на 4–5 м.

За последние 100 лет наивысший уровень воды при ледоставе наблюдался осенью 2006 г.

Для оценки фактического состояния ледяного покрова на затороопасных участках, разработки рекомендаций по снижению уровня воды в р. Сухона в период прохождения весеннего половодья и принятия своевременных мер по предотвращению затопления прибрежных районов г. Великий Устюг была выполнена серия полевых экспедиционных обследований заторных участков на реках Сухона и Северная Двина.

Полевые работы включали в себя измерения глубины реки, снежного покрова на льду, толщин льда и шуги, высоты торосов на предварительно разбитых створах поперечников, выбранных с учетом рекомендаций специалистов Вологодского ЦГМС и текущей ледовой обстановки. Представлены результаты рекогносцировочного обследования заторных участков.

В результате выполненных исследований были построены 27 поперечных профилей. На рисунке 25 приведена картосхема их нахождения в нижнем течении рек Сухона и Юг и истоке реки Северная Двина.

14.04.2016 начался ледоход в нижнем течении Сухоны, который сопровождался заторными остановками на участке Полдарса (79 км) - Каликино (39 км). Уровень воды по г/п Каликино составил 1211 см, что выше максимального наблюденного на 159 см, уникальная цифра - подъем уровня над меженным до высоты пятиэтажного дома.

16.04.2016 в 12.36 уровень воды по в/п Великий Устюг кратковременно достигал отметки 964 см и всего на 5 см был ниже исторического максимума 1953 г. Обеспеченность такого уровня составляет около 1 %, повторяемость 1 раз в 100 лет.

По г/п Великий Устюг уровень воды на отметке близкой к опасной 900–950 см удерживался 5 суток. Еще один рекорд паводка 2016 года, никогда еще так долго не удерживались неблагоприятные, близкие к опасному явлению уровни.

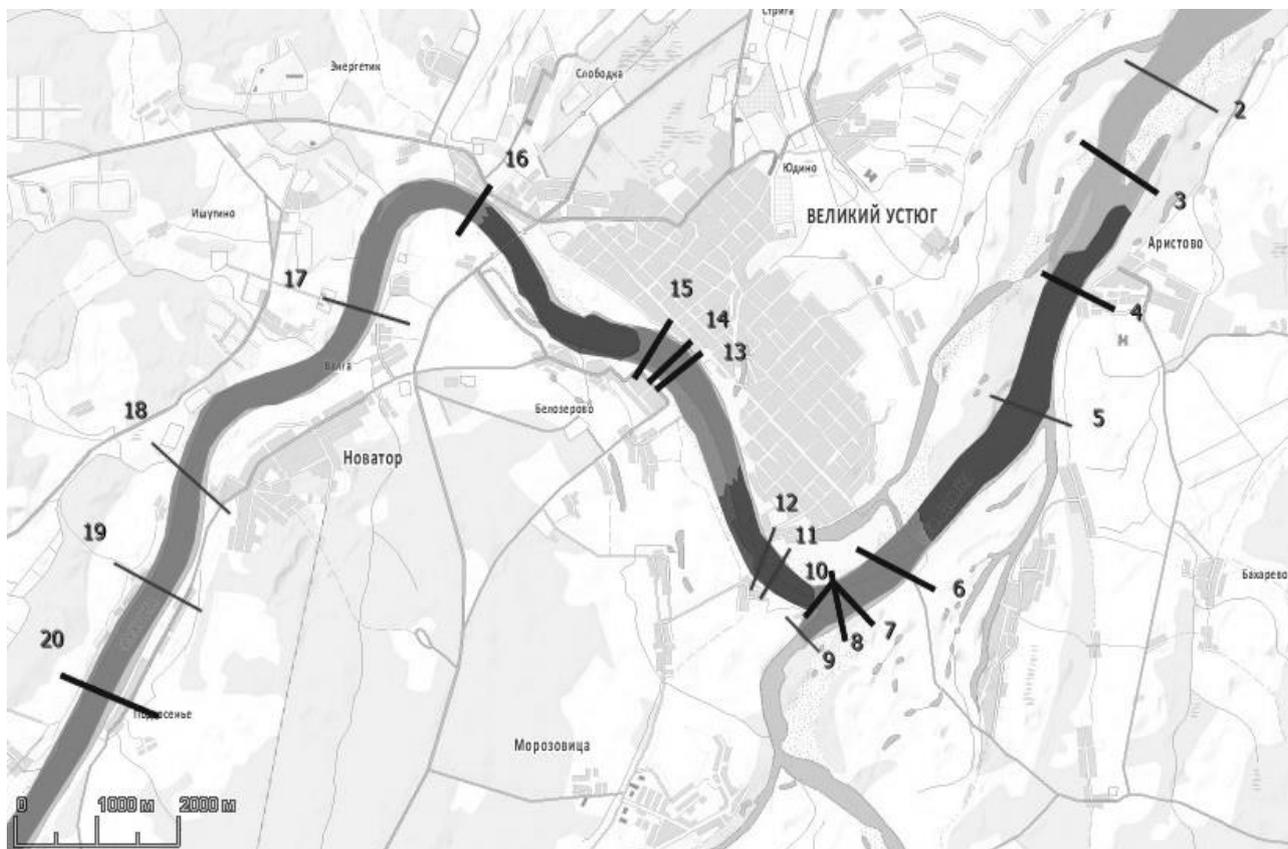


Рис.1. Расположение поперечных профилей на реках Сухона, Юг и Северная Двина. Темной заливкой выделены участки местонахождения голов затворов

По продолжительности сохранения исключительно высоких уровней воды, мощности затворов и масштабу неблагоприятного воздействия, условия, сложившиеся весной 2016 г. в районе г. Великий Устюг являются экстремальными и не имеют аналогов за историю наблюдений.

На основе анализа полученных материалов зимних обследований были даны предварительные рекомендации по проведению превентивных мероприятий в период подготовки к пропуску паводка весной 2016 года.

В ГГИ была выполнена работа по физическому моделированию процессов в узле слияния Сухоны, Юга и Севной Двины и в результате проведения комплексных полевых, теоретических и экспериментальных исследований была разработана комплексная схема мероприятий по защите г. Великий Устюг от наводнений, включающая в себя следующие мероприятия:

- строительство малой защитной дамбы с отметкой верха 59,8 и БС и ее надежную защиту;
- берегоукрепление левого вогнутого берега реки Сухоны на приустьевом участке;
- регулярные подрезки пляжа у правого выпуклого берега Сухоны с сохранением морфологии переката между участком подрезки и мостовым переходом через реку;

- создание системы свайных шпор в р. Сухона, на расстоянии 12–18 км от устья (40 м между сваями, 120 м на фарватере);

- создание малых русловых карьеров в Сухоне для задержки ледяных полей.

Для экономии денежных средств при планировании ежегодных превентивных противозаторных мероприятий на затороопасных участках рек необходимо обязательно учитывать результаты гидрологического прогноза, выпускаемого Росгидрометом и в случаях, когда прогнозируются невысокие уровни - не проводить финансово-затратные мероприятия (взрывные, ледорезные) работы.

Анализ показывает, что противозаторные мероприятия не снижают существенно высоты максимальных заторных уровней, но имеют большой психологический эффект(взрывают -значит работают), что не исключает необходимости дальнейшего исследования эффективности существующих противозаторных работ, используя информацию от ведомств и организаций, занимающихся этими работами, а также учитывая гидрометеорологическую информацию.

При использовании прогнозных методик необходимо иметь в виду, что в условиях изменения климата могут изменяться вклады факторов процесса заторообразования в формирование заторных максимумов уровня. Методики требуют постоянной корректировки и уточнения, особенно после прохождения выдающихся наводнений.

Список литературы

1. Зажоры и заторы льда на реках России, Бузин В.А., Спб, 2015.
2. Отчет о проведении маршрутного обследования на реках Сухона, Юг и Малая Северная Двина 25 февраля - 12 марта 2010 г, ГУ «Вологодский ЦГМС», Вологда, 2010.
3. Бузин В. А. Факторы образования и прогноз заторов льда на реках севера европейской территории России. - Метеорология и гидрология, 2010, № 4, с. 63–74.
4. Каталог заторных и зажорных участков рек СССР. Т.1. Европейская часть. - Л., Гидрометеоздат, 1978, 260 с.
5. Научно-технический отчет «Исследование ледохода и условий заторообразования в узле рек Сухона, Юг и Малая Северная Двина и эффективности мероприятий по предотвращению заторов. - Архангельск, Сев. УГМС, 1961, 136 с.
6. Научно-технический отчет по исследованию заторных явлений на р. Сухоне и р. Малой Северной Двине. - Л., ГГИ, 1971, 114 с.
7. Комплексные исследования русловых процессов и формирования заторов льда в узле слияния Сухона-Юг-Малая-Северная Двина с целью регулирования процессов заторообразования и разработки противопаводковых мероприятий у г. Великий Устюг, отчет ФГБУ «ГГИ», Спб, 2014.
8. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 6. Часть I. Гидрологические наблюдения и работы на больших и средних реках (3-е издание, переработанное и дополненное).

ВЫЯВЛЕНИЕ ТЕЛЕКОНЕКЦИЙ ДЕКАДНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ КЛИМАТА ТИХОГО ОКЕАНА И ДИНАМИКИ КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Данова Т.Е.

Севастопольский Морской гидрофизический институт РАН ФГБУН

Введение. Одним из наиболее существенных параметров при характеристике климата является количество выпадающих осадков. Современные климатические изменения, а именно повышение температуры воздуха, имеют решающее значение на формирование количества фактической природной влаги в границах страны или ре-

гиона. Сегодня всё новые отрасли народного хозяйства становятся потребителями информации об атмосферных осадках; чрезвычайно возросшие потребности в воде, особенно пресной, диктуют жесткие требования к мониторингу количества и качества природной влаги. С другой стороны, экономический ущерб от опасных явлений погоды может быть вызван ростом повторяемости и интенсивности осадков.

Взаимосвязи между показателями глобальной циркуляции и вариаций регионального климата имеют важное значение, поскольку способствуют пониманию и прогнозированию тенденций температуры воздуха и многолетней динамики количества осадков и параметров речного стока и т. д. Климатические признаки PDO наиболее заметны в северо-восточной части Тихого океана, с вторичным сигналом в тропической зоне южной части Тихого океана (Mantua *et al.*, 1997).

Термин «Pacific Decadal Oscillation» (PDO) ввел Steven Hare в 1996 г. (Mantua *et al.*, 1997; Zhang *et al.*, 1998; Hare and Mantua, 2001), исследуя взаимосвязь между продуктивностью лосося на побережье Аляски и климатом северной части Тихого океана. Изменчивость PDO обычно представляют двумя индексами, рассчитанными на основе температуры поверхности океана (ТПО) и приземного давления. Индексы представляют средние аномалии ТПО и приземного давления (определяются главной компонентой (первым собственным вектором) за период с октября по март в регионе Тихого океана севернее 20° с.ш. рассчитанные по среднемесячным значениям аномалий (Mantua *et al.*, 1997). Положительные (отрицательные) значения индекса соответствуют положительной (отрицательной) фазы (циклы) PDO; каждая фаза PDO длится около 25–35 лет (рис. 1). Однако короткие интервалы до трех лет противоположной фазы PDO отмечаются в течение этих длительных периодов времени, например, в 1978–1979 и 1989–1991.

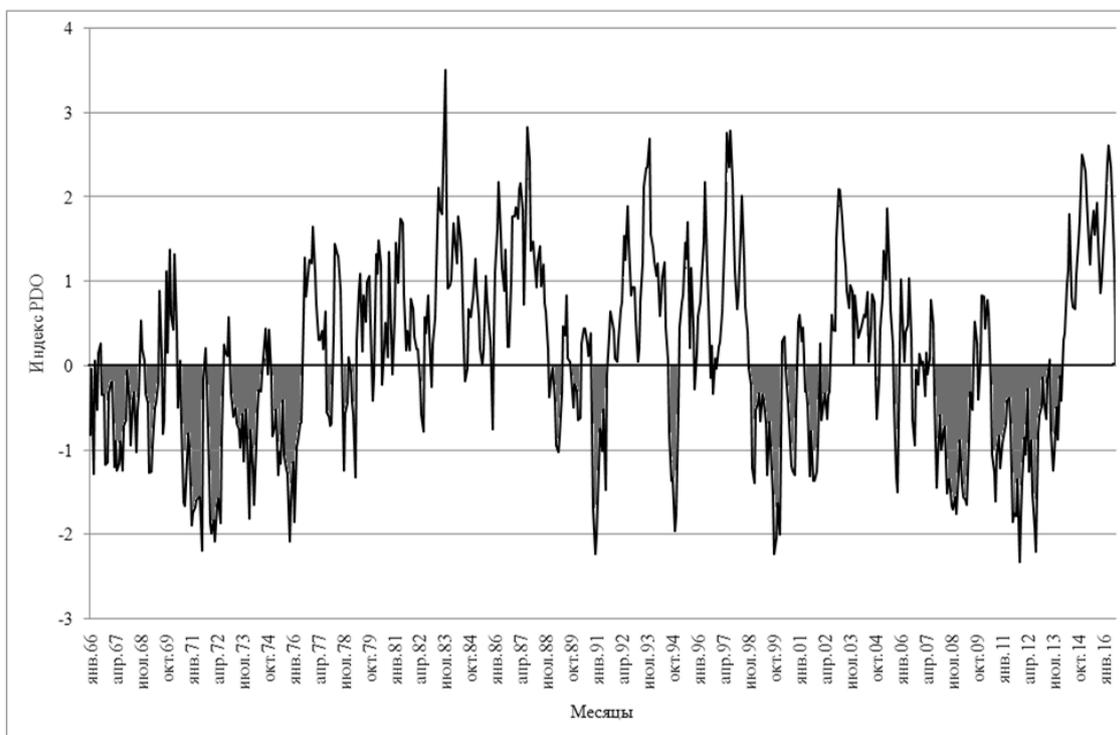


Рис. 1. Среднемесячные значения индекса PDO, рассчитанного за 1966–2016 г.

Целью данной работы является оценка динамики количества осадков на территории юга Дальнего Востока за последние десятилетия и выявление их связи с процессом PDO с использованием методов статистического анализа. Достоверность по-

лученных результатов обеспечивают фактические данные о количестве осадков за год и применение алгоритма взаимно-спектрального анализа.

Материалы и методы исследований. При подготовке работы использовались данные наблюдений сети 48 гидрометеорологических станций (ГМС) (рис. 2) за количеством осадков на территории Хабаровского и Приморского краев, Амурской и Еврейской автономной областей за период 1966–2012 гг. В расчетах задействованы базы Мирового центра данных (www.meteo.ru).

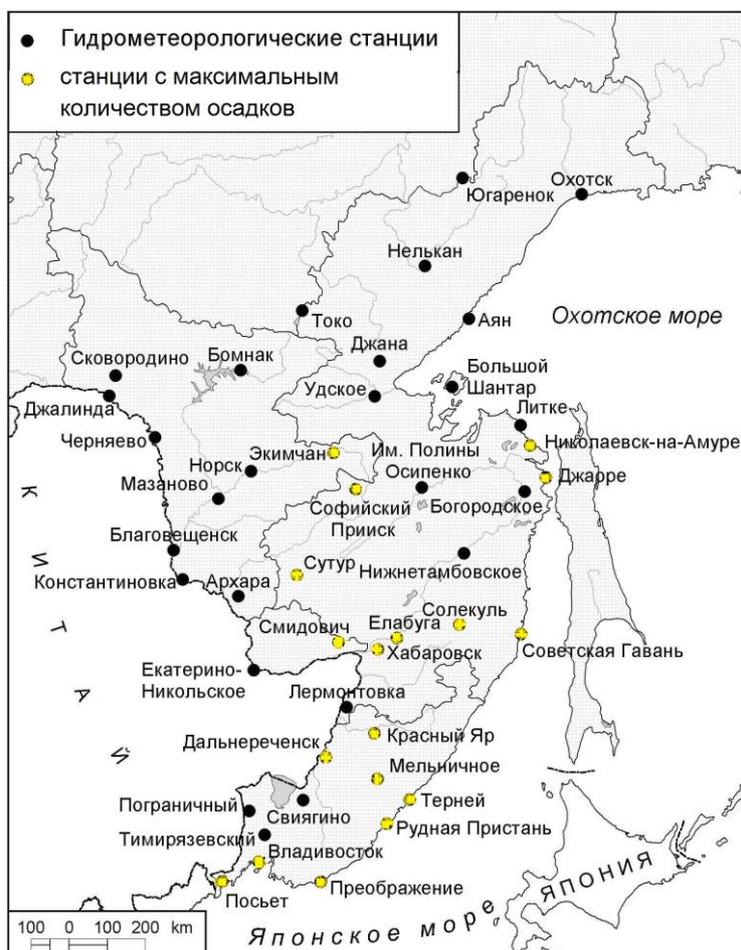


Рис. 2. Юг Дальнего Востока России (желтым цветом выделены станции, данные которых выбраны для проведения взаимно-спектрального анализа)

Кроме того, в работе использованы среднемесячные значения индекса PDO, представленные на сайте Объединенного института исследования атмосферы и океана (JISAO), Университет Вашингтона (<http://jisao.washington.edu/pdo/>).

Результаты исследования и их анализ. Основным фактором, влияющим на межсезонную динамику осадков на территории юга Дальнего Востока России, является механизм муссонного климата. Направленные на север, пересекающие экватор потоки воздуха южного полушария, наблюдается между западными акваториями Индийского океана и западными акваториями Тихого океана. В этом регионе наблюдается действие восточно-азиатской муссонной системы, являющейся климатообразующим фактором для территории юга Дальнего Востока России, которая характеризуется умеренным муссонным климатом с теплым влажным летом и сухой холодной зимой. Отличительной особенностью является изменение климатических условий не только в широтном, но и в долготном направлении, что объясняется наличием горных хребтов, вытянутых преимущественно с юго-запада на северо-восток [1].

Для формирования атмосферных осадков на юге Дальнего Востока значение имеет также развивающаяся над Охотским и Японским морями атмосферная циркуляция. Кроме того, во второй половине лета на изучаемую территорию влияют тайфуны, перемещающиеся во внетропических широтах с юго-востока и юга по траекториям южных циклонов и приносящие сюда обильные осадки (Федоровский, 1984; Петров и др., 2000). Зимний период, характеризующийся небольшим количеством осадков, что обусловлено активным Сибирским антициклоном, который и запускает муссонный механизм в этом регионе.

Таким образом, муссонный механизм в исследуемом регионе является наиболее выраженным в сезонном ходе. Влияние изменений температуры поверхности океана и приземного давления, связанные с процессом PDO, на динамику количества осадков, можно выделить, анализируя количество осадков в теплую и холодную фазы PDO. В холодную фазу PDO наблюдаются теплые аномалии ТПО в северной части океана, и ветер направлен в сторону берегов Дальнего Востока. Теплой фазе PDO соответствуют холодные аномалии северной части океана и теплые у западных берегов Америки, ветер направлен от Азиатского материка. Следовательно, в холодную фазу на побережье Дальнего Востока России должно наблюдаться увеличение осадков.

За период 1966–2012 гг. для каждого месяца были сформированы выборки среднемесячных значений количества осадков (мм) по градациям «холодная фаза» - значение индекса $PDO < 0$ и «теплая фаза» - значение индекса $PDO > 0$. Для каждой градации рассчитаны многолетние среднемесячные значения количества осадков (мм), для береговых станций. Предполагая, что влияние процесса PDO в холодной фазе, должно привести к увеличению осадков, будем считать априори, что многолетние среднемесячные значения количества осадков в градации «холодная фаза» будут превышать такую же величину в градации «теплая фаза».

На рисунке (3, А) изображены Среднемесячные значения количества осадков в градациях «холодная фаза» и «теплая фаза» по станциям побережья Охотского моря. Станции, находящиеся на побережье Охотского моря (Охотск, Литке, Николаевск на Амуре, Джоаре, Богородское) показали результаты, подтверждающие, что многолетние среднемесячные значения количества осадков в градации «холодная фаза» для большинства месяцев года, больше чем в «теплой фазе». Превышение осадков в градации «теплая фаза» на станциях побережья Охотского моря наблюдается в июне и октябре.

Значительный отклик количества осадков, выпадающих на юге Дальнего Востока России, на изменения температуры поверхности Тихого океана и приземного давления, обусловленные процессом PDO, наблюдается в холодное время года (с ноября по июнь) (рис. 3, а, б). Более подробный анализ результатов расчетов показал, что чем дальше находится станция от побережья Охотского моря (Югаренок, Нелькан, Токо) тем менее выражено влияние процесса PDO. Максимальный отклик характерен для станций побережья Охотского моря, подобная территориальная неоднородность обусловлена открытостью побережья Охотского моря.

Станции Терней, Рудная Пристань, Преображенье, Владивосток и Посыет расположены на территории Японского моря и закрыты от прямого действия процесса PDO Японскими островами, островом Сахалин и особенностями собственного циркуляционного режима Японского моря. Этим фактом обусловлено значительное отличие во внутригодовом распределении разницы (%) между среднемесячными значениями количества осадков в градациях «холодная фаза» и «теплая фаза» по прибрежным станциям Японского моря и прибрежным станциям Охотского моря. Среднемесячные

значения количества осадков в грациях «холодная фаза» и «теплая фаза» показали, что для станции Хабаровск в «теплую фазу» PDO в октябре характерно превышение количества осадков на 60 %, а для ст. Советская Гавань превышение количества осадков от 40 до 50 % в «теплую фазу» PDO характерно с августа по октябрь.

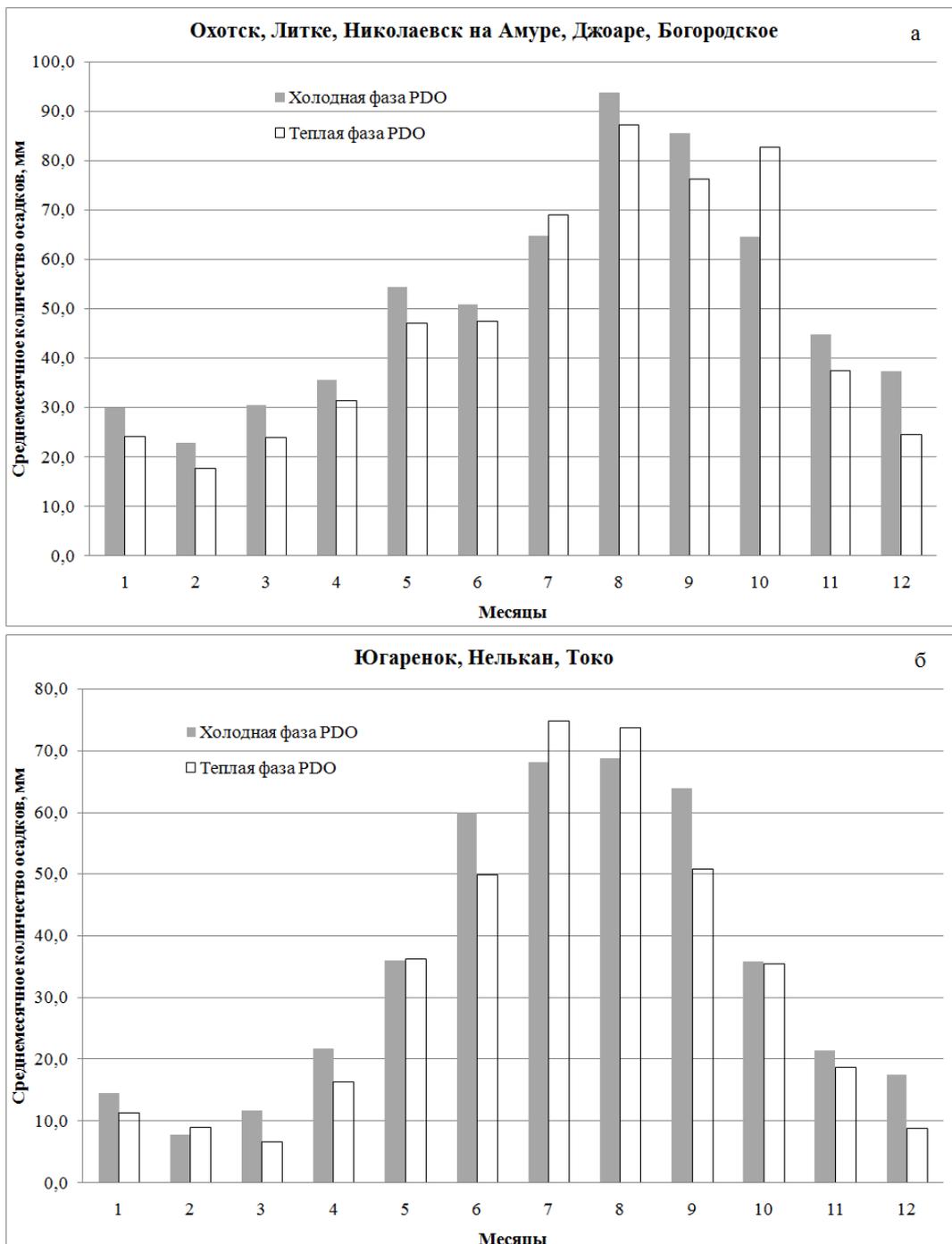


Рис. 3. Среднемесячные значения количества осадков в грациях «холодная фаза» и «теплая фаза» по станциям побережья Охотского моря, по станциям удаленным от побережья Охотского моря

Выводы. Чередование ситуаций в северной центральной части Тихого океана приводит к смене внутригодовых тенденций осадков в Дальневосточном регионе. В «холодную фазу» PDO будут формироваться благоприятные условия для переноса теплых и влажных воздушных масс в район Дальнего Востока, что способствует увеличению количества осадков на станциях региона с декабря по июль. В «теплую фа-

зу» PDO будут формироваться условия, при которых наблюдается увеличение количества осадков на станциях региона с августа по октябрь. Разница в количестве осадков в разные периоды PDO достигает более 60 %. Полученные результаты подтверждают существование статистически значимых межширотных связей крупномасштабных атмосферных и океанологических процессов Северного полушария, что дает возможность использовать их в прогнозе динамики количества осадков на юге Дальнего Востока России.

Литература

1. *Витвицкий Г. Н.* Климат. В кн. Южная часть Дальнего Востока. М.: Наука, 1969. 70–96.
2. *Петров Е. С., Новороцкий П. В., Ленишин В. Т.* Климат Хабаровского края и Еврейской автономной области. Владивосток-Хабаровск: Дальнаука, 2000. 174.
3. *Федоровский А. С.* Закономерности пространственного распределения атмосферных осадков на юге Дальнего Востока. В кн. Гидрометеорологические исследования на юге Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. 3–12.
4. *Hare SR, Mantua NJ.* 2001. An historical narrative on the Pacific Decadal Oscillation, interdecadal climate variability and ecosystem impacts. Report of a talk presented at the 20th NE Pacific Pink and Chum workshop. Seattle, WA, 19 p.
5. *Mantua NJ, Hare SR.* 2002. The Pacific Decadal Oscillation. *Journal of Oceanography* 58: 35–44.
6. *Zhang X, Sheng J, Shabbar A.* 1998. Modes of interannual and interdecadal variability of Pacific SST. *Journal of Climate* 11: 2556-2569

БАЗА ДАННЫХ ПО НАВОДНЕНИЯМ РФ И МИРА: АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ

Истомина М.Н., к.г.н.; Добровольский С.Г., д.г.н.

ИВП РАН

Аннотация. Кратко характеризуется назначение геоинформационных систем и информационных баз данных (БД). Дается представление об авторской «Базе данных по наводнениям мира (с детализацией по России)». Описываются параметры БД и функциональные возможности программной среды StatSoft Statistica, в которой работает БД. Отмечается, что созданная в ИВП РАН БД по наводнениям ориентирована на изучение глобальной и региональной пространственно - временной изменчивости количества наводнений, природных параметров и параметров, характеризующих социально-экономические последствия наводнений. Полученные результаты представляют не только академический интерес, но чрезвычайно важны и для изучения российских наводнений.

Наводнения принадлежат к числу наиболее опасных природных явлений - как в Российской Федерации, так и во всем мире: по показателям материальных и гуманитарных ущербов они сопоставимы только с землетрясениями и засухами. Актуальной является разработка долговременной стратегии борьбы с наводнениями и их последствиями с учетом различных научно-методических подходов на основе ГИС-технологий и информационных баз данных (БД).

Приоритетные задачи, которые ставятся перед геоинформационными системами (ГИС), заключаются в мониторинге, прогнозировании чрезвычайных ситуаций и раннем оповещении населения с целью предотвращения или минимизации возможных потерь.

Из передовых ГИС-программ в России следует отметить ГИС «Экстремум», созданной Центром исследований экстремальных ситуаций (ЦИЭКС) по заказу МЧС

РФ; «ГИС Кубани» - заказчиком работ выступил Департамент экономического развития, инвестиций и внешних связей Краснодарского края, разработчики системы - ЗАО «Инфотрейдинг» и НТЦ «Спайдер групп»; и «ГИС Амур», разработанная специалистами Гидрометцентра России и НИЦ «Планета».

По сравнению с ГИС-продуктами формирование баз данных преследует своей целью сбор и систематизацию сведений из многочисленных, зачастую разрозненных источников информации для последующего их использования в прикладных областях.

Среди отечественных БД по наводнениям следует отметить «Базу данных по наводнениям в устьях рек Европейской территории России» и БД «Наводнения на Северном Кавказе», подготовленных в программе Microsoft Access (*Алексеевский Н. И., Магрицкий Д. В. и другие*, МГУ), а также БД по цунами (*Гусяков В. К. и другие*, ИВ-МиМГ СО РАН).

В 1999 г. в Институте водных проблем РАН под руководством профессора, д. г. н. *А. Б. Авакяна* была начата работа по формированию базы данных по наводнениям России и мира с целью исследования наводнений в глобальном масштабе с детальным изучением наводнений РФ.

На сегодняшний день в ИВП РАН создан и постоянно совершенствуется архив количественных данных по наводнениям России и мира (*Истомина М. Н., Добровольский С. Г.* Свидетельство о гос. регистрации БД № 2015620292; 2015 г.). К настоящему моменту БД содержит сведения примерно по 2900 наводнениям мира, в том числе по 475 наводнениям на территории России за период времени с 1998 по конец 2010 года - за 12 лет - по 12 природным характеристикам и параметрам социально-экономических ущербов. А именно, в архиве в цифровом варианте (в виде иерархии электронных таблиц в форматах, позволяющих использование программной среды StatSoft Statistica) содержатся данные о следующих параметрах:

- 1) код генетического типа наводнения по классификации авторов;
- 2) дата начала наводнения;
- 3) продолжительность наводнения;
- 4) географические координаты центра региона наводнения;
- 5) площадь физически затопленной во время наводнения территории;
- 6) общая площадь региона, подвергшегося явлению наводнения;
- 7) число жителей региона, охваченного явлением наводнения;
- 8) количество затопленных зданий;
- 9) материальный ущерб от наводнения в сопоставимых единицах (в долларах США с учетом инфляции);
- 10) число эвакуированных во время наводнения;
- 11) число погибших в результате наводнения;
- 12) общее число пострадавших в результате наводнения.

Помимо основных параметров, БД содержит текстовые сведения: о названии стран, их административных единиц (штат, провинция, область и т. д.) и населенных пунктах, где произошло наводнение; о названиях водных объектов (река, озеро, море); а также в цифровом формате: код страны по списку (по общей нумерации всех стран мира), код континента, временные шкалы (для каждого календарного года и «сквозная»).

Источниками информации о количественных параметрах наводнений были следующие: (а) научная литература; (б) ежедневная оперативная информация МЧС России; (в) сводки по водохозяйственной обстановке на территории России Федерального агентства водных ресурсов РФ; (г) база данных о наводнениях Дартмутского колледжа и Колорадского университета (г. Колорадо, США); (д) база данных о природ-

ных катастрофах Лувенского университета (Бельгия); (е) источники в Интернете. Сведения из перечисленных источников сопоставлялись и проверялись авторами, при необходимости корректировались.

Созданная авторами оригинальная «База данных по наводнениям мира (с детализацией по России)» ориентирована на изучение глобальной и региональной пространственно - временной изменчивости общего количества наводнений и количества наводнений по отдельным генетическим группам, соответственно их продолжительности, площадей затопления и общих площадей регионов, подвергшихся наводнению. Вместе с тем, БД по наводнениям предназначена для изучения социально-экономических последствий наводнений. Это, в первую очередь, количественные данные по социально-экономическому ущербу, а именно: числу погибших и эвакуированных, финансовому ущербу и общему числу пострадавших от наводнения.

Отличительной особенностью созданной нами БД по наводнениям является и то, что программная среда StatSoft Statistica позволяет не только накапливать данные, но и реализовать функции анализа данных, управления данными, извлечения данных (data mining), визуализации данных с привлечением статистических методов.

Обозначим структурные блоки проводимых нами исследований на базе широкого спектра функциональных возможностей StatSoft Statistica для изучения природных и социально-экономических параметров наводнений:

I Блок. Исследование наводнений на глобальном и макрорегиональном уровнях

1. Анализ изменения суммарных глобальных и региональных величин природных параметров и параметров социально-экономического ущерба.
2. Анализ изменения средних глобальных и региональных величин природных параметров и параметров социально-экономического ущерба.
3. Анализ удельных показателей социально-экономического ущерба для макрорегионов мира, отдельных стран и для РФ (в расчете на одно наводнение, на 100 млн. долл. ущерба, относительно ВВП страны и др.).
4. Выявление взаимосвязей природных параметров и характеристик ущербов для макрорегионов мира, отдельных стран и для РФ.

II Блок. Исследование наводнений по основным генетическим типам

1. Анализ глобально-суммированных параметров наводнений различных генетических типов.
2. Анализ глобально-осредненных природных параметров и параметров социально-экономического ущерба от наводнений различных генетических типов.
3. Анализ удельных показателей социально-экономического ущерба от наводнений различных генетических типов.
4. Выявление взаимосвязей природных параметров и характеристик ущербов от наводнений различных генетических типов.

III Блок. Исследование наводнений по пространственным ареалам основных генетических типов

1. Анализ изменения величин природных и социально-экономических параметров наводнений в пределах каждого ареала по соответствующему генетическому типу (в первую очередь, наводнений дождевого генезиса).
2. Анализ изменения средних величин природных и социально-экономических параметров наводнений в пределах каждого ареала по соответствующему генетическому типу.

3. Выявление взаимосвязей природных параметров и характеристик ущербов от наводнений в пределах каждого ареала по соответствующему генетического типу.

4. Анализ особенностей наводнений различных генетических типов (например, дождевых паводков) в пределах различных ареалов - характеристика основных природных параметров, показателей социально-экономического ущерба от наводнений и закономерностей изменений указанных параметров во времени.

При исследовании применяются статистические методы анализа временных рядов, экономико-статистический метод анализа параметров социально-экономического ущерба, методы построения многомерных зависимостей (различные методы интерполяции трехмерных поверхностей), а также картографический метод анализа информации.

Результаты анализа данных по природным и социально-экономическим параметрам наводнений представлены в виде таблиц и серий двумерных и трехмерных графиков, а также картограмм, картодиаграмм и картосхем.

Исследование наводнений в глобальном масштабе представляет не только академический интерес, но чрезвычайно важно и для изучения российских наводнений. Так, анализ наводнений по I-III структурным блокам позволяет:

1) оценить природные характеристики наводнений и параметры ущербов от них - как по каждому из зафиксированных в РФ крупных наводнений, так и в среднем для основных ареалов, генетических типов наводнений и в целом по территории страны;

2) выявить место российских наводнений и ущербов от них в общей картине наводнений мира;

3) оценить различия в величине и структуре ущербов от наводнений в регионах мира с различным уровнем экономического развития;

4) наметить долгосрочные перспективы изменений ущербов от наводнений по мере экономического развития стран, в том числе экономического развития России;

5) оценить изменения природных характеристик и параметров социально-экономических ущербов от наводнений на протяжении последних лет и выдвинуть гипотезы относительно возможных изменений этих величин в ближайшей перспективе;

б) в итоге - обрисовать реалистичную картину изменений ущербов от наводнений как на ближайшую, так и на длительную перспективу, по возможности с детализацией по важнейшим ареалам наводнений различного типа и по различным видам ущербов - и наиболее актуальные направления борьбы с последствиями наводнений.

Далее кратко изложим основные результаты анализа наводнений.

1) Сопоставление количественных данных за 1998–2008 гг. показывает, что наводнения, вызванные экстремальными дождями, представляют собой намного большую опасность, чем наиболее характерные для России наводнения вследствие снежных и ледовых явлений.

Имея зачастую локальный характер, дождевые паводки чаще происходят на территориях с большей плотностью населения (в 3–6 раз), чем наводнения 1 и 2 типа (соответственно 1 - половодья и 2 - заторы/зажоры); повреждается большее количество зданий (в 1,5 раза), переселяется значительно большее число людей (особенно по сравнению с весенними половодьями - 1 тип - разница в 4 раза). Наконец, суммарный социально-экономический ущерб по дождевым паводкам превосходит аналогичные показатели по другим наводнениям в 4–12 раз.

2) Сопоставление материальных и гуманитарных потерь от наводнений показывает, что наибольшее скопление участков повышенного количества затопленных зданий и повышенных чисел пострадавших людей приурочены к трем регионам: 1) Северный

Кавказ; 2) в среднем течении Лены;; 3) на юге Дальнего Востока. По-видимому, первый регион выделяется в связи с высокой плотностью населения и застройки; во втором случае сказываются повышенные риски, связанные с наводнениями заторного типа, а южная часть Дальнего Востока находится на пути штормов северной части Тихого океана - и также имеет сравнительно высокую плотность населения.

3) Анализ ситуации с ущербами в различных ареалах наводнений на территории России показал следующее. Наводнения вследствие снежно-ледовых явлений рассеяны по территории страны сравнительно равномерно, но наводнения вследствие дождевых паводков образуют несколько четко очерченных основных ареалов (рис. 1):

- а) Северо-Кавказский ареал;
- б) ареал средних широт, вытянувшийся сравнительно узкой полосой примерно между 50 и 60° с.ш. от западных границ страны до верховий Енисея;
- в) «Байкальский» ареал (Прибайкалье и Забайкалье);
- г) Дальневосточный ареал;
- д) небольшой по числу наводнений «Северо-Восточный» ареал, охватывающий части бассейнов Колымы, Яны, Индигирки и среднего течения Лены.

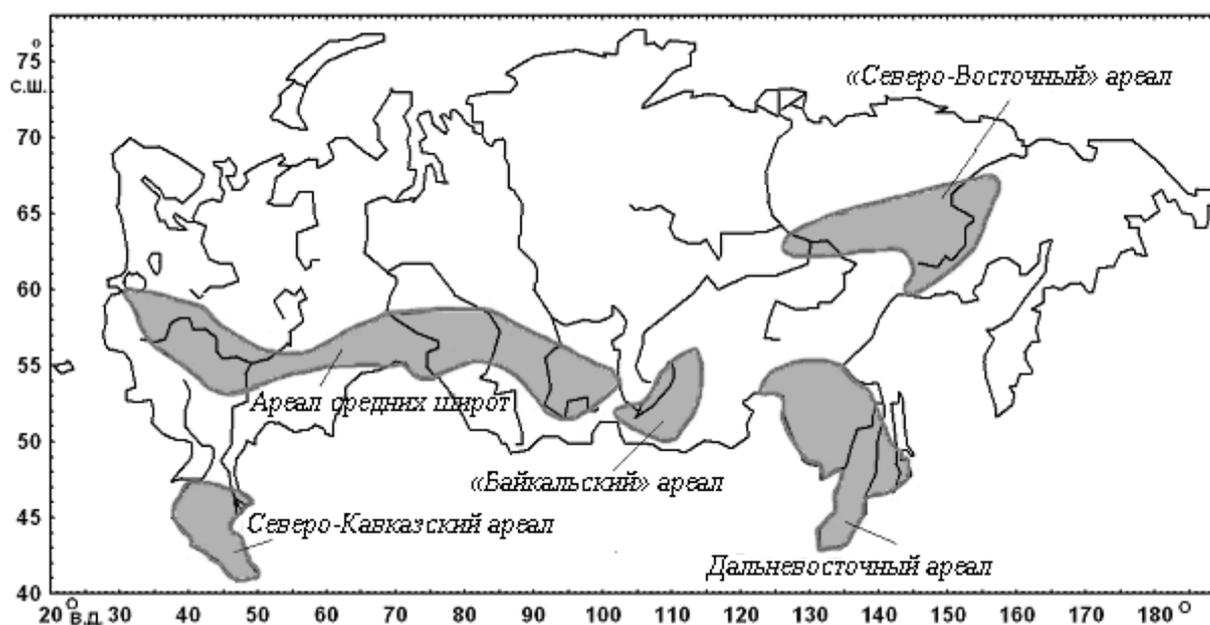


Рис. 1. Картограмма основных ареалов дождевых наводнений в РФ, 1998–2008 гг.

Из пяти выделенных ареалов обусловленных дождевыми осадками наиболее неблагоприятна ситуация по соотношению гуманитарных и материальных ущербов в «Байкальском» ареале: на 10 млн долл. финансовых ущербов здесь приходится более 3 тыс. эвакуированных. Следующем по степени неблагоприятия является Северо-Кавказский ареал (более 2 тыс. эвакуированных).

4) Территория России далеко не самая уязвимая в мире для наводнений: за 1998–2008 гг. на нашу страну приходится лишь:

- 5 % от затопленных в мире в результате наводнений зданий,
- 0,7 % мировых материальных (финансовых) ущербов от наводнений,
- 0,1 % от числа эвакуированных вследствие наводнений людей и
- 0,08 % от числа погибших.

Эта относительно слабая уязвимость территории РФ объясняется континентальным географическим положением страны, преобладанием наводнений вследствие снежно-ледовых явлений (характеризующихся сравнительно небольшими ущербами),

небольшой средней плотностью населения, отсутствием у более населенных территорий выхода широким фронтом к побережью открытого океана с катастрофическими нагонными явлениями и цунами, практическим отсутствием тропических циклонов (тайфунов и ураганов) и ограниченностью ареалов с осадками муссонного типа.

5) Широко распространено мнение о том, что в последнее время во всем мире и в России увеличились ущербы от наводнений вследствие глобального потепления климата, происходящего, как предполагается, в результате эмиссии парниковых газов в атмосферу. Вместе с тем, количественные данные как по всему миру, так и по территории РФ, пока не подтверждают это суждение. В качестве примера на рис. 2 показаны изменения на протяжении 11 лет количества затопленных на территории РФ зданий. График построен для наглядности в логарифмических единицах, однако и в исходных единицах тенденция сходная: некоторое общее уменьшение числа поврежденных зданий (один из наиболее достоверно определяемых показателей ущербов). Такое уменьшение можно попытаться объяснить тем, что в поле зрения информационных источников, по мере совершенствования последних, все чаще попадают сравнительно небольшие наводнения. Аналогичный характер имеют построенные нами хронологические графики финансовых ущербов от наводнений, числа эвакуированных, общего числа пострадавших, числа погибших.

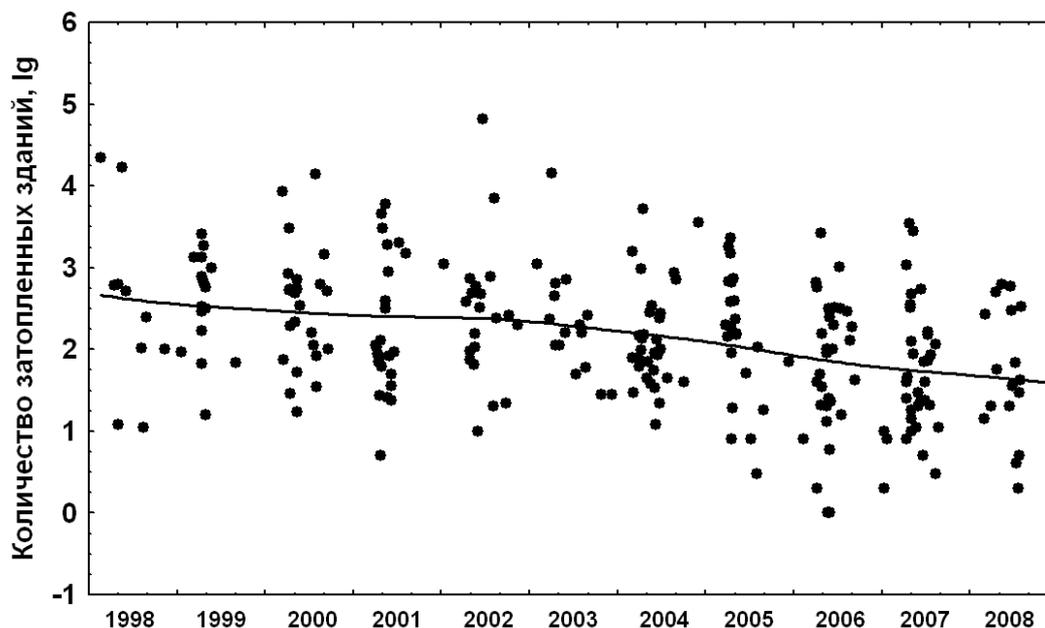


Рис. 3. Изменения во времени количества зданий на территории России, затопленных (поврежденных) в результате наводнений всех типов, 1998–2008 гг.

Анализ базы данных по наводнениям РФ и мира позволил сделать следующие основные выводы:

1) В длительной перспективе, при условии существенного прогресса в экономике, Россию может ожидать абсолютное и относительное (на душу населения, на одно наводнение и на единицу территории) увеличение материальных ущербов от наводнений - и приближение этих показателей к показателям развитых стран.

1) Вместе с тем, представляется реальным добиваться уменьшения доли ущербов от наводнений в ВВП как наиболее опасных с точки зрения наводнения регионов, так и в суммарном ВВП страны.

3) Еще более важной и реально достижимой задачей является уменьшение гуманитарных ущербов от наводнений, выражаемых в числе эвакуированных, в общем

числе пострадавших от наводнений людей, в числе смертельных случаев - как абсолютное уменьшение, так и уменьшение относительно материальных ущербов.

3) Наиболее срочны мероприятия по предотвращению и/или уменьшению ущербов от наводнений типа дождевых паводков - в особенности в таких ареалах, как Северо-Кавказский, Байкальский (обычно выпадающий из поля зрения центральных СМИ), Дальневосточный.

5) В последние годы не отмечается (и в ближайшей перспективе, по-видимому, не ожидается) увеличение ущербов от наводнений вследствие глобальных климатических катаклизмов. Однако вопрос возможного увеличения ущербов от наводнений вследствие парникового эффекта в отдаленной перспективе нуждается в дополнительных исследованиях; в настоящее время он слабо изучен.

6) Необходимым условием научного подхода к разработке общей стратегии управления ущербом от наводнений в Российской Федерации является организация научного центра, который занимался бы мониторингом и анализом данных о наводнениях в масштабах всей страны, а также - с целью сравнительных исследований - в масштабе всего мира.

НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ МОНИТОРИНГА, ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И НЕДОПУЩЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Карпунин Л. А., член-корр. МОАЭБП

Для того, чтобы уверенно прогнозировать те или иные природные ситуации, и тем более не допускать гибели людей и животных, нужно основательно знать технологию их происхождения. Мною создана новая наука, которая подробно объясняет все процессы, происходящие на Земле, в солнечной системе, в ближнем и дальнем космосе. Работа состоит из 12 пакетов глобальных открытий, раскрывающие все процессы, которые постоянно происходят во всех системах, вплоть до центра нашей Галактики.

Первый процесс. В центре Галактики, так называемой «Чёрной Дыре», происходит процесс слияния элементов Водорода, до элементов Урана, с образованием огромной урановой массы. Урановая масса растёт до тех пор, пока электромагнитное поле урановой массы, взаимодействуя с одноимённым электромагнитным полем Галактики, пересилит давление создаваемое водородом, постоянно поступающим для слияния. За счёт одноимённых электромагнитных полей, урановая масса выбрасывается на самую крайнюю энергетическую орбиту Галактики.

Второй процесс. На этой орбите начинается размножение урановой массы, на меньшие урановые массы. Из них, образуются созвездия, звёздные системы, солнечные системы, планеты и их спутники, вплоть до элемента Урана. А уран размножается на элементы, вплоть до водорода. Так как Водород является конечным элементом при размножении и начальным элементом при слиянии, то он является вечным носителем всей информации, обо всех процессах, происходящих во Вселенной. В том числе и о биологической жизни на планетах. А все прочие элементы являются переменными, получаемые в процессе размножения. См. Периодическую систему элементов Д. И. Менделеева.

От размножения элементов урана, на другие элементы меньшего атомного веса, вокруг Звёзд, планет и всевозможных систем, образуются оболочки, заполненные элементами одного атомного веса и энергии. И таких оболочек вокруг любой планеты, звезды, созвездия, вокруг самой Галактики, есть столько, сколько долгоживущих

элементов в Периодической системе. Д. И. Менделеев создал не только Периодическую систему элементов, как таковую, но и мгновенный снимок Галактики. Элементы всех веществ, при размножении, теряют свой атомный вес и энергию. В соответствии Периодического Закона, переходят на другие орбиты ближе к центру вращения. А если элементы размножились до водорода, то водород движется в центр, для очередного слияния. И эти процессы идёт непрерывно и с одной и той же скоростью. Отсюда гармоничность всех процессов.

Третий процесс. Из всего сказанного, делаем вывод. Все крупные и малые, все видимые и не видимые тела (Звёзды), планеты и их спутники, элементы веществ, движутся с единой скоростью, от процесса слияния, к процессу размножения и опять повторение. Получается. В Галактике, постоянно происходят всего три процесса. Процесс слияния элементов водорода, до элементов урана. Процесс размножения урана на элементы водорода и движение от одного процесса, к другому.

При движении возникают электромагнитные силы, т. е. в системе создаётся единое электромагнитное поле. А это значит. Все тела, Звёзды, планеты и прочие крупные и мелкие объекты, все элементы веществ, находящиеся в едином электромагнитном поле, одноимённо заряжены.

Единое электромагнитное поле, является единственным управленцем всех процессов происходящих во всех системах.

В едином электромагнитном поле - столкновения между объектами, невозможны.

То же самое и в солнечной системе. Утверждения, что на Землю падали или, когда ни будь упадут тела больших размеров. Абсолютно не верны. Одну угрозу, природной катастрофы, ликвидировали.

В нашей солнечной системе, на всех планетах, в том числе и на планете Земля, постоянно идёт только процесс размножения урана и всех прочих элементов, на элементы водорода. Никакие процессы слияния или синтеза, не происходит. Только и только процесс размножения.

Постоянный процесс размножения, приводит к увеличению элементов, как в солнечной системе, так и в планетах. От размножения, объём тел планет, постоянно увеличивается. Увеличивается давление, как в солнечной системе, так и в мантии Земли. Чтобы давление в системе, в том числе и на планетах, было в норме, Природа придумала процесс, сброса водорода, кислорода и азота в атмосферу Земли. В атмосфере Земли, водород с кислородом, приобретают свойства разноимённых зарядов, т. е. свойство соединения в молекулу. Молекулы выпадают на Землю в виде дождя или снега, тем самым понижая давление в солнечной системе.

В мантии земли, водород, соединяясь с кислородом, образуют подземные воды, с выходом их на поверхность. За счёт этого понижая давление. Получается интересный процесс.

Если из солнечной системы, на Землю вбрасывается водород, то в атмосфере наблюдается циклон, т. е. идёт дождь или снег. Если вбрасывается кислород, то в атмосфере Земли наблюдается антициклон, т. е. сухая погода. Если в земную атмосферу, с большой скоростью, вбрасываются сгустки водорода, то от трения об атмосферу, наблюдается свечение, т. е. молнии с громовыми раскатами.

Молекулы воды, выпадая на землю, разжижают элементы веществ, полученные процессом распада урана, давая возможность, электромагнитным силам, вязать биологическую жизнь.

Получается интересная зависимость. В атмосфере планеты, водород и кислород приобретают свойство разноимённых зарядов. Разноимённые заряды способствуют

водороду и кислороду соединятся в молекулу, т. е. образовывать воду. Вода разжижает остальные элементы веществ. Электромагнитное поле, из этого материала вяжет биологическую жизнь на планете. Оказывается. Биологическая жизнь на планете может родиться, строго при четырёх условиях. Вот это открытие! До этого может додуматься, только русская наука. А что будет дальше?

И так. Если в земную атмосферу вбрасывается водород, то на землю выпадает дождь. Если вбрасывается кислород, то на земле сухо. Разгадав эти два процесса, делаем уникальное открытие. В атмосфере земли можно вызывать дождь или его прекращать.

С созданием нужной техники, затопления территорий и гибели людей, можно избежать. А если реки будем чистить, то тем более. С каждым годом дождей будет выпадать все больше и больше.

Нужно, или реки очищать, или сёла и города переносить, на более высокие места.

Если в ближнем космосе разместить спутники с нужными приборами, то они могут улавливать проходящие в сторону Земли, элементы водорода, или кислорода, или азота и сообщать об этом на пульт управления погодой. От процесса размножения элементов, в земной коре, накапливаются полезные ископаемые. И их накопление происходит непрерывно. Так что, утверждение, якобы запасы ископаемых ограничены - абсолютно не верны. От постоянного размножения урана на элементы, газ, нефть, уголь и все прочие полезные ископаемые, постоянно пополняются.

Что касается градонесущих облаков, то такие тучи, можно расплавлять вбросом в них огня, подобное фей веркам.

Как было рассмотрено выше, в земном ядре идут процессы размножения элементов урана, на элементы меньшего атомного веса, в том числе и на элементы, которые образуют газ метан.

Газ метан накапливаясь в самом ядре, периодически, с высокой скоростью, выбрасывается в земную мантию. Вот эти выбросы газа метана и его взрыва на той, или иной глубине в земной коре, или на границе земли и атмосферы, или в атмосфере, вызывают разрушения строений с человеческими жертвами. Об этом можно судить, о его наличии в земной мантии и выбросах в шахтах. Самые большие разрушения происходят, когда газ взрывается на поверхности земли или на не большой глубине. Можно ли спасти людей от такого земного процесса. Можно.

При приближении выброса газов из земного ядра, на поверхности земли начнутся колебания электромагнитных полей в значительных пределах. Вот эти колебания можно улавливать приборами. А далее передача сведения по мобильной связи, на мобильные телефоны о предстоящем землетрясении. По крайней мере. Домашние животные чувствуют колебания электромагнитных полей и уходят как можно дальше от строений. Технологию взрыва газа метана в мантии Земли, можно проследить по процессу взрыва газа на Солнце. Так называемые «Солнечные вспышки».

По ним хорошо видно развитие и прохождение процесса взрыва газа. Найдены истинные причины возникновения землетрясений, приносящие разрушения жилых домов и массовой гибели людей. Нужно делать систему спасения, и как можно быстрее. Люди не должны гибнуть от землетрясений. Если мы ведём разговор о газе, то нужно поговорить и о бытовом газе. Он приносит большие разрушения с гибелью людей. Эти катастрофы можно не допускать, если на кранах бытовых приборов установить механизмы закрывания кранов. Это не сложный прибор. Он чисто механический, с датчиком наличия газа, около бытовых приборов.

Я Вам раскрыл причины вызывающие на земле природные катаклизмы. Количество которых, будут увеличиваться, по мере приближения двойной системы, к южной точки своей орбиты, в тройной системе Звезд.

Вы спросите? А это что за напасть? А эти напасти приходят в солнечную систему каждые 13000 лет.

До следующей напасти вселенского характера, осталось всего - то 86 лет. Катастрофа начнётся с середины сентября. И продолжится до 1 октября 2102 года. Хотим мы этого или нет. Конечно. Нужны уточнения. И эту катастрофу предотвратить или хотя бы уменьшить не возможно.

Что это за вселенская катастрофа?

Выше я Вам рассказывал о размножении элементов урана, на элементы меньшего атомного веса, вплоть до водорода.

По Периодическому Закону, элементы, потерявшие свой атомный вес и заряд, в обязательном порядке, переходят в другие, более низкие энергетические состояния или на орбиты ближе к центру вращения - Солнцу. Ну а если планеты теряют свою энергию от процесса размножения своих элементов, на элементы меньшего атомного веса, то планеты, по тому же Закону, обязаны переходить на орбиты ближе к центру вращения - Звезде. Что они и делают каждые 26000 лет. Как этот процесс происходит.

Урановая масса Солнца, размножается на меньшие урановые массы. С выбросом на самую крайнюю орбиту солнечной системы, где и образуются планеты. И такие рождения планет из урановой массы Солнца, происходят каждые 13000 лет. Планеты рождаются, то в северном полушарии тройной системы Звёзд. Через следующие 13000 лет, планеты рождаются, в южном полушарии. Потом, через 13000 лет, опять в северном полушарии. А планета, пробывшая на своей орбите 26000 лет, в северном полушарии, переходит на другую орбиту ближе к Солнцу. Через 13000 лет, переходят планеты в южном полушарии. Получается. Планеты переходят каждые 13000 лет. А живут на одной орбите всего - то 26000 лет.

Очередной переход планет нужно ожидать с середины сентября и до 1 октября 2102 года.

Будут переходить планеты, родившиеся из Солнца в южной его части. Это планеты марсианской группы.

За счёт размножения урана на элементы, планеты увеличивает свой объём и теряет свою энергию.

Периодически переходя, доходят до орбиты, где в настоящее время находится планета Юпитер. На этой орбите, процессом размножения элементов, у планет, нарабатывается самый большой размер и объём.

От размножения, трения и мощного магнитного поля, мантия разогревается до жидкого состояния. Как только приходит время перехода, то планета, с началом движения на другую орбиту, сбрасывает огромную жидкую мантию в пояс астероидов. На другую орбиту приходит только урановое ядро, с тонкой мантией и двумя спутниками. Дальше опять тот же процесс. Процесс размножения, увеличение своего объёма и очередной переход на орбиту ближе к Солнцу.

А вот, как биологическую жизнь спасти, придётся нам с вами решать, не откладывая в долгий ящик. Если МЧС РФ не будет постоянно заниматься вопросами спасения человечества планеты Земля, то биологической жизни на планете останется, буквально единицы и то случайно.

Кроме МЧС Российской Федерации, спасением людей заниматься некому. Потому что, науки не знают, что половина планет, каждые 13000 лет, переходят на орбиты ближе к Солнцу.

Хотелось бы обсудить ещё один вопрос и внести ясность, по поводу, так называемого «парникового эффекта». Из процессов, происходящих в солнечной системе видно, что «парниковым эффектам» в земной атмосфере места нет и быть не может. «Парниковый эффект» может образовываться из элементов углерода и других газов, но только не в земной атмосфере.

Как известно, углерод легче воздуха и при выделении его промышленностью или из земной мантии в атмосферу, он переходит в энергетическую оболочку вокруг Земли или даже в углеродную оболочку вокруг Солнца. Он на постоянной основе, в нужном количестве, содержится в земной атмосфере. Углерод активно поглощает радиацию, которая выделяется, из земного ядра и из Солнца. Если радиация увеличивается, то увеличивается наличие углерода в атмосфере. Если радиация уменьшается, то и количество углерода в атмосфере Земли уменьшается.

МЧС РФ. Возьмите на заметку. Углеродом можно понижать или совсем уничтожать радиацию в закрытых помещениях и на больших территориях.

Углерод крайне необходим для биологической жизни. Без него, биологическая жизнь на земле, была бы невозможна. Он её защитник. Так что, «парниковый эффект» выдумка не добросовестных людей. Конечно. Выброс углерода промышленностью, не должен превышать допустимых пределов.

Итоги. Теперь нам известны процессы, происходящие в Галактике. В тройной, двойной и солнечной системах. В Земле, и вокруг Земли. С их годовыми, 22 летними, 13000 летними и 26000 летними циклами. Теперь МЧС Российской Федерации, известны;

Способы борьбы с наводнениями, Тушение пожаров на больших территориях. Способы предупреждения землетрясений. Способ не допущения взрыва бытового газа. Регулирование погоды. Ликвидация радиации. И самое главное. Знаем всё о вселенской катастрофе. Осталось за малым. Внедрять в жизнь способы спасения людей. Определить места, которые не будут подвержены перемещиванию, и начать проектировать убежища, в которых можно будет пережить вселенскую катастрофу. А они должны быть с полным жизненным обеспечением. Их надо начинать строить. 86 лет пролетят как один день. И нужна техника, способная своевременно предупреждать людей о надвигающейся опасности и устранять эту опасность. Без современной техники, решать вопросы спасения, чрезвычайно затруднительно. Осталось решить ещё два вопроса.

Первый вопрос. Как известно. В своё время, планету Земля взяли и завалили набок. На угол $23^{\circ}27'$. Таким образом, пытались объяснить смену времён года. Смена времён года на Земле, происходит за счёт подъёма планеты, то выше солнечного экватора на $23^{\circ}27'$, то опускание планеты ниже солнечного экватора на $23^{\circ}27'$. Подъём и опускание - $46^{\circ}54'$. Наклонение орбиты составляет $23^{\circ}27'$, к экватору солнечной системы. За счёт вот такого движения Земли по своей орбите и происходит смена времён года. Землю нужно немедленно выправить. 22 марта и 22 сентября, ось вращения Земли, и ось вращения Солнца, должны быть абсолютно параллельны в пространстве. На самом деле, так оно и есть.

Второй вопрос. Планета Земля начинает своё движение по орбите с 23 декабря. С 23 декабря, Природа планеты, начинает свою новую жизнь. А человечество начинает свою новую жизнь с 1 января, т. е. отстаёт от биологической жизни планеты, на семь дней. Что не допустимо. Вот поэтому, в жизни людей, всё идёт вопреки законам

Природы. Отсюда, все беды. Сделаем Новый Год на семь дней раньше, т. е. 1 января, будет 23 декабря, и начнём жить в унисон с Природой. Тогда, постепенно все беды у людей Земли нашей, уйдут в не бытие.

Кроме МЧС Российской Федерации решать эти вопросы некому. Он наш спаситель. Судьба людей на Земле, в его руках.

СТАНОВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ И ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ В ПЕРЕХОДНЫЙ ПЕРИОД. ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ

Кияшко Е. В., Кхалифи Е. А.

**Лаборатория (по проблемам чрезвычайных ситуаций)
Управления (мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций)
ФКУ Центр «Антистихия» МЧС России**

В соответствии с Федеральным конституционным законом от 21 марта 2014 г. № 6-ФКЗ «О принятии в Российскую Федерацию Республики Крым и образовании в составе Российской Федерации новых субъектов - Республики Крым и города федерального значения Севастополя» и Федеральным законом от 21 марта 2014 г. № 36-ФЗ «О ратификации Договора между Российской Федерацией и Республикой Крым о принятии в Российскую Федерацию Республики Крым и образовании в составе Российской Федерации новых субъектов» Республика Крым вошла в состав Российской Федерации; образованы два новых субъекта - Республика Крым и город федерального значения Севастополь. Указом Президента Российской Федерации от 21 марта 2014 г. № 168 образован Крымский федеральный округ.

Действовавшая на территории вновь образованных субъектов система гражданской защиты МЧС Украины являлась малоэффективной. Система мониторинга и прогнозирования отсутствовала. Соответственно не существовало документов, регламентирующих деятельность МЧС в этом направлении.

По инициативе руководства задача прогнозирования ЧС была возложена на отдел инженерно-технических мероприятий и предупреждения ЧС в составе управления гражданской защиты. Разрабатывался один вид прогноза - ежегодный. Ввиду отсутствия нормативно-правовой документации в области мониторинга и прогнозирования МЧС Украины, использовались методические рекомендации, существующие в Российской Федерации

В августе 2014 года МЧС России была поставлена задача создать в Крымском ФО систему мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

С целью предупреждения ЧС и обеспечения информационной и методической поддержки на территории Республики Крым и города Севастополя в июле 2014 года Центром «Антистихия» была создана лаборатория по проблемам ЧС в городе Симферополе. За два года функционирования лабораторией было подготовлено более 500 ежедневных прогнозов развития ЧС, 36 декадных прогнозов развития ЧС, а также 7 прогнозов на месяц и 3 прогноза циклических явлений, с достаточно высокой оправдываемостью, в частности, по краткосрочным прогнозам, она составляет 87 %. Проведены обучения специалистов отделов мониторинга и прогнозирования ГУ МЧС России по Республике Крым и г. Севастополю.

Своевременное прогнозирование ЧС и реагирование на прогнозы не позволило значительной части происшествий развиваться до уровня чрезвычайной ситуации. В условиях роста количества опасных природных явлений и постоянно возрастающей антропогенной нагрузки сформировалась и удерживается динамика снижения количества природно-техногенных ЧС. В 2015–2016 году количество природно-техногенных ЧС в сравнении со среднемноголетними значениями уменьшилось на 40 %

В настоящее время система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций в Республике Крым и г. Севастополе включает в себя:

- Лабораторию Центра «Антистихия» (по проблемам прогнозирования ЧС) (июль 2014 года);

- Отдел мониторинга и прогнозирования Центра управления в кризисных ситуациях Министерства чрезвычайных ситуаций по Республике Крым (ноябрь 2015 года) в составе 6 человек;

- Отделение мониторинга и прогнозирования Центра управления в кризисных ситуациях Министерства чрезвычайных ситуаций по г. Севастополю (сентябрь 2015) в составе 3 человек;

- Отдел мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, территориального взаимодействия и реабилитации управления гражданской защиты Министерства чрезвычайных ситуаций Республики Крым (ноябрь 2014 года) 4 человека.

- Лаборатории других организаций и предприятий, входящих в систему сети наблюдения и лабораторного контроля Республики Крым.

Деятельность системы мониторинга и прогнозирования ЧС Республики Крым осуществляется в соответствии с Положением о системе мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, утвержденным приказом МЧС России от 04.03.11 № 94.

Порядок сбора информации на региональном уровне регламентируется Постановлением совета министров Республики Крым от 10.02.2015 № 38 «О порядке сбора и обмена в Республике Крым информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»

Однако необходимо принятие на территориальном уровне нормативно-правовой базы, которая обяжет организации, осуществляющие мониторинг по своим направлениям, предоставлять информацию в полном объеме для формирования прогноза по всем видам рисков возможных ЧС.

Физико-географические условия Республики Крым и города Севастополя создают предпосылки к возникновению на данной территории всевозможных чрезвычайных ситуаций. Наибольшую опасность могут представлять опасные метеорологические явления и процессы (сильные ветры, штормы, снегопады, продолжительные дожди, заморозки, засухи), опасные гидрологические явления и процессы, мониторинг и прогноз которых осуществляется крымским УГМС., природные пожары (лесные, степные).

Значительная часть природных опасностей территории Крымского полуострова не достигает уровня чрезвычайных ситуаций, но вероятность возникновения ЧС, в том числе федерального характера, существует.

Наибольшее количество техногенных ЧС обусловлено пожарами в жилом секторе и организациях, крупными дорожно-транспортными происшествиями, обнаружение неразорвавшихся боеприпасов. Высоки риски возникновения ЧС техногенного характера, обусловленные высоким износом коммунальных систем жизнеобеспечения.

Для наиболее эффективной оценки источников рисков и своевременного прогнозирования ЧС требуется:

- возобновления мониторинга экзогенно-геологических процессов, актуализация кадастра оползней Республики Крым и города Севастополя;

Территория Республики Крым и города Севастополя относится к числу регионов с интенсивным развитием экзогенно-геологических процессов. Согласно Кадастру оползней Республики Крым на учете находится 1 589 оползней из которых 37 находятся в активном состоянии, ежегодно количество их увеличивается в среднем на 3–4. Ввиду отсутствия финансирования в 2006–2008 мониторинг оползней был прекращен. В 2015 году возобновлён для 40 оползневых участков.

В соответствии с Кадастром селевых бассейнов в Республике Крым насчитывается 75 селевых бассейнов и ячеек. Мониторинг которых, также как и обвальнo-осыпных процессов не осуществляется на данный момент.

- модернизации существующей сети гидрометеорологических наблюдений;

- расширения мониторинга сейсмических процессов на севере и западе полуострова;

- расширения списка предоставляемой информации от ФГБУ «Крымское УГМС», Государственного комитета по водному хозяйству и мелиорации Республики Крым и других организаций.

Основными проблемами в свою очередь являются:

- неготовность министерств и ведомств к взаимодействию;

- пробелы в федеральном праве в области мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования;

- отсутствие единого правового документа, регламентирующего деятельность СМП ЧС на территории РК;

- малая разработанность прогностических методик, обусловленная отсутствием или нехваткой статистических данных по РК.

Таким образом, основа системы мониторинга и прогнозирования ЧС в Республике Крым заложена, и находится в стадии дальнейшего совершенствования и развития.

Литература

1. Паспорт риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на территории Республики Крым, МЧС России по Республике Крым, 2015.

2. Комплексное исследование влияния рисков природных и техногенных чрезвычайных ситуаций на безопасность жизнедеятельности населения Республики Крым и г. Севастополь, ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, 2015.

3. *Вольфман Ю. М., Пустовитенко Б. Г.* Крымская сеть сейсмологических наблюдений: состояние и проблемы интеграции в Российскую систему сейсмологического мониторинга. Пути снижения возможного ущерба от сейсмических катастроф в Крымском регионе. Институт сейсмологии и геодинамики ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», 2015.

ДИСТАНЦИОННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗЕРВНОГО ОБЪЕМА ПРОРЫВООПАСНЫХ ВЫСОКОГОРНЫХ ОЗЕР

Коновалов В. А., Рудаков

Институт географии РАН, Москва

Постановка задачи, исходные данные

Одной из практически важных характеристик озер служит изменение их объема, которое в общем виде равно произведению двух сомножителей: 1) разность абсолютной высоты поверхности озера за известный интервал времени и 2) постоянная F_1 или

изменяющаяся во времени площадь объекта. Оба варианта определения ΔV записаны в виде формул (1–2):

$$\Delta V_1 = dZ \times F_1 \quad (1)$$

$$\Delta V_2 = dZ \times F_2(\Delta T) \quad (2)$$

Разность между максимально возможным и фактическим объемами наполнения озера, или потенциальный резервный объем, принята как один из показателей прорывоопасности.

Основной целью нашего исследования служат способы и результаты определения резервного объема высокогорных озер при отсутствии форс-мажорных внешних воздействий на подпруживающую плотину.

Получение регулярных сведений о резервном объеме для всей совокупности или репрезентативной выборки озер наиболее реально, если для оценки площади и абсолютной высоты поверхности высокогорных озер в моменты t_2 и t_1 использовать геоинформационные средства обработки спутниковых изображений и цифровую модель рельефа (ЦМР) в качестве топографической основы. При этом время создания ЦМР также должно отражать состояние озер в моменты t_2 и t_1 .

Оцифровка контуров озер в географических координатах выполнена по их изображениям в оптическом диапазоне со спутника TERRA (сканер ASTER). В расчетах по уравнениям (1–2) использованы ЦМР SRTM 4.1 и файлы ASTER DEM G2.

Расчет резервного объема прорывоопасных озер

Оценки резервного объема как показателя прорывоопасности подпруженных высокогорных озер получены на примере бассейна р. Гунт (правый приток Пянджа – основной составляющей р. Амударьи). Причиной регулярного увеличения объема озер в районе исследования может быть возрастание притока воды, вследствие повышенных осадков и/или таяния ледников и снега в бассейне озера, а также ухудшение условий фильтрации воды сквозь плотину.

Анализ трендов изменения средней летней температуры воздуха и суммы осадков за характерные периоды октябрь-апрель и июнь-август в 1951–2014 гг. выполнен по данным 13 метеостанций Памира. На всех метеостанциях отмечено (см. график на рис. 1) устойчивое синхронное возрастание средней летней температуры воздуха, а также по данным четырех метеостанций однообразный положительный тренд изменения суммы осадков за октябрь-апрель и июнь-август. Оба этих фактора благоприятствуют увеличению объема прорывоопасных озер.

Определение глубины и объема озер

Однозначным вариантом определения объема озера служит произведение средней глубины на площадь:

$$V = \bar{D} \times F \quad (3)$$

где $\bar{D} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N d_i$, а $F = \sum_{k=1}^M dF_k$.

Здесь \bar{D} – средняя глубина озера, F его площадь, N – число батиметрических измерений глубины d_i , M – число ячеек в регулярной сетке для определения площади, dF – размер ячейки по долготе и широте в растровом изображении озера. Массовые оценки V по формуле (3) нереальны, из-за трудностей получения достаточного коли-

чества прямых измерений глубины. В связи с этим предложена параметризация формулы (3) в виде эмпирического уравнения регрессии $V=f(H_{max}, F)$.

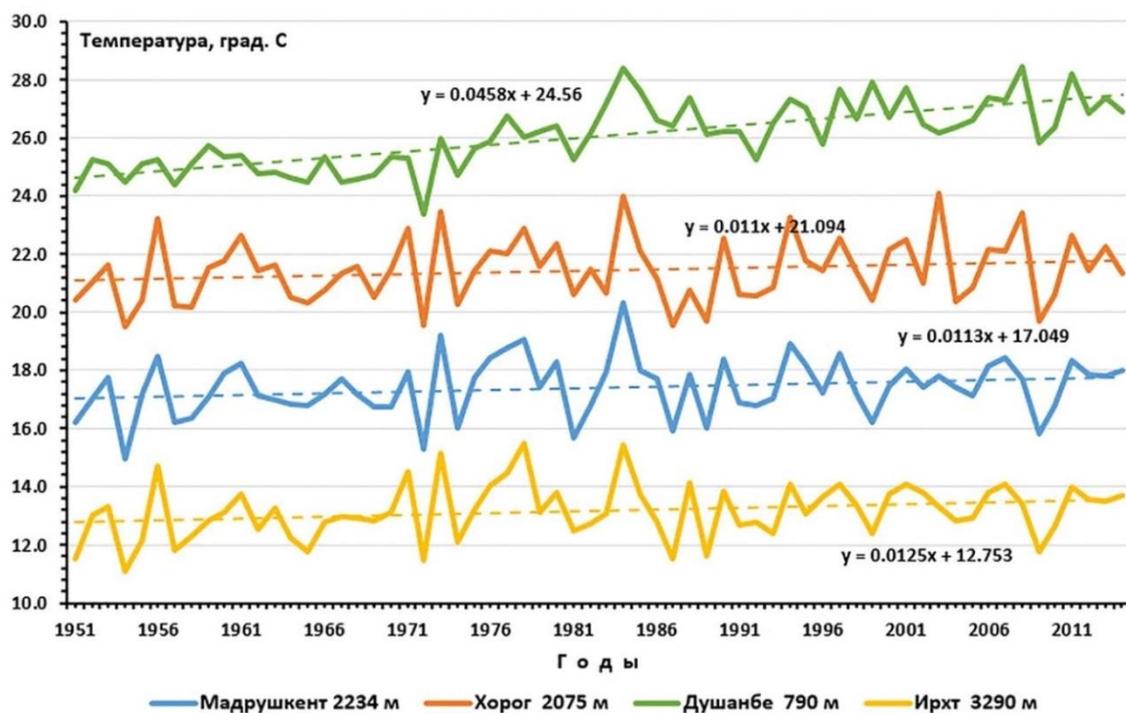


Рис. 1

В результате корреляционного анализа выборки из 103 измерений объема, площади, максимальной и средней глубины озера установлено практическое равенство коэффициентов детерминации ($R^2=0,75\div 0,74$) уравнений регрессии с аргументами площадь и средняя либо максимальная глубина.

Для определения максимальной глубины, площади и резервного объема потенциально прорывоопасного озера выполняются следующие операции:

1. Оцифровка контура озера в географических координатах на изображениях в оптическом диапазоне со спутника TERRA или в интернет сервисе GOOGLE EARTH PRO и наложение файла с полученным контуром на цифровую модель рельефа (ЦМР) района, загруженную в программе GLOBAL MAPPER.

2. Далее в среде GLOBAL MAPPER выполняем процедуры:

а) определение проекции на горизонтальную поверхность длины заданного профиля по тальвегу долины (отрезок AD на рисунке 2А) и половины длины между отметками начала и конца озера (отрезок АВ на рисунке 2А, $AB=m_1=m_2$);

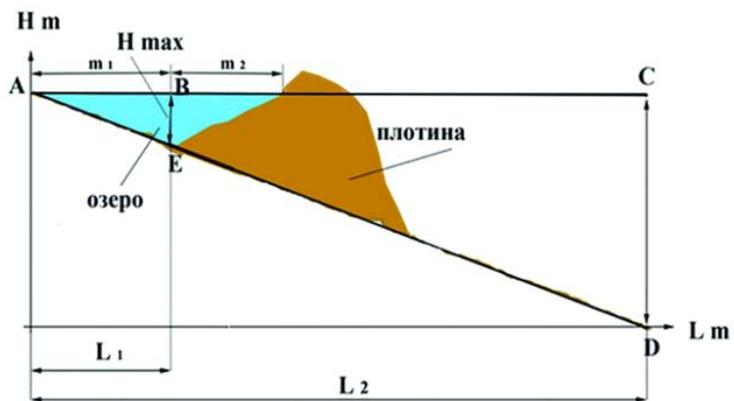
б) определение разности ΔZ высоты в точках начала озера и конца профиля AD (отрезок CD на рис. 2А);

в) определение с помощью GLOBAL MAPPER или ArcGIS площади озера при современном уровне воды;

г) расчет, по приведенным на рис. 2А и 2Б формулам, максимальной глубины озера H_{max} ;

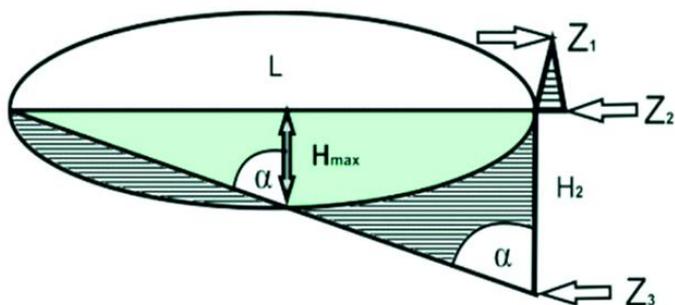
д) расчет высоты H_1 подпруживающей плотины относительно уреза воды (показана как разность высот Z_1 и Z_2 на рис. 2Б-2В);

е) расчет резервного объема озера (см. рис. 2Г) как разности между объемами озера при возросшей будущей площади (контур 2 на рис. 2Г) и при современных величинах объема и площади (контур 1 на рис. 2Г).



$$H_{max} = \Delta Z \cdot Kp, (Kp = L_1/L_2)$$

Рис. 2А



$$H_{max} = \frac{L}{2} \times \frac{1}{tg(arctg(L/H_2))}$$

Рис. 2Б



Рис. 2 В

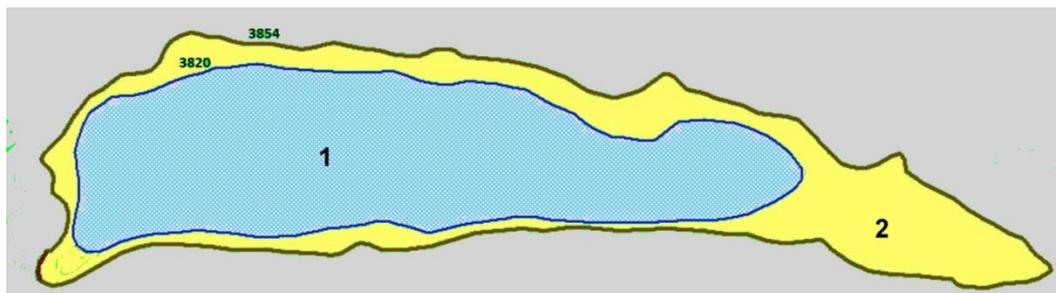


Рис. 2Г

Будущее значение площади озера получаем с помощью ArcGIS или GLOBAL MAPPER после оцифровки в географических координатах изолинии минимальной высоты плотины в цифровой модели рельефа для бассейна озера. На рис. 2Г – это изолиния высоты 3854 м н.у.м.

Для расчета современного и будущего объемов озера в зависимости от его площади используется эмпирическая формула, параметры которой представлены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные и параметры уравнений для расчета V объема озер

Заданные пределы F	N	Значения F в выборке, км ²		Параметры $V=aF^b$		R^2
		min	max	a	b	
$F < 0,1$	86	0,00004	0,1	9,6	1,23	0,92
$0 < F < 0,4$	115	0,00004	0,4	13,8	1,28	0,94
$F > 0,1 \leq 0,4$	29	0,103	0,4	21,5	1,54	0,39
$1,0 \leq F < 36$	22	1,34	35,8	21,0	1,50	0,82
$0 \leq F < 1,0$	136	0,00004	0,96	13,8	1,28	0,94

N – число случаев, F – площадь озера, R^2 – коэффициент детерминации.

Таким образом, достигнуто решение поставленной задачи.

Приток талой воды в высокогорное озеро на примере оз. Риванкуль

Ежегодный приток воды W_R в озеро Риванкуль, расположенное на высоте 3510 м, происходит почти исключительно благодаря таянию снега и льда на площади оледенения и снега на внеледниковой территории. Площадь водосбора озера Риванкуль F_{bas} равна 45,1 км², средняя взвешенная высота 4378 м, коэффициент оледенения составляет 38 %. Потенциальный резервный объем равен 25,9 млн. м³ или 103 % от современного объема.

Расчет изменения притока воды в озеро в 1931–2015 гг. в связи с ростом средней летней температуры воздуха выполнен путем определения осадков, испарения, ледникового стока в уравнении (4) водного баланса:

$$W_R = k_1 \times (P - E)_{Z0} \times F_{bas} + k_2 \times Ab(Z2) \times Fgl \quad (4)$$

где k_1 – коэффициент стока с внеледниковой поверхности бассейна озера, равен 0,70;

k_2 – коэффициент стока с площади оледенения Fgl равен 0,89 с учетом, потерь на внутреннее питание в областях аккумуляции ледников;

P и E – соответственно годовые слои осадков и испарения на средней взвешенной высоте бассейна Риванкуль $Z0$;

$Ab(Z2)$ – годовой слой абляции на средней высоте ледника $Z2$ (аналог фирновой границы). Расчет годовых осадков P_y на высоте $Z0$ выполнен по эмпирической формуле для бассейна Гунта:

$$P_y = 19631 - 254,2 \times Long + 0,2 \times Alt - 40,9 \times Lat, \quad (5)$$

где $Long$ и Lat – соответственно долгота и широта пункта, град; Alt – высота в м н.у.м. Для расчета испарения использована ранее разработанная и апробированная методика.

В итоге средние годовые значения P_y и E на высоте $Z0$ бассейна озера Риванкуль оказались равными в мм, соответственно 548 и 269. Величина P_y хорошо согласуется со значением максимальных снегозапасов 320–550 мм в интервале высоты 4500–5000 м н.у.м. для средней части Гунта. Величина $Ab(Z2)$ найдена по известной формуле Кренке:

$$Ab=1,33 \times (Ts+9,66)^{2,85}, \quad (6)$$

где для оценки средней летней температуры воздуха T_s на высоте Z_2 использована экстраполяция данных метеостанции Хорог по линейной зависимости $T_s=T_s(Z)$ с градиентом 8,36 град °С/км. При расчете $Ab(Z_2)$ учтено изменение T_s в 1931–2015 гг.

Средний годовой приток талой воды в озеро Риванкуль с площади оледенения в 1991–2015 гг. увеличился на 0,8 млн. м³, по сравнению с 1931–1960 гг.

В итоге суммарный годовой объем притока в озеро Риванкуль WR в среднем за 1931–2015 гг. оказался равным 15,5 млн. м³. Эта величина подтверждается независимой оценкой стока в озеро по формуле $WR=Mo \times F_{bas}$, равного 14,2 млн. м³, где Mo – модуль стока в л/сек/км².

Как видно из таблицы 2, средний годовой приток талой воды в озеро Риванкуль с площади оледенения в 1991–2015 гг. увеличился на 0,8 млн. м³, по сравнению с 1931–1960 гг. Если предположить продолжение прироста поступления талой воды с той же интенсивностью и что он полностью будет уходить на сокращение резервного объема озера Риванкуль, то этот объем может быть заполнен ориентировочно за 32 года. Полученная оценка – один из важных результатов исследования поставленной проблемы.

Таблица 2

Параметры оледенения и средний приток талой воды
в оз. Риванкуль за годы: 1931–1960, 1961–1990, 1991–2015

Ис-точ-ник	Параметры оледенения					$T_s(Z_2)$			$Ab(Z_2)$			$Vol(Fgl)$		
	Ngl	Fgl	Z_1	Z_2	Z_3	1931–1960	1961–1990	1991–2015	1931–1960	1961–1990	1991–2015	1931–1960	1961–1990	1991–2015
[1]	19	16,9	4623	4857	5091	-2,0	-1,9	-1,7	448	464	499	6,7	7,0	7,5
[2]	29	18,9	4676	4863	5159	-2,0	-1,9	-1,7	440	456	491	7,4	7,7	8,2
[3]	20	16,0	4690	4906	5196	-2,4	-2,3	-2,1	384	399	430	5,5	5,7	6,1
среднее		17,3	4663	4875	5149	-2,1	-2,0	-1,8	421	437	470	6,6	6,9	7,4

[1] - World Glaciers Inventory. Version 11/19/2007. [2] – Randolph Glacier Inventory. Version 5, released 20 July 2015; [3] – Щетинников А. С. Морфология оледенения речных бассейнов Памиро-Алая по состоянию на 1980 год (справочник), 1997.

Ngl – число ледников; Fgl – площадь, км²; Z_1 – минимальная высота, м; Z_2 – средняя высота, м; Z_3 – максимальная высота, м; $T_s(Z_2)$ – средняя летняя температура воздуха на высоте Z_2 , град С°; $Ab(Z_2)$ – средняя годовая абляция на высоте Z_2 , мм; $Vol(Fgl)$ – средний годовой объем стока от таяния снега и льда на площади Fgl , млн м³. $Vol(Fgl)=Ab(Z_2) \times Fgl \times KR$, $KR=0,89$ – коэффициент стока.

Предполагая продолжение прироста поступления талой воды с той же интенсивностью и что он полностью будет уходить на сокращение резервного объема озера Риванкуль, тогда этот объем может быть заполнен ориентировочно за 32 года. Полученная оценка – один из важных результатов исследования поставленной проблемы.

Такой же расчет может быть выполнен для других прорывоопасных озер.

Заключение

1. Степень влияния плотины на естественный режим стока из вышележащего озера характеризует наличие или отсутствие поверхностного стока из озерной котло-

вины. В первом случае плотина не является препятствием для естественного руслового стока, во втором служит потенциальным источником образования резервного объема воды в озерной котловине, вследствие форс-мажорного или систематически увеличивающегося ее объема.

2. Характеристики высокогорных озер: площадь, максимальная глубина, текущий и резервный объемы, превышение подпруживающей плотины над урезом воды и условия стока из них следует использовать в качестве показателей прорывоопасности.

3. Эти параметры легко определяются с помощью цифровой модели рельефа, изображений со спутников среднего разрешения, применения геоинформационных технологий.

4. Гляцио-гидрологические методы расчета составляющих водного баланса обеспечивают получение сведений о притоке воды в высокогорные озера.

5. В бассейне р. Гунт наибольшую опасность представляет полностью заполненное озеро Риванкуль, прорывная волна которого и вызванный ею сель достигнет г. Хорог.

ДИАГНОЗ И ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЙ В НИЖНЕЙ ПОЛЯРНОЙ ИОНОСФЕРЕ (ОБЛАСТЬ D), ВЫЗВАННЫХ ВНЕАТМОСФЕРНЫМИ ФАКТОРАМИ, С ПОМОЩЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ И УСВОЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Криволицкий А. А.

ФГБУ «Центральная аэрологическая обсерватория» (ЦАО) Росгидромета

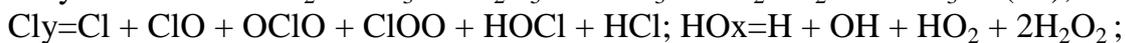
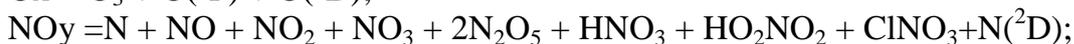
Как известно [1], ионосфера Земли, образуемая под действием солнечной и ультрафиолетовой и корпускулярной радиации, определяет условия распространения радиоволн (т.е. радиосвязь). Ионосферу принято разделять на слои: область D (60–90 км), E (90–150 км), F1 (150–200 км) и F2 (200–1000 км). Область D является самой сложной (и богатой) областью по ионному составу, в ней присутствуют (в отличие от вышележащих слоев ионосферы), например, тяжелые положительные и отрицательные ионы-связки. В этой области происходит основное поглощение радиоволн, она также используется для радиосвязи с подводными лодками на низких частотах.

Численное моделирование процессов в этой области является чрезвычайно сложной задачей. В лаборатории химии и динамики атмосферы ЦАО была создана первая в мире глобальная трехмерная фотохимическая нестационарная транспортная модель [2], включающая физику процессов в области D и позволяющая исследовать физические процессы в нижней ионосфере в периоды возмущений на Солнце. Ниже представлено краткое описание модели, также некоторые результаты реализации численных сценариев воздействия факторов солнечной активности на озоносферу и нижнюю ионосферу.

Краткое описание модели

Модель CHARM-I (Chemical Atmospheric Research Model with Ions) [2] является развитием трехмерной глобальной фотохимической модели нейтральных составляющих CHARM, расширенную за счет ионизированных составляющих. В список нейтральных составляющих добавлена компонента $O_2(^1\Delta_g)$, важная для расчета ионизированных составляющих. Диапазон высот модели: 0–90 км. Основным методом

расчета являлся метод «химических семейств». Список нейтральных составляющих, рассчитываемых в модели, имеет вид:



- газы-источники:

$CH_4, CO_2, N_2O, CF_2Cl_2, CFCI_3, H_2, Cl_4, Cl_2, CH_3Cl, CH_2Cl, O_2$ (профиль фиксирован), N_2 (профиль фиксирован), $M=O_2 + N_2$ (концентрация молекул воздуха), H_2O (глобальное распределение фиксировано).

Вертикальный профиль молекулярного кислорода в расчетах был зафиксирован. Также не менялось глобальное (двумерное) распределение водяного пара, основанное на наблюдениях со спутника UARS (прибор HALOE).

В модели CHARM-I рассчитываются следующие ионизированные составляющие:

Положительные ионы



Электроны и отрицательные ионы



В модели учтены 127 фотохимических реакций Шаг интегрирования модели по времени варьировался от 100 до 500 с. Скорости диссоциации пересчитывались через 1 ч. модельного времени, что позволило корректно описать суточный ход солнечной радиации над фиксированной точкой. Нижняя граница модели находится на уровне земли, верхняя – на высоте 90 км, шаг по высоте в модели составляет 2 км, разрешение по широте – 5°, по долготе – 10°. Начальные распределения всех МГС брались из одномерной фотохимической модели. При описании химии тропосферы были учтены, в параметрическом виде, процессы «вымывания» в облаках для некоторых компонент ($H_2O_2, HNO_3, HCl, HNO_4$). Гетерогенные реакции на поверхности аэрозольных частиц не учитывались. Глобальные поля компонент ветра и температуры брались из предварительных расчетов по модели общей циркуляции [3]. При этом использовались соответствующие трехмерные поля, осредненные за сутки для всех дней года.

Ниже приведены модельные глобальные распределения температуры, ветра, озона и электронной концентрации для невозмущенных условий на Солнце.

На рисунке 1 представлено глобальное распределение отношения смеси озона (ρ_{rtv}) для января.

На рисунках 2 и 3 изображены модельные поля электронной концентрации на высотах 80 и 70 км, соответственно. Расчеты соответствуют 0 часов UT. Долготная структура распределений электронной концентрации четко отражает границу день-ночь (в D области электронная концентрация практически отсутствует ночью). Следует обратить внимание на «двугорбую» структуру в глобальном распределении с минимумов в районе экватора для высоты 70 км. Анализ этого эффекта позволяет связать его появление с динамическими причинами.

Ниже представлены результаты расчета глобальных полей температуры и ветра, полученные с помощью модели общей циркуляции ARM (Atmospheric Research Model), использованные в при фотохимическом моделировании.

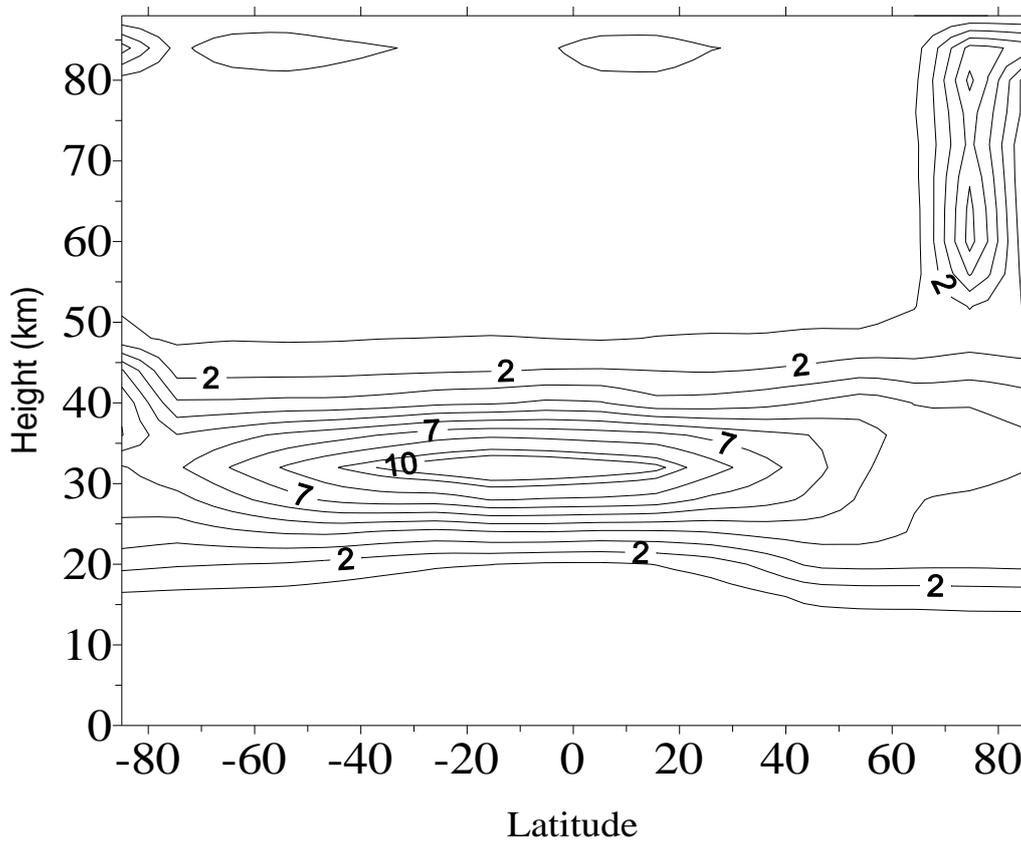


Рис. 1. Глобальное распределение отношения смеси озона (ppmv) для января (расчет по трехмерной фотохимической модели) (расчет по модели CHARM-I)

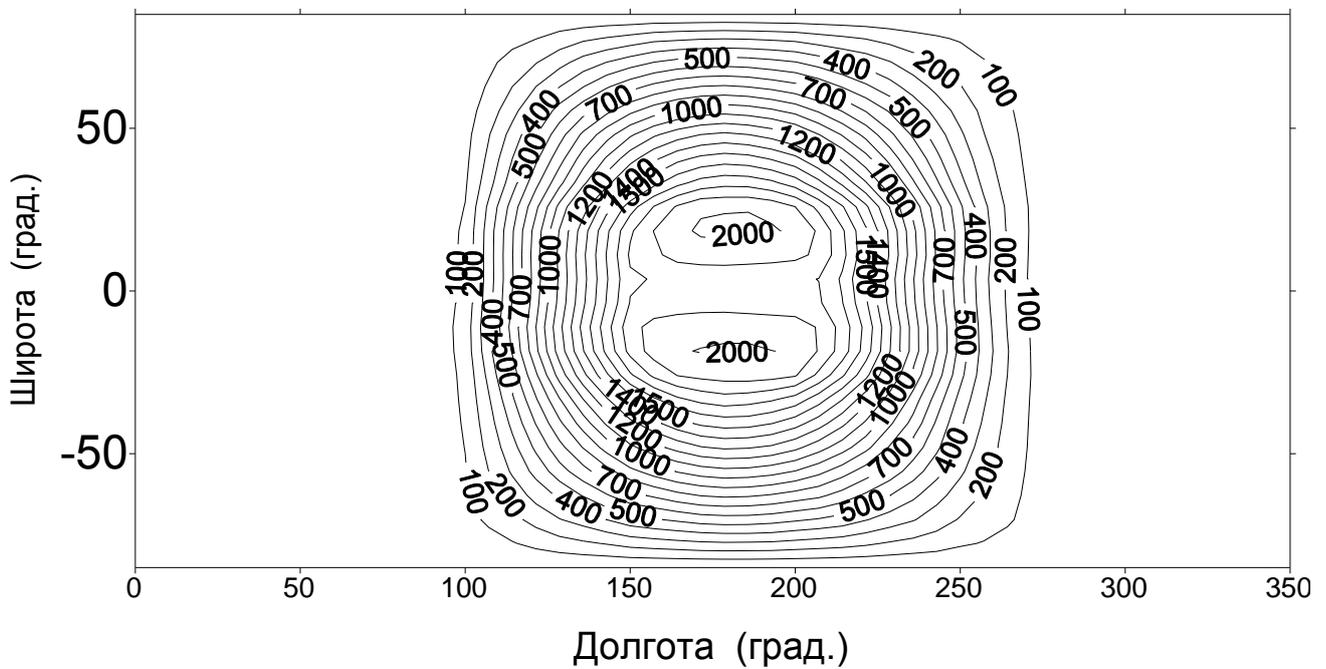


Рис. 2. Глобальное распределение электронной концентрации (см⁻³) на высоте 80 км для 0 часов UT (расчет по модели CHARM-I)

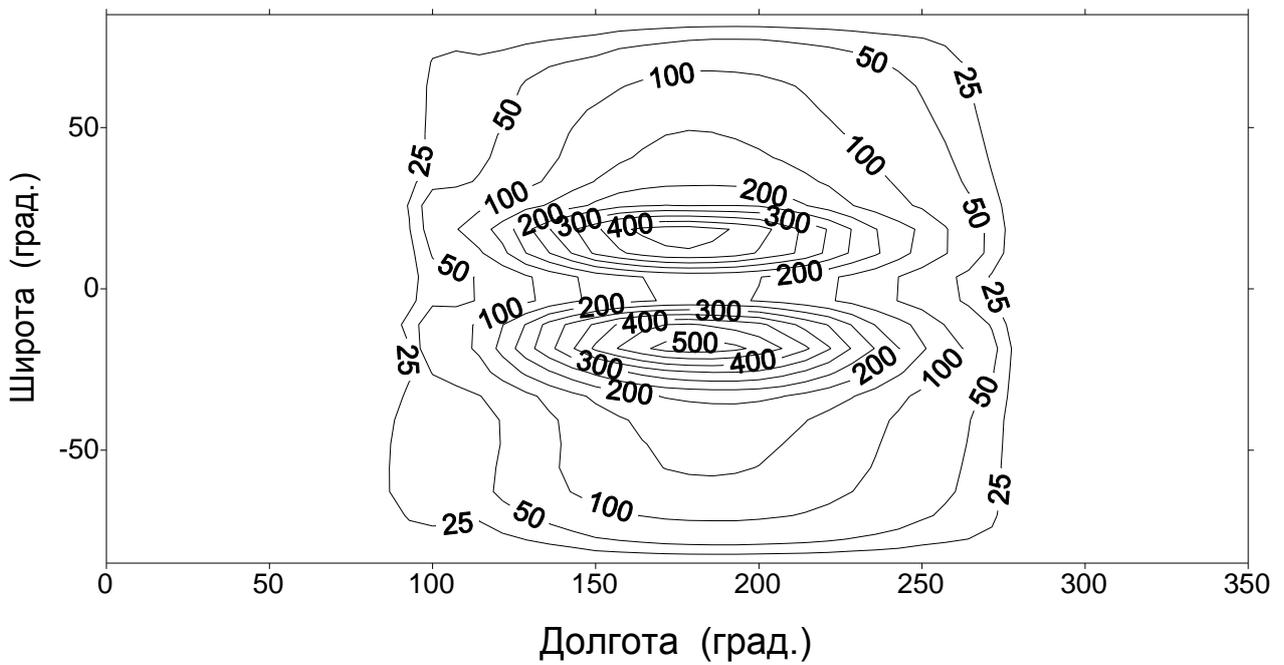


Рис. 3. Глобальное распределение электронной концентрации (cm^{-3}) на высоте 70 км для 0 часов UT (расчет по модели CHARM-I)

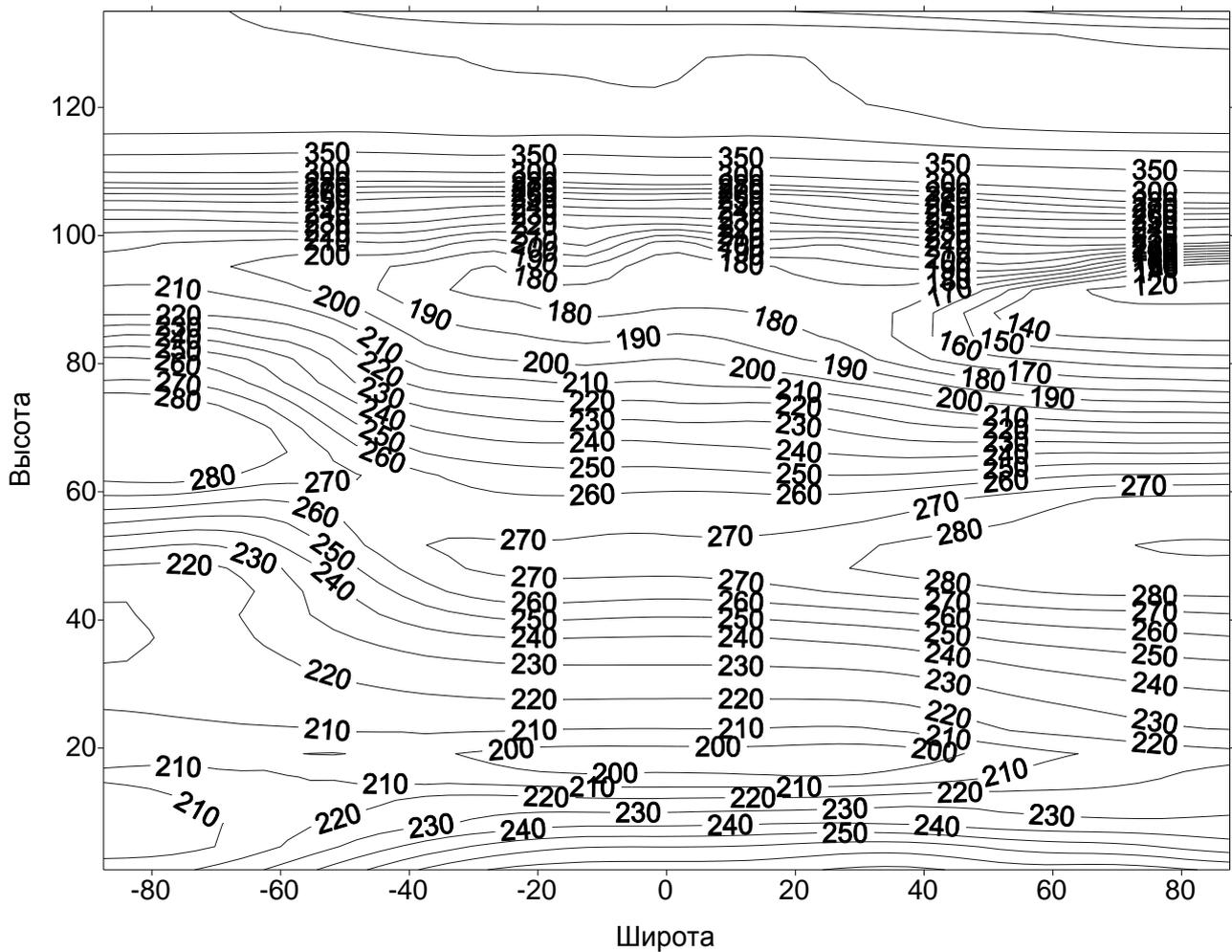


Рис. 4. Глобальное распределение температуры (K) для июля (расчет по модели общей циркуляции ARM)

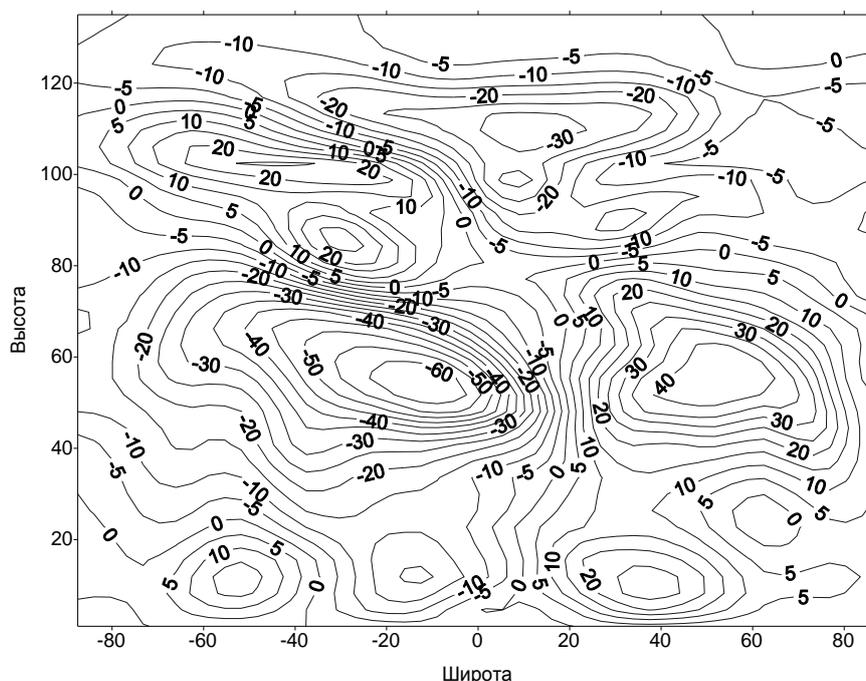


Рис. 5. Глобальное распределение скорости зонального ветра (м/с) для января (расчет по модели общей циркуляции ARM)

Ниже представлены результаты моделирования воздействия колебаний УФ и корпускулярной радиации на озон, температуру и электронную концентрацию.

Отклик атмосферы на аномальное изменение потоков УФ радиации в 23-ем цикле активности Солнца

Спутниковые наблюдения изменчивости вариаций солнечного спектра с 11-летним циклом солнечной активности (по данным за 3 солнечных цикла: 20, 21 и 22-ой) позволили оценить эти изменения: примерно 100 % в области 140–155 нм, 70 % для длины волны 160 нм, 50 % для 170 нм и 20 % для 180 нм. Из приведенных данных видно, что эти изменения затухают с увеличением длины волны. В области длин волн более 100 нм важным источником ионизации и диссоциации в атмосфере является эмиссионная линия водорода L- α , которая в спокойных условиях несет большую энергию, чем весь остальной спектр в области коротких длин волн. Общий поток излучения в этой линии, а также ее форма, изменяются в течении солнечного цикла от $(2,5 \dots 3,0) \cdot 10^{11}$ фотон \cdot см $^{-2}$ \cdot с $^{-1}$ в минимуме солнечной активности до $(4,0 \dots 6,0) \cdot 10^{11}$ фотон \cdot см $^{-2}$ \cdot с $^{-1}$ в максимуме. Измерения со спутников, проведенные в период 23-го цикла активности Солнца, показали, что затянувшийся минимум активности сопровождался беспрецедентным понижением потока УФ радиации (см. Рис. 6). Следует отметить, что вариации интегрального потока солнечной радиации («солнечная постоянная» - порядка 1367 Вт \cdot м 2), поступающая на Землю, меняется слабо (порядка 0,1 %). Зафиксировать такие слабые колебания на фоне ошибок измерений стало возможно лишь в результате долговременного мониторинга со спутников на протяжении нескольких циклов активности.

Ниже представлены результаты трехмерного моделирования, иллюстрирующие атмосферные эффекты вариаций УФ радиации в цикле активности. При этом были использованы амплитуды вариаций в различных спектральных интервалах, характерные для 23-го цикла активности (о котором было сказано выше). Расчеты были проведены с помощью модели ARM.

Как уже говорилось выше, 23-й цикл активности Солнца характеризовался не только затянувшимся минимумом, но и необычайно низкими значениями потоков

ультрафиолетовой радиации. С помощью модели общей циркуляции было реализовано два сценария: для максимума солнечной активности (интегрирование на два модельных года) и для минимума активности Солнца (интегрирование на два модельных года). Уровень УФ радиации в максимуме и минимуме активности Солнца задавался примерно в соответствии приведенным рисунком.

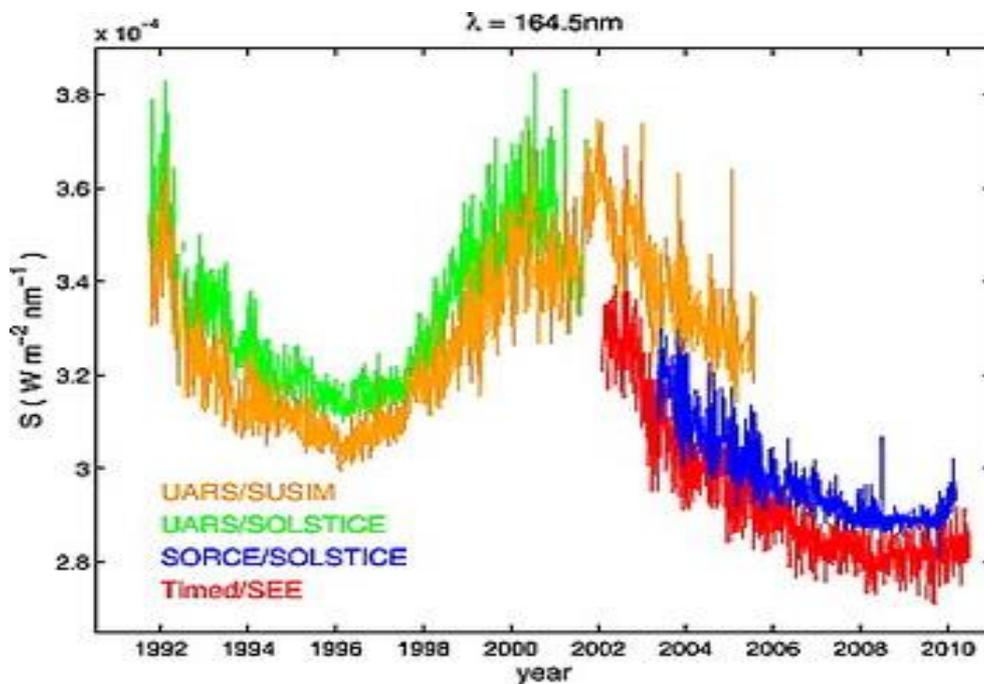


Рис. 6. Вариации потока УФ радиации Солнца на длине волны 164.5 нм по наблюдениям со спутников

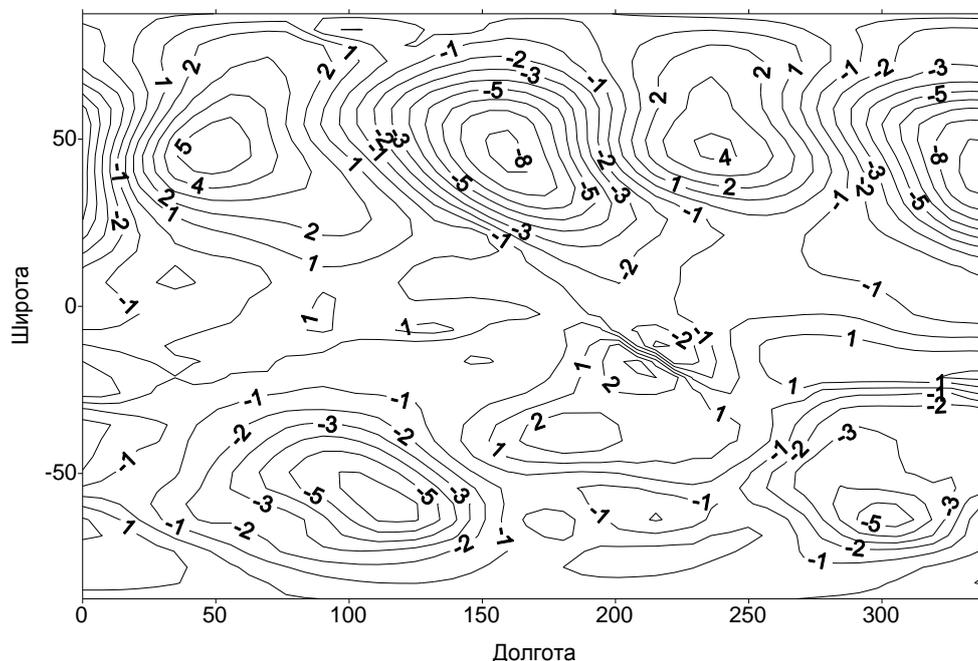


Рис. 7. Аномалии температуры (К) в тропосфере Земли (5 км), вызванные изменениями потока Уф радиации Солнца в цикле его активности

На рисунке 7 приведены модельные изменения температуры между максимумом и минимумом активности Солнца, обнаружившие новый эффект - волновую структуру температурного отклика на солнечный цикл. Таким образом, изменения температуры в отдельных районах могут быть, как положительны, так и отрицательны. Волновая

структура отклика обусловлена сложным нелинейным взаимодействием планетарных атмосферных волн и вариациями озонного нагрева в цикле активности Солнца.

Изменения в озоносфере и нижней ионосфере, вызванные протонной вспышкой на Солнце

Сильные протонные вспышки на Солнце вызывают аномальную ионизацию в полярных областях, что приводит к возмущениям нейтрального и ионного состава ниже 100 км [8]. При этом дополнительное образование окислов азота и водорода разрушает озон. На рисунке 8 показан эффект такого разрушения озона после протонной вспышки 14 июля 2000 г.

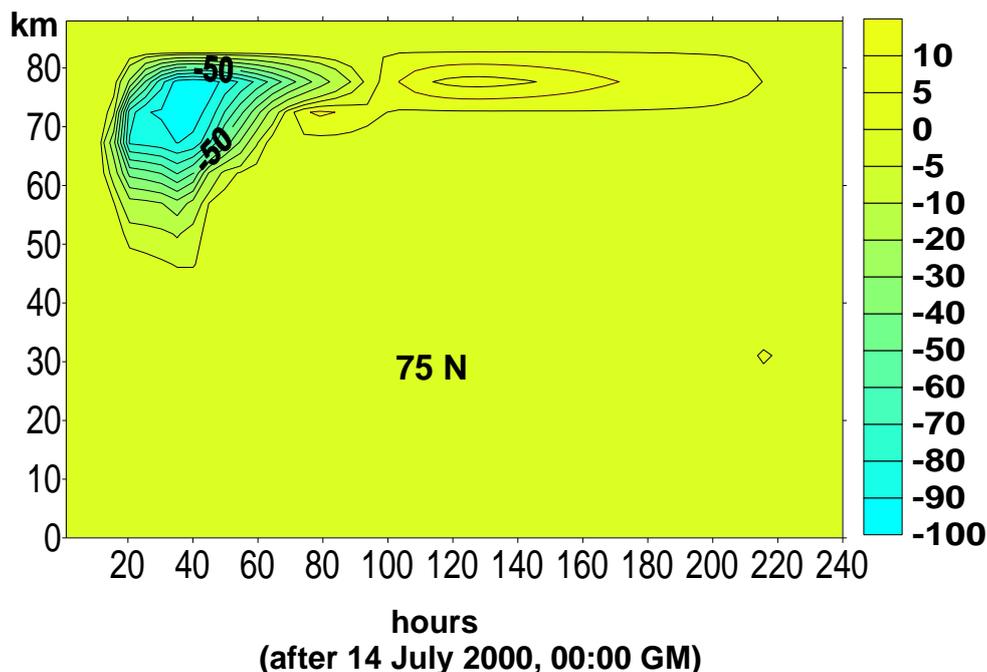


Рис. 8. Разрушение озона (%) в полярных широтах северного полушария после вспышки на Солнце 14 июля 2000 г. (трехмерное моделирование)

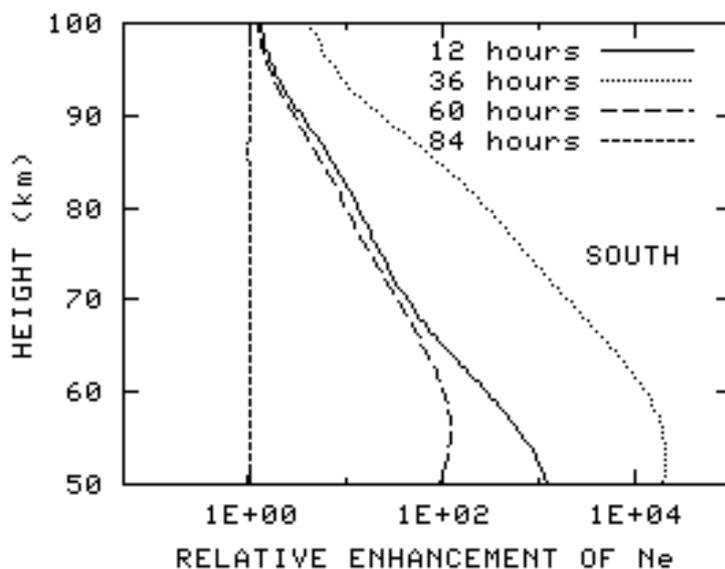


Рис. 9. Относительное увеличение электронной концентрации в южной полярной области после протонной вспышки на Солнце 14.07.2000 г. Эффект разрушения был подтвержден наблюдениями со спутника UARS.

Видно, что озон в мезосфере практически полностью разрушен.

На рисунке 9 представлен модельный отклик электронной концентрации, вызванный данной вспышкой на Солнце. Видно, что в период вспышки электронная концентрация в полярной области возрастает на порядки величины (вызывая сильное поглощение радиоволн).

Заключение

Таким образом, представленные результаты иллюстрируют, на взгляд автора, возможности, которые предоставляют численные современные трехмерные модели для диагноза и прогноза аномальных последствий внешних воздействий на озоносферу и область D ионосферы.

Литература

1. *Криволицкий А. А., Репнев А. И.* Воздействие космических факторов на озоносферу Земли. М.: ГЕОС, 384 с., 2009.
2. *Криволицкий А. А., Черепанова Л. А., Репнев А. И., Вьюшкова Т. Ю.,* Трехмерная численная глобальная фотохимическая модель CHARM-I. Учет процессов в области D ионосферы. Геомагнетизм и аэрономия, том 55, № 4, с. 483–503, 2015
3. *Криволицкий А. А., Черепанова Л. А., Вьюшкова Т. Ю., Репнев А. И., Ключникова А. В.* Глобальная циркуляция атмосферы Земли на высотах 0–135 км, рассчитанная с помощью модели ARM. Учет вклада солнечной активности. Геомагнетизм и аэрономия, том 55, № 6, 2015.

ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИМ РИСКОМ

***Ларионов В. И., *Фролова Н. И.,
*Угаров А. Н., **Суцев С. П., **Козлов М. А.**

*** Институт геоэкологии им Е.М. Сергеева РАН (ИГЭ РАН),
Центр исследований экстремальных ситуаций (ООО ЦИЭКС)

1. Введение

Современный анализ чрезвычайных ситуаций свидетельствуют о том, что стихийные бедствия, связанные с опасными природными явлениями и техногенными катастрофами представляют все большую угрозу для безопасности граждан Российской Федерации, ее экономики и в целом национальной безопасности.

Последние годы НЦУКС МЧС России развивался, в основном, как орган оперативного управления, повышая эффективность и оперативность реагирования. Накопленный обширный опыт практической работы по реагированию на ЧС различного характера показывает необходимость предупреждения чрезвычайных ситуаций, что позволит предотвратить возникновение ЧС, и принять необходимые меры по ее предотвращению до инициации источника опасности. Комплексный подход в деятельности НЦУКС является наиболее эффективным, чем только реагирование на уже случившуюся чрезвычайную ситуацию, повлекшую человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, материальные потери.

Для автоматизации управленческих процессов, обусловленных решением комплексных задач НЦУКС, разрабатывается специальная Автоматизированная информационная управляющая система (АИУС РСЧС 2030 (АИУС)), одной из важнейших составных частей которой, является подсистема оперативно-аналитической работы. Оценка показателей риска включена в состав функций этой подсистемы, как основная. Она призвана обеспечить повышение эффективности управления силами и сред-

ствами РСЧС, как на этапе выполнения превентивных мероприятий, так и в процессе проведения спасательных операций.

Важной особенностью АИУС стали, включенные в ее состав, средства информационной интеграции, объединенные в рамках подсистемы межведомственного взаимодействия, формируемой на основе протоколов и соглашений об информационном обмене. Формализация обмена и соответствующие программные средства позволяют пользователям в критических ситуациях получать от ведомств необходимые данные оперативно по каналам цифровой связи с тем, что бы использовать их для отображения обстановки и оценки риска.

При оценке сейсмического риска межведомственное взаимодействие организуется посредством сети интернет и интранет со службой срочных донесений Геофизической Службы РАН, предоставляющей данные о параметрах землетрясений, необходимые для оценки обстановки и показателей риска в зоне бедствия. В качестве исходных данных для оценки сейсмического риска на разных уровнях предполагается использование карт оценки сейсмической опасности разного масштаба: карты общего сейсмического районирования (ОСР) территории страны, детального сейсмического районирования (ДСР) отдельных регионов, сейсмического микрорайонирования (СМР) территорий городов, разрабатываемых коллективами организаций РАН и других ведомств. Для реализации этих задач математические модели ГИС Экстремум для оценки последствий землетрясений были интегрированы в АИУС РСЧС на первом этапе ее создания в 2015 году.

2. Оценка потерь от землетрясений

Первая версия ГИС Экстремум для оценки последствий землетрясений была разработана в середине 90-ых годов в рамках ФЦП «Федеральная система сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений». В настоящее время существуют различные версии ГИС Экстремум для расчета последствий землетрясений и сейсмического риска на разных уровнях и в различных режимах: заблаговременно и оперативно сразу после землетрясения.

Для проведения расчетов потерь от землетрясений и сейсмического риска в ГИС Экстремум реализована единая концепция, принятая и описанная в руководствах ООН и трудах международных и европейских конференций по инженерной сейсмологии и сейсмостойкому строительству [3, 5, 6–9]. Согласно этой концепции сейсмический риск определяется как суперпозиция сейсмической опасности и уязвимости различных элементов риска (люди, инженерные сооружения гражданского и промышленного назначения, линии жизнеобеспечения, другие составляющие инфраструктуры, экономическая и коммерческая деятельность и т. д.). Эта концепция нашла свое дальнейшее развитие в «Методике прогнозирования последствий землетрясений» [2], в Руководстве по оценке и картированию природного и техногенного риска на территории стран Европейского Союза (ЕС) (<http://register.consilium.europa.eu/pdf/en/10/st17/st17833.en10.pdf>) [8]. В последующие годы в рамках ФЦП по снижению рисков были выполнены исследования по совершенствованию методик оценки и картирования сейсмического риска, а также подготовлены соответствующие Руководства для проведения работ на локальном, региональном и федеральном уровнях.

Математические модели ГИС Экстремум позволяют определить как основные возможные показатели риска: ожидаемое количество людей с вероятностью $P=0,8$, которые могут получить смертельное поражение и ранения разной тяжести; возможное количество людей, оставшихся без крова; возможное количество зданий разного

типа, классифицированных по сейсмической шкале MMSK-86 [4], которые могут получить в результате землетрясения повреждения разной степени тяжести, так и возможные вспомогательные показатели, характеризующие масштаб возможных последствий землетрясения (объем завалов; площади разрушенной части населенного пункта, в пределах которой застройка разного типа получила тяжелые повреждения, частичные разрушения и обвалы; количества участков, требующих укрепления (обрушения) поврежденных или частично разрушенных конструкций; характеристик завалов; протяженности заваленных улиц и проездов; количества аварий на коммунально-энергетических сетях (КЭС); пожарной обстановки).

Специальные ГИС-проекты семейства Экстремум, создаваемые для проведения расчетов на разных уровнях включают, как программные средства для вычисления выше описанных показателей, так и базы данных с информацией, описывающей свойства территории мира, РФ, отдельных регионов и городов; интерфейс, с помощью которого формируется тематические карты и текстовые отчеты установленной формы.

Базы данных ГИС Экстремум являются одним из ответственных блоков системы и регулярно актуализируются. Они содержат информацию, описывающую географическое положение территории, ее структуру, основные ориентиры и форму границ. Этот информационный блок базы данных назван «картографической основой» проектов. Тематическое содержание баз данных представляется пространственной информацией, описывающей границы зон распространения сейсмической опасности в соответствии с картами разного масштаба. Специальное содержание баз данных представляется информацией, характеризующей степень опасности и ее повторяемость, а также описанием событий, связанных с потерями и ущербом в случае реализации событий за период 1992- 2014 гг. Все элементы блока имеют географическую привязку или координатное описание границ.

При оценке показателей риска на глобальном уровне особое внимание уделяется базе знаний о социальных, физических и экономических последствиях сильных землетрясений мира, которая используется для калибровки глобальной версии ГИС «Экстремум». В настоящее время авторами накоплено более 1700 хорошо документированных описаний сильных событий мира, произошедших в течение последних 100 лет. События равномерно распределены по годам, сейсмоопасным регионам и тяжести потерь. Для формирования и анализа базы знаний о прошлых событиях создано специальное программное обеспечение, позволяющее производить расчеты возможных последствий и накапливать результаты, а также исключать грубые ошибки из описаний. Используемая в настоящее время в НЦУКС МЧС России глобальная версия ГИС «Экстремум» откалибрована на основе этой базы знаний. Величина остаточной погрешности не превышает 60 %.

Ниже приводятся примеры оценки сейсмического риска на разных уровнях и оперативная оценка потерь для сейсмоопасных регионов мира.

Оценка сейсмического риска для населения РФ была выполнена в 2000 и 2010 гг. В 2000 г. для оценки и картирования сейсмического риска на федеральном уровне был собран и проанализирован материал региональных центров МЧС РФ о паспортизации застройки разного типа, классифицированной по сейсмической шкале MMSK-86 [4]. В расчетах использованы данные о более чем 150 000 населенных пунктах РФ.

Информация о сейсмической опасности была взята с комплекта карт общего сейсмического районирования ОСР-97А, В и С (М. 1:5 000 000), соответствующих 10 %-й (А), 5 %-й (В) и 1 %-й (С) вероятности превышения расчетной интенсивности для фиксированного интервала времени $t=50$ лет или, 90 %-й вероятности не превы-

шения указанных на картах значений интенсивности в течение следующих интервалов времени, соответственно $t=50(A)$, $100(B)$ и $500(C)$ лет [1].

Для определения показателей риска были реализованы следующие этапы: оценка уязвимости, т.е. распределения степеней повреждений зданий различного типа по вероятностям для каждого значения интенсивности; оценка возможных социальных потерь - распределения числа пострадавших для населенных пунктов для рассматриваемой интенсивности землетрясений; оценка индивидуального риска - вероятности гибели одного человека за год для населенных пунктов. Для оценки возможных социальных потерь в больших населенных пунктах город разбивался на элементарные площадки, а их координаты представлялись точкой, расположенной в центре площадки. Затем показатели, полученные для отдельных площадок, суммировались. Для 170 крупных городов России при отображении значений ИСР использован способ значков. Размер значка зависит от числа жителей, а цвет определяет величину сейсмического риска. Полученные оценки риска (см. рис. 1) изменяются от пренебрежимо малых значений близких к нулю до весьма высоких, равных $50.0 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ и более. Наибольшие значения ИСР характерны для населенных пунктов Сахалина, Курильских островов, Камчатки, Прибайкалья, Саян и Северного Кавказа. В этих регионах необходимо принимать специальные меры по снижению уровня риска.



Рис. 1. Карта индивидуального сейсмического риска R_{s1} [10^{-5} год^{-1}] для населения Российской Федерации; значения риска в населенных пунктах с числом жителей менее 50 тыс.:

- 1) менее 0.5; 2) 0.5–1; 3) 1–5; 4) 5–10; 5) 10–20; 6) 20–50; 7) 50 и более;
 в населенных пунктах с числом жителей более 50 тыс.:
- 8) менее 0.5, 9) 0.5–1; 10) 1–5; 11) 5–10; 12) 10–20; 13) 20–50;
 численность жителей в населенных пунктах (тыс. чел.), где:
 14) менее 200; 15) 200–500; 16) 500–1000; 17) 1000 и более

В 2010 г. после уточнения данных об уязвимости элементов риска в рамках ФЦП «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 года» авторами были построены карты сейсмического риска для населения Российской Федерации: R_{s1} -

смертельный исход в случае сильного землетрясения; R_{s2} - смертельный исход и травмы различной тяжести в случае сильного землетрясения; R_{s3} - смертельный исход, травмы различной тяжести и понесшие материальные убытки в случае сильного землетрясения.

На рис. 2 показана карта сейсмического риска R_{s2} . Полученные значения рисков для отдельных городов и населенных пунктов осреднялись в пределах административных районов РФ. Они изменяются от пренебрежимо малых значений близких к нулю до весьма высоких - более $30 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ для смертельного исхода (карта R_{s1}), более $100 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ для смертельного исхода и травм различной тяжести (карта R_{s2}), более $150 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ для смертельного исхода, травм различной тяжести и понесших материальные убытки (карта R_{s3}).

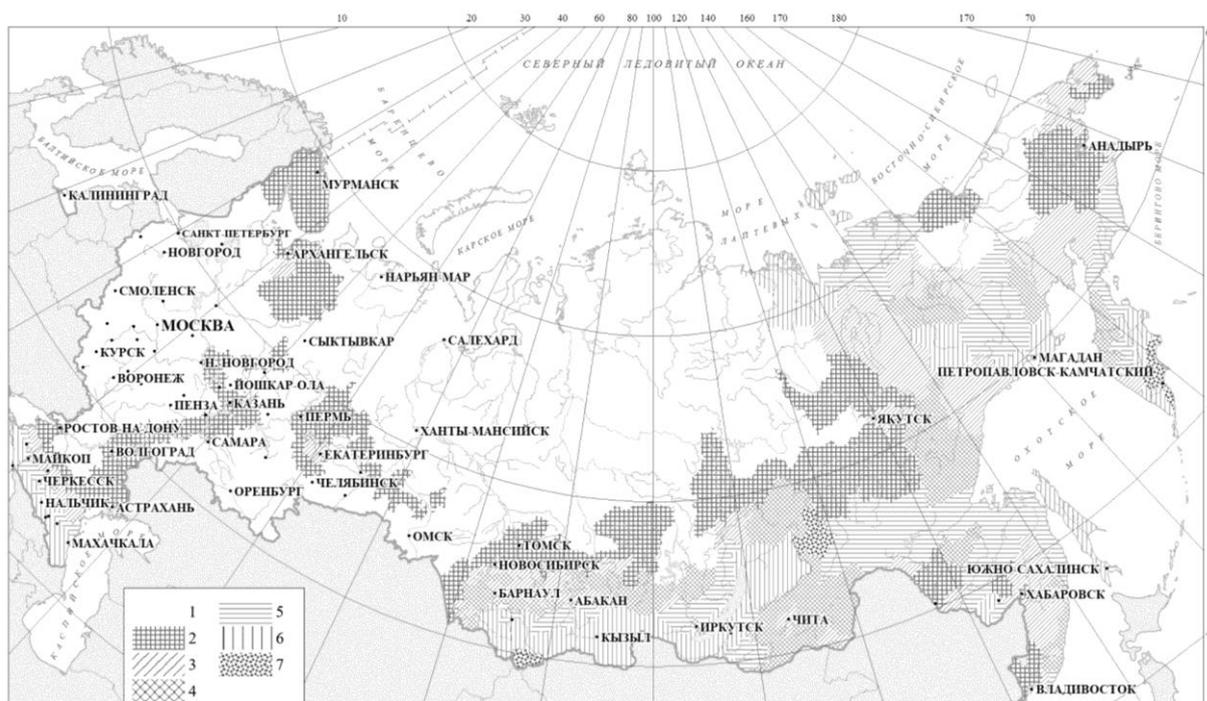


Рис. 2. Карта индивидуального сейсмического риска R_{s2} [10^{-5} год^{-1}] для населения Российской Федерации; значения риска по административным районам : 1) менее 0.1; 2) 0.1–1; 3) 1–5; 4) 5–10; 5) 10–30; 6) 30–100; 7) более 100

В табл. 3 приведены размеры площадей зон с разным уровнем риска в соответствии с картами R_{s1} , R_{s2} и R_{s3} .

Таблица 3

Интервалы изменения значений ИСР и размеры площадей зон с разным уровнем риск; площадь территории РФ составляет 17075400 км^2

Границы интервалов риска, 10^{-5} год^{-1}	Количественная характеристика риска	Площади зон (%) по карте		
		R_{s1}	R_{s2}	R_{s3}
меньше 0.1	малый	53	49	46
0.1–1.0	умеренный	15	17	13
1.0–5.0	средний	14	9	11
5.0–10.0	высокий	7	8	5
10.0–30.0	весьма высокий	8	9	12

Границы интервалов риска, 10^{-5} год ⁻¹	Количественная характеристика риска	Площади зон (%) по карте		
		R_s1	R_s2	R_s3
30.0–100.0	недопустимо высокий	3	7	10
100.0–150.0		-	1	1
больше 150.0		-	-	2

Приведенные примеры обзорных карт сейсмического риска позволяют выявлять районы с относительно высоким уровнем, в которых требуется проведение более детальных исследований.

Региональные карты сейсмического риска R_s1 обычно строятся для районов с относительно высоким уровнем риска (более $5 \cdot 10^{-5}$ год⁻¹) и высокой плотностью населения для уточнения осредненных оценок, полученных на федеральном уровне. В качестве исходной информации об уровне сейсмической опасности могут использоваться как карты ОСР (М. 1:5 000 000) и карты ДСР (М. 1:500000 или 1:200000), так и матрицы сейсмической сотрясаемости для рассматриваемого региона. В рамках специализированных региональных ГИС проектов также уточняется информация о застройке городов и населенных пунктов региона; разрабатываются уточненные модели городов (процент зданий разного типа, классифицированных по шкале ММСК-86 и их средние высоты).

В течение последних 15 лет авторами выполнены оценки сейсмического риска и построены карты индивидуального сейсмического риска для населения Краснодарского и Ставропольского краев, Иркутской, Читинской и Камчатской областей, Республики Бурятия.

При построении более детальных карт сейсмического риска R_s1 для городов в качестве исходных данных об уровне сейсмической опасности использовались карты СМР территорий городов (М. 1:10000). Для верификации данных о паспортизации застройки городов и построения усредненных моделей застройки для типовых кварталов городов (процент зданий различного типа по шкале ММСК-86 для кварталов городов и их средние высоты) выполнялись как наземное обследование зданий, так и совместное дешифрирование космических снимков высокого разрешения и веб панорам, размещенных на сайте <https://maps.yandex.ru>. Опыт совместного применения веб панорам и космических снимков показал высокую эффективность этих методов для уточнения данных о распределении жилой и промышленной застройки и ее уязвимости. С учетом интересов конечных пользователей выполнялись как оценки индивидуального сейсмического риска, так и оценки последствий сценарийных землетрясений для наиболее опасных для города зон ВОЗ.

На рис. 3 приведен фрагмент карты сейсмического риска R_s1 для населения г. Б. Сочи, построенной с учетом возможных аварий на критически важных объектах в случае сильного землетрясения. Полученные оценки риска для разных кварталов города варьируют от значений менее $1.0 \cdot 10^{-5}$ год⁻¹ до весьма высоких, равных $30.0 \cdot 10^{-5}$ год⁻¹ и более.

На рис. 4 приведен пример оперативной оценки вероятных потерь от землетрясения в Китае 21 июля 2013 года. Кружки разного размера и цвета соответствуют численности жителей населенного пункта и средней степени повреждения застройки в населенном пункте: от полного обрушения, до легких и отсутствие повреждений. Цифры на карте соответствуют ожидаемым сотрясениям в баллах по шкале ММСК-86 [4].



Рис. 3 Фрагмент карты индивидуального сейсмического риска $R_s1[10^{-5} \text{ год}^{-1}]$ с учетом аварий на критически важных объектах, построенной с использованием карты СМР для г. Б. Сочи, $T=500$ лет; 1) менее 1; 2) 1 -5; 3) 5 -10; 4) 10–20; 5) 20–30; 6) более 30, 7) кварталы, на территории которых работы по СМР не проводились

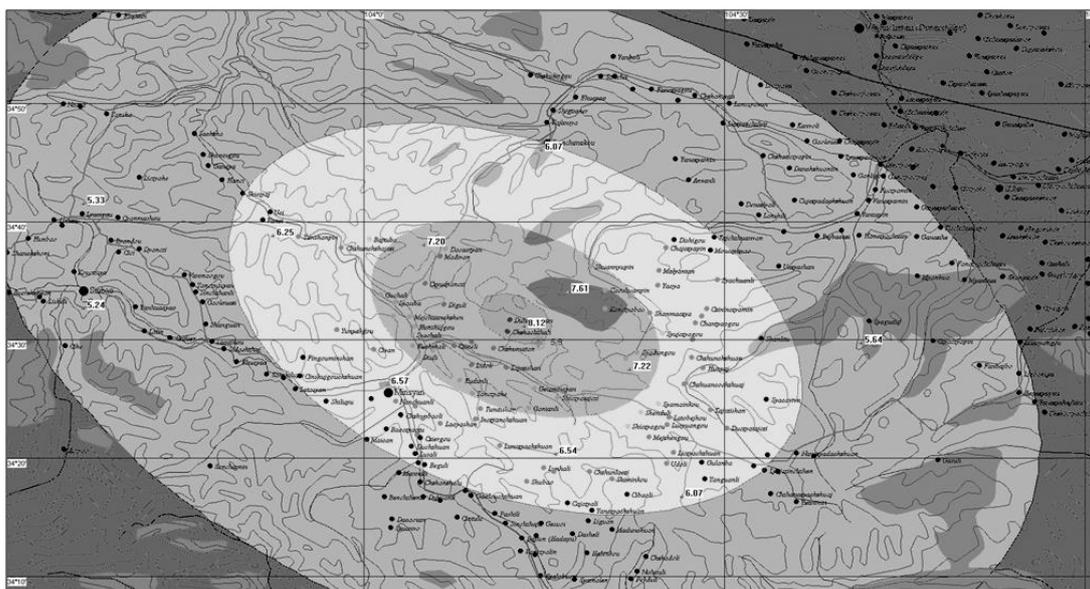


Рис. 4. Моделирование последствий землетрясения 21 июля 2013 г. в Китае: цифры - ожидаемые сотрясения в баллах шкалы MMSK-86

3. Заключение

В рамках федеральных программ совместными усилиями специалистов Академии наук РФ, МЧС РФ и частных компаний разработаны методики оценки сейсмического риска. Для реализации на практике полученных методических разработок и создания исходных баз данных потребовалась межведомственное взаимодействие организаций РАН, МЧС, Минстроя и частных компаний.

С применением ГИС технологий выполнены оценки риска для страны, сейсмоопасных регионов и городов, построены карты сейсмического риска на разных уровнях.

Математические модели семейства ГИС Экстремум в настоящее время включены в состав подсистемы оперативно-аналитической работы АИУС РСЧС 2030.

Для повышения эффективности работы АИУС необходимы дополнительные усилия по координации межведомственного взаимодействия как это раньше реализовывалось в рамках Междуведомственного Совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству при Президиуме Академии наук СССР.

Литература

1. Комплект карт ОСР-97-А, В, С и другие материалы для Строительных норм и правил - СНиП «Строительство в сейсмических районах». М.:ОИФЗ, 1998.
2. Методика прогнозирования последствий землетрясений. М.: ВНИИ ГОЧС-ЦИЭКС-СЦ ИГЭ РАН, 2000. 27 с.
3. Оценка сейсмической опасности и риска. Пособие для должностных лиц. М.: БСТС Центр, 1997. 54 с.
4. *Шебалин Н. В., Еришов И. А., Шестоперов Г. С. и др.* Улучшенный вариант шкалы сейсмической интенсивности (ММСК-86) на базе шкал MSK-64 и МСССС-73 (заключительный отчет). М.: МСССС, ИФЗ. 1986. 61 с.
5. *Fournier d'Albe.* An Approach to Earthquake Risk Management // Eng. Struct., 1982. V.4. P. 145–152.
6. *Karnik V., Algermissen S. T.* Seismic Zoning: The Assessment and Mitigation of Earthquake Risk, UNESCO, Paris, 1978. P. 11–47.
7. Mitigating Natural Disasters: Phenomena, Effects and Options. A Manual for Policy Makers and Planners. UNDRP. New York: UN, 1991. 164 p.
8. Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management, 2010 // <http://register.consilium.europa.eu/pdf/en/10/st17/st17833.en10.pdf>
9. UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction, 2009 // <http://www.unisdr.org/eng/terminology/UNISDR-terminology-2009-eng.pdf>.

О РАЗВИТИИ СИСТЕМЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ЗАДАЧ БЕЗОПАСНОСТИ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ОСТРОВА САХАЛИН

Левин Ю. Н., Горожанцев С. В., Семенова Е. П.

Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая служба РАН»

Сахалинская область является одним из немногих субъектов Российской Федерации, на территории которой насчитывается более 20 видов рисков возникновения чрезвычайных ситуаций.

Наиболее опасными природными явлениями признаны землетрясения, интенсивность и частота которых на территории Сахалинской области достигают одних из самых высоких в мире показателей. Согласно картам общего сейсмического районирования (ОСР-97,1998) Сахалинская область относится к зоне 8–9 балльных сотрясений с повторяемостью подобных землетрясений в среднем раз в 100 лет.

За последние годы самые сильные в России катастрофические землетрясения, которые повлекли за собой человеческие жертвы и огромный материальный ущерб, произошли именно в Сахалинской области (рис. 1, 2, 3).

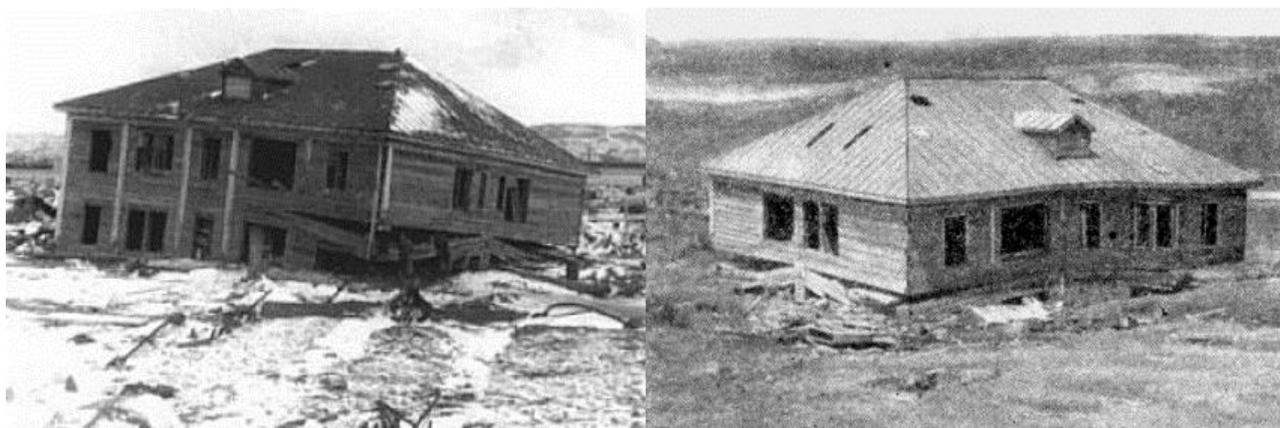


Рис. 1. Разрушенные и перенесённые волной цунами двухэтажные дома Северо-Курильска



Рис. 2. Разрушенный землетрясением госпиталь в п. Горячие ключи, о. Итуруп



Рис. 3. Полностью уничтоженные землетрясением жилые дома п. Нефтегорск

Это цунамигенное землетрясение 5 ноября 1952 года (рис. 1), которое вызвало огромную волну цунами, вследствие чего был полностью разрушен поселок Северо-Курильск, и погибло более 2,3 тысяч человек.

Шикотанское землетрясение 4–5 октября 1994 года (рис. 2) так же относится к разряду катастрофических, и так же было цунамигенным, что повлекло за собой гибель людей и значительные разрушения зданий и сооружений различного назначения на островах Шикотан, Кунашир, Итуруп. Социальные последствия этого события до сих пор не устранены.

Самым страшным сейсмическим событием за всю историю России стало Нефтегорское землетрясение 28 мая 1995 года (рис. 3), которое стёрло с лица Земли посёлок Нефтегорск и унесло жизни более 2 тысяч человек. Землетрясение ощущалось на всей территории о. Сахалин.

5 августа 2000 года в Углегорском районе произошло землетрясение (рис. 4), ставшее причиной серьезного стихийного бедствия в целом ряде населенных пунктов. Жертв среди населения не было, однако землетрясение причинило весьма значительный материальный ущерб и вызвало сильный психологический стресс у жителей пострадавших районов.

2 августа 2007 года произошла серия сильных землетрясений вблизи западного побережья южной части о. Сахалин. Интенсивность сотрясений, вызванных этими событиями в г. Невельск составила 7–8 баллов. Землетрясение вызвало значительные разрушения (рис. 5). В результате два человека погибли и более десятка были ранены. Из 15 тысяч жителей более 6 тысяч остались без крова.

В южной части острова, где проживает около 70 % населения Сахалинской области и плотность его наиболее высокая, находится большое количество крупных инфраструктурных объектов, которые представляют потенциальную угрозу в случае возникновения сейсмических событий определенного уровня. Такими событиями могут быть близкие, относительно слабые землетрясения с магнитудой M больше 4.0. Поэтому расширение сети сейсмического мониторинга, изучение сейсмичности и оперативное отслеживание ситу-



Рис. 4. Разрушение автодороги в районе г. Углегорск



Рис. 5. Руины в г. Невельск

ации в этом районе носит особый характер.

Некоторые примеры инфраструктурных объектов юга Сахалина – строительство крупнейшей на Сахалине ГРЭС (рис. 6), с возможностью экспортирования электроэнергии в Японию, крупнейший в России завод по сжижению природного газа с нефте- и газоналивными терминалами (рис. 7).



Рис. 6. Строительство Сахалинской ГРЭС-2



Рис. 7. Завод СПГ на юге Сахалина

Система мониторинга южного Сахалина

В 2011 году в рамках выполнения мероприятий федеральной целевой программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2015 года» по проекту «Создание

в южной части острова Сахалин опытной зоны системы мониторинга состояния защищенности от угроз сейсмического характера инфраструктурных объектов и объектов жизнеобеспечения» сотрудниками ФИЦ ЕГС РАН были начаты работы по созданию программно-технического комплекса специализированного пункта инструментальных наблюдений (ПТК ПИН) с техническими и программными средствами сбора и передачи данных наблюдений в реальном режиме времени в Региональный информационно-обрабатывающий центр (РИОЦ) «Южно-Сахалинск», созданный на базе одноименной сейсмической станции.

В целях унификации при создании новой системы был разработан проект ПТК ПИН оборудование, которого должно встраиваться в уже действующую систему сейсмического мониторинга и обеспечивать его включение в общую систему сбора, обработки и хранения сейсмологической информации ФИЦ ЕГС РАН.

В 2013 году была введена в опытную эксплуатацию первая очередь этого проекта. Она включила в себя восемь пунктов инструментальных наблюдений (ПИН) расположенных в населённых пунктах Ильинское (ILY), Огоньки (OGK), Новиково (NOV), Ново-Александровск (NVA) и городах Корсаков (KOR), Долинск (DOL), Невельск (NEV), Холмск (KHL) и РИОЦ «Южно-Сахалинск» (рис. 8).

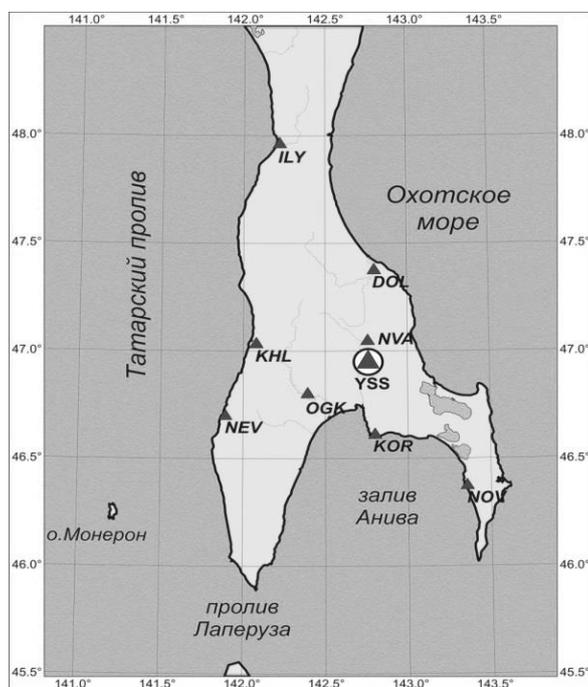


Рис. 8. Схема расположения ПИН

Схема расположения ПИН является наиболее оптимальной в условиях островного положения. Пункты наблюдения располагаются на расстояниях 30–70 км, что позволяет регистрировать как региональные, так и локальные события.

Программно-техническая часть системы мониторинга южного Сахалина (рис. 9) включает в себя: сеть пунктов инструментальных наблюдений (ПИН), систему связи для передачи сейсмических данных, РИОЦ «Южно-Сахалинск», решающий задачи сбора, оперативной обработки данных, принятия решения и передачи своевременного донесения (тревоги) в заинтересованные ведомства.

Стратегия реализации ПТК ПИН (рис. 10) предусматривает модульную конструкцию, позволяющую заменять и модернизировать его отдельные составные части. Такой подход предусматривает возможность дооборудования ПТК ПИН в базовом варианте дополнительными устройствами, расширяющими его функциональные возможности:

велосиметром, мини-сервером сбора для буферизации данных, оборудованием резервирования каналов передачи данных и дополнительным электропитанием.

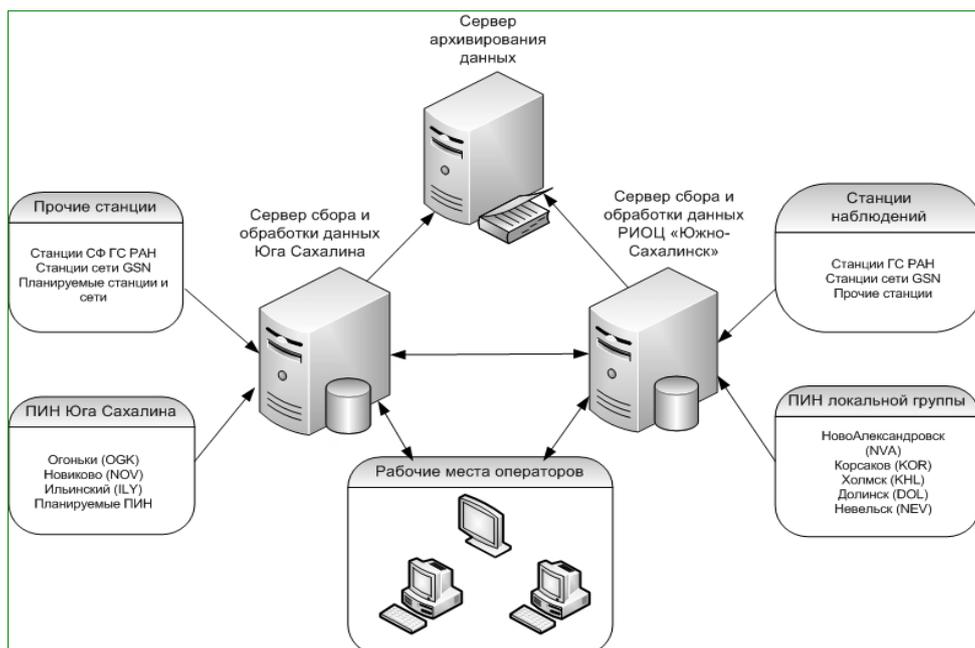


Рис. 9. Структура организации сейсмологических наблюдений

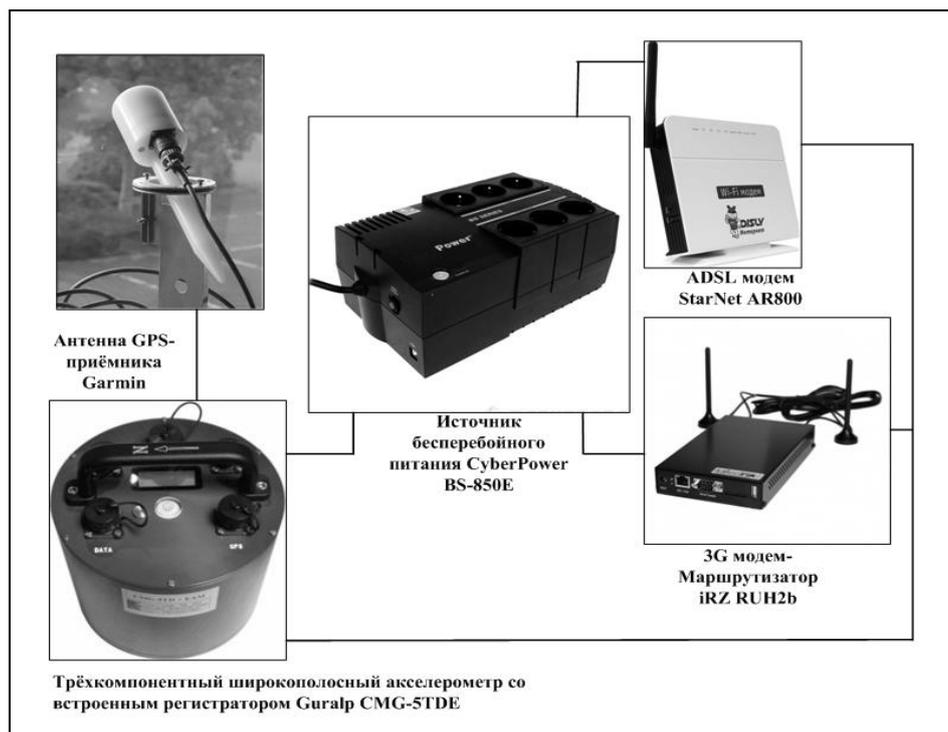


Рис. 10. Блок схема ПИН

С 2013 г. созданной системой были зарегистрированы и определены параметры свыше 1200 сейсмических событий с эпицентрами на юге Сахалина (рис. 11).

Потоки данных в режиме реального времени передавались в РИОЦ «Южно-Сахалинск», который обеспечивал обработку всех сейсмических событий.

Информация о параметрах всех зарегистрированных землетрясений незамедлительно передается в ЦУКС ГУ МЧС по Сахалинской области для оперативного реагирования на происходящие события.

Заключение

- Созданная система сейсмического мониторинга повысила качество регистрации сейсмических событий в широком частотном и динамическом диапазонах и идентификацию землетрясений с магнитудой M больше 2.0 на юге Сахалина с прилегающими акваториями;

- Созданная система наблюдений позволяет в реальном времени отслеживать сейсмичность Южного Сахалина и делать выводы о возможном развитии сейсмического процесса;

- Установка в непосредственной близости от очага возможного землетрясения групп из 4–5 или более ПИН с организацией соответствующих центров обработки информации, а в дальнейшем и увеличение числа ПИН, позволит повысить точность в локации и определении параметров сильных землетрясений. Неискаженная регистрация сильного землетрясения сетью ПИН позволяет быстро получить оценку магнитуды и тем самым уменьшить время, необходимое для выпуска оперативных сообщений о землетрясениях и их возможных последствиях и организации своевременных спасательных мероприятий в эпицентральных зонах сильных землетрясений.



Рис. 11. Эпицентры землетрясений

ЕЖЕСУТОЧНАЯ РАБОТА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧС В ПОЖАРООПАСНЫЙ ПЕРИОД, ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗНИЦЫ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫХ ПОДХОДОВ

Некрасова Н. М.

**Территориальный центр мониторинга и прогнозирования ЧС
Управления по делам ГО, ЧС, и ПБ Нижегородской области**

В среднем за пожароопасный сезон на территории Нижегородской области регистрируется около 300–1000 пожаров в год на площади 0,5–2,5 тыс. га.

Однако реальное количество и площадь природных пожаров значительно варьируют от года к году, так как зависят от погодных условий и антропогенного фактора (посещаемость лесов, подготовка к пожароопасному сезону и т. д.). Например, в связи с аномальной жарой 2010 года за весь лесопожарный период возникло 1366 пожаров на площади 196715,375 га.

Чтобы эффективно решать задачи мониторинга и прогнозирования ЧС, необходимо объединить информационные, аналитические и прогностические усилия значи-

тельного количества организаций различной ведомственной подчиненности. На этапе подготовки к пожароопасному сезону совместно с департаментом лесного хозяйства уточняется информация по землям, на которых расположены леса, с министерством экологии и природных ресурсов Нижегородской области - информация о торфяниках. Совместно со службами ТП РСЧС Нижегородской области уточняется информация о населенных пунктах, объектах социальной сферы, потенциально опасных объектах, участках автомобильных и железных дорог, магистральных нефте-, газопроводах, линий электропередач и связи, подверженных угрозе природных пожаров.

Уже на этом этапе можно выделить первый проблемный вопрос. Площадь земель лесного фонда по данным департамента лесного хозяйства Нижегородской области (3798 тыс. га) на 56 тыс. га (на 1,5 %) больше, чем по данным управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Нижегородской области (3742 тыс. га). Это связано с неучтенными в земельном балансе сельских лесов, числящихся в учете лесного фонда (что подтверждается материалами лесоустройства).

Расхождение данных государственного статистического учета не обеспечивает достоверную информацию о землях лесного фонда и необходимый контроль за использованием лесных участков, являющихся объектом федеральной собственности. Так из-за отсутствия сведений о границах земельных (лесных) участков возникают наложение границ земельных (лесных) участков, являющихся собственностью Российской Федерации (гослесфонд), на земли иных категорий.

Вторая проблема возникает при мониторинге пожарной опасности леса по условиям погоды. Информация о классах пожароопасности, размещенная на геоинформационном ресурсе «Каскад», сайте «ИСДМ-Рослесхоз» в блоке мониторинга пожарной опасности может существенно отличаться от аналогичной информации ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС». Например, на сайте Рослесхоза прогнозируется 1, 2 класс пожароопасности, а из ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС» приходят штормовые предупреждения за подписью руководителя о том, что местами по Нижегородской области сохранится 4, 5 класс пожароопасности лесов и торфяников. Какую информацию брать за основу? В соответствии с приказом МЧС России от 31.12.2002 г. № 632 «Об утверждении Порядка подготовки, представления прогнозной информации и организации реагирования на прогнозы чрезвычайных ситуаций», организация мониторинга складывающейся обстановки и уточнение прогнозов ЧС осуществляются во взаимодействии с территориальными органами федеральных органов исполнительной власти. Поэтому специалисты ЦМП ЧС Нижегородской области руководствуются прогнозами и мониторинговой информацией ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС».

Оперативная информация о природных пожарах: площадь, месторасположение, силы и средства, участвующие в тушении пожара поступают ежедневно из Региональной диспетчерской службы ГБУ НО «Нижегородский лесопожарный центр», Гороховецкого филиала ФГАУ «Оборонлес» Минобороны России, ФГБУ «Государственный заповедник «Керженский», ЕДДС муниципальных районов и городских округов.

Также используются данные космического мониторинга с целью выявления фактов возникновения термоточек (природных пожаров), оценки масштабов и параметров развития обстановки в районе термоточки.

При учете природных пожаров возникает следующий проблемный вопрос: формы учета природных пожаров Рослесхоза и МЧС России разные.

Рослесхоз учитывает пожары на лесных землях и землях иных категорий, на которых расположены леса на общей площади, состоящей из лесной (покрытой и не покрытой лесом) и нелесной. Если при том или ином лесном пожаре имели место различные виды распространения огня: низовой, верховой, подземный (почвенный, почвенно-торфяной), то площадь, пройденная пожаром каждого вида (часть пожара), учитывается отдельно.

В формах представления информации в МЧС России общая площадь, пройденная пожарами, включает лесную, торфяную и степную. Возникает вопрос. Куда относить пожары на площадях не покрытой лесной растительностью, но предназначенные для ее восстановления (вырубки, гари, погибшие древостои, редины, пустыри, прогалины, питомники, несомкнувшиеся лесные культуры), а также пожары на нелесных площадях, к которым относятся земли, предназначенные для нужд лесного хозяйства (просеки, дороги, сельскохозяйственные угодья), а также иные земли, расположенные в границах лесного фонда (болота, каменистые россыпи)? Для того чтобы не было расхождений с данными департамента лесного хозяйства Нижегородской области, все площади пройденные пожарами, мы вынуждены относить к лесным.

С начала пожароопасного периода 2016 года на территории Нижегородской области по данным департамента лесного хозяйства зарегистрировано 72 природных пожара на землях гослесфонда и землях обороны и безопасности на общей площади 122,486 га, в том числе покрытая лесом - 81,546 га.

Таблица 1

Категория земель	Количество пожаров	Площадь пройденная пожарами, га				
		Всего	лесная		нелесная	в том числе торф
			покрытая лесом	не покрытая лесом		
Земли гослесфонда	55	27,783	16,173	10,22	1,39	0,083
Земли обороны и безопасности	17	94,973	65,373	16	15,1	0
Всего	72	122,756	81,546	26,22	16,49	0,083

В соответствие с формами представления информации в МЧС России на территории Нижегородской области зарегистрировано 73 пожара на площади 123,006 га, в том числе лесная - 122,673 га.

Таблица 2

Категория земель	Количество пожаров	Площадь пройденная пожарами, га			
		Всего	лесная	торфяная	степная
Земли гослесфонда	55	27,783	27,7	0,083	0
Земли обороны и безопасности	17	94,973	94,973	0	0
Земли населенных пунктов	1	0,25	0	0,25	0
Всего	73	123,006	122,673	0,333	0

Во-первых, 1 торфяной пожар на площади 0,25 га на землях населенных пунктов в г.о. г. Бор оказался не учтенным департаментом лесного хозяйства, так как работа по сбору информации о пожарах на землях населенных пунктов, на которых расположены леса, организована только в городских округах: Дзержинск, Нижний Новгород.

Во-вторых, для того чтобы не было расхождений с данными департамента лесного хозяйства всю общую площадь, пройденную природными пожарами (за исключением подземных пожаров), мы вынуждены относить к лесным, хотя на самом деле, только 66 % площади (81,546 га) покрытая лесом.

Следующий проблемный вопрос возникает при реагировании на пожары на землях обороны и безопасности.

Ежегодно на землях обороны и безопасности регистрируется от 3 до 25 природных пожаров. В 2010 году было зарегистрировано 82 пожара. Средняя площадь пожаров на землях обороны и безопасности с 2014 по 2016 год варьирует от 3,15 га до 8,37 га, в тоже время на землях гослесфонда от 0,505 га до 3,148 га.

С начала пожароопасного периода 2016 года на территории Нижегородской области на землях обороны и безопасности зарегистрировано 17 пожаров (23,3 % от общего количества), на площади 94,973 га (77,2 % от общей площади). Средняя площадь одного пожара составила 5,867 га в 11,1 раз больше средней площади пожара на землях гослесфонда (0,505 га).

Наибольшее количество пожаров (8), 47 % от общего количества, возникло по причине проведения боевых стрельб на полигоне, по вине населения произошло 2 пожара, причины 7 пожаров не установлены.

В 2016 году наиболее крупный пожар (35,8 га) на землях обороны и безопасности обнаружен 15 мая с помощью космического мониторинга. Тушение пожара осуществляли силы и средства Гороховецкого филиала ФГАУ «Оборонлес» и военнослужащие 333 учебного центра боевой подготовки. Тяжелая инженерная техника для опашки пожара в необходимом количестве отсутствовала. Тушение осложнялось отсутствием естественных водоисточников и недостатком средств доставки воды, а также наличием значительного количества неразорвавшихся боеприпасов, что создавало угрозу действиям личного состава.

Информация об обстановке, принимаемым мерам, привлекаемым силам и средствам к ликвидации пожара в ОДС ЦУКС своевременно не поступала, либо поступала не соответствующая действительности, то есть соглашения об информационном обмене было нарушено.

В качестве положительного момента можно отметить интенсивное развитие информационно-коммуникационных технологий и внедрением в деятельность ОДС ЦУКС и ЦМП ЧС. В настоящее время создано и используется большое количество различных автоматизированных информационных и управляющих систем (информационно-справочные, аналитические системы, расчетные модели развития сценариев ЧС):

- информационные системы, представленные МЧС России: «Гранит», геопортал «Космоплан», геоинформационный ресурс «Каскад», автоматизированная система НЦУКС (АС НЦУКС), информационно-аналитическая система анализа и управления природно-техногенными рисками (САУР), программа ВЦМП Антистихия «Автоматизированный контроль пожарной обстановки»;

- информационная система дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ-Рослесхоз);

- программный комплекс на базе геоинформационных технологий «Природные пожары», разработанный ЦМП ЧС Нижегородской области.

Система «Гранит» позволяет строить модели развития лесных пожаров, используется для определения зоны распространения пожара и угрозы населенным пунктам. Имеется возможность автоматического поиска и отображения очага лесного пожара как по названию ближайшего населенного пункта, так и по координатам. По-

строение модели распространения очага лесного пожара проводится в зависимости от погодных условий. Реальные погодные условия не отображаются, но имеется возможность проведения расчетов на основе вводимых вручную данных о погоде.

Система не содержит данных о зарегистрированных природных пожарах или термоточках, отсутствует возможность создания отчета по результатам моделирования, результаты моделирования зависят лишь от погодных условий и не учитывают начальную площадь пожара, отсутствуют данные о методике, на которой основано моделирование зон распространения пожара.

Геопортал «Космоплан» - это мозаика космических снимков с различным пространственным разрешением, которая содержит информацию о данных космического мониторинга за текущие сутки: ежедневные космоснимки территорий; отчет о природных пожарах. Информация отображается в виде картосхем и/или непосредственно космических снимков. Снимки пожаров с дымовыми шлейфами готовятся при наличии больших, долго горящих очагов пожаров

Система носит информативный характер. Расчетных модулей и отчетов не имеет.

Геоинформационный ресурс «Каскад» дает доступ к оперативным данным об обнаруженных с помощью космического мониторинга термоточках, отображенных на топографической карте в виде значков и таблиц.

В системе для зарегистрированных термоточек имеется модуль прогноза развития пожаров, основанный на разных методиках: прогноз развития пожаров по методике ВНИИ ГОЧС и по методике ИЛ СО РАН. Отработан прогноз рисков распространения пожаров из-за ветра. Существует возможность просмотра статистических сводок информационно-справочной базы данных «Термоточки», «Пожары», «Подтверждения термоточек». Имеющиеся данные по горимости лесов расходятся со значениями других информационных систем на аналогичную дату.

Автоматизированная система НЦУКС включает подсистему ведения данных по природным пожарам (подсистема учета результатов космического мониторинга). Информация по природным пожарам поступает из нескольких источников (МЧС России, Рослесхоз) и содержит информацию по проверенным и непроверенным термоточкам, имеется возможность просматривать информацию по пожарам в табличном виде.

«АС НЦУКС» содержит набор данных и тематических слоев, например: система видеонаблюдения лесопожарной обстановки, посты контроля загрязнения атмосферного воздуха (подразделения Роспотребнадзора, Росгидромета, Ростехнадзора, Росприроднадзора); органы управления Рослесхоза; данные космического мониторинга лесопожарной обстановки. Также система включает в себя модуль расчетных задач: моделирование и расчет лесного пожара. Моделирование лесного пожара предназначено для определения объектов попадающих в зону пожара.

К недостаткам системы можно отнести отсутствие справочных материалов по пользованию системой, не указаны методики, используемые в расчетных задачах.

Информационно-аналитическая система анализа и управления природно-техногенными рисками (САУР) предназначена для использования специалистами ЦУКС в целях проведения расчета, анализа и управления рисками при возникновении ЧС техногенного и природного характера. Программно-технический модуль «Лесные пожары» позволяет смоделировать развитие очага лесного пожара, а также оценить возможный риск.

Система не содержит оперативной статистической информации, используется как расчетная.

Программа ВЦМП «Антистихия» «Автоматизированный контроль пожарной обстановки» предназначена для моделирования лесных пожаров, определения зоны распространения пожара и угрозы населенным пунктам, построения схемы развития пожара. Прогноз развития пожарной обстановки позволяет определить населенные пункты которые могут попасть в зону пожара на определенном расстоянии. Построение отчетов по расчету в автоматическом режиме.

Информационная система дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ-Рослесхоз) - это система сбора, обработки, архивации и представления результатов обработки спутниковых данных.

В ИСДМ-Рослесхоз формируется большое число различных информационных продуктов (формы, карты) на основе не только спутниковой информации, но и метеоданных, информации наземного и авиационного мониторинга и данных грозопеленгации.

Система содержит руководство по использованию блоков системы, что значительно облегчает ознакомление новых пользователей. Существует возможность формирования отчетов по имеющимся данным. Система содержит не только статистические, но и аналитические данные.

В ИСДМ-Рослесхоз имеется прогнозный блок показателей пожароопасности, рассчитанных на основании метеоусловий. Но рассчитанные в этой системе классы пожароопасности, как уже отмечалось выше, не всегда совпадают с прогнозируемыми классами пожарной опасности, предоставленными ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС». Блока расчета развития природного пожара нет.

Программный комплекс на базе геоинформационных технологий «Природные пожары» является разработкой центра мониторинга и прогнозирования ЧС Нижегородской области и предназначена для:

- ведения мониторинга пожарной опасности лесов по условиям погоды;
- загрузки данных по термоточкам и проведения соответствующего анализа;
- оперативного учета природных пожаров;
- отображения в графической форме аналитической информации;
- проведения сравнительного анализа пожароопасных сезонов и лесопожарной обстановки за конкретный период;
- краткосрочного прогнозирования и построения модели развития природного пожара по оперативным данным;
- автоматизированного построения необходимых сводных документов.

Программный комплекс содержит сведения о природных пожарах и привлекавшихся силах и средствах начиная с 2006 года, что позволяет произвести всесторонний анализ обстановки в лесопожарный период и подготовить по оперативным данным прогноз развития природного пожара.

Моделирование лесных пожаров используется для определения зоны распространения пожара и угрозы населенным пунктам, построения схемы развития пожара. Разработаны отчеты, как в текстовом так и в графическом виде. Расчетный модуль позволяет не только определить развитие произвольного очага пожара, но и автоматически определить населенные пункты в зоне распространения реально существующего пожара, занесенного в базу.

Программный комплекс отличает широкий диапазон содержащейся информации: справочная информация по организациям, лесоустройство, прогноз на вегетационный период, статистическая и оперативная информация по зарегистрированным лесным пожарам с возможностью отслеживания динамики развития, термическим точкам, данным по классам пожароопасности и выпавшим осадкам. В автоматичес-

ком режиме представлен площадной и количественный анализ, как за анализируемый год, так и распределение по годам.

Программный комплекс является собственной разработкой центра, что позволяет поддерживать систему в работоспособном состоянии, своевременно обновлять и дорабатывать по потребностям.

Проведенный анализ возможностей информационных систем показал, что системы дублируют друг друга, т.е. с разной степенью эффективности использования и наглядности предоставления результатов позволяют решать круг схожих задач.

Таким образом, используемые системы можно условно разделить на следующие группы:

- системы информационно-статистического характера, которые актуально использовать в ежедневной работе оперативной смены ЦУКС для мониторинга лесопожарной обстановки: Космоплан, ИСДМ Рослесхоз, Лесной дозор;

- расчетные системы, для прогнозирования развития очага пожара: Гранит, САУР, программа ВЦМП Антистихия;

- системы, совмещающие в себе и информационно-аналитические возможности и расчетные: Каскад, АС НЦУКС, программный комплекс «Природные пожары» (ЦМП ЧС).

Большое многообразие информационно-аналитических систем дезориентирует пользователей и влияет на оперативность работы. Поэтому является логичным определить к использованию основные системы, совмещающие в себе максимум возможностей по требуемым задачам, а остальные использовать по необходимости. При выборе информационно-аналитической системы в первую очередь нужно оценить потребности в информации. Также важно определить, какой объем анализа необходим и какая степень наглядности представления результата требуется.

ПРЕДВИДЕНИЕ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ НА СРЕДНИХ И МАЛЫХ РЕКАХ КРИОЛИТОЗОНЫ С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УВ

Никонов А. И.

Институт проблем нефти и газа РАН, Москва

Выявленные причинно-следственные связи проявления эндогенных и экзогенных процессов при разработке нефтегазовых месторождений, свидетельствует об их комплексном влиянии на изменение состояния природных систем (геологическая среда и ландшафт), и, как следствие, снижение уровня эколого-промышленной безопасности объектов нефтегазового комплекса [1, 2].

Исследованиями взаимосвязей речных бассейнов с тектоническим строением территорий и влиянием разломов на заложение и расположение крупных речных долин занимались такие ученые как *А. П. Кулаков, Д. А. Лилиенберг, Г. Ф. Уфимцев, В. А. Брылёв, Г. И. Раскатов, К. И. Геренчук* и др.

Например, по мнению *К. И. Геренчука* [3], структурно-тектонические особенности территории определяют места заложения речных долин, а последующие движения этих структур воздействуют на весь ход их дальнейшего развития в геологическом времени.

Существующие попытки, выше названных авторов, связать современные плановые трансформации долин рек в пределах платформенных территорий с тектоническими процессами на зональном и локальном уровне, вызывает противоречия со скоростями неотектонических процессов, которые, по мнению *В. Г. Трифонова*, *В. И. Макарова* и *А. А. Никонова*, сказываются, в основном, на региональном уровне. Причем, скорость этих поднятий и опусканий измеряется первыми миллиметрами в год, что не может оказать существенного влияния на преобразование современного рельефа и изменения базисов эрозии. Разрешить данное противоречие возможно, если воспользоваться представлениями о современной геодинамике разломных зон.

Ю.О. Кузьминым открыт важный «парадокс» больших и малых скоростей деформаций, который сводится к надежно установленному эмпирическому факту - наличию исключительно высоких локальных скоростей деформаций земной поверхности в зонах разломов, которые протекают в обстановке низких региональных деформаций, имеющих среднегодовые скорости на 2–3 порядка меньше [4].

Принципиальным в этих исследованиях является то, что высоко градиентные движения, превышающие на порядок уровень региональных, связаны не с перемещением бортов разломных зон (то есть, не самих блоков пород, разделенных разломной зоной), а с происходящими изменениями физических свойств пород в локальных объемах самих разломных зон.

Действующие в настоящее время нормативные документы по расчету русловых деформаций долин платформенных территорий криолитозоны, через которые проложено подавляющее большинство надводных и подводных переходов трубопроводов, в основном относятся к крупным рекам, для которых закономерности проявления плановых деформаций близки по своим процессам к рекам, расположенным в не зоны многолетнемерзлых пород (ММП).

Эти закономерности рассмотрены в работах таких исследователей как *Б. М. Николаев* (1988), который разрабатывал методы расчета скорости деформации береговой зоны для рек севера Западной Сибири и *А.А. Левашов* (1976), занимавшийся особенностями русловых процессов на реках Тюменского севера. Данными и другими авторами не рассматривалось воздействие современных геодинамических процессов на трансформацию долинных комплексов. Также не проводилось оценок их влияния на морфологические изменения рельефа в пределах этих территорий. В связи с чем, оценка данного воздействия является актуальной проблемой в свете геоморфологических и гидрологических исследований, как нового современного фактора пространственно-временных изменений в структуре локальных и зональных ландшафтов.

Для средних и малых рек субарктических территорий, протекающих в пределах крупных и средних месторождений, имеющих средние размеры от 20x20 до 60x60км, влияние процессов современной геодинамики не рассмотрено.

Зоны активных разломов выявляются методом структурного дешифрирования, формирующих в современном рельефе устойчивые индикаторы, которые и фиксируются на различных материалах космических съемок [5, 6].

Натурные измерения геодинамических процессов в разломных зонах, а также использование метода системного масштабного дешифрирования показали, что наибольшее воздействие на изменение свойств рельефа как в криолитозоне, так и вне её представлены локальными просадками на земной поверхности, которые имеют ширину порядка 0,3–0,5 до 1,5–2,0 км. Накопленные деформации в таких зонах достигают уровня просадок от 5–10 до 15–20 см в течении одного года. Уровень отно-

сительных деформаций горных пород в данных зонах изменяется от 10–5 до 10–4, где последнее значение имеет порядок предела прочности геоматериалов [7, 8].

Выполнена оценка деформаций над разломной зоной, в пределах речной долины на одном из тестовых участков Ямбургского месторождения, на основе структурного дешифрирования и математического моделирования (рис. 1, 2).

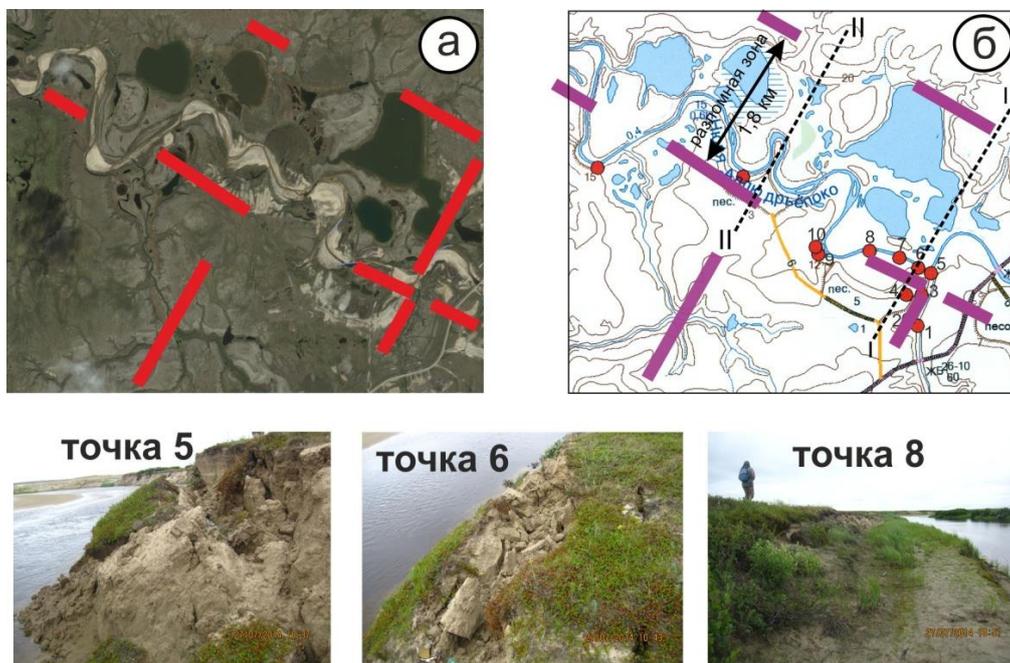


Рис. 1. Космический снимок (а) и топографическая карта (б) одного из тестовых участков, на котором разломная зона северо-западного направления, выявленная по данным линейментного анализа, контролирует долинный комплекс реки. Красные точки на карте (б) являются точками полевых наблюдений и соответствуют фотографиям, расположенным ниже, которые сделаны в пределах исследуемой зоны разлома.

Для определения вида трансформации этих участков долины под ними размещены графики локальных деформаций в разломной зоне (рис. 2), полученные на основе математического моделирования.

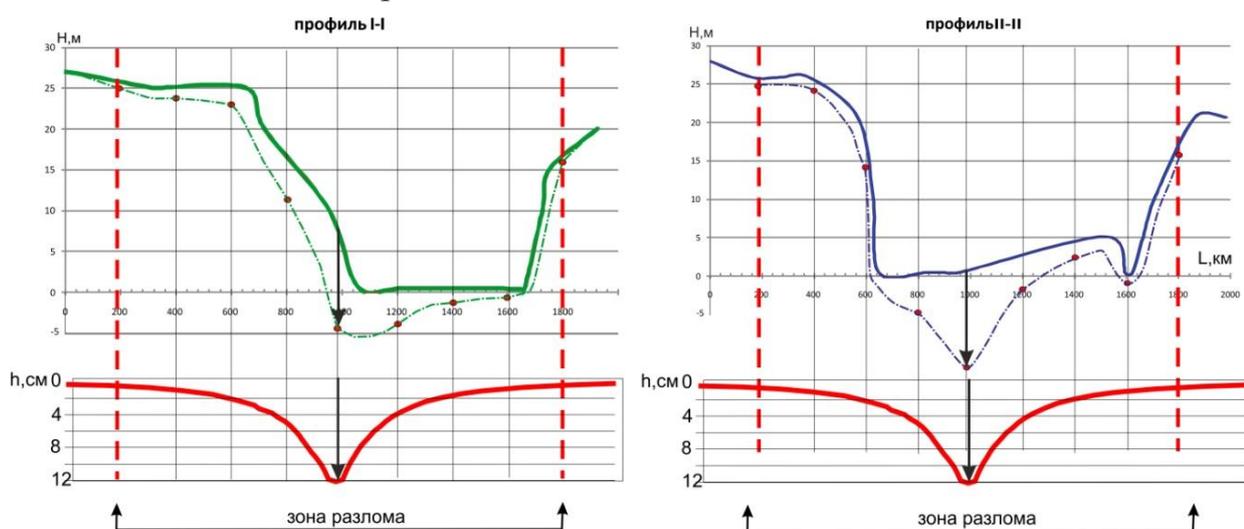


Рис. 2. Плановое соответствие разломной зоны и величин деформационного воздействия с профилями, построенными в крест простирания долины реки. Штрих пунктирные линии на профилях I-I и II-II показаны вне масштаба и равны вектору вертикальной деформаций (черная стрелка), приведенных на графиках ниже.

Из данных графиков видно, что в пределах профиля I-I аномальные деформации в разломной зоне могут привести к формированию зон отрыва на левом борту долины и последующего его размыва летне-осенними паводками, что приведет к аномальной скорости боковой эрозии, не характерной для данного региона. На средних реках Западной Сибири данные процессы не однократно фиксируются, когда за один год скорость боковой эрозии составляет от 10 до 20 и более метров.

Исследуя профиль II-II можно предположить, что влияния разломной зоны непосредственно связано с устойчивостью формирования русла реки в середине долины, а преобладающим процессом будет её переуглубление в данной части русла.

Для заверки данных структурного дешифрирования и формирования процессов в долинном комплексе рек территории Ямбургского месторождения, а также возможных проявлений экзогенных процессов, установленных математическим моделированием деформационных процессов в разломной зоне, были выполнены полевые наблюдения на тестовых участках. Маршрут, точки наблюдений и профиля приведены по одному из них (рис. 1), где зона разлома контролирует долину реки Адлюдрьепеко, а ниже под рисунком приведены фотографии борта долины, которые проявляются в сдвиговых деформациях её левого борта в наблюдаемых точках.

Выводы

1. Проведенные исследования показывают, что фактор современной геодинамики природного или природно-техногенного воздействия оказывает влияние на трансформацию речной сети на современном этапе её развития и является новым, не учтенным, фактором в геоморфологических процессах и нормативных документах.

2. Зоны активных разрывных нарушений, шириной от 0,5 до 1,5 км, контролирующие простирающиеся речные долины и выявляются по данным этапного масштабного структурного дешифрирования линеаментов.

3. Выявленные опасные геодинамические зоны при трассировании трубопроводов через речные долины на стадии инженерных изысканий и проектировании переходов должны подвергаться детальным исследованиям и учёту дополнительных деформационных нагрузок на горные породы и воздействие на материалы трубы.

Литература

1. Никонов А. И., Тупышев М. К., Шаповалова Е. С., Юрова М. П. Геодинамические факторы техногенной оценки воздействия на ландшафт при разработке нефтегазовых месторождений / Нефтепромышленное дело. 2014. № 12. С.51–56.

2. Никонов А. И. Современные подходы к решению вопросов эколого-промышленной безопасности объектов нефтегазового комплекса // Территория Нефтегаз. 2013. № 8. С.88–95.

3. Геренчук К. И. Тектонические закономерности в орографии и речной сети Русской равнины / К. И. Геренчук / Львов. гос. ун-т. - Львов, 1960. - 242 с.

4. Кузьмин Ю. О. Современная геодинамика разломов и парадоксы скоростей деформаций // Физика Земли. 2013. № 5. С. 28–46.

5. Кравцов В. В., Никонов А. И. Системно-иерархическая структура полей напряжений и её отражение на аэрокосмических снимках на примере Самоглорского месторождения (Черногорская площадь) // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений 1996. № 8–9. С. 18–23.

6. Никонов А. И. Тектонофизические аспекты структурного дешифрирования линеаментных систем // Современная тектонофизика. Методы и результаты. М.:ИФЗ, 2011. Т.2. С. 78–93.

7. Кузьмин Ю. О. Современные суперинтенсивные деформации земной поверхности в зонах платформенных разломов // «Геологическое изучение и использование недр». № 4. 1996. С.43–53.

8. Кузьмин Ю. О. Современная геодинамика разломных зон // Физика Земли. 2014. № 10. С. 95–111.

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

Олтян И. Ю., к. т. н.
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Вопросы зонирования территорий по допустимому риску обсуждаются давно [1, 2]. Конкретное значение допустимого уровня риска чрезвычайных ситуаций до 2016 года нормативно не было установлено.

Стоит отметить, что впервые критерии для зонирования территорий по степени опасности ЧС были установлены в СП 11-113-2002 «Порядок учета инженерно-технических мероприятий гражданской обороны и мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций при составлении ходатайства о намерениях инвестирования в строительство и обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений». В своде правил [3] территории по степени опасности чрезвычайных ситуаций в зависимости от установленных критериев разделены на 3 зоны: зона неприемлемого риска, зона жесткого контроля и зона приемлемого риска. В своде правил [3] границы зон определяются исходя из социального ущерба (погибшие, пострадавшие) и частот реализации опасности (случаев в год). Такой же подход к зонированию территорий по степени опасности чрезвычайных ситуаций остался в национальном стандарте ГОСТ Р 22.2.10-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Порядок обоснования и учёта мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при разработке документов территориального планирования».

Нормативы приемлемых уровней именно риска для территорий впервые установлены в «Руководстве по оценке рисков чрезвычайных ситуаций техногенного характера, в том числе при эксплуатации критически важных объектов Российской Федерации» [4]. Согласно Руководству [4], конкретная часть территории Российской Федерации (субъекта, муниципального образования) в зависимости от степени риска может быть отнесена к одному из четырех типов зон риска: зона неприемлемого (недопустимого) риска, зона повышенного риска, зона условно приемлемого риска, зона приемлемого риска. В Руководстве [4] границы зоны рисков определяются исходя из числа пострадавших и частот ЧС. Следует заметить, что термин «риск чрезвычайной ситуации», используемый в Руководстве [4], нормативно установлен только через 4 года, в 2012 году в национальном стандарте ГОСТ Р 55059 [5].

В 2014-2016 годах ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) проведен ряд исследований в области обоснования допустимых (приемлемых) уровней риска, характеризующих вероятность нанесения ущерба жизни и здоровью населения при воздействии опасных факторов чрезвычайных ситуаций. На основании результатов проведенных исследований разработан и утвержден приказом Росстандарта от 29.06.2016 № 724-ст национальный стандарт ГОСТ Р 22.10.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций» [6], который вводится в действие с 1 июня 2017 года. Стандарт предназначен для применения при оценке состояния защиты населения субъектов Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера с использованием риск-ориентированного подхода и организации деятель-

ности по планированию и осуществлению мероприятий по уменьшению риска чрезвычайных ситуаций в субъектах Российской Федерации [6].

Для оценки состояния защиты населения субъектов РФ мы предлагаем использовать допустимый индивидуальный риск ЧС, определяемый в стандарте [6] как численное значение, являющееся критерием индивидуального риска чрезвычайных ситуаций, характерных для определенной территории,

Допустимый индивидуальный риск ЧС установлен стандартом для каждого субъекта Российской Федерации и представлен (частично) в таблице 1.

Таблица 1

Допустимый индивидуальный риск ЧС для субъектов РФ (фрагмент)

Субъект Российской Федерации	Допустимый индивидуальный риск ЧС для субъектов Российской Федерации, год ⁻¹
Дальневосточный федеральный округ	
Республика Саха (Якутия)	$2,83 \times 10^{-5}$
Камчатский край	$3,81 \times 10^{-5}$
Приморский край	$1,63 \times 10^{-5}$
Хабаровский край	$2,38 \times 10^{-5}$
Амурская область	$1,57 \times 10^{-5}$
Магаданская область	$3,54 \times 10^{-5}$
Сахалинская область	$1,75 \times 10^{-4}$
Еврейская автономная область	$1,31 \times 10^{-5}$
Чукотский автономный округ	$9,22 \times 10^{-5}$

Индивидуальный риск чрезвычайных ситуаций считается недопустимым, если он более чем в 10 раз превосходит допустимый индивидуальный риск чрезвычайных ситуаций.

При разработке стандарта [6] авторами стандарта с помощью программного комплекса ПК «ДАР» - динамического анализа риска ЧС - были обработаны исходные статистические данные - информация о более чем 27 тыс. ЧС за период с 1992 по 2014 г. из официальной базы данных АИУС РСЧС. Данные исходные данные обладают свойствами релевантности и репрезентативности.

Для установления допустимого индивидуального риска чрезвычайных ситуаций использовалась следующая зависимость:

$$R_{\text{доп.инд.}} = n / (\Delta T \cdot N), \quad (1)$$

где n - количество погибших в ЧС в субъекте РФ за период наблюдения ΔT (включая техногенные, природные, биолого-социальные ЧС, техногенные пожары и террористические акты);

ΔT - период наблюдения, лет;

N - среднее арифметическое численности населения, проживающего в субъекте Российской Федерации за период ΔT ;

Данный подход позволяет унифицировать критерии риска ЧС, оценив его как количество погибших на 100 000 населения в год.

Выполнено сравнение полученных величин индивидуального риска ЧС в субъектах РФ в 2015 году по данным Государственного доклада [7] с допустимым индивидуальным риском чрезвычайных ситуаций.

Сравнительный анализ показал, что в 26 субъектах РФ индивидуальный риск чрезвычайных ситуаций более чем в 10 раз превосходит допустимый индивидуальный риск чрезвычайных ситуаций, т.е. считается недопустимым.

Только в 3 субъектах Российской Федерации индивидуальный риск ЧС в 2015 году ниже установленного стандартом [6] допустимого риска ЧС - в Республиках Ингушетия, Северная Осетия-Алания и Мурманской области.

В соответствии с п. 4.5 ГОСТ [6], органы исполнительной власти должны ежегодно оценивать фактический индивидуальный риск ЧС для субъекта и осуществлять мероприятия по снижению риска чрезвычайных ситуаций в субъекте при превышении допустимого индивидуального риска ЧС. Сравнение индивидуального риска ЧС с допустимым индивидуальным риском и отнесение субъектов к областям недопустимого и допустимого индивидуального риска является более точной характеристикой состояния защиты населения от ЧС, чем подход, принятый в настоящее время в Государственном докладе о состоянии защиты населения - сравнение фактического индивидуального риска в субъекте со средней величиной индивидуального риска по стране в целом.

В заключение следует заметить, что результаты ежегодной оценки органами исполнительной власти субъектов РФ фактического индивидуального риска ЧС и его сравнение с допустимым, предусмотренные п. 4.5 ГОСТ [6], могут быть использованы:

в качестве показателя состояния национальной безопасности - обобщенной характеристики, отражающей состояние направления защиты населения (взамен показателя «количество ЧС природного и техногенного характера, пожаров, происшествий на водных объектах и численность погибшего в них населения»);

в качестве дополнительного целевого показателя (индикатора) Государственной программы «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах»;

в качестве нового показателя, используемого для расчета национального рейтинга состояния инвестиционного климата в субъектах Российской Федерации (утв. распоряжением Правительства РФ от 11 апреля 2016 г. № 642-р);

в качестве показателя для оценки эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, предусмотренной постановлением Правительства РФ от 3 ноября 2012 г. № 1142 «О мерах по реализации Указа Президента Российской Федерации от 21 августа 2012 г. № 1199 «Об оценке эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации»;

в качестве ключевого показателя эффективности деятельности территориальных органов МЧС России.

Литература

1. Управление риском чрезвычайных ситуаций как составная часть обеспечения безопасности жизнедеятельности. *Верескун А. В., Олтян И. Ю.* В сборнике: Безопасность жизнедеятельности: вызовы и угрозы современности, наука, образование, практика. Материалы V Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. 2015. С. 175–179.

2. Оценка и управление риском чрезвычайных ситуаций: настоящее и будущее. *Олтян И. Ю.* В сборнике: Глобальная и национальные стратегии управления рисками катастроф и стихийных бедствий. XX Международная научно-практическая конференция по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. 2015. С. 160–164.

3. СП 11-113-2002 «Порядок учета инженерно-технических мероприятий гражданской обороны и мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций при составлении ходатайства о намерениях инвестирования в строительство и обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений».

4. Методики оценки рисков чрезвычайных ситуаций и нормативы приемлемого риска чрезвычайных ситуаций (Руководство по оценке рисков чрезвычайных ситуаций техногенного характера, в том числе при эксплуатации критически важных объектов Российской Федерации). Утв. первым заместителем Министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий *Р. Х. Цаликовым* 9.01.2008 № 1-4-60-9.

5. ГОСТ Р 55059-2012 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Термины и определения.

6. ГОСТ Р 22.10.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций.

7. Государственный доклад о состоянии защиты населения территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2015 году.

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ ЖИДКОКАПЕЛЬНОЙ И КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ФАЗЫ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МОЩНОЙ ОБЛАЧНОЙ КОНВЕКЦИИ И АКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА НЕЁ С ЦЕЛЬЮ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕЖИМА ОСАДКОВ

Пастушков Р. С.

**Московский физико-технический институт,
ФГБУ Центральная аэрологическая обсерватория, г. Долгопрудный**

В настоящее время разрабатываются и используются в исследовательской и практической работе несколько отечественных моделей (или их версий) конвективных облаков и осадков [1 – 6, 10]. Большинство из них ориентировано на проведение как исследовательских работ, так и на оценку возможных результатов активных воздействий.

Однако в довольно частых случаях эта ориентация не подкреплена современной постановкой задачи зарождении облачных капель и ледяных кристаллов. Например, для моделей, рассчитывающих только удельные содержания облачных элементов, но не и их концентрации, возникают трудности адекватного расчёта самого процесса активного воздействия, порождаемые необходимостью введения в этом случае ряда дополнительных предположений.

Цель настоящего сообщения – обсудить постановку задачи о моделировании важной части микрофизического блока модели: зарождение и взаимное преобразование облачных капель и ледяных кристаллов. Сделано это в форме развития ранее разработанной модели [6].

Другая, не менее важная цель – информировать участников конференции как о самом факте проведения подобного рода исследований, их состоянии и перспективах развития так и о том, что разрабатываемые модели могут быть адаптированы к решению таких вопросов, как прогноз ряда опасных атмосферных явлений, в частности катастрофических осадков.

Отличительными особенностями предлагаемой модели являются:

- её ориентация на оперативное использование;
- рассмотрение на современном уровне микрофизических процессов.

Основой гидродинамического блока модели является приближение Буссинеска, Это приводит к необходимости решать на каждом временном шаге трёхмерное уравнение Пуассона для возмущения поля давления. Однако вычислительные издержки на эту процедуру окупаются возможностью использования при этом временных шагов, определяемых скоростями воздуха, что даёт многократный выигрыш по отношению к моделям, в которых этот шаг лимитируется скоростями звука. Кроме того, и само по себе поле давления в зоне развития конвекции достаточно информативно.

Отметим, однако, что уравнение Пуассона для поля давления является следствием уравнения неразрывности, и тем самым в неявном виде обеспечивает сохранение массы всей рассматриваемой части атмосферы. Это обстоятельство накладывает довольно жёсткие требования к точности решения этого уравнения.

Турбулентный обмен в зоне развития облачной конвекции моделируется в K -приближении.

Аэрозоль, участвующий в облакообразовании, делим на две части.

К первой отнесём ядра конденсации. Они содержатся в атмосфере в количестве, которое позволяет считать, что локальная их убыль в результате облакообразования мала по сравнению с их общим содержанием.

Вторую часть составляет ограниченное число ядер льдообразования, включая вводимые при проведении активных воздействий.

В начальный момент времени поле концентрации ядер замерзания (N_a) и поле их удельного содержания (Q_a) задаются зависящими только от высоты. Дальнейшая их эволюция рассчитывается с учётом действия упорядоченного и турбулентного обмена, микрофизических процессов, безвозвратных потерь в результате выпадения осадков и введения при активных воздействиях.

Учтённые в модели микрофизические процессы представлены на рис 1, 2.

Стрелками обозначены направления фазовых переходов. Знаками N с соответствующими индексами обозначены концентрации, знаками Q_a - удельные содержания. В скобках приведены изменяющиеся при этом параметры. Подробное описание микрофизического блока модели содержится в [7]

Используемая далее терминология является общепринятой для параметрических в микрофизическом отношении численных моделей конвективных облаков. Пояснения требует термин “нуклеация”. Здесь он использован только для описания зарождения облачных капель или ледяных кристаллов на ядрах конденсации или сублимации. Любые другие фазовые переходы идентифицированы конкретными терминами (конденсация, сублимация, испарение, замерзание, таяние и т. п.).

Предполагается, что термогидродинамический блок модели обеспечивает расчёт пространственно-временной эволюции полей облачных элементов: их концентраций $N_c, N_r, N_i, N_g, N_s, N_a$ $1/\text{см}^3$ и их удельных содержаний $Q_c, Q_r, Q_i, Q_g, Q_s, Q_a$ $\text{г}/\text{кг}^3$ (c – облачные капли, r – дождевые капли, i – ледяные кристаллы, g – частицы крупы, s – снежные кристаллы) и полей концентрации N_a $1/\text{см}^3$ и удельного содержания льдообразующего аэрозоля Q_a $\text{г}/\text{кг}^3$.

Численный алгоритм основан на использовании метода расщепления по физическим процессам. Он даёт возможность построить консервативную модель второго порядка аппроксимации, и выделив процессы переноса (гиперболическую часть системы уравнений), придать получаемым решениям свойств монотонности [9], а для положительно определённых параметров, таких как концентрации и удельные значения, и неотрицательности.

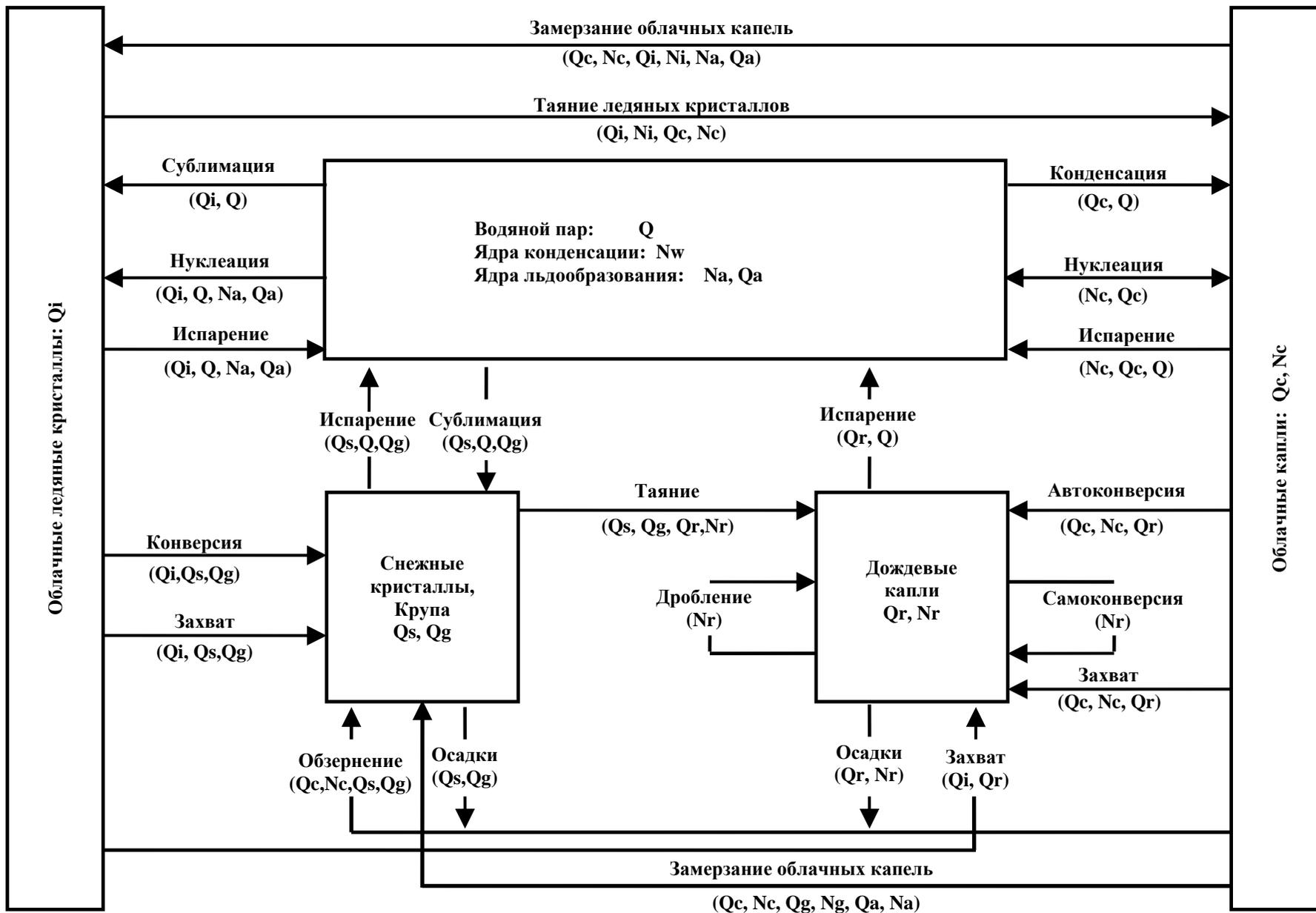


Рис. 1. Блок-схема микрофизических процессов модели

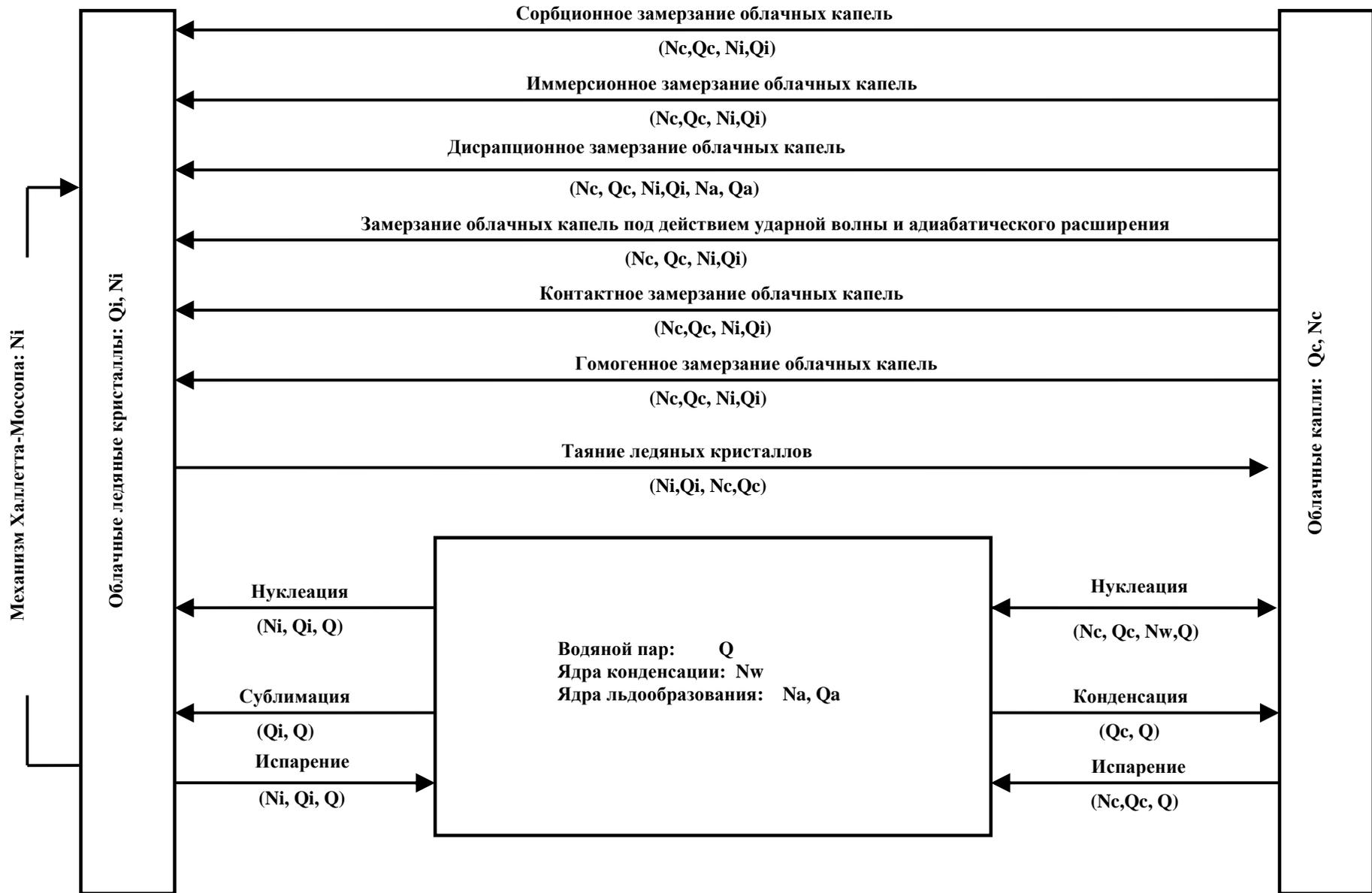


Рис. 2. Блок-схема микрофизических взаимодействий ОК и ЛК

Основной микрофизического блока модели является предположение о возможности использования следующих спектров (плотностей функций распределений) гидрометеоров модели.

Облачные и дождевые капли и ледяные кристаллы описываются трёхпараметрическими (N_d, r_{dcp}, ν_d) спектрами (их плотностями функций распределения по радиусам или для кристаллов по эквивалентным радиусам)

$$n_d(r) = \frac{N_d(\nu_d + 1)^{\nu_d + 1}}{\Gamma(\nu_d + 1)r_{dcp}} \left(\frac{r}{r_{dcp}} \right)^{\nu_d} \exp \left[-(\nu_d + 1) \left(\frac{r}{r_{dcp}} \right) \right]. \quad (1)$$

Здесь N_d – концентрация капель или кристаллов (N_c – облачных капель, N_r – дождевых капель, N_i – ледяных кристаллов), r_{dcp} – средние радиусы капель или эквивалентные радиусы ледяных кристаллов ($r_{c\text{cp}}$ – облачных капель, $r_{r\text{cp}}$ – дождевых капель, $r_{i\text{cp}}$ – ледяных кристаллов), $\nu_d, (\nu_c, \nu_r, \nu_i)$ – параметры форм гамма-распределений, $\Gamma(\nu_d + 1)$ – гамма-функции.

Снежные кристаллы и крупа описываются двухпараметрическими (N_{0d}, λ_d) спектрами (их плотностями функций распределения по эквивалентным радиусам)

$$n_d(r) = N_{0d} \exp(-\lambda_d r). \quad (2)$$

Здесь N_{0d}, λ_d – параметры форм распределений (N_{0s}, λ_s – снежных кристаллов, N_{0g}, λ_g – крупы).

Для облачных капель и кристаллов и дождевых капель значения ν_d считаются постоянными и заданными, а моделируемыми характеристиками являются первые и третьи моменты функций распределения (соответственно, концентрации N_d и удельные содержания Q_d), что приводит к связи

$$r_{dcp}^3 = \frac{3}{4\pi} \left(\frac{\rho}{\rho_d} \right) \frac{(\nu_d + 1)^2}{(\nu_d + 2)(\nu_d + 3)} \left(\frac{Q_d}{N_d} \right), \quad (3)$$

однозначно определяющей соответствующие функции распределений по N_d, Q_d, ν_d .

Здесь и далее $\rho = \rho(z), \rho_d$ – плотности воздуха и соответствующих облачных частиц.

Для снежных кристаллов и крупы реализованы два варианта.

В первом случае моделируются только третьи моменты функций распределения (удельные содержания Q_d), а значения N_{0d} полагаются заданными и постоянными, Это приводит к связям

$$\lambda_d = \left(8\pi \frac{\rho}{\rho_d} \frac{N_{0d}}{Q_d} \right)^{1/4}, \quad N_d = \frac{N_{0d}}{\lambda_d}, \quad (4)$$

определяющие соответствующие функции распределений по Q_d , N_{0d} и позволяющим вычислять концентрации N_d .

Во втором случае моделируемыми характеристиками являются первые и третьи моменты функций распределения (соответственно, концентрации N_d и удельные содержания Q_d), что приводит к связям

$$\lambda_d = \left(8\pi \frac{\rho}{\rho_d} \frac{N_d}{Q_d} \right)^{1/3}, \quad N_{0d} = \lambda_d N_d, \quad (5)$$

определяющим соответствующие функции распределений по N_d , Q_d .

Представление спектров облачных элементов форме (1) или (2) имеет ряд преимуществ. И первым из них с точки зрения разработчиков численных моделей является возможность получения аналитических выражений для моментов этих распределений. Например, счётной концентраций частиц (первый момент), удельных содержаний (третий момент), радиолокационной отражаемости (шестой). К недостаткам таких представлений обычно относят включение в спектр конечного или даже бесконечного числа частиц нулевого размера и не нулевого числа частиц любого (вплоть до бесконечного) большого размера. Частицы нулевого размера для распределений вида (1) обычно исключаются (или во всяком случае могут быть исключены) заданием $\nu_d > 0$. Влияние же правой бесконечно протяжённой части спектра обычно считается пренебрежимо малым из-за быстрого стремления $n(r)_{r \rightarrow \infty} \rightarrow 0$.

Однако в этом случае достаточно качественного и неопределённого понятия «быстро» недостаточно и необходим контроль этого утверждения. В первую очередь следует следить за тем, чтобы удельные содержания, ещё важнее, и радиолокационная отражаемость не были бы в заметной степени определяемы частицами не существующих в природе размеров. Универсального алгоритма здесь не существует. По-видимому, наиболее ресурсно сберегающей технологией здесь может быть установление предела для средних размеров.

Основным преимуществом использования таких распределений при разработке моделей облаков и осадков является то обстоятельство, что в этом случае все микрофизические процессы благодаря возможности точного вычисления любых моментов этих распределений обычно описываются в терминах интегральных облачных характеристик. Сопровождающий основной недостаток, естественно, обусловлен необходимостью включения в спектры капель нереально больших размеров (вплоть до бесконечно больших). Как следствие, возникает задачи о слежении за тем, чтобы вклады этих нереально больших капель в их интегральную концентрацию, водность и последующие моменты были бы пренебрежимо малыми.

В любых случаях выбор значений указанных параметров делается на основе эмпирических данных. При этом могут быть использованы как довольно мягкие условия (например, только совпадение в некотором смысле наблюдаемых и теоретических функций распределений), так и довольно жёсткие (например, разумное поведение моментов функций распределений третьего и более высокого порядков). Одним из выходных параметров разработанной модели является радиолокационная отражаемость (шестой момент от функции распределения). В разработанной версии модели использовались распределения (1). Поэтому выбор значений ν_r производился с учётом этого обстоятельства

таким образом, чтобы вычисляемые значения радиолокационной отражаемости были бы обусловлены дождевыми каплями реально существующих размеров.

Отметим также, что помимо требования $\nu_d > 0$ на параметр ν_c накладывается более жёсткое требование ($\nu_c > 4$), вызванное вполне физически обоснованным требованием отсутствия изменения концентрации облачных капель при конденсации на них водяного пара.

Зарождение облачных капель (их нуклеация, их появление в результате перехода ядер конденсации в капли) рассчитывается двумя способами.

В первом случае следуем концепциям работы [8], в которой ядра конденсации рассматриваются в виде обводнённых сухих ядер. При этом полагается, что в сухих ядрах с спектром по размерам (эквивалентным радиусам r_0) типа Юнге в некотором количестве содержится растворимое в воде вещество.

Второй подход расчёта нуклеации облачных капель основан на концепциях, предполагающих возможность использования эмпирических интегральных спектров ядер конденсации по пересыщениям.

Зарождение облачных ледяных кристаллов рассчитывается только с использованием эмпирических интегральных спектров ядер сублимации по пересыщениям над льдом. Результаты проведённых численных экспериментов указывают на возможность использования разработанной модели для решения ряда практических задач. В том числе таких, как прогноз развития катастрофического выпадения конвективных осадков, или же расчёт параметров активных воздействий, направленных на изменение режима осадков (например, на увеличение площади или времени их выпадения).

Литература

1. Алоян А. Е., Ермаков А. Н., Арутюнян В. О. Моделирование конвективной облачности и её влияния на газовый состав атмосферы // Изв. РАН, ФАО.– 2010. –Т. 46. –№ 6. – С. 771–765
2. Бекряев В. И., Гурович М. В. Нестационарная численная модель Сб. Тр. ГГО –1991. – Выпуск 538. – С. 109–121.
3. Веремей Н. Е., Довгалоук Ю. А., Затевахин М. А., Игнатъев А. А., Морозов В. Н., Пастушков Р. С. Базовая численная трёхмерная модель осадкообразующего конвективного облака. Доклады всероссийской конференции по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы. Нальчик, 24–28 октября 2011 г.
4. Довгалоук Ю. А., Веремей Н. Е., Синкевич А. А. Применение полуторамерной модели для решения фундаментальных и прикладных задач физики облаков. ГГО, – Санкт-Петербург. – 2007, – 162 с.
5. Дрофа А. С. Исследование воздействия гигроскопическими частицами на конвективное облако по результатам численного моделирования // Изв. РАН, ФАО – 2010. – Т. 46. – № 3, С. 1–11.
6. Евдокимова С. Р., Пастушков Р. С. Параметризационная модель тёплых конвективных облаков и осадков. Активные воздействия на гидрометеорологические процессы. Труды Всесоюзной конференции. Киев, 17–21 ноября 1987 г. Л. Гидрометеоиздат, 1990, –С. 21–26.
7. Пастушков Р. С. Модель активных воздействий на конвективные облака льдообразующими аэрозолями. Современное состояние и перспективы развития. Тр. ГГО –2016. – Выпуск 582. – С. 128–158.
8. Седунов Ю. С. Физика образования жидкокапельной фазы в атмосфере. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1972, – 102 с
9. Холодов А. С., Холодов Я. А. О критериях монотонности разностных схем для уравнений гиперболического типа // Журнал вычислительной математики и математической физики –2006. – Т. 6. – № 49. – С. 1638–1667.
10. Шаповалов В. А. Численное моделирование формирования макро- и микроструктурных характеристик конвективных облаков. Автореферат дис., ВГИ, Нальчик, 2011. – 14 с.

СОСТОЯНИЕ И ПУТИ ДАЛЬНЕЙШЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА, ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА ТЕРРИТОРИИ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Романенко Е. В.

ГКУ «Областная спасательно-пожарная служба»

Современное состояние развития информационных технологий позволяет человечеству совершать определенные действия без прикладывания больших усилий. Возможно получить информацию о прогнозе погоды, состоянию пробок на дорогах и другое, не выходя из дома. Аналогичное развитие имеют системы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В частности, мы рассмотрим системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, которые на сегодняшний день требуют не только автоматизации процесса получения информации, но и должны соответствовать современным требованиям к информационным системам.

Для Астраханской области характерно 32 вида чрезвычайных ситуаций.

Из наиболее крупных природных чрезвычайных ситуаций, произошедших на территории Астраханской области можно отметить следующие:

В феврале 2012 года: в Лиманском районе Астраханской области в результате сильных морозов и промерзания участка трубопровода (300 мм) между н.п. Басы и Михайловка было нарушено холодное водоснабжение продолжительностью 19 суток.

В апреле 2015 года произошло загорание сухой растительности в Володарском районе Астраханской области, которое перешло на Обжоровский участок Астраханского государственного биосферного заповедника. Площадь, пройденная огнем, составила 15000 га, причинен ущерб природному и животному и лесному фонду в размере 446 млн. рублей.

Также, в осенний и весенний периоды в г. Астрахани наблюдается присутствие в атмосферном воздухе запаха, несвойственного атмосферному. Лабораторные исследования проб воздуха показали, что превышение ПДК не достигнуто. Однако, такая ситуация неблагоприятно сказывается на состоянии биосферы и здоровье населения.

Достижение чрезвычайных ситуаций межмуниципального и регионального уровней связано с:

- износом лабораторного оборудования;
- большой погрешностью измерений;
- длительным временем прохождения информации;
- человеческим фактором.

В настоящее время, на территории Астраханской области в систему мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера входит 38 организаций.

Обмен информацией в регионе осуществляется в рамках нормативно-правовых актов.

Одна из проблем техносферы - износ оборудования. Это касается любых приборов и устройств. На сегодняшний день отмечается высокая степень износа лаборатор-

ного оборудования, многие приборы устарели физически и морально, перестали отвечать современным требованиям. Своевременность и точность передачи оперативной информации осложнена такими факторами, как погрешность замеров, время необходимое для доставки полученных анализов до лабораторий и получения результатов исследований, сокрытие информации об аварийных ситуациях, нарушение регламента прохождения информации и др.

Все гидропосты Астраханской области непередаточные, на которых уровень воды отсчитывают непосредственно по делениям рейки, смачиваемой водой. Гидронаблюдатели при нормальных условиях измеряют вручную уровень воды два раза в сутки - в 8 часов утра и в 8 часов вечера. Если уровень поднимется до опасного значения, то измерения проводятся через каждые два часа. Ежедневно, в 8.00 и 20.00 по местному времени, наблюдатель снимает показатели уровня воды по водомерной рейке и передает специалистам в Астраханский ЦГМС в телефонном режиме.

Точность показателей уровня воды осложнена следующими факторами:

низкая точность измерения;

необходимость присутствия наблюдателя;

отсутствие дистанционной передачи данных;

ограниченность по погодным и временным условиям;

большое количество погрешностей измерения;

снос водомерной рейки при разрушении ледостава и интенсивного ледохода, восстановление которой возможно только после окончания природного процесса;

специалисту-гидрологу не рекомендуется выполнять деятельность по замеру уровней воды на гидропостах в ночное время суток в целях недопущения вреда здоровью.

Контроль по возникновению загораний сухой растительности, термоточками, палов тростника осуществляется наземным патрулированием и при помощи информационных ресурсов. При таком мониторинге оперативность получения сведений о возгораниях минимальна, т.к. требуется непрерывное патрулирование оперативными группами больших территорий, с целью непосредственного отслеживания обстановки. Данные информационных ресурсов обновляются 4 раза в сутки через 1–1,5 часа после пролета спутников над территорией и обработки полученных космоснимков. При этом, если наблюдается сильная облачность данные спутниковых снимков не могут полностью отразить обстановку с природными пожарами. При таком мониторинге оперативность получения сведений о возгораниях минимальна, т.к. требуется непрерывное патрулирование оперативными группами больших территорий, с целью непосредственного отслеживания обстановки.

На территории Астраханской области расположено 8 стационарных постов контроля атмосферного воздуха АЦГМС и 1 мобильная лаборатория Управления Роспотребнадзора.

Забор анализов осуществляется на стационарных постах 3–4 раза в сутки с периодичностью 5–6 часов, мобильная лаборатория применяется при поступлении информации о загрязнении воздуха от населения или оперативных дежурных. Режим такой работы атмосферных постов значительно сокращает возможность оперативно получать сведения о качестве атмосферного воздуха и результаты анализов в короткие сроки, т.к. проведенный отбор проб на месте постов направляется непосредственно в лабораторию, после чего выдаются результаты анализов. Полный цикл получения сведений достигает от 3 часов до суток, что связано с отдаленностью нахождения постов от мест расположения лабораторий.

На территории Астраханской области установлено 4 камеры наблюдения за водотоками на Волго-Каспийском канале, с целью мониторинга обстановки на канале в период прохождения судов поступает в Морской координационно-спасательный центр ФГБУ «Администрации морских портов Каспийского моря». В период летне-осенней межени при нарушении проводки судов по обозначенному пути по водотокам периодически происходит посадка судов на мель, что оказывает влияние на проводку других судов (особенно в узких участках русла рек), создает угрозу разлива нефтепродуктов при получении пробойны корпуса. Зачастую капитаны судов скрывают информацию об аварийных ситуациях. Сигнал с камер видеонаблюдения поступает только в одну организацию и сокращает возможность получения информации другими заинтересованными структурами.

Решение проблемы сокращения времени прохождения информации об опасности возможно по нескольким направлениям.

Одним из направлений выявления информации в интересах прогнозирования является сканирование информационных ресурсов с целью поиска информации о возможных опасностях. Анализ информации от каждого ресурса в отдельности увеличивает время на принятие решения и выявление неблагоприятной обстановки на территории региона. Кроме того, существует большая вероятность получения недостоверной информации.

Для поиска дополнительной информации используются широко применяемые существующие системы, в том числе Система обеспечения вызова экстренных оперативных служб через единый номер 112. Она позволяет получать информацию о происшествиях и чрезвычайных ситуациях непосредственно от населения.

Все существующие системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования не позволяют комплексно оценивать обстановку на территории Астраханской области и увеличивают время на выполнение анализа поступающих данных и реагирования на чрезвычайные ситуации. Использование данных направлений как самостоятельных источников является малоэффективным и неудобным. Целесообразно объединить их в единую систему информационного анализа обстановки и использовать в комплексе с другими системами принятия решений.

На сегодняшний день активно внедряются автоматизированные программно-аппаратные комплексы по анализу обстановки, формированию проекта решения и выполнению мероприятий защиты в автоматизированном режиме. К таким продуктам относятся: комплексная система обеспечения безопасности жизнедеятельности и аппаратно-программный комплекс «Безопасный город». Однако, установка данных продуктов должна производиться с учетом особенностей конкретных территорий области и иметь совместимость в работе с системами ФКУ «ЦУКС Главного управления МЧС России по Астраханской области». Для устойчивой работы АПК необходимо проведение мероприятий по следующим направлениям.

В настоящее время необходима модернизация оборудования систем мониторинга, а конкретно датчиков ПДК атмосферного воздуха по периметру областного центра, гидропостов на основных водотоках, метеостанций по всей области, камер видеонаблюдения и др., которые необходимо объединить в единую автоматизированную сеть.

АПК «Безопасный город» - совокупность комплексов средств автоматизации существующих и перспективных федеральных, региональных, муниципальных и объектовых автоматизированных систем на местном уровне, объединённых для решения задач в сфере обеспечения защиты населения и территорий от ЧС природного и тех-

ногенного характера, общественной безопасности, правопорядка и безопасности среды обитания, а также взаимодействующих с ними автоматизированных систем в рамках единой региональной информационно-коммуникационной инфраструктуры.

В рамках реализации подсистемы комплексного мониторинга на территории Астраханской области планируется установка автоматических станций контроля загрязнения атмосферного воздуха с передачей данных по стандартным каналам связи (вокруг г.о. Астрахань), датчиков контроля ПДК, камер «Лесной дозор» на вышках мобильных операторов, автоматизированных гидропостов (с камерой и метеодатчиком), поворотных камер на Волго-Каспийском канале и других систем. Также рассмотрен вопрос об интеграции систем мониторинга функционирования потенциально-опасных объектов, автоматических метеостанций Росгидромета (АЦГМС), системы 112, Глонасс и информационных ресурсов.

На базе Главного управления МЧС России по Астраханской области в одном комплексе с ЦУКС создан и осуществляет деятельность Центр обработки вызовов Системы-112 Астраханской области.

Функционирование ЦОВ-112 в составе ЦУКС позволяет оперативно использовать поступающую от населения информацию и экстренно принимать решения по ликвидации происшествий, обеспечить проведение постоянного мониторинга состояния социальной напряженности среди населения, а также анализировать эффективность оказания помощи пострадавшим, в максимально короткие сроки задействовать силы и средства РСЧС. Тем самым создана система единого регламента сбора и обмена информацией о происшествиях, влияющих на жизнедеятельность населения.

Во всех 12 районах области созданы и функционируют Единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований. Они осуществляют деятельность в тесном взаимодействии с оперативно-дежурной сменой ЦУКС и дежурно-диспетчерскими службами районов области. Информационный обмен осуществляется также в рамках Системы-112, с использованием специального оборудования и программного обеспечения. Созданная система позволила улучшить взаимодействие экстренных и аварийных служб, а также организовать вызов экстренных оперативных служб по принципу «одного окна».

Исходя из вышеперечисленного, строительство и внедрение АПК «Безопасный город» на территории муниципальных образований Астраханской области позволит обеспечить комплексную информатизацию всех систем мониторинга, а создание единого геоинформационного портала - сократить время прохождения информации от всех министерств и ведомств, входящих в территориальную подсистему Астраханской области единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее - РСЧС АО) с целью оперативного реагирования на происшествия и принятия решений на основе достоверных данных в режиме реального времени. Кроме того, в основу программного обеспечения АПК необходимо внедрять единую интеграционный портал, совместимый с различными информационными ресурсами.

Создание единого портала с интегрированными системами комплексного мониторинга позволит решать следующие задачи:

мониторинг оперативной обстановки с отображением данных и происходящих процессов на интерактивной карте, а также в виде статистики, графиков и диаграмм на основе собранных и поступающих данных в единую базу;

создание в муниципальных образованиях Астраханской области сети многофункциональных комплексов мониторинга различных видов угроз;

сбор и аналитическая обработка данных о состоянии окружающей среды и инфраструктуры обеспечения жизнедеятельности от различных источников информации (систем мониторинга и прогнозирования);

увеличение скорости реагирования при выполнении мероприятий по экстренному предупреждению и ликвидации ЧС и происшествий.

моделирование развития чрезвычайных ситуаций и оценка их влияния на объекты экономики и население, находящиеся в зоне чрезвычайной ситуации.

информирование граждан о событиях и результатах реагирования экстренных и городских служб;

обеспечение контроля обстановки в режиме on-line;

освобождение должностных лиц от рутинной технической работы с бумажными документами.

В качестве источников информации могут служить системы и базы данных различных министерств и ведомств, а также информация из открытых источников. Полученные и проанализированные сведения могут быть представлены в форме отчетов, графиков, диаграмм, справочных данных, таблиц и на интерактивной карте. В результате чего значительно сократится процесс оценки обстановки, понимания сложившейся ситуации и принятия управленческих решений.

Таким образом, автоматизация процесса мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования позволит:

- повысить точность измерений;
- сократить время прохождения информации;
- исключить человеческий фактор.

Тем самым снизит ущерб от чрезвычайных ситуаций на территории Астраханской области.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И СНИЖЕНИЕ РИСКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ СОВРЕМЕННЫМИ ГЕОДИНАМИЧЕСКИМИ ДВИЖЕНИЯМИ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Сашурин А. Д., Коновалова Ю. П.

Институт горного дела УрО РАН

Возрастание риска катастроф и возникновения чрезвычайных ситуаций является одной из существенных особенностей развития современного этапа цивилизации. Не проходит и дня, чтобы информационные агентства не сообщали о катастрофах, уносящих человеческие жизни, наносящих значительный экономический ущерб. В научной и практической деятельности, связанной с проявлением катастроф, по источникам, причинам и объектам возникновения выделяют три вида катастроф: природные, природно-техногенные и техногенные. Определенные виды природных и техногенных катастроф с явными источниками и объектами возникновения, без сомнений, относятся к тому или иному виду. Но отнесение существующих между ними, так называемых, природно-техногенных катастроф к этому виду нередко затруднено. Обычно к ним относят катастрофы, происходящие на объектах техногенного характера вследствие воздействия природных причин. Но вскрыть причины природного характера, в силу их недостаточной изученности, оказывается не так просто, а наруше-

ния различных регламентов чаще всего лежат на поверхности, что дает основание ошибочно относить эти катастрофы к техногенным.

Среди катастроф подобного вида особо многочисленную группу составляют катастрофы на техногенных объектах, вызванные современной геодинамической активностью или современными движениями земной коры. Обычно у этих техногенных объектов, именуемых объектами недропользования, массив горных пород или земная поверхность являются либо их основанием, либо их конструктивной средой. Объекты недропользования занимают обширное место в сфере экономической деятельности. К ним могут бы отнесены:

- объекты минерально - сырьевого комплекса (добыча, переработка и транспортировка полезных ископаемых);
- объекты градопромышленной агломерации (здания, подземные и наземные сооружения городской инфраструктуры);
- инженерные коммуникации (магистральные теплотрассы, водоводы, коллекторы);
- транспортные коммуникации (железные и автомобильные дороги, мосты, развязки, туннели, метрополитены);
- энергетические объекты (АЭС, ТЭС, ГЭС);
- водные объекты (дамбы и плотины водохранилищ);
- высотные сооружения (башни и мачты телекоммуникаций, дымовые трубы);
- захоронение отходов (радиационных, химических, биологических).

Безопасность и устойчивость этих и многих других объектов во многом зависит от деформационных процессов, развивающихся в массиве горных пород и на земной поверхности под воздействием современных геодинамических движений.

Начало исследования современных движений земной коры вне землетрясений можно отнести к началу прошлого века, к появлению гипотезы А. Вагенера о дрейфе континентов. Эта гипотеза к середине XX века переросла в обоснованную теорию глобальной тектоники плит, сдвинувшую континенты в горизонтальной плоскости. А во второй половине века на основе обобщения многочисленных наблюдений на геодинамических полигонах нефтегазовых месторождений были выявлены внутриблочные подвижки по тектоническим нарушениям с периодами от 1–2 месяцев и более [1].

В последовавших далее экспериментальных работах Уральской школы геомехаников по исследованию современных геодинамических движений путем проведения непрерывных и дискретных наблюдений с использованием технологий спутниковой геодезии было выявлено два вида геодинамических движений: трендовые, имеющие относительно постоянные скорости и направления движения; циклические, проявляющиеся за короткие промежутки времени в виде знакопеременных смещений. Деление современных геодинамических движений на циклические короткопериодные и трендовые производится условно.

Короткопериодные циклические движения выделяются в ходе непрерывных GPS наблюдений в течение нескольких часов в сутки. Продолжительность их циклов укладывается один и более раз в сеанс наблюдений. Таким образом, короткопериодными считаются циклические движения с продолжительностью циклов от нескольких секунд до нескольких часов (рис. 1). По результатам более 1000 натуральных наблюдений на базах от 20 до 2600 метров амплитуды этих движений находятся в диапазоне от 0 до 108 мм (по модулю), а диапазон относительных деформаций (по модулю) составляет 0–2.69 мм/м [2, 3, 4]. Выявлено пять часто встречающихся периодов

(3.9 часа, 42, 24, 17 и 12 минут) [5]. К трендовым движениям отнесены смещения, наблюдаемые за периоды от полугода- года до нескольких десятков лет.

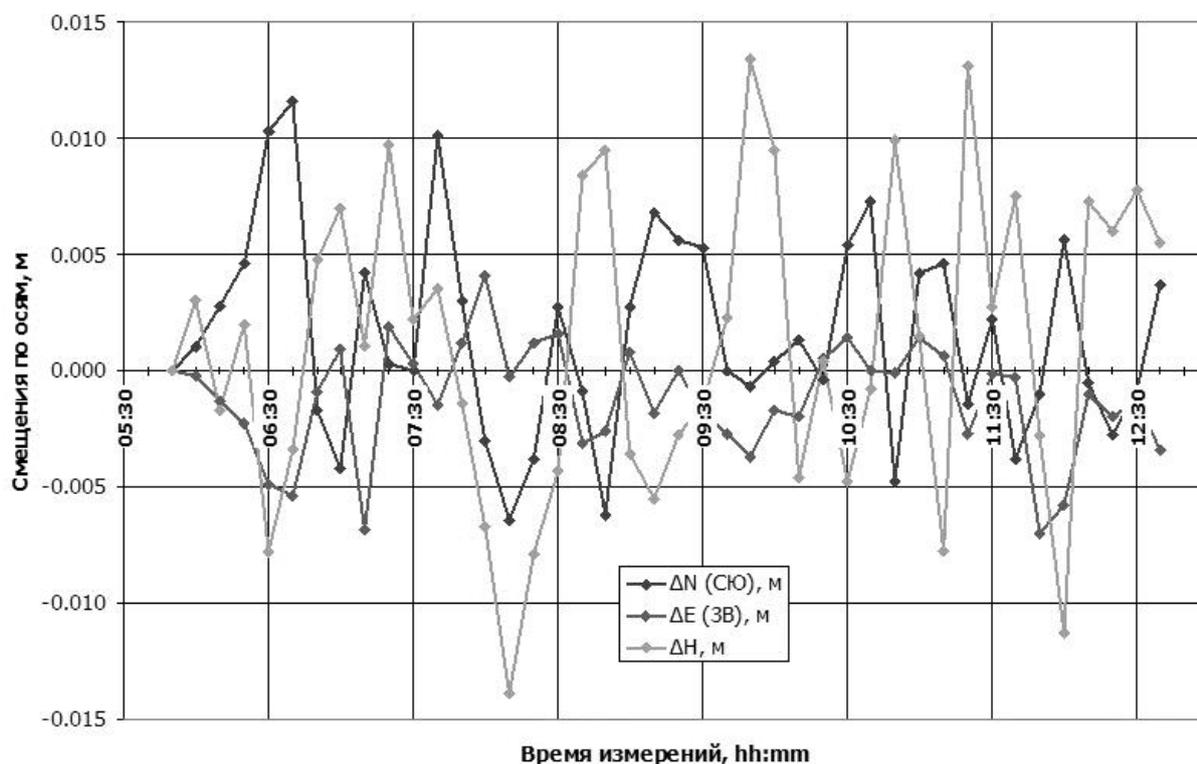


Рис. 1. Циклические короткопериодные современные геодинамические движения, измеренные с периодичностью 10 минут

Между циклическими короткопериодными и трендовыми весь промежуток заполнен длиннопериодными циклическими движениями с различной продолжительностью циклов, т.е. процесс проявления современных геодинамических движений носит полигармонический характер с накоплением определенного тренда (рис. 2). В ходе непрерывных GPS наблюдений в течение длительного времени (месяцы, годы), как правило, на постоянно действующих GPS станциях, выделяются разными авторами периоды движений от нескольких суток до 575 суток.

Экспериментальное определение параметров трендовых и циклических современных геодинамических движений к настоящему времени выполнено более чем на 35 объектах недропользования, охватывающих территорию от Центрального региона до Якутии, а также Казахстана. На их основе создана база данных о современных геодинамических движениях [6]. Из нее следует, что современные геодинамические движения имеют место во всех регионах, независимо от того, к сейсмичной или асейсмичной категории они относятся, и распределяются по массиву горных пород и тектоническим нарушениям неравномерно.

Закономерности распределения современных геодинамических движений в массиве горных пород определяются двумя фундаментальными свойствами массива: иерархически блочным строением; постоянной подвижностью. Иерархически блочная структура массива является его априорным свойством, присущим многим средам. Сущность его заключается в том, что среда представляет собой систему блоков иерархической соподчиненности, когда блоки более высоких рангов образуются вложением в них блоков предшествующих рангов с определенным модулем, который, по разным оценкам, для массива горных пород колеблется от 1:2,5 до 1:3,5. Постоянная

же подвижность обеспечивается всем спектром современных геодинамических движений, проявляющихся на различном пространственно - временном уровне.

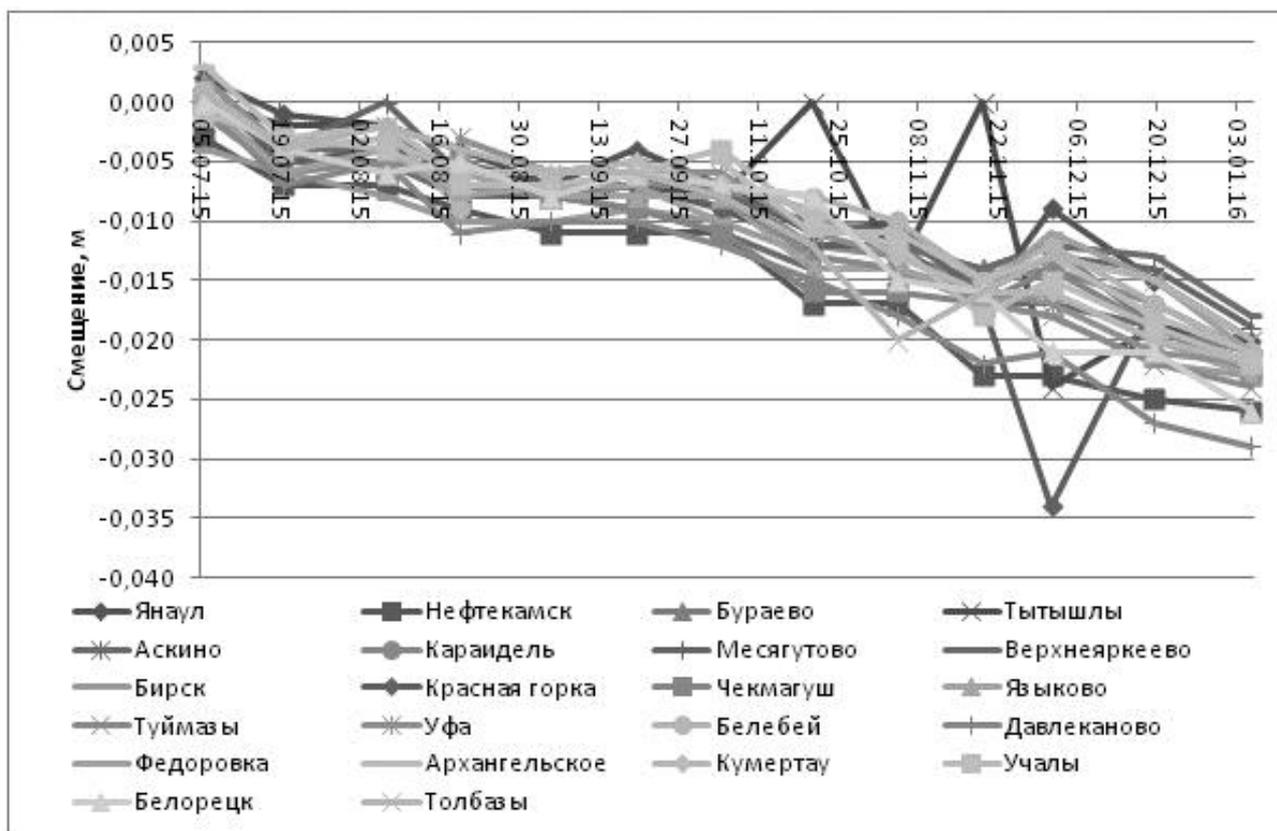


Рис. 2. График изменения координат (по оси X) постоянно действующих базовых станций ГНСС на территории республики Башкортостан, измеренных с периодичностью 14 сут.

Геодинамические движения вызывают деструкцию иерархически - блочного массива, которая ведет к дискретному характеру распределения деформаций. Но, поскольку земная кора является открытой динамической системой, в которой развиваются процессы самоорганизации, то под влиянием этих же геодинамических движений в деструктурированном блочном массиве формируются так называемые консолидированные блоки различных рангов, сохраняющие относительную целостность и свойства, близкие к сплошной среде.

Таким образом, в результате деструкции и самоорганизации в массиве формируется вторичная структура и соответствующее ей неоднородное распределение движений и деформаций. На границах вторичных структурных блоков концентрируются основные межблоковые подвижки. Уровень смещений и деформаций в этих зонах в 2–3 раза выше средних интегральных значений. Уровень деформаций внутри структурных блоков в 1,5–2 раза ниже интегральных значений, присущих в целом району. Один из примеров распределения деформаций на границах и внутренних зонах вторичных структурных блоков показан на рис. 3. Вторичные структурные блоки носят временный характер, продолжительность их существования в зависимости от общей активности района может быть сопоставима со сроками существования объектов недропользования.

Концентрация современных геодинамических движений на границах вторичных структурных блоков приводит к образованию зон концентрации и депрессии тектонических напряжений, которые выступают в роли очагов аномального поведения массива горных пород и катастрофических событий [7].

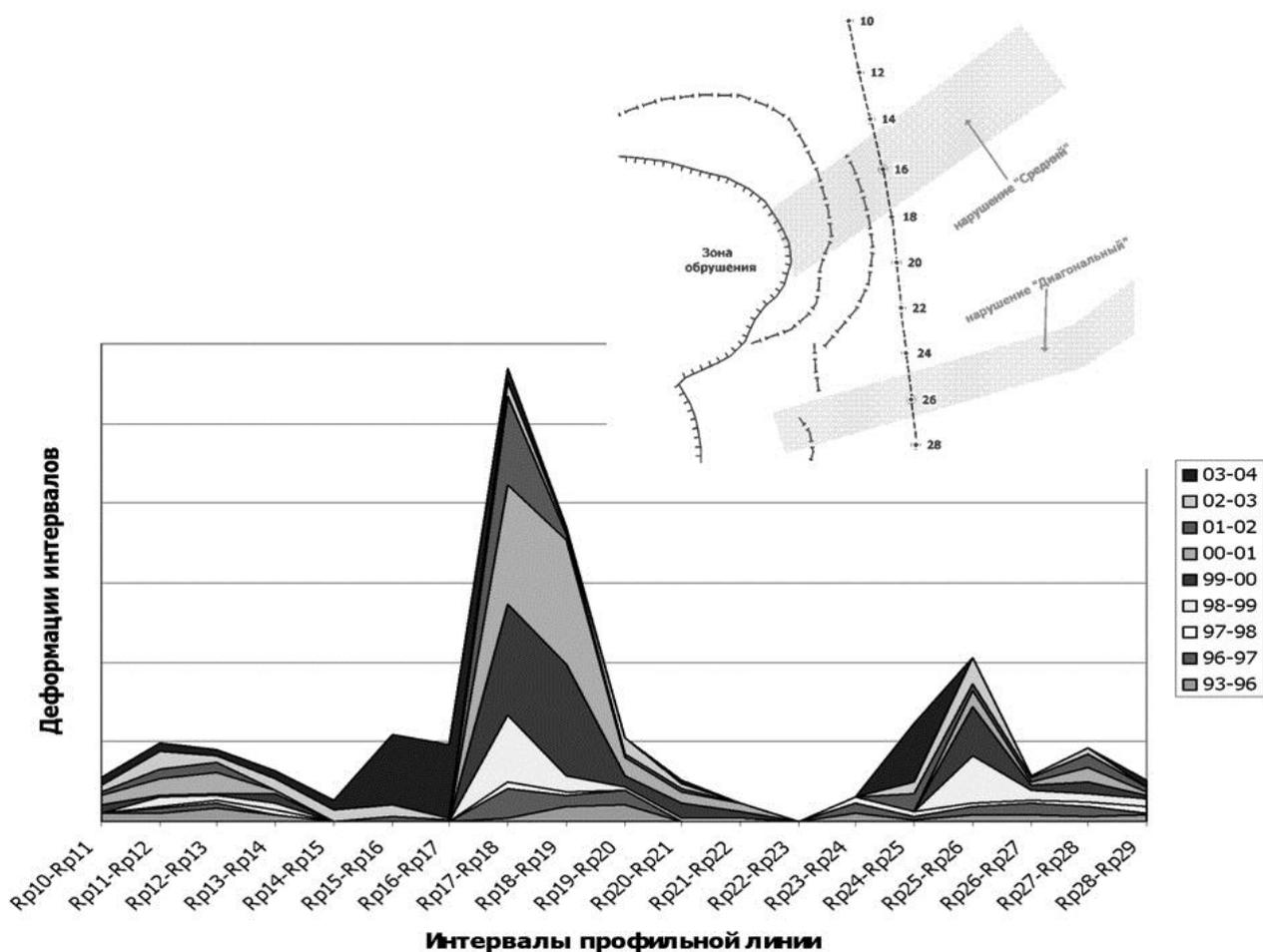


Рис. 3. Распределение деформаций на границах и внутренних зонах вторичных структурных блоков на экспериментальном участке Высокогорского железорудного месторождения

Объекты недропользования, оказавшиеся в пограничных областях структурных блоков, подвергаются воздействию повышенных деформаций, в отличие от объектов, находящихся во внутренних областях.

Таким образом, задача предотвращения природно-техногенных катастроф должна решаться на разных стадиях создания и эксплуатации объектов недропользования. При проектировании новых объектов эффективным методом снижения риска их разрушения является выбор благоприятного места их размещения [8]. Для существующих объектов - геодинамический мониторинг и прогнозная оценка риска возникновения чрезвычайной ситуации.

Но, несмотря на важную роль геодинамического фактора, проведение специальных изысканий, направленных на диагностику геодинамических движений, не нашло должного отражения при проектировании и строительстве даже особо ответственных объектов [8,9].

Во всех случаях для обеспечения безопасности объектов недропользования необходимо проведение диагностики геодинамической активности участка. Для этого необходим комплекс исследований, включающий в себя:

1. Инженерно-геофизические исследования:
 - изучение тектонического строения [10];
 - изучение состояния тектонических нарушений
2. Инженерно-геодезические исследования:
 - определение трендовых геодинамических движений в районе объекта;

- определение циклических геодинамических движений;
- определение вторичного напряженно-деформированного состояния в области влияния объекта

3. Теоретические прогнозные оценки влияния геодинамических процессов на объекты и обоснование предельных критериев их безопасности.

Проведение данного комплекса исследований в дополнение к стандартным изысканиям позволит определить благоприятные зоны размещения проектируемых объектов или внести конструктивные меры, обеспечивающие безопасность эксплуатации уже существующих объектов в условиях высокого уровня геодинамической активности. Это касается и линейно-протяженных объектов, которые встречаются на своем пути множество различных структурных неоднородностей.

На базе изложенных принципов в институте горного дела УрО РАН разработана методика диагностики массива горных пород, которая используется на горнодобывающих предприятиях, на проектируемых объектах, в том числе особо ответственных [11,12]. На рис. 4 приведено распределение циклических вертикальных деформаций участка, полученное в результате диагностики массива горных пород для выбора благоприятной площадки размещения сооружений Южно - Уральской АЭС [11].

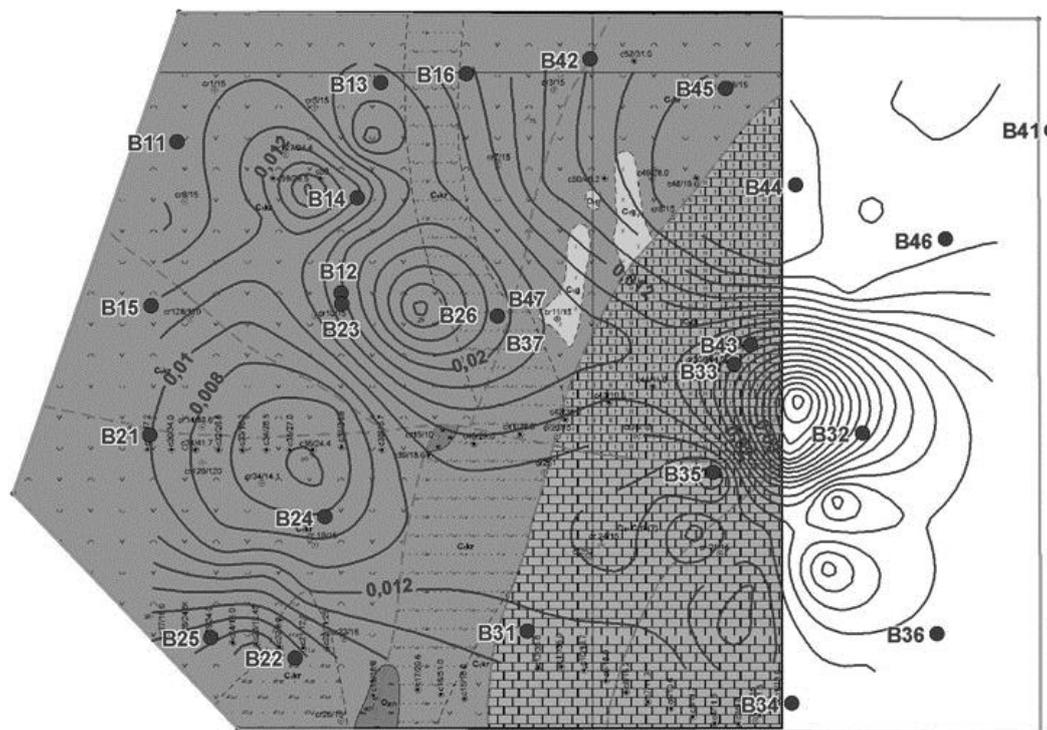


Рис. 4. Распределение циклических вертикальных деформаций на пункте II, 1×10^{-3} (на геологической основе), ЮУАЭС

Таким образом, в научном плане в проблеме прогнозирования и снижения риска чрезвычайных ситуаций раскрыты истоки и причины обширного вида техноприродных катастроф на уникальных объектах, следствием которых являются чрезвычайные ситуации, выявлены пути снижения риска их возникновения, разработаны технологии диагностики мест размещения и мониторинга состояния опасных объектов.

Приходится лишь сожалеть, что результаты научных разработок, обеспечивающих прогнозирование и снижение риска чрезвычайных ситуаций, медленно и с большим трудом находят отражение в действующих нормативах и в практике создания и эксплуатации все усложняющихся объектов недропользования.

Литература

1. Кузьмин Ю. О. Современная геодинамика и оценка геодинамического риска при недропользовании / Ю. О. Кузьмин. - М: Агентство экономических новостей, 1999. - 220 с.
2. Современная геодинамика массива горных пород верхней части литосферы: истоки, параметры, воздействие на объекты недропользования / [В. Н. Опарин, А. Д. Сашурин, Г. И. Кулаков, А. В. Леонтьев, Л. А. Назаров и др.]; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин - т горного дела. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. - 449 с.
2. Балек А. Е. Связь модельных представлений о деформировании скальных горных массивов горных массивов с пространственными и временными масштабами / А. Е. Балек // Геомеханика в горном деле: доклады научно-техн. конф. 14–15 окт. 2009 г. / ИГД УрО РАН. - Екатеринбург: ИГД УрО РАН. - 2009. - С. 3–13.
4. Панжин А. А. Исследование короткопериодных деформаций разломных зон верхней части земной коры с применением систем спутниковой геодезии / А.А. Панжин // Маркшейдерия и недропользование. - 2003. - № 2. - С. 43–54.
5. Коновалова Ю. П. Потенциально опасный спектр частот современных циклических геодинамических движений для объектов недропользования / Ю. П. Коновалова // Геомеханика в горном деле: доклады научно-технической конференции 14–15 октября 2009 г./ ИГД УрО РАН. - Екатеринбург: ИГД УрО РАН. - 2009. - С.214–220.
6. Сашурин А. Д. База экспериментальных данных о параметрах современных геодинамических движений / А. Д. Сашурин, В. В. Мельник, А. А. Панжин и др. // Свидетельство о государственной регистрации базы данных от 26.02.2014 г. № 2014620345.
7. Сашурин А. Д. Формирование напряженно-деформированного состояния иерархически блочного массива горных пород / А. Д. Сашурин // Проблемы недропользования [Электронный ресурс]: рецензируемое сетевое периодическое научное издание / ИГД УрО РАН. - 2015.- № 1(4). - С. 38–44. - Режим доступа: //trud.igduran.ru.
8. Коновалова Ю. П. Геодинамические аспекты выбора безопасных площадок размещения особо ответственных объектов недропользования / Ю. П. Коновалова // Проблемы недропользования. ОВ Горного информ.-аналит. бюл. № 11/ ИГД УрО РАН. - М.: Горная книга, 2011. - С. 133–138.
9. Сашурин А. Д. Уровень обеспеченности геодинамической безопасности объектов атомной энергетики / А. Д. Сашурин // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2010. - № 12. - С. 214–218.
10. Далатказин Т. Ш., Коновалова Ю. П., Ручкин В. И. Экспериментальные исследования возможности использования радонометрии для геодинамического районирования / Т. Ш. Далатказин, Ю. П. Коновалова, В. И. Ручкин // Литосфера. - 2013. - № 3. С. 146–150.
11. Коновалова Ю. П. Исследование циклических короткопериодных геодинамических деформаций территорий при выборе площадки под строительство атомных станций / Ю. П. Коновалова // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2010. № 7.-С.269–274.
12. Пустуев А. Л. Исследование трендовых геодинамических деформаций при выборе площадок для строительства атомных станций / А. Л. Пустуев // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2011. № 1.-С.282–290.

МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ ОПОЛЗНЕВЫМ РИСКОМ НА ТАЙВАНЕ

Свалова В. Б.

Институт геоэкологии им. Е. М. Сергеева РАН, Москва

Территория Тайваня подвержена многим геологическим и метеорологическим природным опасностям. Наиболее разрушительными являются землетрясения, оползни, сели, наводнения и тайфуны. В стране разработана система мониторинга и раннего предупреждения стихийных бедствий, а также разработаны вопросы инженерной защиты территорий. ИГЭ РАН плодотворно сотрудничал с тайваньскими учеными в

рамках совместного проекта по оползневой и сейсмической опасности и созданию систем раннего предупреждения стихийных бедствий.

Идея системы оповещения начала разрабатываться на Тайване после серьезной селевой опасности, вызванной тайфуном Herb в 1996. Кроме того, влияние изменения климата на опасные природные процессы становится все более и более значимым на Тайване. Осадки становятся более концентрированными, а среднегодовая температура значительно повысилась. Концентрированные дожди могут в большой степени влиять на оползневые и селевые процессы в ближайшем будущем.

Для предотвращения жертв и экономических потерь из-за оползней, селей и эрозии почв с 2000 года было начато строительство станций мониторинга и систем раннего предупреждения. Работы проводились Бюро по Сбережению Почв и Вод (Soil and Water Conservation Bureau, SWCB). Спутниковые изображения, географические и геологические данные, современные технологии мониторинга были реализованы и интегрированы в систему, получившую имя Формоза, что означает древнее название Тайваня. Этапами работ являются обеспечение готовности, реагирование, смягчение последствий и восстановление.

Для уменьшения количества осадочного материала селевого потока используются различные инженерные методы в зависимости от рельефа местности и истории ее развития.

Большое количества воды является одним из основных факторов, которые вызывают селевые потоки, так что избыток воды должен быть устранен в максимально возможной степени. Это может быть сделано с помощью встроенных дренажных труб в руслах или на склонах, чтобы отвести грунтовые воды (рис. 1).



Рис. 1. Снижение инфильтрации грунтовых воды

Стоки с толстым слоем осадков могут легко вызвать селевой поток. Часто камни перегораживают русла и способствуют накоплению материала, что также может вызвать селевой поток. Следует избегать накопления осадков и способствовать поверхностному стоку (рис. 2).



Рис. 2. Снижение накопления осадочного материала и формирование поверхностного стока

Необходимо удалять камни и нависающие неустойчивые отложения вокруг ручьев, предотвращать накопление мусора, что может привести к наращиванию и резкому смыву пород, создавая более опасную ситуацию.

Восстановление растительности может привести к снижению скорости материала на стадии транспортировки селевого потока и таким образом уменьшить ущерб, причиненный селевым потоком.

Скорость селевого потока тесно связана со степенью наклона. Для снижения скорости потока строятся плотины или дамбы для увеличения шероховатости русла и накопления материала, что делает наклон слабее и уменьшает скорость потока (рис. 3).



Рис. 3. Снижение скорости селевого потока

Сели содержат много воды, что позволяет им двигаться в текучей среде. Если вода и осадки разделены, поток будет замедляться. Плотины могут уменьшить скорость селевого потока, в то время как горизонтальные решетки позволяют разделить потоки осадочных пород и воды и остановить поток селевого материала. (рис. 4, 5).



Рис. 4. Дегидратация селевого потока.



Рис. 5. Блокировка селевого потока

Когда поток доходит до плоских участков, накопление отложений часто вызывает заиливание и подъем русла реки. Необходимо эффективно избавляться от этого осадка.

Скорость селевого потока будет замедляться, когда он достигает более пологих участков. Необходимо строить плотины в широкой, плоской местности с образованием зоны осаждения, регулирования наклона и стабилизации русла (рис. 6).



Рис. 6. Организация зоны осаждения селевого потока



Рис. 7. Организация зоны стока

Если область разлива недостаточно широка для накопления селей, используются водозаборные плотины или искусственные каналы, чтобы перевести поток материала в более безопасное место (рис. 7).

Основными задачами сейсмического мониторинга являются [2–18]:

1. Измерение вариаций сейсмической активности региона.

2. Использование сейсмических данных для аварийного выключения системы при превышении порогового значения сейсмических колебаний.

3. Использование информации о приходе Р-волны от мощного землетрясения до прихода разрушительной S-волны для создания системы охранной сигнализации. В зависимости от глубины очага землетрясения и расстояния до эпицентра время между приходом волн может достигать 15–30 минут, что дает возможность для спасения.

4. Прогнозирование движения оползней по изменению акустической эмиссии.

Для оценки риска R оползневого процесса используется произведение вероятности схождения оползня P на ущерб от его воздействия D [1]:

$$R = P \times D.$$

В свою очередь вероятность оползневого процесса может оцениваться устойчивостью оползня. Также вероятность оползневого воздействия зависит от области распространения

оползневого тела, что в свою очередь зависит от механических свойств материала (пород) оползневого тела и окружающей среды, объема оползня, скорости движения и рельефа поверхности.

Механико-математическое моделирование движения масс по оползневому склону дает возможность предсказать развитие оползневого события и оценить количество объектов, попавших в область поражения от оползня.

Основными компонентами устойчивого управления оползневый и селевым риском на Тайване являются: мониторинг и системы предупреждения, план мер по снижению последствий изменения климата, а также план устойчивого городского развития и сейсмостойкого строительства.

Литература

1. Свалова В. Б. Снижение риска оползневых процессов // Единый всероссийский научный вестник, II, 2016, 79–83.

2. Свалова В. Б. Мониторинг и моделирование оползневой опасности на территории Москвы.// Инженерная защита. № 1 (12). 2016.34–38.
3. Свалова В. Б. Мониторинг и моделирование оползневых процессов. Мониторинг. Наука и технологии. № 2(7), 2011, 19–27.
4. Свалова В. Б. Великое восточно-японское землетрясение и цунами и вопросы инженерной защиты территорий. Инженерная защита. № 3(8), 2015, 74–80.
5. Свалова В. Б. Великое восточно-японское землетрясение и цунами и проблема снижения риска опасных природных процессов. Мониторинг. Наука и технологии. 2015. № 1. 6–17.
6. *Keh-Jian Shou, Cheng-Fung Wang*. Analysis of the Chiufengershan landslide triggered by the 1999 Chi-Chi earthquake in Taiwan. *Engineering Geology*, 68 (2003), 237–250.
7. *Keh-Jian Shou, Nikolaev A. V., Bashilov I. P., Svalova V. B., Lin C. C., Song S. T.* (2009). Theory and methods of earthquake early warning systems for underground pipelines and hazardous slopes, Abstracts of International Conference Geohazards 2009, Taiwan.
8. *Nikolaev A. V., Bashilov I. P., Keh-Jian Shou, Svalova V. B., Manukin A. B., Zubko Y. N., Behterev S. V., Kazantseva O. S., Rebrov V. I.* (2011). Some directions of works on maintenance of geological safety of engineering constructions. *Proceedings of ENGEOPRO, Moscow*, 7pp.
9. *Svalova V. B.* Modeling, monitoring and risk reduction for landslide processes in Russia and Taiwan. Abstracts of ICL Workshop, Japan, 2016.
10. *Svalova V.* Mechanical-mathematical modeling and monitoring for landslides. *Proceedings of IPL (International Program on Landslides) Symposium, UNESCO, Paris, 2012*, 63–68.
11. *Svalova V. B.* Mechanical-mathematical modeling and monitoring for landslide processes.// *Journal of Environmental Science and Engineering*. 2011, V 5, № 10, 1282–1287.
12. *Svalova V.* Mechanical-mathematical modeling for sedimentary movement and landslide processes. CD Proceedings of the International Association for Mathematical Geosciences Meeting (IAMG 2009), Stanford, California, USA, August 23–28, 2009. 15 pp.
13. *Svalova V.* Mechanical modeling and geophysical monitoring for landslide processes. *Proceedings of IAEG XII Congress «Engineering geology for society and territory», v.2, Torino-2014, Italy, Springer, 2015*, 345–348.
14. *Svalova V.* Landslide processes in the urbanized Moscow area. *Landslide Science and Practice: Spatial Analysis and Modelling. V.3, Margottini C., Canuti P., Sassa K. (eds.)*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Dordrecht London 2013, 17–20. DOI 10.1007/978-3-642-31310-3_3, www.springer.com, ISBN 978-3-642-31309-7, ISBN 978-3-642-31310-3 (eBook). Library of Congress Control Number: 2013932640.
15. *Svalova V.* Modeling and Monitoring for Landslide Processes. Chapter in book: *Natural Disasters - Typhoons and Landslides - Risk Prediction, Crisis Management and Environmental Impacts*. Editor: K. Linwood, Nova Science Publishers, NY USA, 2014, p.177–198.
16. *Svalova V.* Mechanical-mathematical modeling and monitoring for landslide processes. IPL 163 Project. *Proceedings of the World Landslide Forum 3. Volume 4. 2014, Beijing, China*, p.24–27.
17. *Svalova V.* Modeling and monitoring for landslide processes: case study of Moscow and Taiwan. *Proceedings of the World Landslide Forum 3. Volume 4. 2014, Beijing, China*, p.628–632.
18. *Zubko Y. N., Nikolaev A. V., Bashilov I. P., Svalova V. B.* (2009). Autonomous portable seismic receiver with digital registration for seismological studies. Abstracts of International Conference Geohazards 2009, Taiwan.

ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ ОПОЛЗНЕВЫМ РИСКОМ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Свалова В. Б.

Институт геоэкологии им. Е. М. Сергеева РАН, Москва

Геологический риск - сравнительно новое и не до конца исследованное понятие. Существует много определений геологического риска [1, 2, 5, 14]. И зачастую науч-

ное исследование или научный подход к проблеме начинается с изложения позиции автора и выбора определения геологического риска для данной задачи. Такого индивидуалистического подхода трудно избежать. Споры ведутся до сих пор. Например, существует ли геологический риск там, где нет материального ущерба для человека, если за определение берется один из наиболее распространенных подходов: риск есть математическое ожидание ущерба. Или риск равен произведению вероятности возможного опасного события на произведенный ущерб:

$$R = P \times D,$$

где R - риск, P - вероятность, D - ущерб.

Причем ущерб подразумевается как чисто экономический - зданиям и сооружениям -, так и выраженный в деньгах ущерб от потери человеческих жизней, что долго считалось довольно циничным - человеческая жизнь бесценна -, но потребности в оценке риска страховых компаний во всем мире оказались сильнее. Теперь человеческая жизнь при страховании оценивается в разную сумму в зависимости от страны и страхового случая.

Начатая в России переоценка кадастровой стоимости жилья, недвижимости, земель, садовых участков сразу же привела к множеству конфликтных ситуаций и к обращениям в суды владельцев жилья и земли, не согласных с налогами, начисленными на новую стоимость квартир и садовых участков, ничем на их взгляд не обоснованными и не подкрепленными научным подходом и решением. Так что кадастровая оценка земли, жилья, а следовательно и ущерба от их порчи и потери является важной народно-хозяйственной задачей, особенно актуальной в настоящее время.

Для оценки ущерба от возможного опасного процесса или явления необходимо оценить экономические потери от порчи и разрушения строений и коммуникаций, дорог и промышленных предприятий. Кадастровая стоимость земли и жилья в разных регионах различна, но ее оценка требует научного подхода и обоснования. На оценку возможного ущерба от опасного или катастрофического события влияет научно обоснованная цена земли и жилья, плотность населения, плотность застройки, плотность автомобильной и железнодорожной сети, наличие заповедных и исторических зон, опасных промышленных производств, наземных и подземных коммуникаций, наличие опасных технологических объектов (атомных станций, плотин, нефтехранилищ и др.). Все это предполагает изучение большого количества влияющих факторов и разработки различных научных подходов в зависимости от цели исследования. В настоящее время необходимой задачей является выработка общих подходов и критериев к оценке риска от разных видов опасностей. Наилучшим образом вопрос проработан для сейсмической опасности и риска, где имеются длительные ряды наблюдений и необходимые банки данных по возможному ущербу от разрушений. Опыт необходимо распространить на другие виды опасностей.

Методика построения карты оползневого риска

В качестве примера можно рассмотреть подход к построению карты оползневого риска на территории Москвы. Оползневые процессы на территории Москвы хорошо изучены [2–4, 6–13, 15–24]. Оползни занимают около 3 % территории города, где насчитывается 15 глубоких и множество мелких оползней. Составлены карты оползневой опасности территории. Опасность оползней больше там, где их устойчивость меньше, а также там, где больше объем соскальзывающих масс. За последнее время в Москве наблюдается значительная активизация оползневых процессов. Выполненные

противооползневые мероприятия значительно искажают природную картину. Но оценить потенциальную оползневую опасность можно по высоте склона, объему оползневой массы, скорости движения масс, свойству пород, рельефу окружающей местности, дальности возможного продвижения оползневых масс, гидрогеологии участка, триггерным механизмам. Опытные оползневеды способны дать высокоточную сравнительную оценку оползневой опасности для разных склонов и территорий Москвы. Выделение таксонов разной степени оползневой опасности на территории города является вполне разрешимой задачей, не вызывающей больших противоречий в научной среде. Причем градация возможна как по трем степеням опасности (высокая, средняя, низкая), так и по пяти (очень высокая, высокая, средняя, низкая, не опасная) в зависимости от детальности поставленной задачи.

Если рассматривать все 15 глубоких оползней на территории Москвы, то можно считать наиболее опасными оползни вдоль Москвы-реки на Воробьевых горах, в Коломенском, на Карамышевской набережной и в Замоскворечье.

Для автоматизированного анализа фактического материала и построения карт риска необходимо найти пересечение карты оползневой опасности и интегральной карты (объединения карт) возможного ущерба, т.е. для каждого i -го фрагмента карты риска R_i найти произведение вероятности оползневого события P_i на сумму различных j -тых возможных ущербов от оползней:

$$R_i = P_i \cdot \sum_j D_{ij}.$$

Карты оползневой опасности при этом необходимо проградуировать от 0 до 1, чтобы по возможности отразить вероятность оползневого события. Так, градация, например, возможна по пятибалльной шкале (0; 0,25; 0,5; 0,75; 1), где 0 соответствует отсутствию оползневой опасности, 0,25 - низкой, 0,5 - средней, 0,75 - высокой и 1 - очень высокой вероятности оползневого процесса. Такая оценка носит экспертный характер. В принципе возможно формализовать и построение карты оползневой опасности и рассматривать ее как пересечение карт фактического материала, например, карт контрастности рельефа, прочности пород, устойчивости склонов, скорости движения поверхности, плотности осадков, сейсмичности и т. д. Конечно, это потребует дополнительных исследований и оценок.

Для комплексной оценки ущерба на каждом участке предлагается проградуировать возможный ущерб от каждого параметра по трехбалльной системе (0, 1, 2), где 0 означает отсутствие ущерба, 1 - умеренный, 2 - высокий ущерб. Параметрами здесь могут рассматриваться, например, 1) стоимость земли, 2) стоимость жилья, 3) плотность застройки, 4) плотность населения, 5) плотность дорог и коммуникаций. Чем выше значение параметра (стоимость земли, жилья и т. д.), тем выше ущерб в случае опасного события. Тогда возможный ущерб по 5 параметрам в каждом элементе изменяется от 0 до 10.

Тогда риск в каждом элементе также варьируется от 0 до 10. Это риск в относительных единицах (больше-меньше) по 10-и балльной шкале.

Разбив карту области на квадраты и вычислив риск для каждого квадрата, можно получить карту риска области по 10-и балльной шкале.

В качестве исходного материала можно использовать карту природных опасностей г. Москвы для трех видов опасностей - оползни, карст, подтопление. Оползневые опасные участки расположены преимущественно вдоль русел Москвы реки и Яузы. Тогда участками наибольшего оползневого риска - горячими пятнами - будут области наибольшей оползневой опасности и наибольшего ущерба в случае оползневого со-

бытия. По предложенной формуле расчета риска это области могут оцениваться в 7–8 баллов. По предварительным оценкам это области в районе Кремлевского холма и Воробьевых гор (белые круги на карте рис. 1).

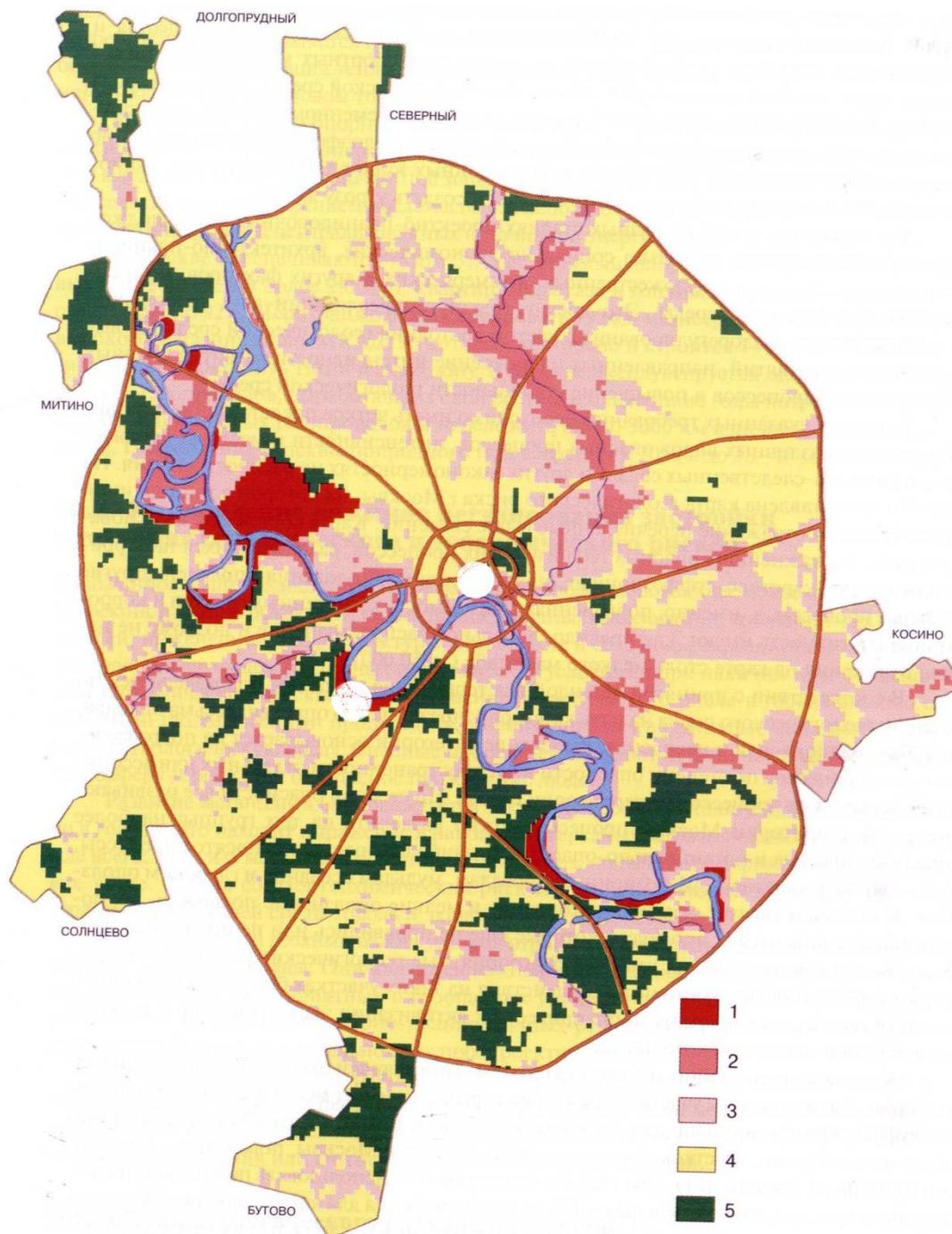


Рис. 1. Карта природных опасностей (оползни, карст, подтопление) на территории Москвы (Осипов В. И., Кутенов В. М., Миронов О. К.)

Категория опасности: 1 - чрезвычайно опасная, 2 - весьма опасная, 3 - опасная, 4 - мало опасная, 5 - неопасная. Белые круги - «горячие пятна» по степени риска

И если в районе Кремля оползневая опасность не так велика, не говоря уже о постоянном мониторинге и укрепляющих мероприятиях, то стоимость инфраструктуры и величина возможного ущерба очень высока. На Воробьевых горах оползневая опасность очень велика. И хотя плотность населения там мала, но возможный ущерб от оползневых процессов может быть очень значителен. Так, имелись геологические

проблемы со строительством метромоста и здания Президиума РАН, а конструкция эскалатора была разрушена медленным постоянным оползневым процессом (рис 2,3).



Рис. 2, 3. Разрушенный эскалатор на Воробьевых горах

Также идентифицировать районы с наибольшим потенциальным ущербом в случае опасного природного события можно по ночной авиационной и космической съемке урбанизированной территории, которая хорошо отражает плотность инфраструктуры и жилой застройки городских агломераций. (рис. 4–6).

Детальное построение карты оползневой риска для территории Москвы даст ключ к решению проблемы управления оползневой риском, что рассматривается как ряд мер, ведущих к снижению оползневой риска на территории города, включая мониторинг, противооползневые мероприятия, прогноз, страхование и др.

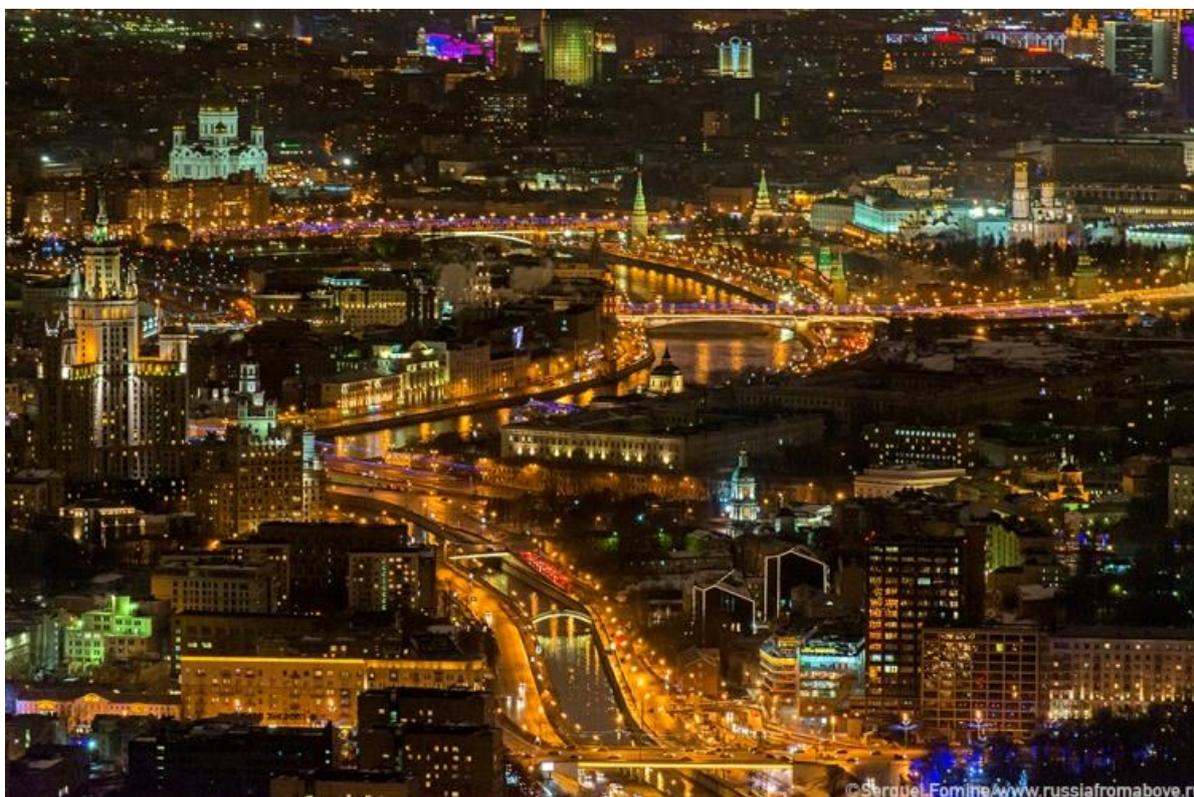


Рис. 4. Центр Москвы при ночном освещении



Рис. 5. Ночное аэрофото Москвы



Рис. 6. Европа ночью из космоса

Список литературы

1. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Системные исследования чрезвычайных ситуаций. М., МГОФ «Знание», 2015. 864 с.
2. Москва. Геология и город. Под ред. *Осипова В. И.* и *Медведева О. П.* М., Московские учебники и картолитография. 1997, 400 с.
3. *Николаев А. В., Башилов И. П., Shou K. J., Свалова В. Б., Манукин А. Б., Зубко Ю. Н., Бехтерев С. В., Казанцева О. С., Ребров В. И., Волосов С. Г., Королев С. А.* Сейсмо-деформационный мониторинг экологически опасных объектов и опасных природных процессов. Мониторинг. Наука и технологии. 2011. № 2. С. 6–18.
4. *Николаев А. В., Башилов И. П., Keh-Jian Sh., Свалова В. Б., Манукин А. Б., Зубко Ю. Н.* Сейсмо-деформационный мониторинг опасных природных процессов. Сергеевские чтения. Роль инженерной геологии и изысканий на предпроектных этапах строительного освоения территорий 2012. М, РУДН. С. 198–203.
5. Природные опасности России. Оценка и управление природными рисками. Под ред. *Рагозина А. Л.* М., КРУК, 2003, 316 с.
6. *Свалова В.Б.* Механико-математическое моделирование гравитационного движения масс по оползневому склону. Сергеевские чтения. Моделирование при решении геоэкологических задач. 2009. М, РУДН. С. 324–327.
7. *Свалова В. Б.* Проблемы снижения риска стихийных бедствий. Уроки великого восточно-японского землетрясения и цунами. Материалы 9-й Международной научно-практической конференции Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире (Геориск-2015). 2015. М, РУДН. С. 326–331.

8. Свалова В. Б. Закономерности формирования рельефа и решение обратной задачи геодинамики. *Инновационная наука*. 2016. № 1–3 (13). С. 201–204.
9. Свалова В. Б. Снижение риска оползневых процессов // *Единый всероссийский научный вестник*, II, 2016, 79–83.
10. Свалова В. Б. Мониторинг и моделирование оползневой опасности на территории Москвы. // *Инженерная защита*. № 1 (12). 2016. 34–38.
11. Свалова В. Б. Мониторинг и моделирование оползневых процессов. *Мониторинг. Наука и технологии*. № 2(7), 2011, 19–27.
12. Свалова В. Б. Великое восточно-японское землетрясение и цунами и вопросы инженерной защиты территорий. *Инженерная защита*. № 3(8), 2015, 74–80.
13. Свалова В. Б. Великое восточно-японское землетрясение и цунами и проблема снижения риска опасных природных процессов. *Мониторинг. Наука и технологии*. 2015. № 1. 6–17.
14. Corominas J, van Westen C, Frattini P, Cascini L, Mallet J-P et al. Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk. *Bulletin of Engineering Geology and Environment*. 2014.V. 73, № 2, 209–263.
15. Postoev G P, Svalova V B (2005) Landslides risk reduction and monitoring for urban territories in Russia. *Proceedings of the First General Assembly of ICL (International Consortium on Landslides), «Landslides: risk analysis and sustainable disaster management»*, Washington, USA, Springer, pp 297–303.
16. Svalova V. Mechanical-mathematical modeling and monitoring for landslides. *Proceedings of IPL (International Program on Landslides) Symposium, UNESCO, Paris, 2012*, 63–68.
17. Svalova V. B. Mechanical-mathematical modeling and monitoring for landslide processes. // *Journal of Environmental Science and Engineering*. 2011, V 5, N 10, 1282–1287.
18. Svalova V. Mechanical-mathematical modeling for sedimentary movement and landslide processes. *CD Proceedings of the International Association for Mathematical Geosciences Meeting (IAMG 2009)*, Stanford, California, USA, August 23–28, 2009. 15 pp.
19. Svalova V. Mechanical modeling and geophysical monitoring for landslide processes. *Proceedings of IAEG XII Congress «Engineering geology for society and territory»*, v.2, Torino-2014, Italy, Springer, 2015, 345–348.
20. Svalova V. Landslide processes in the urbanized Moscow area. *Landslide Science and Practice: Spatial Analysis and Modelling*. V.3, Margottini C., Canuti P., Sassa K. (eds.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Dordrecht London 2013, 17–20. DOI 10.1007/978-3-642-31310-3_3, www.springer.com, ISBN 978-3-642-31309-7, ISBN 978-3-642-31310-3 (eBook). Library of Congress Control Number: 2013932640.
21. Svalova V. Modeling and Monitoring for Landslide Processes. Chapter in book: *Natural Disasters - Typhoons and Landslides - Risk Prediction, Crisis Management and Environmental Impacts*. Editor: K. Linwood, Nova Science Publishers, NY USA, 2014, p.177–198.
22. Svalova V. Mechanical-mathematical modeling and monitoring for landslide processes. *IPL 163 Project. Proceedings of the World Landslide Forum 3. Volume 4*. 2014, Beijing, China, p.24–27.
23. Svalova V. Modeling and monitoring for landslide processes: case study of Moscow and Taiwan. *Proceedings of the World Landslide Forum 3. Volume 4*. 2014, Beijing, China, p.628–632.
24. Svalova V, Postoev G Landslide Process Activization on Sites of Cultural Heritage in Moscow, Russia. *Proceedings of the First World Landslide Forum 2008*, Tokyo, Japan, 4p.

ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ ПАО «РУСГИДРО»

Скляр А. О.

**Центр мониторинга состояния защищенности
и функционирования объектов ПАО «РусГидро»**

Обеспечение надежного энергоснабжения и безопасной для населения и окружающей среды работы оборудования и гидротехнических сооружений, в том числе предупреждение возможных чрезвычайные ситуации техногенного характера, источ-

никами которых могут быть как аварии на производственных объектах, так и природные явления является одной из стратегических целей Компании.

В рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Компании создана функциональная подсистема, включающая исполнительный аппарат Общества и объектовые звенья 18-ти генерирующих филиалов.

Данная система динамически развивается и совершенствуется, имеет достаточную локальную нормативную базу и финансовое обеспечение. В условиях сложной экономической обстановки готовность подсистемы поддерживается за счет сохранения и модернизации созданной материальной базы, поиска путей повышения защищенности работников и основного оборудования от негативного влияния окружающей среды.

Подходы, применяемые для обеспечения надежности электроснабжения и безопасности оборудования, зданий и сооружений, закреплены в положениях Технической политики Компании (рис. 1). Инструментом ее реализации является Производственная программа, которая формируется по итогам оценки состояния оборудования, прогноза энергопотребления в регионах и водности рек, требований отраслевых стандартов. Мероприятия программы планируются на средне- (6 лет) и долгосрочную (15 лет) перспективы



Рис. 1. Процессы системы управления безопасностью и надежностью гидротехнических сооружений

В части обеспечения надежности и устойчивости производственного процесса Компании реализуется Программа комплексной модернизации - уникальный по масштабу проект обновления производственных фондов в энергетике. В рамках этой программы до 2025 года на ГЭС планируется заменить более половины основного оборудования.

При реализации Программы используются инновационные и энергоэффективные решения: системы управления на базе микропроцессоров и системы вибро-

контроля, (оптоволоконные технологии, оптические трансформаторы, напыления наноструктурированных материалов и другие технологии.

При этом мы полностью осознаем, что невозможно создать эффективную систему защиты от чрезвычайных ситуаций без решения вопросов своевременного доведение до органов управления объектовых звеньев детализированного прогноза возможных чрезвычайных ситуаций.

Данная задача в Компании решается за счет созданной системы информационного обмена между территориальными органами Росгидромета, ЦУКС Главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации и ЕДДС соответствующих территорий.

В качестве информационного модератора выступают оперативные дежурные смены ГЭС и Центр мониторинга состояния защищенности и функционирования объектов, которые получают и совместно с техническими службами Компании обрабатывают информацию о событиях, отклонениях от нормативного режима работы оборудования в круглосуточном режиме и обеспечивают, с учетом обстоятельств подпадающих под критерии ЧС или его предпосылок, информирование об этом органов управления территориальных подсистем РСЧС (рис. 2).

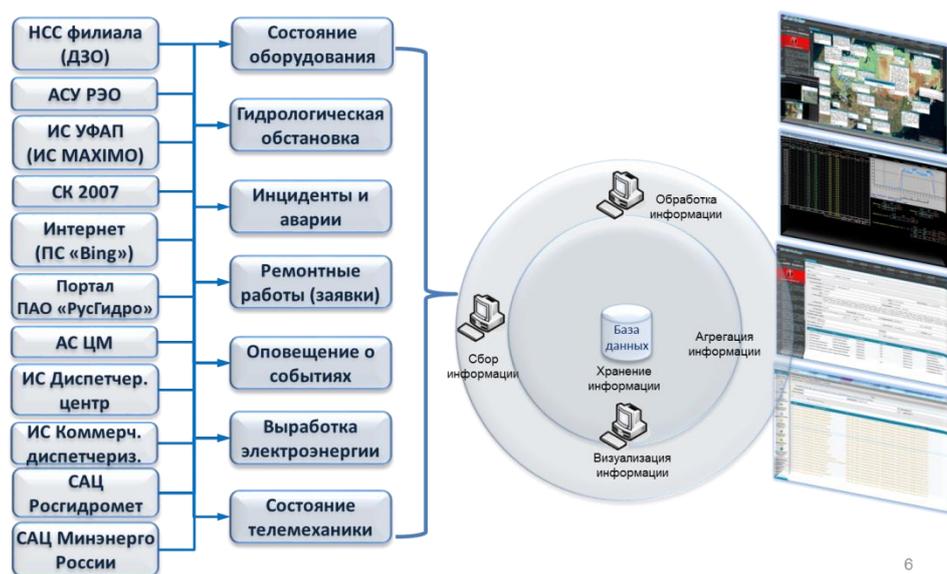


Рис. 2 - Автоматизированная система сбора и обработки информации Центра мониторинга

Проведенный анализ показывает, что наиболее является проблема прогнозирования прохождения весенних половодий и паводков, в первую очередь аномальных, что напрямую сказывается на режимах работы гидротехнических сооружений. Кроме этого, от объективности и оперативности данных прогнозов зависит величина ущерба от затопления территорий при редкой вероятности превышения паводковых вод и оптимальная сработка регулирующей емкости водохранилищ.

Существующие в настоящее время отдельные разработки, позволяющие рассчитывать и выдавать результаты прогнозирования, включающие максимальный расход воды, объем весеннего половодья, продолжительность весеннего половодья, сроки прохождения максимального расхода воды (рис. 3), гидрограф весеннего половодья, расчеты зон затопления, определение глубин затопления и скоростей потока как в плановой, так и в 2.5D постановке (рис. 4), расчет ущербов и другие параметры, являются разрозненными и принадлежат различным организациям: Росгидромет, ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, МЧС России и другим. Данное обстоятельство не позво-

ляет оперативно принимать управленческие решения по диспетчерскому регулированию каскада водохранилищ, особенно в случае прохождения аномальных паводков.

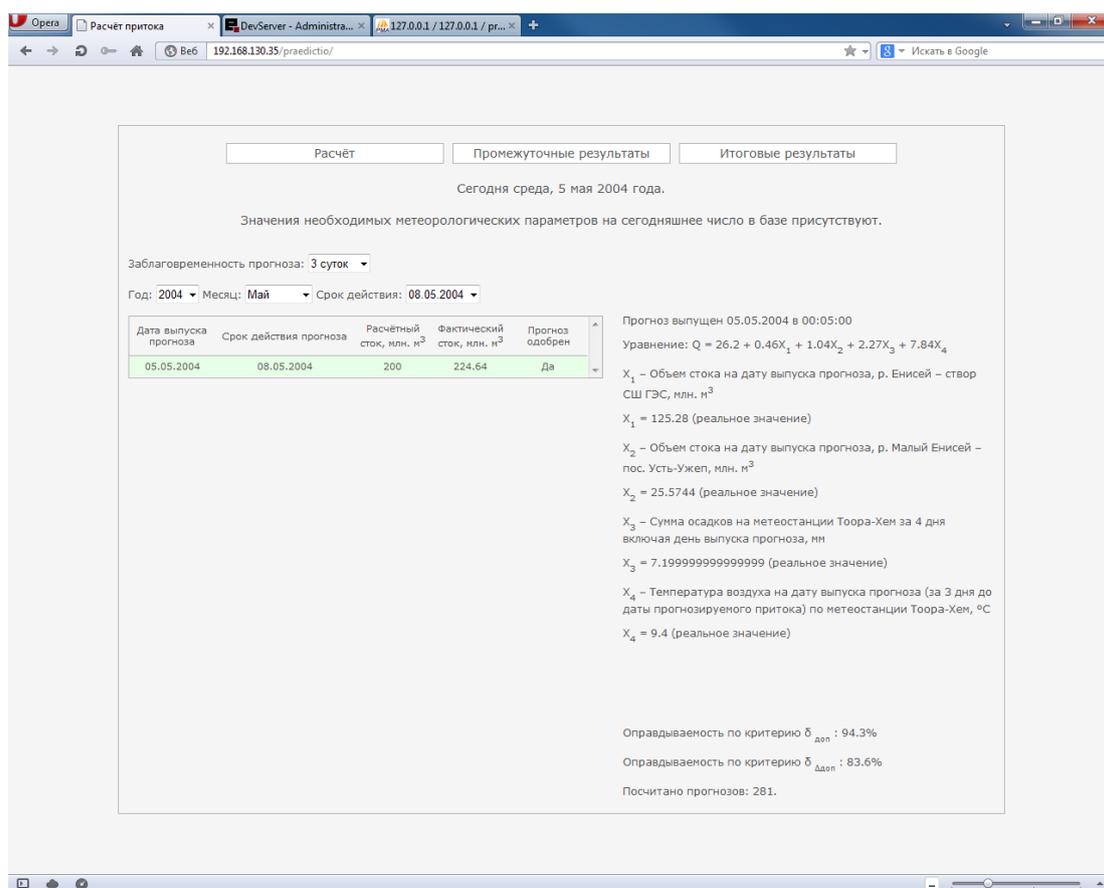


Рис. 3. Страница «Итоговые результаты», оценка оправдываемости

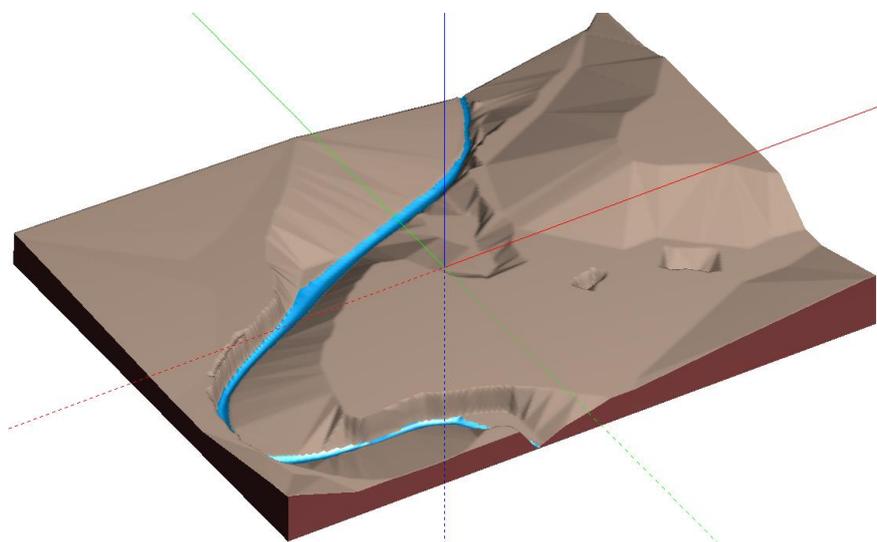


Рис. 4 - Пример цифровой модели русловой и пойменной частей

При консолидации всех указанных блоков в единую систему (рис. 5) и обеспечения получения этой системой известных прогнозов в виде соответствующего «протокола» (программного кода), можно оперативно и многовариантно определить различные сценарии условий прохождения высоких расходов воды и их последствия. Предварительные разработки показывают возможности проведения расчетов по определенной зоне затопления для прогнозных значений параметров аномальных паводковых явлений в течение 3–5 часов.

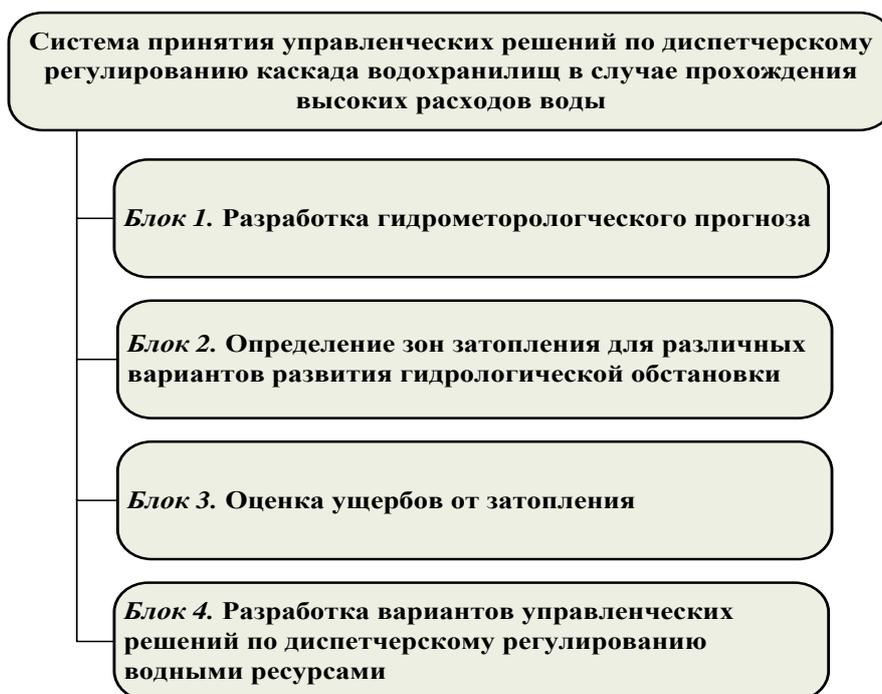


Рис. 5. Схематическое изображение системы принятия решений по диспетчерскому регулированию

В конечном итоге, с учетом параметров конкретного гидротехнического сооружения, мы можем получить график диспетчерского регулирования и управления водными ресурсами, основанный на гидрометеорологических прогнозах, что позволит:

- определить границы зон затопления и снизить негативное воздействие вод, что важно, в первую очередь, для органов местного самоуправления и территориальных органов МЧС России;

- определить производственное оборудование и участки гидротехнических сооружений, которые будут нести максимальные нагрузки и принять превентивные меры по обеспечению их нормальной работы и недопущению возникновения чрезвычайных ситуаций.

Следующей немаловажной проблемой является всесторонняя обоснованность и уровень детализации прогноза чрезвычайных ситуаций от которых зависит степень готовности органов управления и сил функциональных подсистем к защите от этих чрезвычайных ситуаций, а также определение номенклатуры и объемов материальных средств, которые необходимо содержать в резерве на случай возникновения чрезвычайных ситуаций (рис. 6).

Ничего не стоят планы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, сформированные силы, созданные резервы финансовых и материальных средств, если мы не будем знать от чего защищаться. Без понимания реальных угроз вся, как бы ни была искусно построенная нами пирамида, просто рухнет.

Итоги работы по предупреждению чрезвычайных ситуаций за последние два года, показывает, что, не смотря на тесное взаимодействие с Росгидрометом и территориальными органами МЧС России, конкретные и детальные прогнозы для практического их применения на местах мы пока получить не можем, а значит не можем и реагировать соответствующим образом. Так, в этом году сели смыло часть сооружений на водоводах Баксанской ГЭС. Обошлось без серьезных повреждений и жертв, так как в это время там никто не работал. Спрашивается, было ли предупреждение от МЧС России? Да, было о том, что в горах лавиноопасно. Такой прогноз можно делать

ежегодно и без Росгидромета или МЧС России. А где есть опасность селя? В каком районе? На каком склоне? На эти вопросы пока ответов нет.



Рис. 6. Последовательность работы по предупреждению чрезвычайных ситуаций и защите от них

Следующий проблемный вопрос - ограничение предприятий и организаций в получении информации об угрозах природного и техногенного характера. Одна из причин - отсутствие установленной законодательством ответственности у органов местного самоуправления и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации по информированию организаций об угрозе возникновения чрезвычайной ситуации на соответствующей территории. Так, в соответствии с Порядком сбора и обмена в Российской Федерации информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.03.1997 № 334, организации являются единственным звеном в системе информирования в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, не получающей ни от кого никакой информации (рис. 7).

Зачастую отсутствуют обязательные сведения и в организационно-распорядительных документах, издаваемых органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления, устанавливающие для территориальных органов управления и сил РСЧС режимы функционирования «повышенная готовность» или «чрезвычайная ситуация», что также не позволяет руководителю организаций полно и достоверно оценить складывающуюся обстановку и принять решение по предупреждению ЧС или минимизацию ее последствий.

Немаловажной проблемой остается отсутствие методик расчета возможных последствий чрезвычайных ситуаций локального характера. При этом именно из расчета этих ЧС от руководителя организации требуется содержать за свой счет и планировать применение сил и средств для их ликвидации.

В результате различного толкования данных прогнозов со стороны научно-исследовательских институтов и территориальных органов МЧС России руководители гидротехнических сооружений вынуждены планировать силы и средства, а также готовить аварийно-спасательные формирования к ликвидации чрезвычайных ситуаций, вызванных такими сценариями, как:

- разрушение напорного фронта с вероятностью 1 раз в 5–10 тыс. лет;

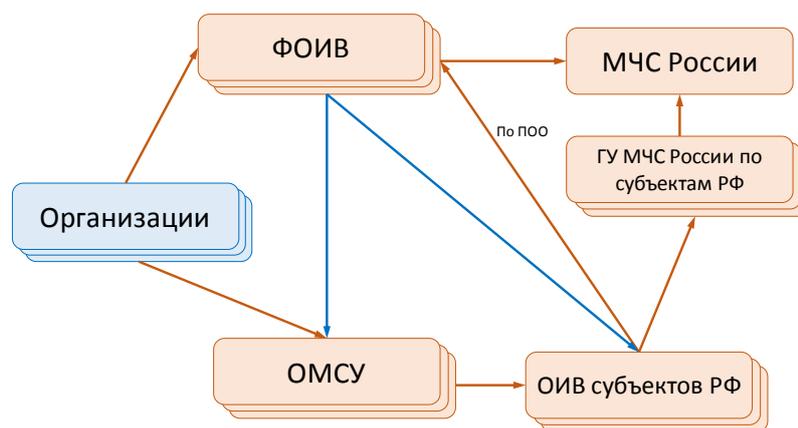


Рис. 7. Система сбора информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

- разрушение (авария) при возможном проезде с неопределенной периодичностью по плотине ГЭС автомобиля или железнодорожного вагона (состава) с АХОВ (как правило в качестве АХОВ указывается хлор) с неопределенным или максимально возможным его количеством;
- падение на здание ГЭС или тело плотины воздушного судна;
- разлив турбинного масла, находящегося в одном агрегате, в нижний бьеф, несмотря на предусмотренные системы, исключающие такие разливы, и т. п.

В итоге расчетные резервы материальных средств исчисляются десятками тысяч тонн бутового камня, железобетонных конструкций и другого инертного материала для устранения прорана; тоннами химических реагентов для ликвидации разливов АХОВ, превращая ГЭС уже не только в опасный объект как гидротехническое сооружение, но и как химически опасный объект. В состав сил для ликвидации ЧС в данном случае необходимо включать штат аварийно-спасательных формирований, зачастую больше, чем штат оперативного персонала ГЭС, с комплектом не используемого специального оборудования.

Мало того, что это достаточно тяжелое финансовое бремя, особенно в период кризиса, но это еще и вредно для процесса обучения органов управления и спасателей. Ведь они должны обучаться предупреждать и ликвидировать реально возможные чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть на объекте.

Решение вышеуказанных проблемных вопросов повысит защищенность и надежность эксплуатации не только гидротехнических сооружений, но и иных объектов экономики, существенно зависящих от влияния природных явлений.

СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ГГД-МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Стажило-Алексеев С. К.

ФГБУ «Гидроспецгеология»

Мониторинг эндогенных процессов базируется на изучении гидрогеодеформационного поля Земли (Вартанян, Куликов, 1982, 1983).

В различных сейсмоактивных регионах России (Кавказ, Алтае-Саянский и Байкальские регионы, Камчатка, Сахалин) также получили развитие геофизические полигоны для контроля напряженно-деформированного состояния (НДС) геологической

среды в промышленных зонах, включая крупные города, для прогноза сейсмической опасности. При этом, идеология развития геодинамических полигонов Роснедра основана на комплексировании различных геолого-геофизических методов (сейсмология, электромагнитные измерения, ГГД мониторинг, мониторинг газов и т. д.).

Данные ГГД-мониторинга включают в себя почасовые замеры уровней подземных вод, атмосферного давления, электропроводимости и температуры воды в наблюдательных скважинах. Совокупность информации, получаемой по разным параметрам ГГД-поля и данным геодинамических полигонов (сейсмологические данные, газгидрогеохимические (радон, гелий), данные наблюдений за естественным импульсным электромагнитным полем Земли и другой дополнительной информации) позволяет оценивать геодинамическую обстановку и степень сейсмической опасности в районе ведения мониторинга.

На современном этапе в сейсмоопасных регионах России действует наблюдательная сеть гидрогеодеформационного мониторинга, состоящая из 111 скважин в том числе: Северо-Кавказский регион - 26 скважин, Алтае-Саянский - 20 скважин, Байкальского - 23 скважины, Дальневосточный регион (включая п-ов Камчатку, Курильские о-ва и о. Сахалин) - 42 скважины).

В последние годы ведение мониторинга опасных эндогенных геологических процессов на территории сейсмоопасных регионов России, как правило, осуществляется с применением телеметрических средств измерения и передачи данных по каналам сотовой и спутниковой связи, установленных в наблюдательных скважинах и на пунктах наблюдений за геофизическими полями.

Для обслуживания телеметрических станций ГГД-мониторинга и поступающей информации с геодинамических полигонов, ФГБУ «Гидроспецгеология» используется:

Единая интегрированная информационная система геодинамического мониторинга (ЕИИС ГДМ), позволяющая оперативно осуществлять режимные наблюдения и анализ сейсмогеодинамической обстановки.

Отличительными особенностями ЕИИС ГДМ являются:

1. Возможность сбора, накопления и обеспечение доступа к результатам измерений на всей территории РФ и в других странах.
2. Возможность оперативного подключения разнородных измерительных приборов и автоматизированного накопления в БД результатов измерений.
3. Возможность дистанционного управления измерительными приборами различных типов.
4. Автоматизированная обработка больших массивов данных о состоянии ГГД поля, геофизических и газгидрогеохимических полей с построением карт и графиков.
5. Хронологическая привязка разнородных измерений к единой временной шкале, что позволяет с высокой точностью оценивать корреляцию и динамику развития различных геодинамических процессов.

Сеть ГГД мониторинга работает в следующем режиме: сеансы измерения производятся не реже одного раза в час, сеансы связи по обмену информацией с центром (пунктом) сбора и анализа ГГД информации - не реже одного раза в 3 дня.

Обмен данными, управление сетью осуществляется в автоматическом режиме.

Поступление данных с геодинамических полигонов - ежедекадное.

Созданные на основе ежедневной геодинамической информации слайд-фильмы карт ГГД-поля и других геофизических и газгидрогеохимических параметров, позво-

ляют изучать эти геофизические поля в динамике и по мере поступления оперативной информации - дополнять их новыми картами.

Для исследования тектонических активных структур используются данные по тектонике изучаемых регионов - структурно тектонические карты, схемы разных масштабов, изучаются опубликованные данные по геодинاميке.

Построение карт, графиков, расчет интерпретационных параметров ГГД-поля, геофизических и газгидрогеохимических полей, комплексирование и анализ данных проводится в Информационно-аналитической системе ЕИИС ГДМ.

Результаты ГГД-мониторинга с прогнозами развития процессов подготовки землетрясений ежемесячно представляются в МПР России, МЧС России, Межведомственный совет по прогнозу землетрясений, оценке сейсмической опасности и риска (РЭС) МЧС России и РАН и в другие государственные органы, согласно действующим регламентным документам.

Материалом, подтверждающим сейсмогеодинамическую оценку региона, служат карты, графики ГГД-поля, карты эпицентров текущих землетрясений, карты и графики геофизических и газгидрохимических наблюдений, пояснительная записка.

За это время накоплен обширный фактический материал, получен практический опыт организации и ведения наблюдений за гидрогеодеформационным, геофизическими и газгидрогеохимическими полями, аномальные изменения которых позволяют контролировать и оценивать степень сейсмической опасности и находить предвестники сильных землетрясений.

Опыт более чем 20-летних наблюдений за ГГД-полем показал, что одним из характерных предвестниковым признаком сильных землетрясений является ускоренное направленное деформационное возмущение или деформационная волна (ДВ) ГГД-поля - на будущий эпицентр или противоположно - от очаговой зоны (за период от нескольких суток до двух-трех недель до сейсмособытия).

Многолетние исследования динамики ГГД-поля перед сильными землетрясениями Кавказского, Алтае-Саянского, Байкальского, Дальневосточного регионов позволили также установить следующие предвестниковые закономерности:

1. Начальные периоды подготовки сильного землетрясения (за 1–6 месяцев) характеризуются увеличением интенсивности процессов сжатия в наблюдаемом регионе, рост которых ослабевает по мере приближения землетрясения.

2. Реализация сильного сейсмического события приводит к почти полному исчезновению зон сжатия и замещению их зонами растяжения.

3. В относительно сейсмически спокойные периоды в ГГД-поле практически отсутствуют аномалии относительного сжатия или они представлены небольшими участками.

Геодинамический мониторинг комплексом геолого-геофизических методов (ГГД-поле, сейсмология, ЕИЭМПЗ, радон) обеспечивает не только оценку изменения НДС геологической среды, но также среднесрочный (1–3 месяца) и краткосрочный (1–10 суток) прогноз сильных землетрясений с $M \geq 5,0$. Достигнутая точность прогнозов составляет по магнитуде $\Delta M \pm 0,5$; по времени $\Delta t \pm 1-15$ суток; по местоположению эпицентра ΔS от 100 до 500 км.

Для повышения надёжности определения положения эпицентров землетрясений, необходимо увеличить плотность сетей регистрации ГГД-поля, ЕИЭМПЗ и радона и дополнить применяемый геолого-геофизический комплекс данными спутниковых инфракрасной и геохимической (CO_2 , метан) съёмки.

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАВОДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Ткаченко Ю. Ю.

**ГКУ Краснодарского края «Территориальный центр мониторинга
и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера»**

Ключевые слова: опасные явления погоды, паводки, автоматические гидрологические комплексы

Отмечаемые во всем мире климатические изменения, приводят в первую очередь к увеличению диапазона изменчивости погодных условий на территории Российской Федерации. В летнее время отмечаются аномально жаркие дни как на юге, так и на севере. Зимой это выражается в резком чередовании периодов с сильными морозами и потеплениями.

Возрастает энергоемкость атмосферных процессов, что приводит к росту интенсивности и повторяемости опасных погодных явлений, таких как очень сильные дожди, снегопады, шквалистые ветры, шторма, наводнения.

За последние 20 лет количество опасных явлений погоды, отмечаемых на территории Российской Федерации, выросло почти в 2 раза. Это характерно для всех регионов, в том числе и для Краснодарского края. С 2000 г на территории края произошло 6 катастрофических наводнений в бассейне реки Кубань и на Черноморском побережье (3 в 2002 г., 1 в 2010 г., 1 в 2012 г., 1 в 2015 г.), затопление прибрежных населенных пунктов на Азовском побережье в результате нагона 24 сентября 2014 г.

Эти опасные гидрологические явления причинили значительный материальный ущерб и привели к человеческим жертвам.

Основным фактором, формирующим паводки на реках Краснодарского края, являются очень сильные осадки. При этом отмечается из года в год устойчивая тенденция роста т.н. «взрывных» осадков, большей частью в прибрежной части края, в зоне море-горы, когда интенсивность осадков может быть более 20 мм/10 мин. В этом случае ливневые и водоотводящие системы не справляются с потоками воды, происходит формирование мощных склоновых стоков, которые и вызывают быстрые подъемы уровня воды в реках и затопления низменных мест. Такие осадки отмечались и раньше, но если 20 лет назад они отмечались один раз в год, то за последние пять лет такие осадки выпадают на территории края более 5 раз за год. При этом за час сумма выпавших осадков может достигать до 100 мм.

К сожалению, выпадение таких осадков практически невозможно спрогнозировать даже в самой краткосрочной перспективе, не говоря об долгосрочной. Дополнительным фактором на ход развития опасных явлений погоды оказывают местные условия, что также серьезно усложняет прогнозирование опасных явлений погоды. Осложняется прогнозирование и отсутствием данных наблюдений, особенно в горной части края.

А для сил оперативного реагирования важно иметь информацию где и когда ожидается опасное явление, с целью своевременного проведения превентивных мероприятий и оповещения населения, а в случае высокой степени угрозы его эвакуации из зоны ОЯ.

Долгосрочный прогноз дает представление о качественном развитии погодных условий, но не позволяет получить информацию о конкретном месте и времени возникновения ОЯ. Среднесрочный прогноз дает уточнение по срокам, но также не в со-

стоянии дать представление о конкретном месте возникновения опасного явления погоды. Краткосрочный прогноз дает определенные сроки возникновения ОЯ, но также не конкретизирует место и параметры (верхний предел) опасного явления [1].

В Краснодарском крае речная сеть насчитывает более 13 000 рек, считая самые малые притоки, ручьи и балки. На реках Азово-Кубанской низменности (т.е. степных) повышение уровня происходит, как правило, во время весеннего половодья, связанного с таянием снега и продолжительными дождями. Достижение опасных отметок наблюдается крайне редко.

Реки Черноморского побережья, горные реки края за счет больших уклонов стремительные и бурные. Именно на этих реках в результате выпадения локальных сильных осадков развиваются скоротечные и быстро развивающиеся паводки, наносящие наибольший ущерб вследствие своей внезапности.

Паводки данного типа можно разделить на:

1. Локальные паводочные явления, которые развиваются в результате выпадения локальных осадков (50 мм/час и более, 100 мм менее чем за 12 час) в границах одного водосбора, в верховьях реки. Паводки развиваются стремительно и проходят за короткий период времени.

2. Паводки на нескольких водосборах - связаны с фронтальными осадками. Как правило, осадки с перерывами отмечаются в течение нескольких дней. Происходит перенасыщение почвы влагой, и при дальнейшем увеличении интенсивности осадков на горных реках формируются паводочные волны. Быстротечность развития паводка определяется интенсивностью склоновых стоков, зависящих во многом от рельефа, состояния подстилающей поверхности.

3. Паводки, вызываемые смерчами. Эти наиболее разрушительные паводки характерны для рек Черноморского побережья [2]. Наиболее памятные выходы смерчей на берег:

- 20 июня 1988 г., г. Новороссийск;
- 1 августа 1991 г., г. Туапсе;
- 8 августа 2002 г, г. Новороссийск, пос. Широкая Балка.

В условиях, когда точность прогноза и заблаговременность предупреждения напрямую зависят от объема получаемой информации с пунктов наблюдений, именно развитие обширной наблюдательной сети позволяет в непрерывном режиме решать задачи предупреждения населения об опасных явлениях погоды и выполнять накопление данных для повышения точности прогнозов.

Наибольший результат достигается в случае максимального охвата районов, подверженных воздействию опасного явления погоды [1].

С этой целью под руководством Министерства гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций Краснодарского края, в крае создана и с 2013 г функционирует система мониторинга паводков, состоящая из 189 автоматических гидрологических комплексов (АГК) (рис. 1).

С помощью АГК в непрерывном режиме происходят измерения уровней воды на реках (рис. 2). Для этого гидрологические комплексы оборудованы бесконтактными радиолокационными датчиками с погрешностью измерения не более 3 мм. Питание АГК осуществляется от аккумуляторных батарей (АКБ) с напряжением 12 В. Заряд АКБ реализован от солнечных батарей мощностью 40Вт. Время работы гидрологического комплекса без заряда АКБ составляет 14 суток. С целью обеспечения единства времени измерений, все автоматические комплексы оборудованы приемниками GPS/ГЛОНАС [3].

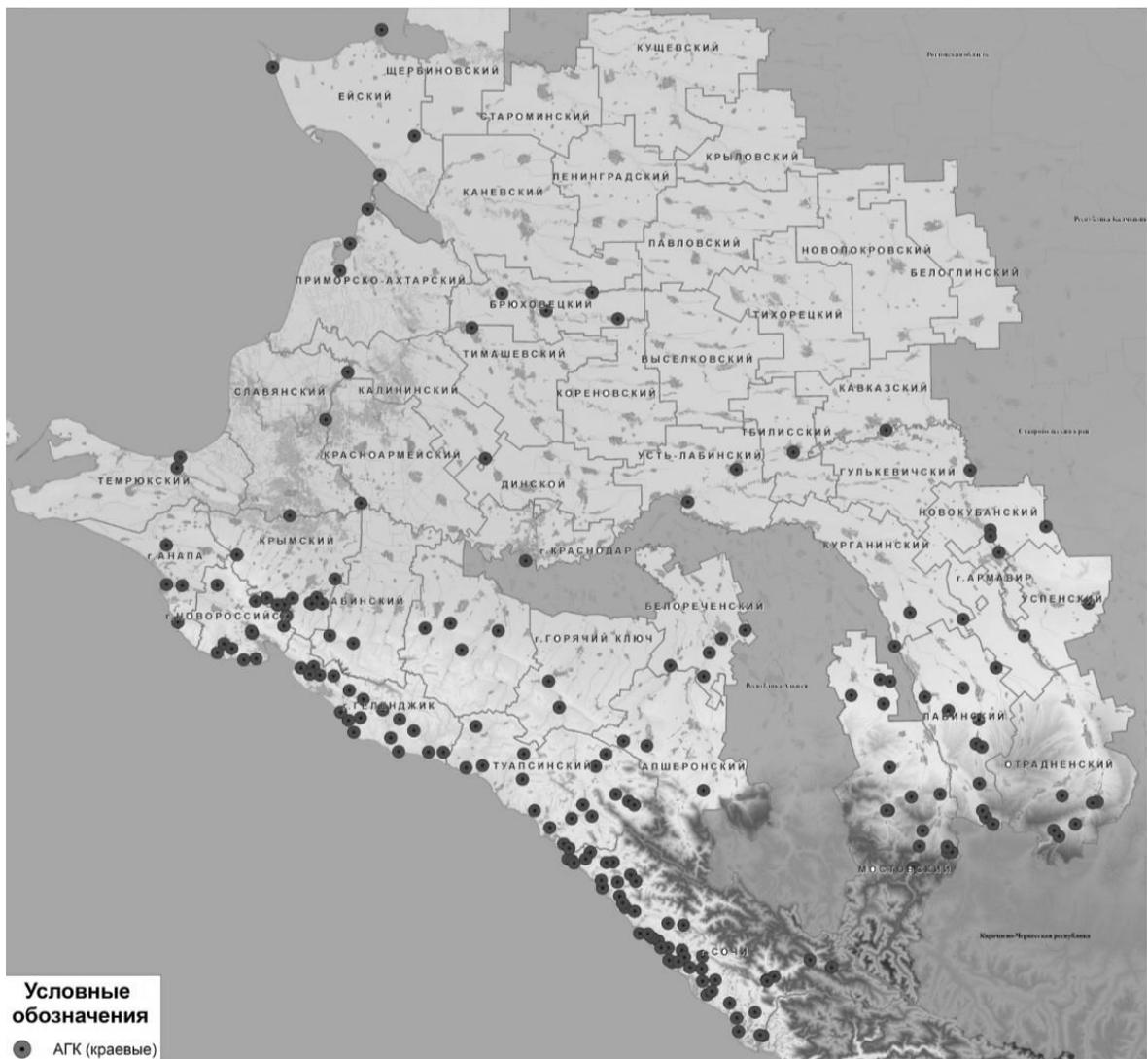


Рис. 1. Расположение краевых автоматизированных гидрологических комплексов (АГК)



Рис. 2. Примеры установки АГК

Для системы в целом предусматривается три режима функционирования:
 - повседневный (штатный);

- режим повышенного внимания;
- режим опасного явления (ОЯ).

В повседневном (штатном) режиме, АГК каждые 10 минут осуществляет измерение текущего уровня воды. В качестве текущего уровня воды принимается среднее арифметическое значение по результатам 20 замеров в течение 20 секунд. Вычисленное значение уровня, вместе с диагностической информацией, передается на сервер системы. Передача данных осуществляется по каналам сотовых операторов, для резервирования каналов передачи данных использована спутниковая система связи GlobalStar [3] (рис 3).

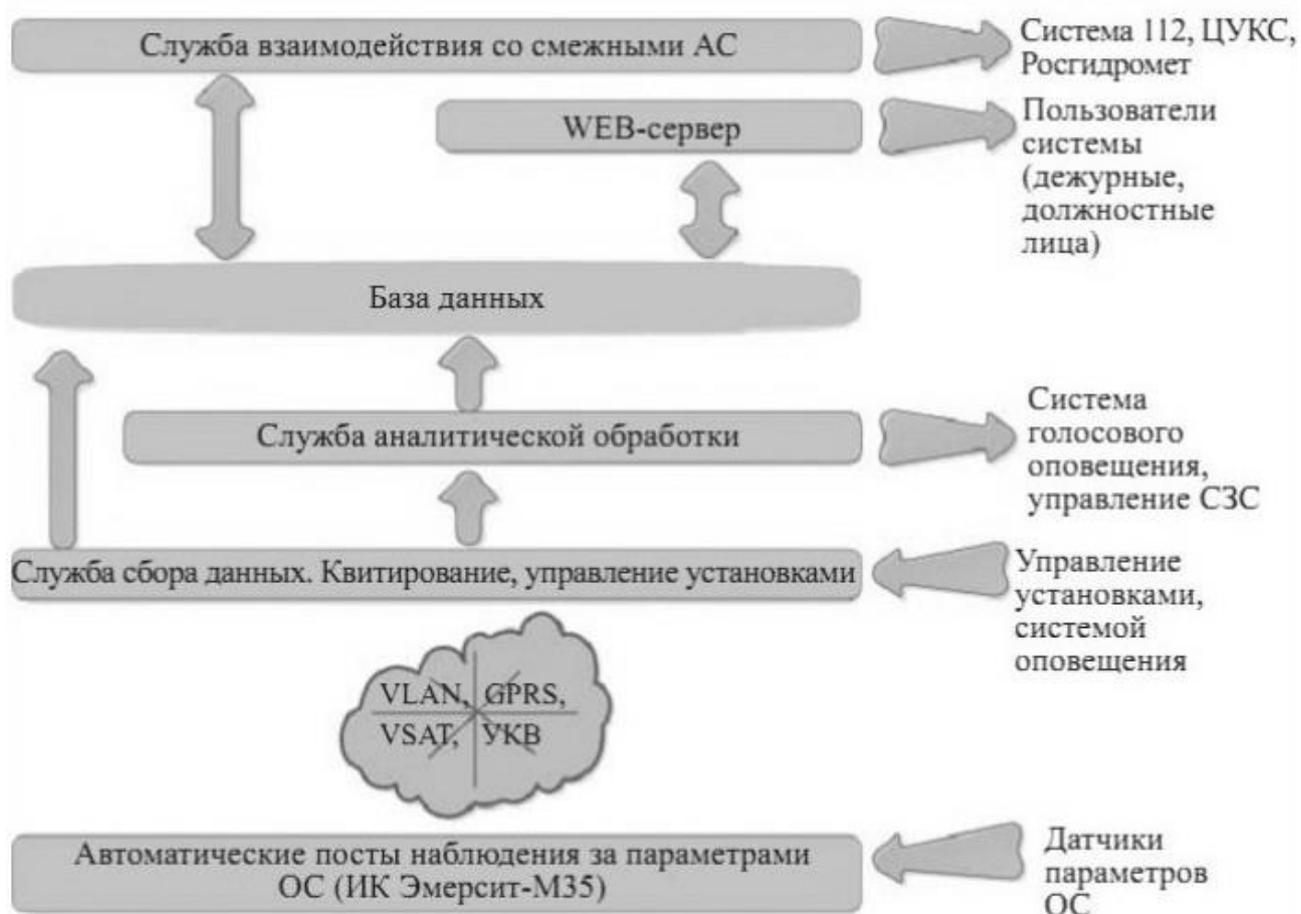


Рис. 3. Структурная схема передачи информации

В случае наблюдения скорости подъема воды выше заданного, система формирует предупреждение (режим повышенной готовности), а при достижении уровня воды, соответствующего наступлению неблагоприятного или опасного явления, формируется тревожное сообщение, при этом АГК автоматически переходит в режим учащенных измерений. Результаты наблюдений уровня воды в реках и тревожные сообщения доступны оперативным дежурным единых дежурно-диспетчерских служб (ЕДДС) муниципальных образований, ЦУКС ГУ МЧС России по Краснодарскому краю и территориального центра мониторинга и прогнозирования ЧС (рис. 4).

Опыт работы системы показал высокую надежность и жизнестойкость в условиях паводков.

Однако, регистрация уровня воды в реках является фактически констатацией уже следствия развивающегося ОЯ. Когда посты регистрируют резкое повышение уровня на реке - паводок уже сформировался и развивается. Сейчас система решает

главную задачу - выполнение предупреждения населения. И в этом случае времени хватает только для оповещения населения и заблаговременность прогноза небольшая

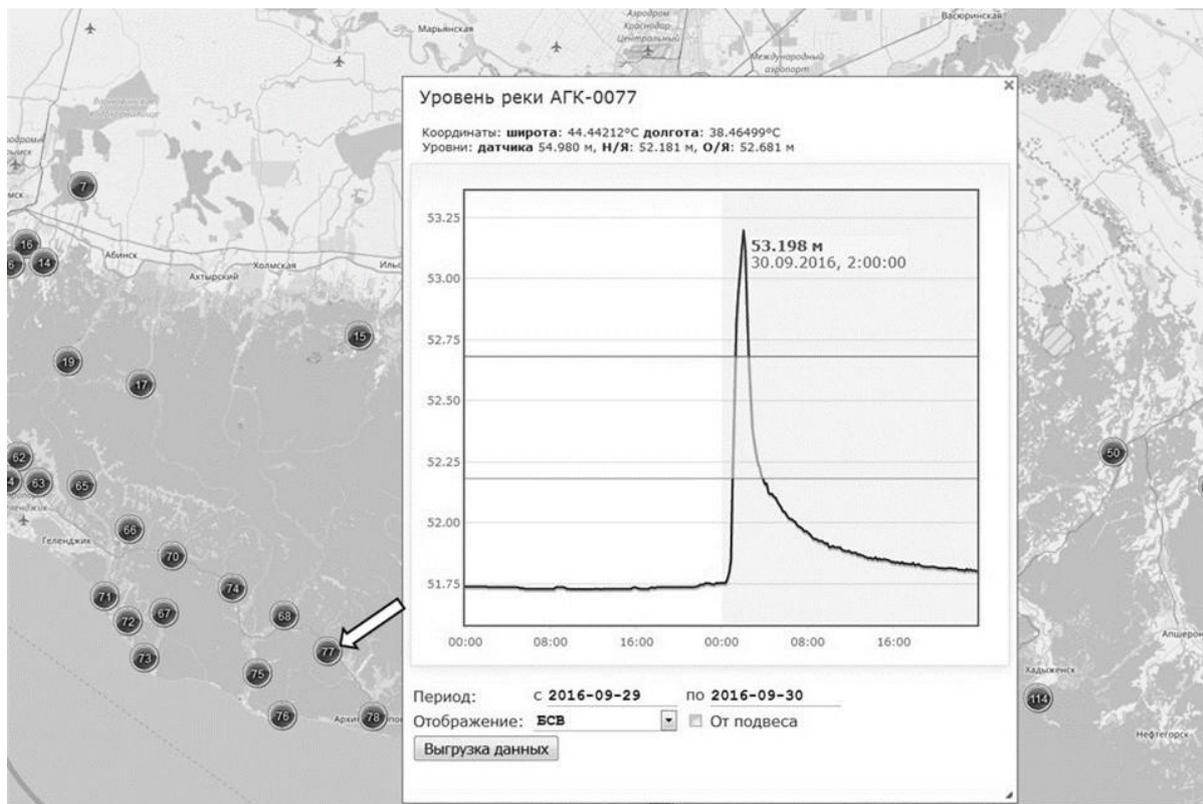


Рис. 4. Экранная форма оперативного дежурного

Поэтому следующий этап развития системы заключается в оснащении АГК автоматическими датчиками регистрации осадков и установки дополнительно в верховьях рек, в зоне формирования паводков дополнительных пунктов наблюдений за осадками. В настоящий момент проведены работы по проектированию 123 осадкомерных комплексов, которые после их ввода в эксплуатацию позволят получать сведения об интенсивности осадков в реальном режиме времени, т.е каждые 10 минут. Обладая сведениями о еще выпадающих осадках (а не уже выпавших осадках) можно говорить о возможности краткосрочного прогнозирования паводков с корректировкой расчета каждые 10 мин, в зависимости от изменения интенсивности осадков. В этом случае заблаговременность предупреждения достигает около 3 часов, что позволит принять меры по оповещению и по эвакуации населения и проведения превентивных мероприятий оперативными службами в потенциально опасных районах с точки зрения развития паводка.

Главное в этом случае - прогноз имеет конкретные временные и территориальные рамки. Это особенно важно для служб оперативного реагирования.

Накопление данных о метеорологических и гидрологических характеристиках с такой сети позволит получать сведения с территорий где раньше вообще не выполнялись наблюдения, что соответственно при учете в прогностических моделях позволит расширить возможности прогноза и повысит его точность с учетом местных условий, которые в данном случае играют важную роль в формировании и развитии опасных явлений погоды.

Для достижения наибольшей эффективности предупреждения и прогнозирования ОЯ в настоящий момент важным является объединение существующих сетей наблюдений государственной и ведомственной с усвоением всех получаемых данных.

Такой подход обеспечит создание комплексной сети, которая бы генерировала и передавала информацию, жизненно важную для определения того, когда и где произойдет экстремальное явление, с целью обеспечения готовности и выполнения плана чрезвычайных мер, которые помогут избежать потерь и ущерба.

Список использованной литературы

1. *Ткаченко Ю. Ю.* Перспективы развития системы мониторинга и прогнозирования паводков на территории Краснодарского края. //Метеоспектр № 4. 2015 г. - С. 77–84.
2. *Ткаченко Ю. Ю., Волосухин В. А.* Прогнозирование параметров паводков на реках Краснодарского края // Гидротехника № 4 октябрь -декабрь 2013 С.16–21
3. *Ткаченко Ю. Ю., Шержуков Е. Л.* Опыт создания систем краткосрочного прогноза угроз гидрологического характера // Водное хозяйство России № 3,2014 С.75–82.

К ПРОБЛЕМЕ КОМПЛЕКСНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

*Шановалова Г. Н., Тугушов К. В., *Бурцева Т. Н.*

**ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России»,
*ФГБУ «НИЦ космической гидрометеорологии «Планета»**

Аннотация. Рассматриваются подходы к проблеме решения задач мониторинга и прогнозирования опасных природных процессов в современных условиях с учётом изменения климата. Подчёркивается важность сбора к анализу независимых источников информации. Обозначены ключевые показатели прогноза опасных природных процессов.

Результаты наблюдения, оценки и прогноза позволили сделать выводы, что изменение климатических норм на период 1980–2010 гг. как это следует из «Второго оценочного доклада федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации» (2014 г.), оказало влияние и продолжает влиять на биоту через изменения частоты и интенсивности экстремальных погодных условий. В настоящее время Всемирная метеорологическая организация (ВМО) приняла по этой причине новый технический регламент об обновлении климатических норм. Суть его сводится к тому, что параллельно будут действовать две нормы - новая (оперативная), которая позволит поддерживать климатические нормы полезными, и старая (историческая), которая обеспечит общественное и научное понимание темпов изменения климата. Для оценки оперативных изменений климата нормы будут пересчитываться каждые 10 лет. Новый базовый климатический период - ряд 1981–2010 гг., а для долгосрочной оценки изменения климата будет сохранен исторический ряд 1961–1990 гг. В 2020 г. будет использоваться норма, рассчитанная по ряду 1991–2020 гг., но период 1961–1990 гг. для оценки климатических изменений останется до тех пор, пока не появится научное обоснование для его изменения [1].

Наводнения прогнозируются комплексом гидрометеорологических характеристик, используемых в расчётных методиках, которые учитывают реакции водосбора на выпадение осадков. При этом решающая роль принадлежит полноте и точности информации о выпадающих осадках, дефиците почвенной влаги, уровнях воды в реках и других гидрометеорологических характеристиках, таких как общая синоптическая обстановка, ветер, атмосферное давление, проявлений экзогенных геологических процессов (Э11Г) и гидрогеодеформационного (ГГД) поля Земли, космическим данным и др. Прогнозы

наводнения разрабатываются региональными Гидрометцентрами. Краткосрочный прогноз наводнений составляется на период от 24 до 72 часов, долгосрочный прогноз половодий (тип наводнения) - от 30 до 75 дней [2].

Своевременное обнаружение и прогнозирование развития неблагоприятных гидрологических стихийных явлений и процессов осуществляет Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), которая имеет государственную наблюдательную сеть. Росгидромет составляет следующие речные гидрологические прогнозы: уровня и расхода воды на реках; притока воды в водохранилища; даты наступления ледовых явлений; максимального уровня воды в половодье; водности рек; даты вскрытия рек и очищения ото льда озёр и водохранилищ; даты появления льда на реках, озерах и водохранилищах; минимального уровня воды судоходных рек. Особое внимание уделяется речным ледовым прогнозам. В настоящее время в Гидрометцентре России функционирует автоматизированная система расчёта и краткосрочного прогноза всех основных элементов ледового режима рек. При составлении краткосрочных прогнозов за основу берутся метеорологические данные по прогнозу на 5 суток, что и определяет заблаговременность прогноза. Оправдываемость краткосрочных прогнозов сроков появления льда и вскрытия рек составляет 92–95 %.

О значимости гидрометеорологических явлений и процессов по ущербу экономике, угрозе безопасности людей говорить не приходится. Критерии по размеру ущерба от их воздействия устанавливаются территориальными управлениями Росгидромета. Цунами и другие типы наводнений рассматриваются отдельно.

При мониторинге и прогнозировании применяются две основные группы методов: визуальных наблюдений и инструментальных измерений и исследований; аналитические.

В прогнозировании опасных гидрометеорологических явлений имеются два подхода. Первый базируется на изучении предвестников конкретных катастрофических явлений и анализе информации, получаемой от сети мониторинга, и используется преимущественно для краткосрочных и оперативных прогнозов. Второй - опирается на расчёты с применением детерминированных и статистических методов и используется для средне- и долгосрочных прогнозов. Для составления прогноза ежедневно использует не только данные наблюдений о состоянии атмосферы над своей территорией, но и над другими странами. Для этого необходимо, чтобы наблюдения проводились одновременно в единые сроки и были сопоставимы между собой. Кроме того, они должны быть правильно закодированы в стандартные форматы и переданы в центры обработки данных для подготовки прогнозов.

В последнее время создаются также комплексные системы слежения за текущей погодой с использованием спутниковой и радиолокационной информации, а также данных обычных метеорологических наблюдений. Использование таких систем позволяет постоянно уточнять предварительные расчёты и предупреждать о возникновении опасных локальных явлений. Для целей дистанционного зондирования из космоса используются космические системы «Метеор», «Океан», «Ресурс», данные международной системы геостационарных гидрометеорологических спутников США, Японии, европейских спутников МЕТЕОБАТ, др.

В системе Росгидромета в отличие от других стран выпускаются все виды прогнозов. Основной цикл выпуска краткосрочных гидродинамических прогнозов составляет 12 часов, среднесрочных прогнозов осуществляется 1 раз в сутки. Сверхкраткосрочные прогнозы выпускаются по мере необходимости для предупреждения

организаций о явлениях погоды, представляющих опасность для населения или той или иной хозяйственной деятельности. Долгосрочные прогнозы обычно выпускаются один раз в месяц (сезон). Весьма сложной задачей является прогнозирование места и времени внезапного возникновения быстроразвивающихся опасных паводковых явлений за счёт интенсификации циклонов на берегах водных объектов, на которых проживает население. После трагедии в Крымске Росгидромет проводит работы, направленные на модернизацию системы прогнозирования по следующим направлениям: районирование территории страны по типам опасных гидрологических явлений и частоте их повторяемости; в зонах быстроразвивающихся опасных паводков создание сети антивандальных автоматических метеостанций, способных в режиме реального времени для определения и передачи данных о наблюдениях; обеспечение ввода в эксплуатацию необходимого количества дистанционных средств наблюдения наземного и космического базирования для оперативного контроля развития опасных и катастрофических ситуаций. После катастрофических событий на Дальнем Востоке есть решение восстановить посты по прогнозированию уровня воды при половодье, паводках, ледоставе, промерзания рек, водоёмов до дна.

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 10.04.2007 г. № 219 «Положение об осуществлении государственного мониторинга водных объектов» организация и осуществление государственного мониторинга водных объектов осуществляется Федеральным агентством водных ресурсов (Росводресурсы), Федеральным агентством по недропользованию (Роснедра), Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) при взаимодействии с Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), Государственной инспекцией по маломерным судам МЧС России, Федеральной службой по надзору в сфере транспорта (Ространснадзор), Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), Федеральным агентством по рыболовству (Росрыболовство).

При этом, Ростехнадзор ведёт мониторинг за безопасностью гидротехнических сооружений (ГТС), Ространснадзор осуществляет мониторинг за безопасностью судоходных ГТС, Роспотребнадзор - социально-гигиенический мониторинг в части оценки качества воды источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также оценки состояния водных объектов, содержащих природные лечебные ресурсы, используемых в целях рекреации, Росрыболовство осуществляет мониторинг водных объектов рыбохозяйственного назначения, ГИМС обеспечивает в пределах своей компетенции безопасность людей на водных объектах. Комплекс гидрохимических исследований, проводимый по разреженной сети наблюдательных скважин, помимо изучения качества подземных вод, закономерностей формирования их химического состава, выявления взаимосвязи поверхностных, грунтовых и напорных вод, определяет виды и объёмы антропогенной нагрузки на подверженных антропогенному воздействию территориях. Выбор перечня определяемых показателей качества подземных вод производится в каждом конкретном случае на основе анализа многолетней информации о результатах аналитических исследований подземных вод и имеющихся сведений о находящихся вблизи источников загрязнения подземных вод. Информационные данные формируются независимо друг от друга, при этом Росгидромет основные показатели прогноза характеризует масштабом, продолжительностью и интенсивностью процессов. Указанные федеральные органы исполнительной власти обеспечивают сбор, обработку, хранение и предоставление в установленном порядке в Росводресурсы сведений, необходимых для ведения государственного мониторинга водных объектов. Сведения

об установке на гидрологической сети средств измерений, поставленных в рамках реализации проекта «Модернизация и техническое перевооружение учреждений и организаций Росгидромета» и ФЦП «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 гг.», сводятся в таблицу с указанием Управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС) и включением типов измерительных комплексов: автоматизированные гидрологические комплексы (АГК), автоматизированные осадкомерные комплексы (АОК), комплексы измерения расходов воды (КИРВ), мобильные гидрологические лаборатории (МГЛ).

Мониторинг водных объектов (ГМПВО) и водохозяйственных систем и сооружений (ГМВХС), осуществляется бассейновыми водными управлениями (БВУ)

Росводресурсы совместно с Росгидрометом и другими специально уполномоченными государственными органами в области охраны окружающей природной среды и водопользователями. Минприроды России по согласованию с участниками ведения мониторинга устанавливает формы и порядок предоставления в Росводресурсы данных мониторинга, проводится разработка программного обеспечения, унификация информационных и технических средств, обеспечивающих совместимость данных различных видов мониторинга окружающей среды. Своевременно получаемая, достоверная и необходимая информация позволяет сконцентрировать усилия на решении прогнозных задач в условиях сочетанности и одновременности разномасштабных опасных природных процессов на территории страны. Ввиду неоднородности, неравномерности, неодновременности протекаемых опасных природных процессов следует обратить внимание на такие показатели прогноза неблагоприятных процессов, как масштаб, продолжительность и интенсивность, которые упомянуты в докладе об изменении климата и используются Росгидрометом и представлении информации по унифицированным формам.

Литература

1. Глобальная и национальная стратегии управления рисками катастроф и стихийных бедствий. XX Международная научно-практическая конференция по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. 19 – 21 мая 2015 г., Москва. Россия. Тезисы докладов /МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015 г.

2. Тулаев И. А., Шаповалова Г. Н., Тугушов К. В., Бурцева Т. Н. Мониторинг безопасности. Часть I. Методологические основы мониторинга безопасности. Системы и организация мониторинга безопасности (учебное пособие). Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России, 2016.(в печати) - 181 с.

РАЗДЕЛ III
ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

Абашкин А. А., Ушаков Д. В., Хасанов И. Р.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Возникновение пожаров на объектах метрополитенов носят регулярный характер, а при нарушении правил эксплуатации и противопожарного режима пожары могут иметь серьезные последствия, сопровождаться гибелью людей и материальными потерями.

Пожары в тоннелях, характеризуются быстрым развитием критических значений опасных факторов пожара. При этом, как правило, осложняется эвакуация людей из тоннелей вследствие удаленности выходов, плохой видимости, ограниченности проходов и др.

Пожарная опасность подземных сооружений метрополитена характеризуется:

наличием горючих материалов в оборудовании эскалаторных и путевых тоннелей, служебных помещений, а также подвижного состава;

высокой насыщенностью помещений и сооружений кабельными сетями и электрооборудованием, находящимися под напряжением;

пожарной опасностью электроподвижного состава.

Практика эксплуатации метрополитенов показала, что наиболее сложные и катастрофичные пожары связаны с подвижным составом, находящихся в тоннеле. Значительные трудности возникают также при тушении пожара подвижного состава на платформах станций.

В таблице 1 представлены краткие сведения о пожарах в метрополитенах различных стран.

Таблица 1

Краткие сведения о пожарах в метрополитенах

Дата	Метрополитен	Количество жертв, Погибло/травмировано
18.06.2016	Станция «Красногвардейская», Москва (возгорание кабеля)	-
05.05.2013	Перегон между станциями «Выхино» и «Рязанский проспект», Москва (замыкание контактного рельса)	-
18.02.2003	Станция Jungagno, г. Тэгу, Южная Корея (поджог)	189/150
25.01.2003	ChanceryLane, Лондон, Великобритания	-
08.07.2000	DeutscheOper, Берлин, ФРГ (короткое замыкание в вагоне)	-/30
28.10.1995	Баку, Азербайджан (пожар в четвертом вагоне)	289/265
19.02.1991	Bethnal Green, Лондон, Великобритания	-
20.10.1991	Heinrich-Heine-Alleеметро, Дюссельдорф, ФРГ (поджог)	2/-
18.11.1987	Станция Кингс-Кросс, Лондон, Великобритания (пожар эскалатора)	31/100
12.11.1984	Метро, Лондон, Великобритания (пожар двигателя в последнем вагоне)	0/720
11.08.1982	Метро, Лондон, Великобритания (пожар двигателя в последнем вагоне)	0/158

Дата	Метрополитен	Количество жертв, Погибло/травмировано
25.06.1980	Метро, Нью-Йорк, США (загорание в тяговой сети 6-го вагона)	0/12
17.01.1979	Метро, Сан-Франциско, США	1/-
25.02.1975	Станция «Мургейт», Лондон, Великобритания (авария поезда)	41/-

Примером крупного по масштабу пожара, не связанного с подвижным составом, явился пожар, возникший в верхней части эскалатора на одном из переходов станции Кингс-Кросс Лондонского метрополитена. Около 19.25 загорелся мусор под эскалатором № 4 (линия Пиккадилли). В 19.35 работники метро увидели дым, выходящий из эскалатора и выключили все эскалаторы. Пожарные прибыли в 19.42. В 19.45 огонь распространился по всему кассовому залу. Пожар был потушен в 01.46 ночи - 31 человек погиб, около 100 получили ранения.

Пожар на станции Кингс-Кросс показал следующие особенности: наличие горючих материалов в подэскалаторном пространстве; опасность возгорания и его последствий была занижена сотрудниками метро и полицией, вследствие чего эвакуация пассажиров была начата с опозданием; радиосвязь оперативных служб в районе станции отсутствовала; продукты горения и высокие температуры препятствовали проведению работ по тушению и спасению.

Наиболее катастрофическим был пожар в метро г. Баку (Азербайджан), который произошел 28 октября 1995 г. Погибло 289 и 265 чел. тяжело ранены. Пожар возник по причине неисправности в электрооборудовании четвертого вагона. Водитель остановил поезд на расстоянии 200 м от станции Юлдуз.

Когда поезд остановился, тоннель был быстро заполнен дымом. В результате продолжающегося горения электрооборудования пожар примерно через 15 мин проник в четвертый вагон, произошло возгорание горючих отделочных материалов (пол, сидения, покрытия).

На рис. 1 показано распределение случаев аварий и пожаров в железнодорожных тоннелях и тоннелях метрополитенов (рассмотрено 176 случаев). Установлено, что почти половина всех инцидентов (49 %) связана с пожарами: 45 % - непосредственно пожары; 3 % - столкновения с пожарами; 1 % - аварии, сопровождающиеся возгоранием.

Анализ пожаров в тоннелях позволил определить основные причины возникновения пожаров.

Так, значительная часть пожаров была вызвана дефектами транспортных средств. Это: 40 % пожаров в метро; 82 % пожаров в железнодорожных туннелях и 62 % пожаров в автодорожных туннелях.

На основе статистических данных в московском метрополитене установлено, что места возникновения пожаров распределились примерно поровну: в подвижном составе - 48 %; в подземных сооружениях - 52 %.

В подвижном составе подавляющее количество пожаров (70 %) возникает в подвагонном пространстве, а также в кабине управления и аппаратном отсеке (20 %). На долю пассажирского салона приходится в среднем 10 % возникающего пожара.

Данные о распределении пожаров в подземных сооружениях по месту их возникновения показаны на рис. 2. Видно, что большинство пожаров возникает в тоннелях (40 %) и помещениях станций (39 %).

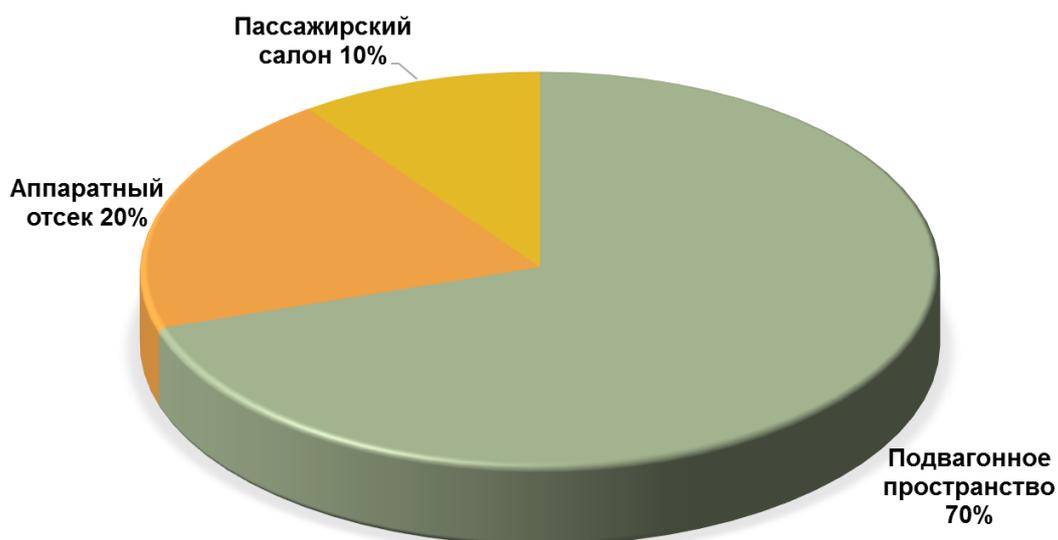


Рис. 1. Распределение случаев аварий и пожаров в железнодорожных тоннелях и тоннелях метрополитенов

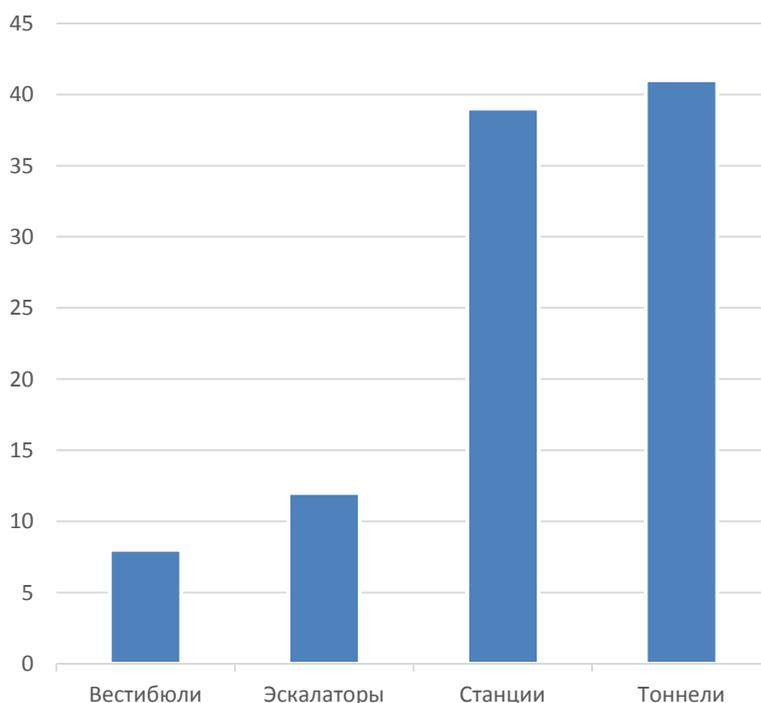


Рис. 2. Распределение пожаров в подземных сооружениях метро

Анализ произошедших пожаров и ЧС в метрополитенах позволил выявить следующие основные опасности и риски (сценарии пожаров и чрезвычайных ситуаций), которые показаны на рис. 3.

Следует отметить, что помимо пожаров нами рассмотрены опасности, связанные со сходом и столкновением поездов и которые также могут сопровождаться возгораниями. Кроме того, пожары могут приводить к разрушению конструкций.

Следует выделить особенности подземных сооружений метрополитена, затрудняющие тушение пожара и проведение аварийно-спасательных работ:
массовое пребывание людей;

ограниченное число выходов на поверхность;
сложная планировка, трудность доступа и удаленность от поверхности;
неприспособленность тоннеля для вынужденной эвакуации большого количества пассажиров и значительная протяженность путей эвакуации;
наличие оборудования и кабельных сетей, находящихся под напряжением;
ограниченность пространства, а вследствие этого, и сильное задымление объема сооружений метрополитена;

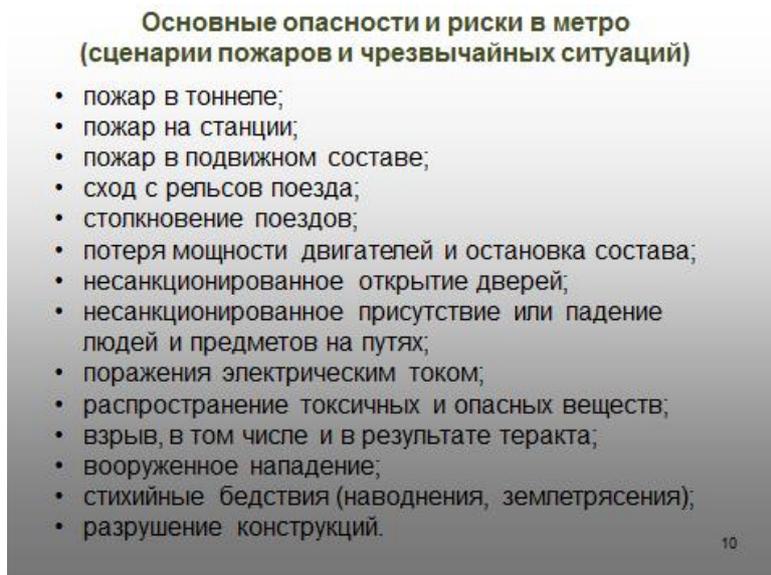


Рис. 3. Основные опасности и риски в метро

К особенностям, которые следует учитывать относятся также:
высокие температуры и концентрации токсичных продуктов горения;
отключение электропитания и остановки поездов в тоннелях, рабочего и аварийного освещения, эскалаторов, части тоннельной вентиляции, а также светофоров и других устройств обеспечения безопасности движения;

возможность возникновения паники среди пассажиров;

Проведенные экспериментальные и теоретические исследования показали, что на развитие пожара в вагоне метро оказывают влияние следующие параметры:

вид вагона и материалы из которого он изготовлен;

количество, размеры и материал окон;

количество и вид материалов отделки;

конструкция вагона;

скорость воздушных потоков в тоннеле;

размеры и другие особенности тоннеля.

Проведенные исследования позволили выделить два основных сценария развития пожара вагона метрополитена, которые необходимы при моделировании пожарной обстановки:

«быстрое» развитие пожара вагона мощностью до 60 МВт при наличии интенсивного источника возгорания (например, поджог) и при открытых проемах;

«среднее» развитие пожара вагона мощностью до 20 МВт при закрытых проемах.

В заключение хочется отметить, что для оценки риска возникновения и последствий каждого вида опасности в метрополитенах, а также при проведении моделирования пожаров и разработки сценариев их развития необходим комплексный анализ с учетом наличия и функциональных параметров систем объекта (энергоснабжения,

вентиляции и дымоудаления, обнаружения пожара, автоматического пожаротушения, управления и контроля и др.), а также характеристик подвижного состава.

САМОЛЕТЫ-ЛАБОРАТОРИИ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

¹Азаров А. С., ²Аршинов М. Ю., ³Барсук В. Е., ²Белан Б. Д.,
¹Данелян Б. Г., ²Давыдов Д. К., ¹Илюхин А. Е., ²Матвиенко Г. Г.,
³Морозов М. В., ²Панченко М. В., ¹Петров В. В., ¹Струнин М. А.,
²Толмачев Г. Н., ¹Устименко Л. Г., ¹Фомин Б. А., ²Фофанов А. В.,
¹Хаттатов В. У.

⁽¹⁾ФГБУ «Центральная аэрологическая обсерватория» Росгидромет,
⁽²⁾ФГБУН Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения
РАН, ⁽³⁾ФГУП «Сибирский научно-исследовательский институт авиации
имени С. А. Чаплыгина»

Оперативная информация о концентрации и распространении продуктов природных и техногенных катастроф имеет огромное значение при возникновении чрезвычайных ситуаций. К такой информации относятся: оперативная оценка распространения вулканического пепла при мощных извержениях вулканов, оперативное определение уровней радиоактивных загрязнений, выбрасываемых в атмосферу при авариях на АЭС, измерения концентраций продуктов горения, образующихся в результате крупных лесных пожаров, контроль распространения токсичных веществ, попадающих в атмосферу при взрывах, утечках и других техногенных авариях.

В Российской Федерации создано два многоцелевых самолета-лаборатории, оборудованных специальной аппаратурой, средствами регистрации и передачи данных, обеспечивающих возможность оперативного получения комплексной информации о состоянии тропосферы и нижней стратосферы в любой точке Российской Федерации, в том числе и в труднодоступных районах.

В Центральной Аэрологической Обсерватории Росгидромета создан многоцелевой самолет-лаборатория Як-42Д «Росгидромет» б/н 42440, оборудованный аппаратно-программными комплексами, обеспечивающими решение задач связанных с работами по геофизическому мониторингу состояния атмосферы и подстилающей поверхности (рис. 1).



Рис. 1. Самолет -лаборатория Як-42Д «Росгидромет» б/н 42440

В состав научного оборудования самолета входит 7 аппаратно-программных комплексов (АПК), объединенных в единую измерительную систему бортовым информационно-вычислительным комплексом (БИВК). Схема расположения научной аппаратуры на борту самолета представлена на рис. 2.

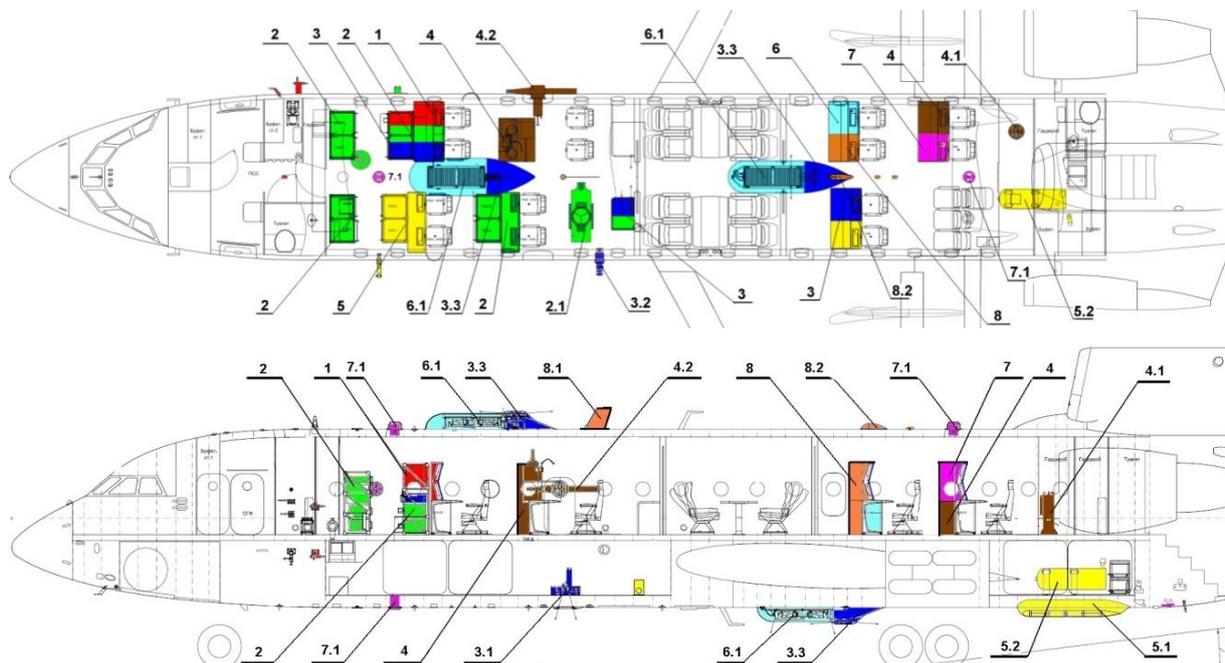


Рис. 2. Схема расположения приборных комплексов на борту самолета-лаборатории Як-42Д «Росгидромет»

АПК для измерения навигационных параметров полета и термодинамических характеристик атмосферы (1), АПК для исследования газового и аэрозольного состава атмосферы (2), Многоволновый (1064, 532 и 355 нм) поляризационный лидар ML-375A (2.1), АПК для измерений радиационного баланса и дистанционных исследований подстилающей поверхности (3), Гиперспектральная съемочная камера (3.1), ИК радиометр (3.2), Актинометрические датчики (3.3), АПК для измерений радиоактивных загрязнений атмосферы и подстилающей поверхности (4), Гамма-спектрометр со сцинтилляционным и ОЧГ-детектором, GEM 40-86 «ORTEC», с анализатором импульсов DSPEC Pro «ORTEC» (4.1), Комплекс «Вега-1М» для исследования концентрации радона-222 (аэрозольный заборник «Вега-1М» радиометрическая установка «РУС-2Б») (4.2), АПК для измерений микрофизических характеристик облакообразующего аэрозоля, облаков и осадков (5), Система отстрела пиропатронов УВ-26 на 1024 патрона (5.1), Генератор мелкодисперсных частиц льда на жидком азоте ГМЧЛ-А, (5.2), АПК для радиолокационных исследований атмосферы (6), Когерентные радиолокаторы вертикального секторного обзора РЛС ВСО с активной сканирующей антенной решеткой в зоне обзора 300 «НАДИР» и «ЗЕНИТ» (6.1), АПК для измерения электрических характеристик атмосферы (7), Самолетный прибор для измерения напряженности электрического поля СПНП-011 (7.1), Бортовой информационно-вычислительный комплекс БИВК (8), Антенна системы обмена данными по радиоканалу (8.1), Система спутниковой связи «Thrane&Thrane» INMARSAT, Антенна системы спутниковой связи (8.2)

Наличие на самолете-лаборатории Як-42Д «Росгидромет» систем передачи информации по спутниковому и радиоканалам, позволяет проводить оперативный обмен данными с наземным центром управления экспериментом непосредственно во время полета.

В Томском Институте Оптики Атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения РАН, совместно с Сибирским Научно-Исследовательским Институтом Авиации

им. С. А. Чаплыгина, создан самолет-лаборатория Ту-134А-3М «Оптик» б/н 65721, предназначенный для проведения измерений оптических и метеорологических параметров атмосферы, включая исследования строения и состава атмосферы и зондирования подстилающей поверхности (рис. 3).

Схема размещения научной аппаратуры на борту самолета Ту-134А-3М «Оптик» представлена на рис. 4.



Рис. 3. Самолет-лаборатория Ту-134А-3М «Оптик» б/н 65721

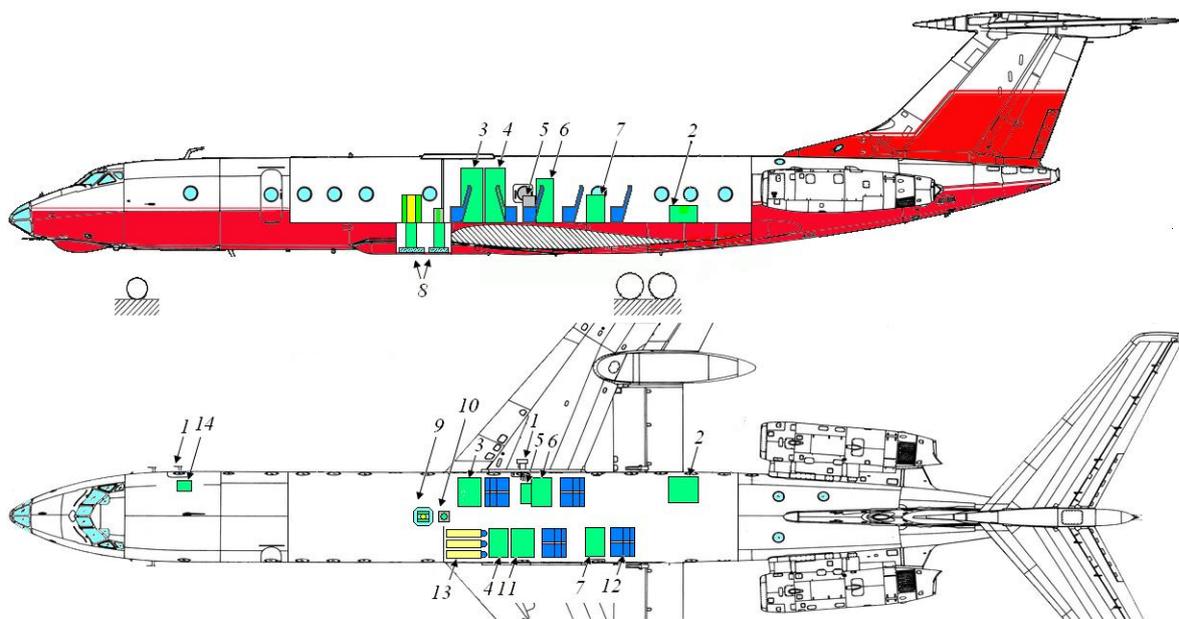


Рис. 4. Схема размещения научной аппаратуры на борту самолета Ту-134А-3М «Оптик»

1 - воздухозаборники; 2 - блок питания бортовой аппаратуры; 3 - приборная стойка газоанализатора O_3 (TEI Model 49C) и ДСА (диффузионный спектрометр аэрозоля); 4 - приборная стойка газоанализаторов: $CO_2/CH_4/H_2O$ (Picarro G2301-m), O_3 (TEI Model 49C) и CO (TEI Model 48C); 5 - стойка фильтроаспирационной установки, лазерного спектрометра аэрозолей (Grimm Model 1.109) и газоанализатора O_3 (ОПТЭК 3.02П); 6 - приборная стойка аэталометра и проточного нефелометра (ФАН); 7 - стойка центрального бортового компьютера; 8 - фотолюки; 9,10 - лидары АТМАРИЛ-3 и CIMEL CE372, соответственно; 11 - приборная стойка газоанализатора CO_2 (LI-6262) и портала отбора проб воздуха в колбы; 12 - кресла бортоператоров; 13 - баллоны с поверочными газовыми смесями; 14 - устройство отбора проб на фильтры для анализа органической компоненты аэрозоля.

Оборудование самолетов-лабораторий позволяет реализовать практически все известные методы измерения параметров окружающей среды с борта самолета: кон-

тактные, дистанционные, пассивные и активные, проводить измерения на различных высотах, вплоть до высот 10 000 м, а также дистанционно определять характеристики подстилающей поверхности Земли на больших площадях.

Аппаратно-программные комплексы самолетов-лабораторий обеспечивают решение следующих задач:

- исследования газового и аэрозольного состава атмосферы (Ту-134 и Як-42);
- дистанционные исследования подстилающей поверхности (Ту-134 и Як-42);
- измерения термодинамических параметров атмосферы и навигационных параметров полета (Як-42);
- мониторинг радиоактивных загрязнений (Ту-134 и Як-42);
- измерения радиационного баланса (Як-42);
- измерения микрофизических характеристик облаков, осадков и облакообразующего аэрозоля (Як-42);
- радиолокационные исследования атмосферы (Як-42);
- измерения электрических характеристик атмосферы (Як-42).

В настоящее время накоплен положительный опыт применения созданных самолетов-лабораторий для мониторинга геофизической обстановки в различных регионах Российской Федерации.

Исследования распространения примесей в Московском регионе

Наблюдения за распространением аэрозольных примесей от промышленных источников загрязнения мегаполиса были выполнены 26 июня 2014 г. в Московском регионе с помощью самолета-лаборатории Як-42Д «Росгидромет».

Предполагаемое положение шлейфа выноса примесей, рассчитанное на 16 ч московского времени (МСК) по прогностическим данным, приведено на рис. 5.

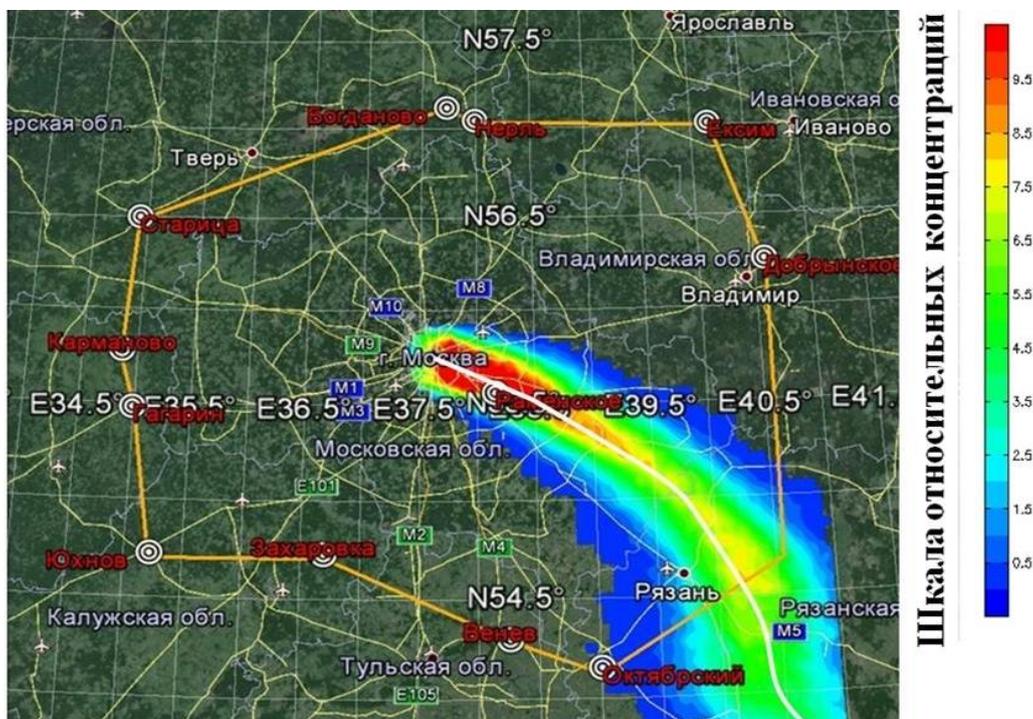


Рис. 5. Положение шлейфа выноса примесей, продуцируемых г. Москва, рассчитанное по прогностическим данным с помощью модели FLEXPART

Генеральный маршрут полета предусматривал облет Москвы на расстоянии приблизительно 100 км от ее центра с целью определения фоновых уровней аэро-

зольных примесей (см. рис. 6), выход в зону шлейфа выноса примесей и выполнение наблюдений непосредственно в зоне шлейфа.



Рис. 6. Маршрут полета самолета-лаборатории Як-42Д «Росгидромет» во время исследований шлейфа выноса загрязнений от г. Москвы

Во время пролета самолета-лаборатории с наветренной стороны г. Москва на измерительном участке, протяженностью около 200 км на высоте 500 м, были оценены фоновые значения концентраций аэрозольных примесей, для сравнения с концентрациями в зоне шлейфа выноса.

После выхода самолета-лаборатории в зону шлейфа были выполнены измерения на участках, ориентированных приблизительно поперек шлейфа, на высотах 1080 м, 580 м, 350 м и 840 м, по результатам которых были построены вертикальные сечения распределений концентраций загрязняющих веществ (рис. 7).

Фоновые значения концентраций примесей на наветренной стороне мегаполиса и их средние величины на оси шлейфа выноса примесей на различных высотах приведены в таблице 1.

Таблица 1

Средние фоновые значения термодинамических параметров и концентраций загрязняющих веществ на наветренной стороне мегаполиса и их значения на оси шлейфа выноса примесей на различных высотах

Параметр	Фоновые значения на наветренной стороне на высоте 500 м	Средние значения на оси шлейфа на различных высотах			
		3000 м	1000 м	600 м	25 м
Концентрации частиц черной сажи, см^{-3}	9	1,4	143	242	342
Концентрации субмикронных частиц (0.055–1 мкм), см^{-3}	40	49	522	873	825
Концентрация мелких частиц (0.1–3 мкм) см^{-3}	40	31	562	769	726

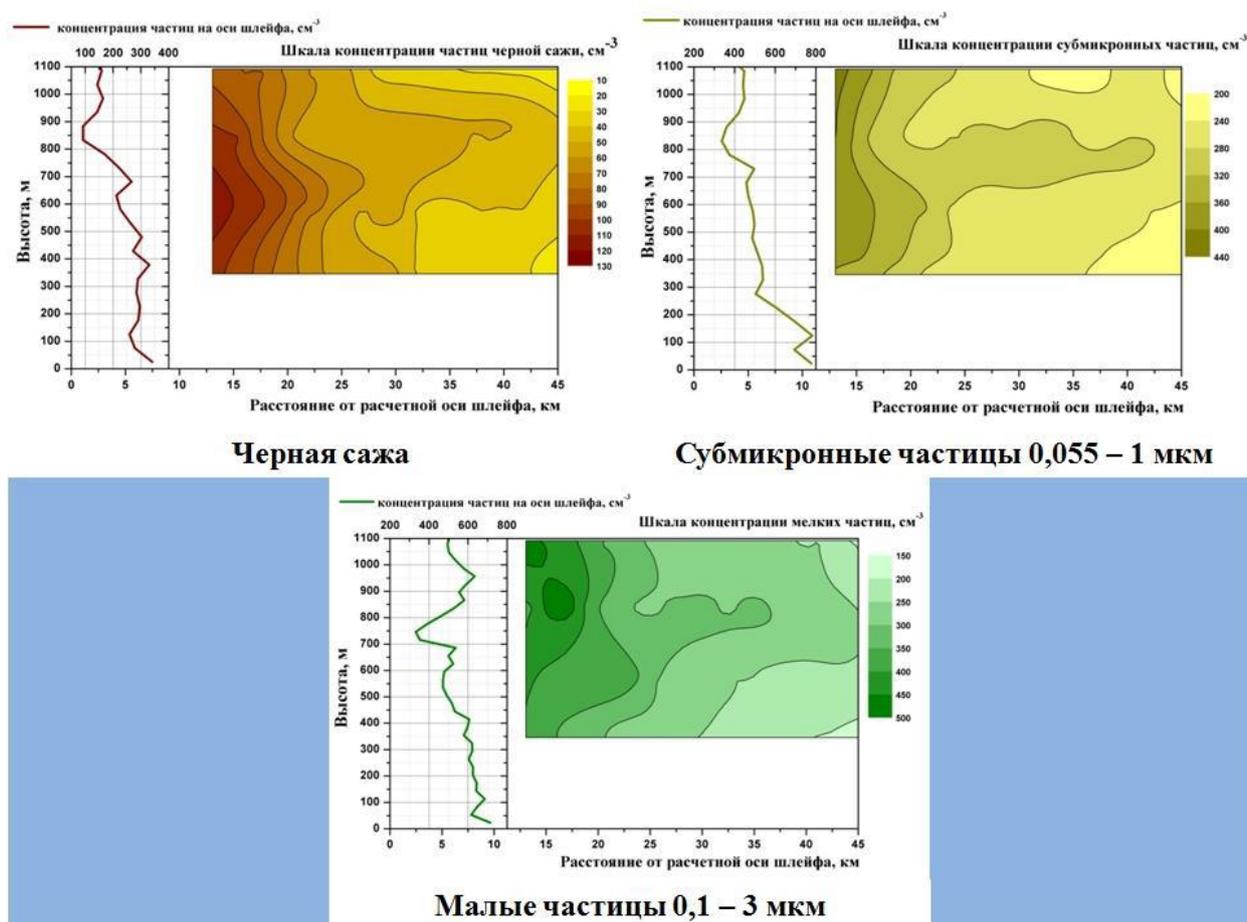


Рис. 7. Вертикальные сечения распределений аэрозольных примесей

Полученные результаты показали, что концентрации загрязняющих веществ в шлейфе более чем на порядок превышают фоновые значения.

Исследования распространения примесей в арктическом регионе

Полеты по исследованию распространения короткоживущих климатических загрязнителей в арктическом регионе, с использованием самолета Як-42Д «Росгидромет», выполнялись в 2014–2015 гг. по маршрутам - а/п. Раменское - Нарьян-Мар - Диксон, а/п. Раменское - Нарьян-Мар - п-ов Ямал, а/п. Раменское - Нарьян-Мар - Северная оконечность о. Новая земля.

Выбор маршрута полета самолета-лаборатории осуществлялся по результатам компьютерного моделирования процессов переноса примесей из центральной Европы и южной части европейской территории РФ с помощью траекторных и дисперсионных моделей. Расчета положения шлейфа выноса примесей на п-ов Ямал на 24 июня 2014 г. приведен на рис. 8.

На рис. 9 представлены спектры размеров субмикронных частиц (с размерами от 0,055 до 1 мкм), полученных при измерениях на высоте 500 м над полуостровом Ямал и г. Нарьян-Мар из которых видно существенное различие в структуре распределения примесей в различных регионах.

На рис. 10 показаны вертикальные профили концентраций частиц черной сажи и субмикронных частиц аэрозоля, полученные во время зондировок над г. Нарьян-Мар и полуостровом Ямал в районе мыса Каменный.

Концентрации аэрозольных частиц в нижнем слое атмосферы над Ямалом более чем на порядок превосходят аналогичные концентрации в районе Нарьян-Мара.

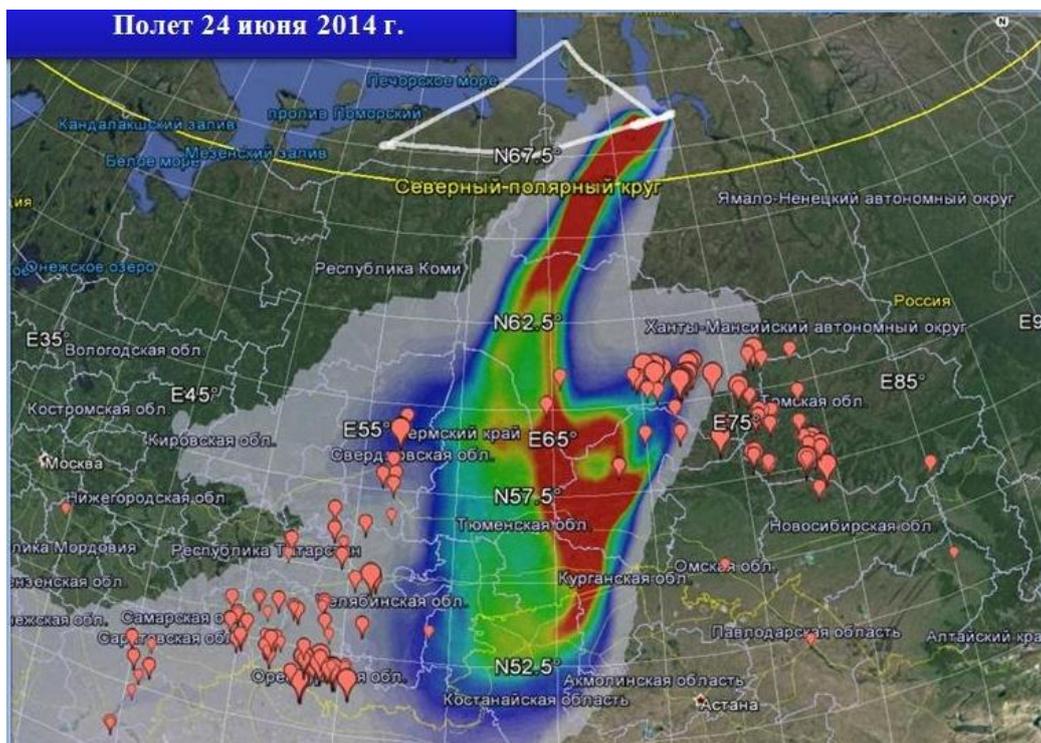


Рис. 8. Моделирования переноса примесей в район п-ва Ямал с помощью дисперсионной модели



Рис. 9. Маршрут полета самолета-лаборатории Як-42Д «Росгидромет» 24 июня 2014 г. над п-вом Ямал и результаты измерений спектров размеров субмикронных частиц

Исследования загрязнений при лесных пожарах

Во время лесных пожаров в атмосферу поступает огромное количество загрязняющих веществ - продуктов горения. Летом 2012 года с помощью самолета Ту-134 «Оптик» была выполнена серия измерений загрязнений атмосферы во время лесных пожаров на территории Сибири.

На рис. 11 Представлены вертикальные распределения концентраций углекислого и угарного газов, измеренные 31.07.2012 г. по маршруту Томск - Мирный.

Вертикальные и горизонтальные распределения концентрации сажевых частиц по маршруту Томск-Мирный представлены на рис. 12.



Рис. 10. Вертикальные профили концентраций частиц черной сажи и субмикронных частиц аэрозоля вблизи г. Нарьян-Мар и над п-вом Ямал. Внешний вид подстилающей поверхности с высоты 500 м

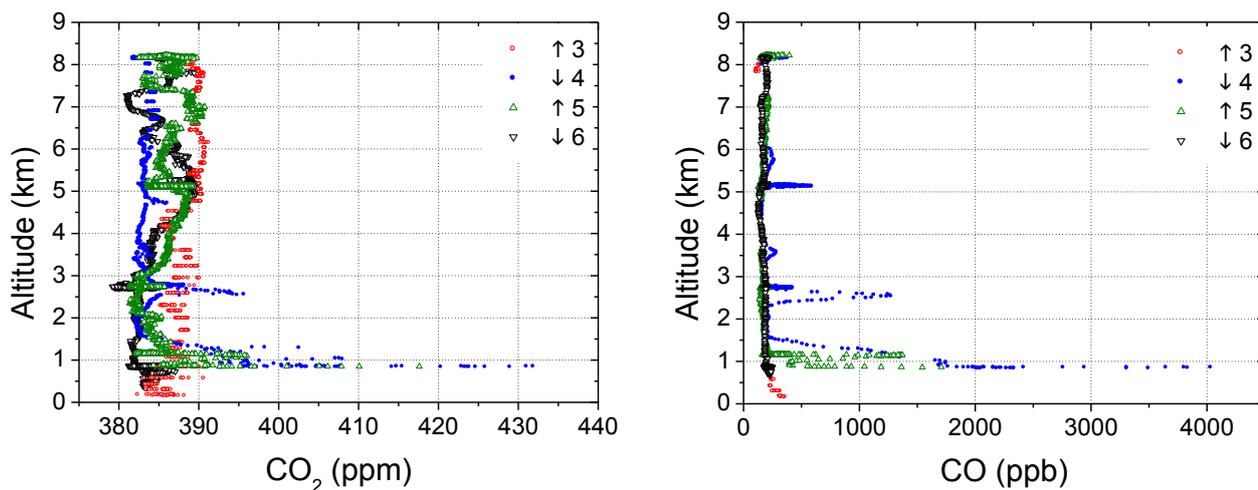


Рис. 11. Вертикальные распределения концентрации углекислого и угарного газов по маршруту Томск-Мирный

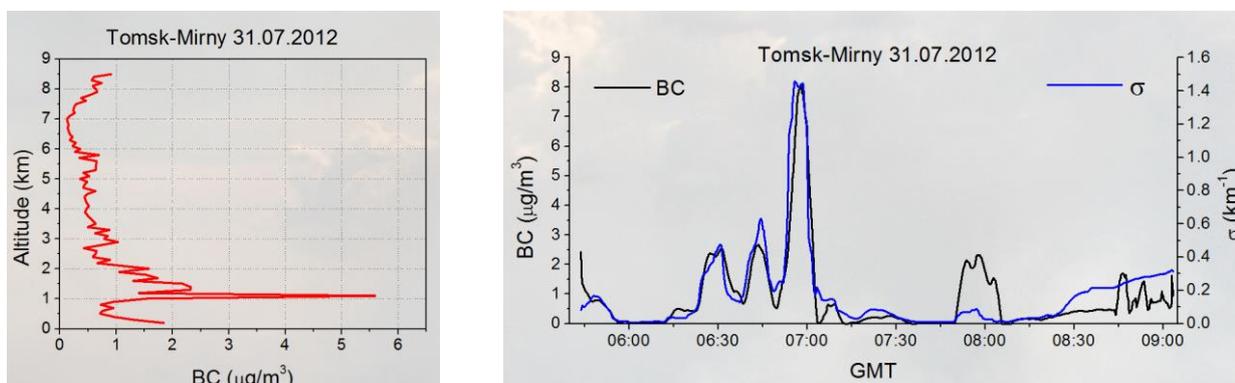


Рис. 12. Вертикальные и горизонтальные распределения концентраций сажевых частиц 31.07.2012

В новейшей истории России это первые комплексные воздушные лаборатории, позволяющие выполнять работы по оперативному мониторингу широкого спектра параметров, характеризующих геофизическую ситуацию.

Созданные самолеты-лаборатории позволяют обеспечить эффективное решение задач охраны окружающей природной среды и соблюдение мер экологической безопасности при освоении природных ресурсов, проводить оперативный мониторинг геофизической обстановки, при возникновении чрезвычайных ситуаций, как природного, так и техногенного характера, в любой точке Российской Федерации.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАУЧНО-УЧЕБНОГО ЦУКС МГТУ ИМЕНИ Н. Э. БАУМАНА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПОЖАРО И ВЗРЫВООПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

Александров А. А., Девисилов В. А., Суцев С. П., Копытов Д. О.

МГТУ имени Н.Э. Баумана, г. Москва

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет) является одним из старейших, крупнейших и уважаемых не только в нашей стране, но и за рубежом, высшим техническим учебным заведением. В настоящее время, характеризующееся развитием военно-промышленного комплекса России, масштабным перевооружением отечественных вооруженных сил, стратегия развития Университета направлена на подготовку кадров для передовых и высокотехнологичных отраслей науки и техники нашей страны, приоритетных направлений развития экономики страны, в том числе обеспечение безопасности и предупреждение чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного и природного характера. Подготовка специалистов в области прогнозирования и предупреждения ЧС на пожаро и взрывоопасных объектах ведется в Университете в рамках реализации направления подготовки «Техносферная безопасность», профиль бакалавриата «Защита в чрезвычайных ситуациях», магистратуры - «Управление рисками».

Для повышения эффективности подготовки студентов на кафедре «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана создан Научно-учебный центр управления в кризисных ситуациях (НУ ЦУКС), включающий аппаратную часть (системы отображения информации, озвучивания, аудио и видеоконференцсвязи, коммутации, управления, автоматизированные рабочие места студентов и преподавателя) и специальное программное обеспечение. Специальное программное обеспечение (СПО) УН ЦУКС было разработано в результате совместной работы ученых и специалистов кафедры и Центра исследований экстремальных ситуаций (ЦИЭКС).

Важнейшей составной частью СПО УН ЦУКС является программный комплекс для оценки рисков на потенциально-опасных объектах и территориях (ПК ОР), позволяющий: моделировать последствия ЧС, обусловленных использованием, хранением и транспортировкой химически, пожаро и взрывоопасных веществ. Программное обеспечение дает возможность рассчитывать показатели индивидуального и социального рисков, строить F/N-диаграммы и карты потенциального территориального рис-

ка для опасного производственного объекта и прилегающей к нему территории, автоматизировать заполнение данных формы «II. Показатели степени риска при возникновении чрезвычайной ситуации» типового Паспорта безопасности опасного объекта в соответствии с требованиями Приказа МЧС России № 506 от 04.11.2004.

В состав ПК ОР входят расчетные модули: взрывы; пожары; аварии на химически опасных объектах; аварии на нефтепроводах; аварии на газопроводах. Алгоритм работы ПК ОР включает следующие этапы: подготовки исходных данных; выбора параметров моделей воздействия; выбора законов поражения; расчета математического ожидания потерь по видам опасности с учетом воздействия поражающих факторов каждого источника; оценки индивидуального риска от отдельного вида опасности; оценки комплексного индивидуального риска.

В основе оценки риска лежат следующие методы.

1. Прогнозирование последствий чрезвычайных ситуаций, сопровождающихся взрывами и пожарами: взрывы (приложение Е ГОСТ 12.3.047-98 «Метод расчета параметров волны давления при сгорании газопаровоздушных смесей в открытом пространстве»); пожары (приложение В ГОСТ 12.3.047-98 «Метод расчета интенсивности теплового излучения при пожарах проливов ЛВЖ и ГЖ»).

2. Прогнозирование последствий чрезвычайных ситуаций, сопровождающихся выбросами химически опасных веществ (РД 52.04.253-90).

3. Расчет индивидуального риска от аварий на пожаро-взрывоопасных объектах (Методика комплексной оценки индивидуального риска чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера).

4. Расчет индивидуального риска от аварий на химически опасных объектах (Методика комплексной оценки индивидуального риска чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера).

ПК ОР имеет следующую структуру (рис. 1).

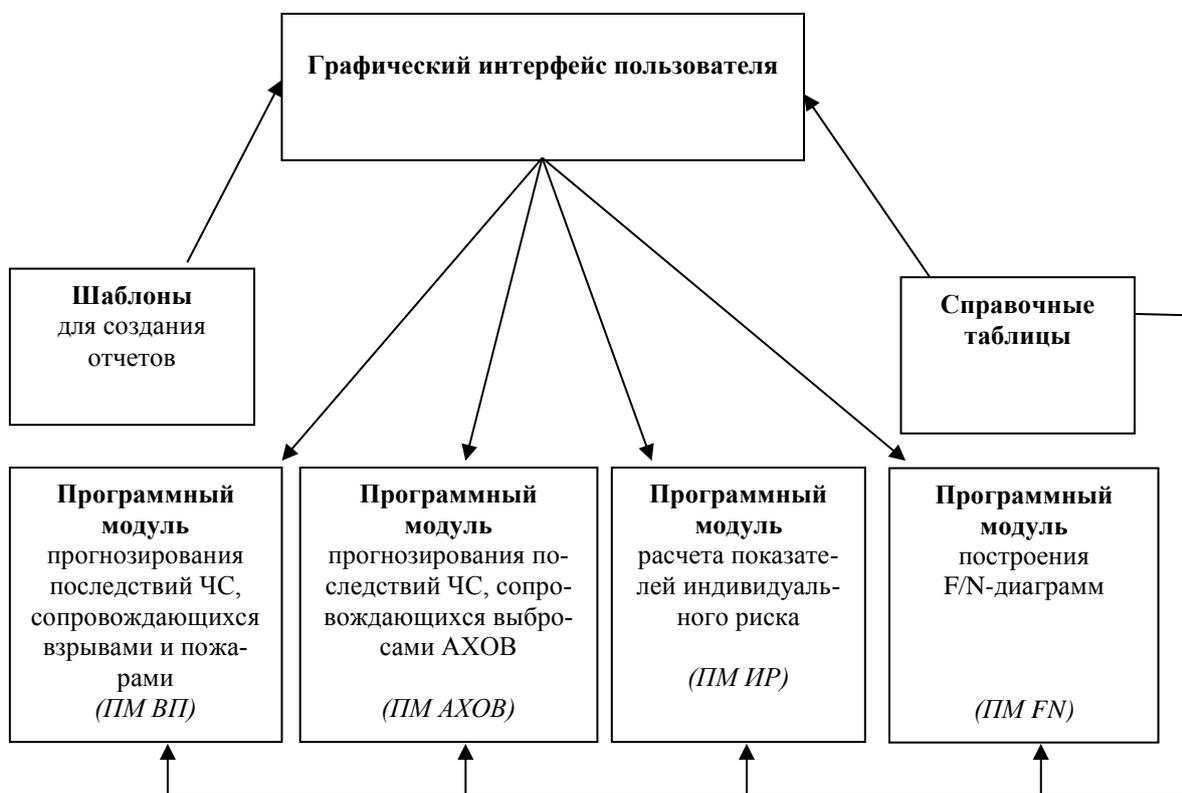


Рис. 1. Структура ПК ОР

Входными данными ПК ОР для прогнозирования последствий ЧС, сопровождающихся взрывами и пожарами, являются характеристики взрывопожароопасного объекта (наименование вещества; масса в емкости, кг); метеоданные; вид пожара; время воздействия огня, сек.

В результате расчетов определяются следующие выходные данные, представленные в различных форматах: в виде экранной формы, в графическом виде; текстовом формате, в виде дерева событий.

Для программного модуля прогнозирования последствий ЧС, сопровождающихся взрывами и пожарами (ПМ ВП) варианты выдачи результатов расчета представлены ниже (рис. 2–5).

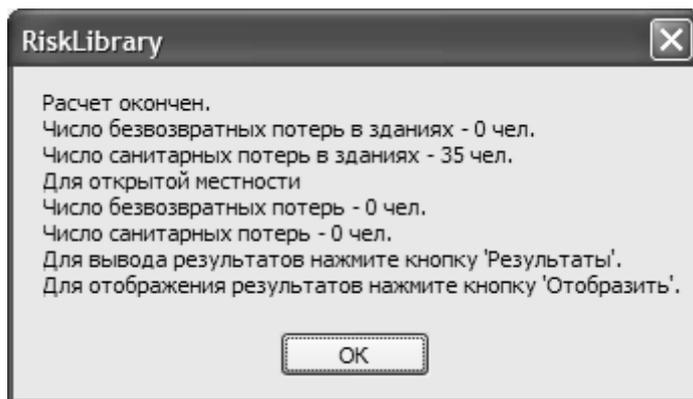


Рис. 2. Результаты расчета ПМ ВП (экранная форма)

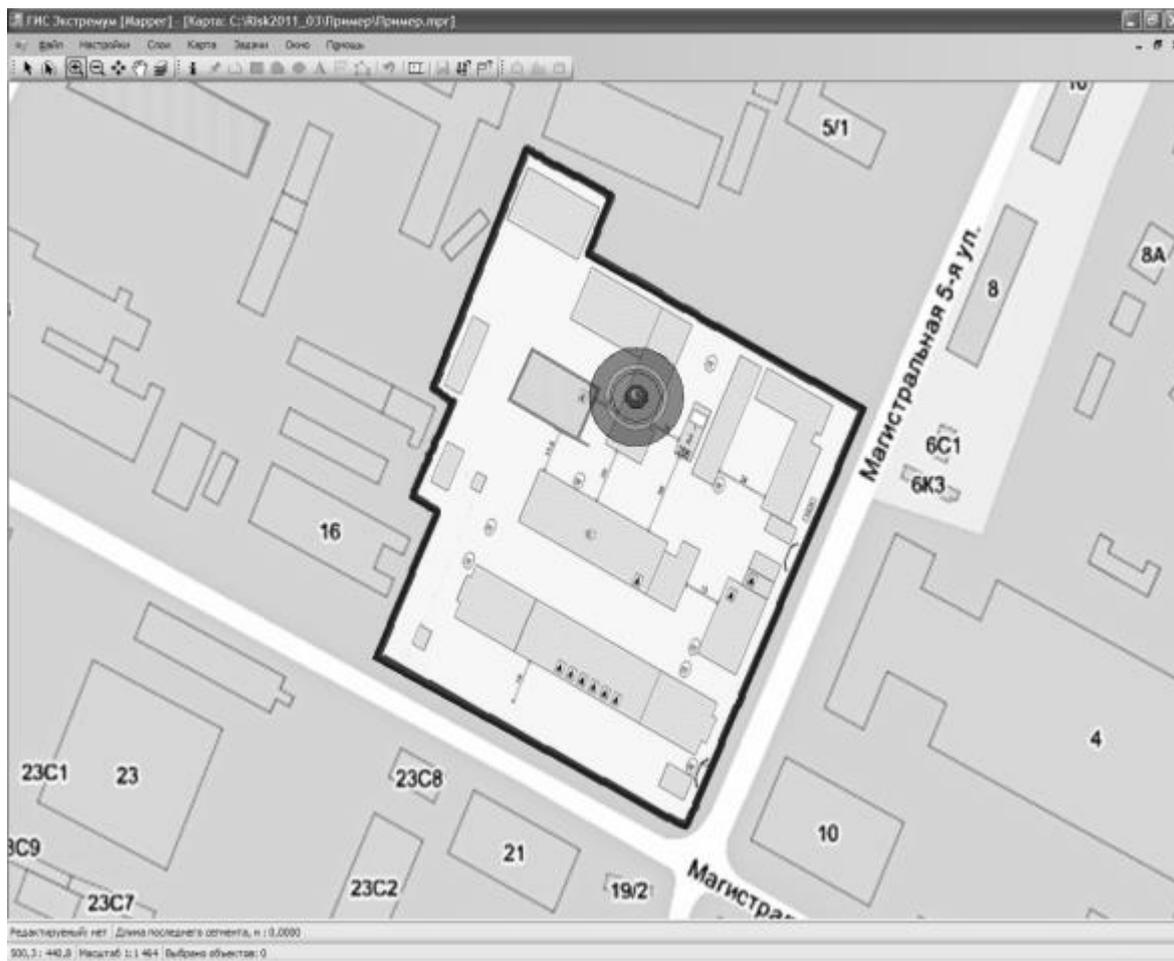


Рис. 3. Результаты расчета ПМ ВП (в графической форме)

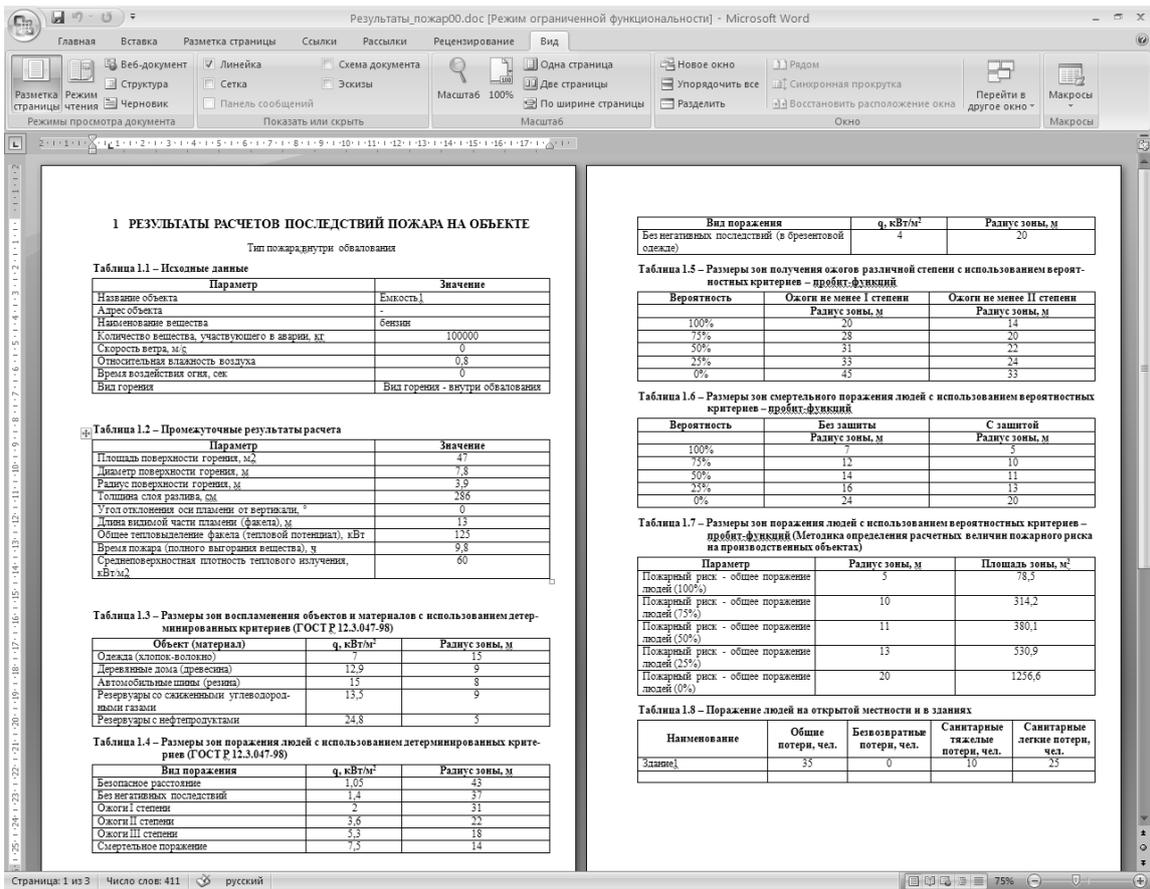


Рис. 4. Результаты расчета ПМ ВП (в текстовой форме)

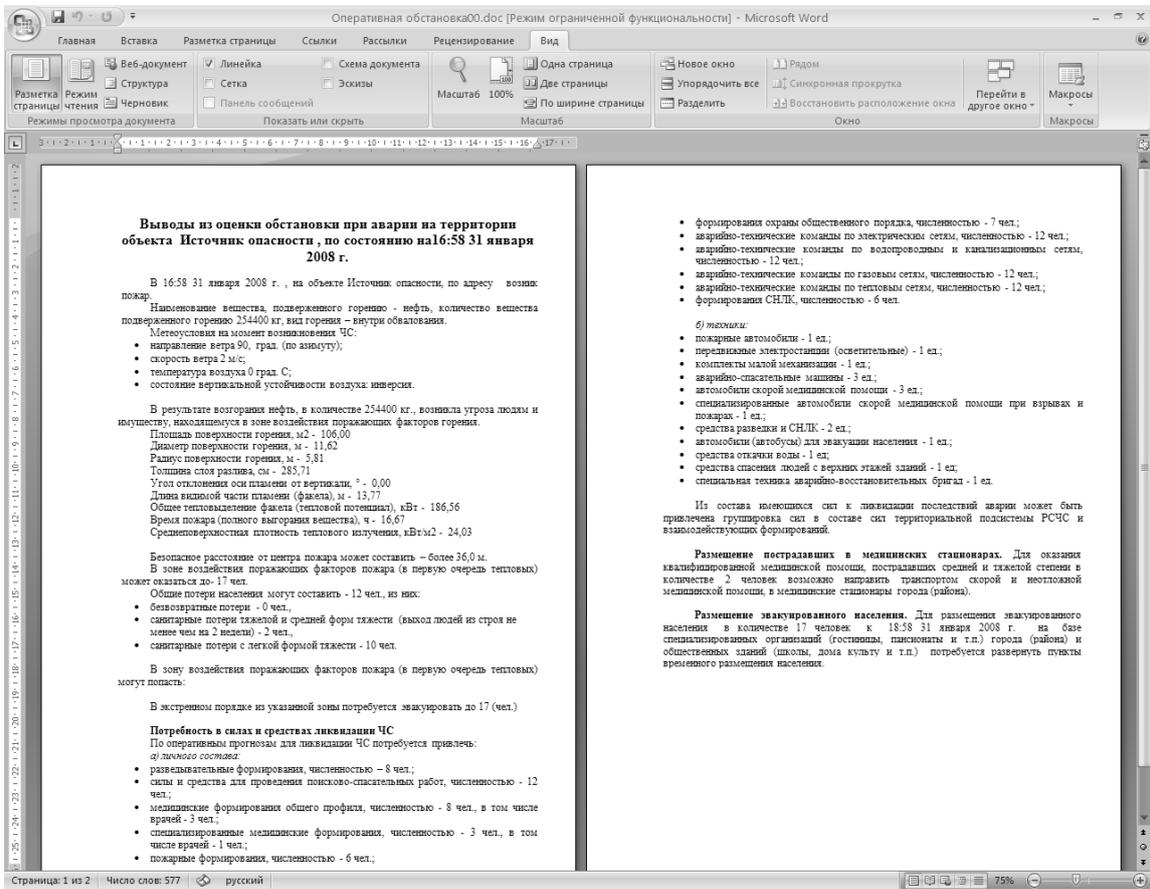


Рис. 5. Результаты расчета ПМ ВП (выводы из оценки обстановки)

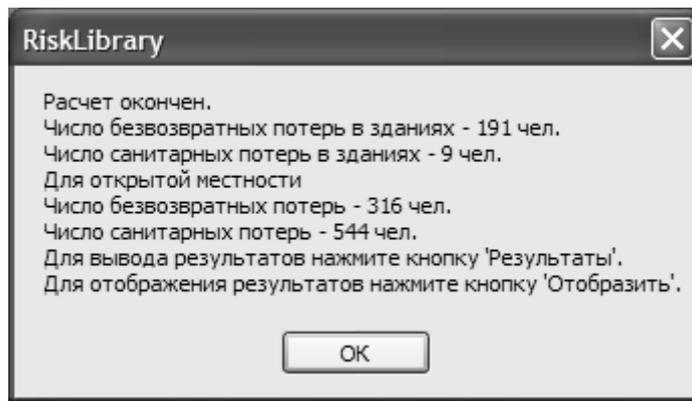


Рис. 9. Результаты расчета ПМ ИР (отображение результатов расчета наиболее опасного риска)

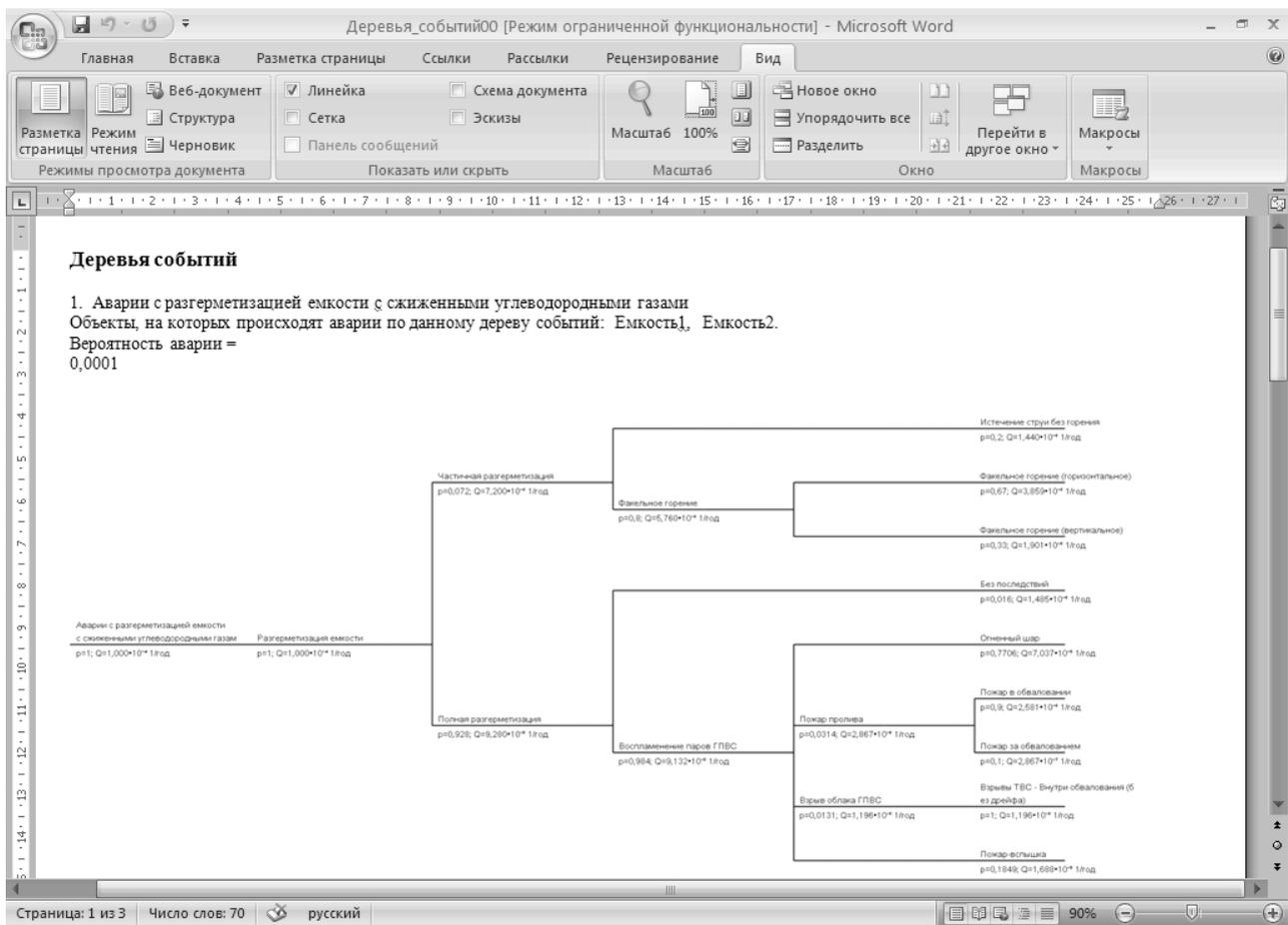


Рис. 10. Результаты расчетов ПМ ИР (вид дерева событий для объектов в текстовом формате)

Выходные данные, получаемые в результате работы программного модуля построения F/N-диаграмм на взрывопожароопасных объектах (ПМ FN), представлены на рис. 11–12.

Специальное программное обеспечение, входящее в состав программно-аппаратного комплекса НУ ЦУКС кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана находит широкое применение в ходе проведения занятий по дисциплинам «Прогнозирование чрезвычайных ситуаций», «Инженерная защита в чрезвычайных ситуациях», «Системы защиты населения». Его использование позволяет интенсифицировать процесс обучения, делает его более эффективным и наглядным.

данской обороны в условиях предвоенного и военного времени на должностях научных сотрудников в научно-исследовательских институтах, специалистов по анализу рисков в проектных организациях, руководителей всех уровней, отвечающих за вопросы обеспечения комплексной безопасности населения и территорий в ЧС.

Литература

1. Александров А. А., Девисилов В. А., Суцев С. П., Копытов Д. О. Учебно-научный центр управления в кризисных ситуациях московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана //Безопасность в техносфере / 2014/- № 2 (47)- с.60- 75.

2. Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: настоящее и будущее: Материалы III Международной научно-практической конференции в рамках Форума «Безопасность и связь». Часть II / Под общей ред. Д-ра техн. наук, проф. Р. Н. Минниханова. Казань: ГБУ «Научный центр безопасности жизнедеятельности», 2014.

3. Труды научно-практического семинара «Актуальные вопросы подготовки и проведения учений и тренировок в системе обучения работников образовательных учреждений высшего профессионального образования практическому использованию программ поведения человека в кризисных ситуациях». - СПб.: СПбГПУ (НИУ), 2013.

4. Энциклопедия безопасности: строительство, промышленность, экология: в 3 т./В. А. Котляревский, В. И. Ларионов, С. П. Суцев. - М.: АСВ, 2010. Т. 3.: Сейсмостойкость и теплозащита сооружений / Под ред. В. А. Котляревского. - 2010.

5. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (в ред. Приказа МЧС РФ от 14.12.2010 № 649). Утверждена Приказом МЧС России от 10.07.2009 № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».

6. РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. Утверждены Постановлением Госгортехнадзора России от 10.07.2001 г. № 30.

7. ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧС НА КРИТИЧЕСКИ-ВАЖНЫХ ОБЪЕКТАХ ЯКУТСКОГО ХОЗЯЙСТВЕННОГО УЗЛА РЕКИ ЛЕНА

Быков А. Н.

ГКУ «Служба спасения Республики Саха (Якутия)»

Для оценки возможного развития чрезвычайной обстановки, связанной с нарушением водоснабжения Города Якутска, судоходства на участке Якутского городского водохозяйственного узла использованы данные аппаратных наблюдений за расходом воды в русле реки, разновременных спутниковых снимков высокого разрешения исследуемой русловой части реки. Разработаны рекомендации по восстановлению основной водоснабжающей протоки.

Якутский городской водохозяйственный узел, расположенный в среднем течении реки Лена (1663–1633 км), включает в себя ряд критически-важных объектов: Якутский городской подрусловой водозабор производительностью 65 тыс.м³/сут. Водозабор является единственным источником централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения городского округа «Город Якутск»; Якутский речной порт крупнейший в Республике Саха (Якутия). Расположен в городе Якутске на левом берегу реки Лена. Играет основную роль в обеспечении Якутии и других районов северо-востока России народнохозяйственными грузами. Одно из ключевых звень-

ев «северного завоза»; Жатайская нефтебаза одна из крупнейших в Республике Саха (Якутия), предназначена для снабжения ГСМ потребителей Центральной части республики.

Начиная с 2006 года, в работе этих объектов наблюдаются значительные проблемы, связанные в основном с особенностью русловых процессов на реке Лена, которая заключается в обмелении судоходной водоснабжающей протоки (Адамовская), являющейся основной на протяжении последнего столетия, и смещению основного водного потока в протоку правого берега реки (Буорыларскую) в районе г. Якутска. В результате этого Якутский речной порт, водозабор и нефтебаза могут быть отрезанными от судоходного русла реки со всеми вытекающими отсюда негативными последствиями.

В целях прогнозирования возможного развития чрезвычайной обстановки, связанной с нарушением водоснабжения Якутского водохозяйственного узла реки Лена, специалистами Территориального центра мониторинга и прогнозирования ЧС ГКУ «Служба спасения РС (Я)» в 2014 году были организованы и проведены наблюдения за гидрологическим режимом проток основного русла реки.

Исследования проводились в августе месяце, когда уровень воды у города Якутска составлял минус 142 см. при неблагоприятной для судоходства отметке минус 115 см.

Оценка стока воды обеспечивалась «приборным исследованием с привязкой GPS координат к берегам проток в местах наибольших глубин».

В процессе работы получены материалы наблюдений за расходом воды, глубин и уклонов дна реки, смещением аллювиальных отложений, представляющие гидро-морфологическую информацию, позволяющую выявить некоторые общие закономерности русловых переформирований в Адамовской и Буорыларской протоках, а также установить факторы, оказывающие влияние на значительное обмеление основной водоснабжающей протоки.

Установлено, что скорости течения и расход воды в протоках разные:

- Адамовская - средняя скорость течения - 0,698 м/с., расход - 1, 220 м³ с.
- Буорыларская - средняя скорость течения - 0,741 м/с., расход - 2, 170 м³ с.

Из показателей эхолота следует, что наибольшие глубины в Адамовской протоке находятся в пределах 6–8 м.

Наибольшие глубины по профилю замера глубины в Буорыларской протоке от 10 до 12 м.

В целях изучения процессов хозяйственного освоения пойменной част г. Якутска и их влияния на русло реки Лена в районе г. Якутска были проведены исследования руслового режима Городской и Хатыстахской проток, окаймляющих остров Большой Хатыстах

Отмечено, что городская протока, до границ Пригородный-н/п Хатассы, в период проведения исследований имела глубину в левобережной части 5- 6 м.

Далее, ниже по течению к входу в Хатыстахскую протоку глубина протоки достигает 7,5 м.

Таким образом, имеет место наличие довольно большого продольного уклона дна русла в Городской протоке. Этот вывод подтверждается данными о сравнительно больших глубинах на всем протяжении Хатыстахской протоки, а также большими глубинами в затоне макрорайона «Зеленый луг» до 7 м.

Исток городской протоки, точнее песчаные отмели, зарастают тальником. Ухвостья кос массива песков левого побочня от истока протоки сильно вытянуты вдоль русла на расстоянии до 1,7 км. Справа, также формируются массивы песка

Большие песчаные отмели, вытянутые по левому берегу вдоль русла ориентируют основной поток в сторону правого берега реки. Отдельная песчаная подвижная гряда, напротив о. Хатыстах, также спускается вниз по течению, подпитывая аллювию песчаные отмели левобережья у входа в канал Речного порта. Такая ситуация приводит к тому, что активизируются процессы размыва правого берега реки.

Основные выводы

1. Результаты инструментальных наблюдений за стоком воды показывают, что расход воды и скорость течения в Буорыларской протоке выше, чем в Адамовской, т.е. река на этом участке отдает воды больше в Буорыларскую протоку.

2. Из архивных данных следует, что за период с 1953 по 2007 годы пропускная способность Адамовской протоки в межень была выше, чем Буорыларской. В настоящее время можно говорить о долгосрочном развитии русла в сторону правобережья реки Лена. Это может означать практически полное затухание хозяйственной деятельности на участках реки, примыкающих к городской территории на период до 50–60 лет.

Данный вывод подтверждается сравнительным анализом разновременных данных спутника Landsat исследуемого участка реки Лена

Выемка значительных масс песка из русловой части городской протоки в районе 202, 203 мкр., а также добыча песка в карьерах поймы, выемка донного грунта на участке подводного перехода газопровода ведет к интенсивному развитию Городской протоки. Как известно, в середине XX века эта протока была судоходной. Исходя из этого, условия оживления основного русла реки в районе Павловско-Бестяхского, Тигиряхского и Софоновского перекатов ухудшаются, что негативно отражается на возможностях судоходства, а также городского подруслового водозабора.

Дноуглубительные работы, на участке р. Лена у входа в подводной канал Речного порта с выемкой донного грунта в русло Адамовской протоки, приводят к дополнительному искривлению русла, появлению сильного изгиба течения, и как следствие, увеличению транспортирующей способности песчаных масс с верхних участков реки, сохранению постоянства кинетической энергии благодаря эффекту косоуструйности.

Ситуация усугубляется активным разрушением береговой части правобережья реки (нижн. Бестях).

Уточненные рекомендации для реагирования Якутской территориальной подсистемой РСЧС

- Организовать создание условий для русловыпрямительных работ протоки Адамовская. Основной целью таких работ является доведение бортов протоки до уровня максимальной прямолинейности.

- В целях увеличения пропускной способности воды организовать проведение работ, связанных с увеличением уклонов дна Адамовской протоки на участке Нижний Бестях-Жатай (донные прорези) включая перекаты.

- Одновременно с русловыпрямительными работами организовать берегоукрепительные работы береговой линии н/п Нижний Бестях.

- Остановить землечерпательные работы в пойме Зеленого луга с целью намывания грунта для строительства 203 мкр. г. Якутск. Это позволит приостановить процесс развития Городской протоки и сократит выносы эрозионных масс в Адамовскую протоку.

- Максимально сократить любые хозяйственные работы, связанные с выемкой песка в системе Городской протоки р. Лена г. Якутск.

- Организовать хозяйственную деятельность по остановке процесса вымывания и спрямления Буорыларской протоки.
- Организовать в 201–2017 гг. берегоукрепительные работы на участке верхней (Табага) и средней (Хатассы) излучин Городской протоки.
- Прекратить работы по выемке и перемещению песка в русле реки на участке подводного перехода газопроводной системы.

КОМПЛЕКСНАЯ МАСКИРОВКА КАК ПРЕВЕНТИВНАЯ МЕРА ПО СНИЖЕНИЮ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И УМЕНЬШЕНИЯ ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ НА ОБЪЕКТАХ ЭКОНОМИКИ В ВОЕННОЕ ВРЕМЯ

Гришкевич А. А., к.т.н.; Кулажсин О. А., к.т.н.; Осокин Р. В., к.полит.н.

ФГБУ «27 Научный центр» МО РФ

Военно-политическая элита США в последнее время целеустремлённо осуществляет поиск средств, способных без опоры на ядерное оружие достичь победы в вооруженном конфликте. В США и НАТО разработаны несколько сценариев развязывания, хода и исхода войны против России и её союзников, которые предполагают нанесение глобальных ударов высокоточными неядерными средствами.

Очевидно, что с началом военных действий, эффект усиления ударов высокоточным оружием (ВТО) особенно по объектам экономики (ОЭ), за счет возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) и воздействия вторичных поражающих факторов промышленных аварий и отравления воды, воздуха и окружающей среды может возрасти в несколько тысяч раз.

Прогнозирование величины ущерба за счет ЧС на ОЭ, в случае его поражения ВТО, производится при помощи известных методик. С учетом неопределенности возникновения чрезвычайных ситуаций в качестве наиболее общего показателя их последствий принимается величина показателя риска W , определяемая как:

$$W = P \times \mathcal{E}, \quad (1)$$

где P - вероятность возникновения ЧС, определяемая через вероятность поражения ОЭ высокоточным оружием;

\mathcal{E} - величина ущерба за счет чрезвычайной ситуации.

Величина ущерба за счет чрезвычайной ситуации в общем виде может быть представлена как:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_4, \quad (2)$$

где \mathcal{E}_1 - ущерб за счет потерь населения, учитывающий: ущерб за счет безвозвратных потерь; ущерб за счет санитарных потерь;

\mathcal{E}_2 - материальный и финансовый ущерб в производственно-бытовой сфере;

\mathcal{E}_3 - ущерб окружающей природной среде, учитывающий: компенсацию ущерба окружающей среде; ущерб животному и растительному миру; затраты на восстановление качества природной среды;

\mathcal{E}_4 - ущерб за счет необходимости предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, учитывающий: затраты на эвакуацию населения; затраты на проведение спасательных и других неотложных работ; затраты на жизнеобеспечение пострадавшего населения; затраты на выплату населению компенсаций.

Повышая защищенность ОЭ за счет комплексной маскировки в условиях применения ВТО, мы снижаем вероятность поражения объекта в целом и исключаем величину ущерба за счет необходимости предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Возможности по противодействию средствам разведки и наведения оружия средствами маскировки в различных диапазонах электромагнитных волн приведены в таблице 1.

Таблица 1

Возможности противодействия средствам разведки и наведения оружия средствами маскировки

Видимый	Ближний ИК	Средний ИК	Дальний ИК	РЛ диапазон	
0,4...0,76 мкм	1,5 мкм	3...5,5 мкм	8...14,0 мкм	8 мм, 3 см	
Телевизионные ГСН	Лазерные целеуказатели и лазерные ГСН	Лазерные целеуказатели и лазерные ГСН, оптико-электронная система типа DSMAC		система коррекции TERCOM	
AGM-86С, AGM-84Н, AGM-158А/В, УАБ серии GBU	AGM-86С, AGM-84Н, AGM-158А/В, УАБ серии GBU	AGM-86С, AGM-84Н, AGM-158А/В, УАБ серии GBU		AGM-86С, AGM-84Н, AGM-158А/В, УАБ серии GBU, баллистическая ракета «HERA», КР «Томагавк»	
	Видимый мкм	Ближний ИК мкм	Средний ИК мкм	Дальний ИК мкм	РЛ диапазон мм, см
	0,4 0,76	1,5	3...5,5	8...14	8 мм, 3 см
Аэрозольные средства					
Маскирующие пенные покрытия					
Радиопоглощающие материалы					

Как наглядно видно из таблицы 1, наиболее перспективными средствами маскировки ОЭ, с точки зрения диапазона маскирующего действия, являются маскирующие пенные покрытия.

Маскирующие свойства представленных вспененных материалов обусловлены:

- в видимом диапазоне длин волн - возможностью нанесения на поверхность пены деформирующего окрашивания, либо применением пены, подкрашенной в цвета окружающего фона;

- в инфракрасной области - ячеистой структурой вспененного материала, и вследствие этого, низким коэффициентом теплопроводности;

- в СВЧ диапазоне - наличием в структуре материала связанной воды или радиопоглощающего наполнителя.

Система средств маскировки пенами приведена в таблице 2.

Система средств пенной маскировки

Система средств пенной маскировки	
Скрытие ВВСТ, КВО и других объектов от средств разведки и наведения ВТО противника в системе комплексной оперативной (тактической) маскировки	Маскировка стационарных объектов, имеющих важное стратегическое (оперативное) значение и элементов фортификационных сооружений
Распятнение местности с целью искажения характерных ориентиров вблизи важных объектов	Снижение заметности в широком диапазоне стационарных объектов, том числе ПОО
Технические средства маскировки пенами	
<ul style="list-style-type: none"> • пенные станции на базе АРС-14К, МСАО; СППУ; • войсковые комплекты пенной маскировки на базе ДКВ, АДДК; • специальные средства маскировки пенами. 	
Пенообразующие рецептуры	
<ul style="list-style-type: none"> • водно-органические; • водно-полимерные гелеобразные; • водно-полимерные твердеющие; • композиционные пенопласты. 	

С учетом имеющихся концептуальных решений и опыта по защите различных объектов от ВТО структура комплекса защиты критически важных объектов в общем случае должна включать модули, приведенные на рисунке 1.

Рассмотрим подробно возможности применения маскирующих пенных покрытий (МПП) для противодействия различным системам ВТО.

В настоящее время СНО и поражения, которые могут применяться по ОЭ, включают крылатые ракеты воздушного и морского базирования, управляемые авиационные бомбы и ракеты, управляемые артиллерийские снаряды (мины), боевые элементы кассетных боеприпасов авиации.

Управляемые ракеты и авиабомбы имеют, как правило, телевизионные, тепловизионные и полуактивные лазерные системы наведения.

В зависимости от вида боевых действий и конкретных условий обстановки маскирующие пенные покрытия наносятся на бронетанковую и специальную технику следующим способом:

- нанесение пенных покрытий на всю внешнюю поверхности маскируемых объектов;
- маскировка пенными покрытиями только плановой поверхности крупных площадных объектов;
- нанесение пенных покрытий на маскировочный комплект (маскировочную сеть), под которой находятся скрываемый объект.

Рекомендуемая рецептура - на основе карбамидоформальдегидной смолы (для технических средств, принятых на снабжение в Минобороны России ПОР-01КФ).

Баллистические ракеты (БР). Из иностранных источников известно, что в настоящее время США, в нарушение Договора о сокращении стратегических наступательных вооружений, испытывает принципиально новое «ускорительное средство» баллистическую ракету «Нега», собранную из второй и третьей ступеней устаревших и снятых с боевого дежурства межконтинентальных ракет «Минитмен-2». По некоторым данным данная ракета оснащена системой управления и наведения типа RADAG.

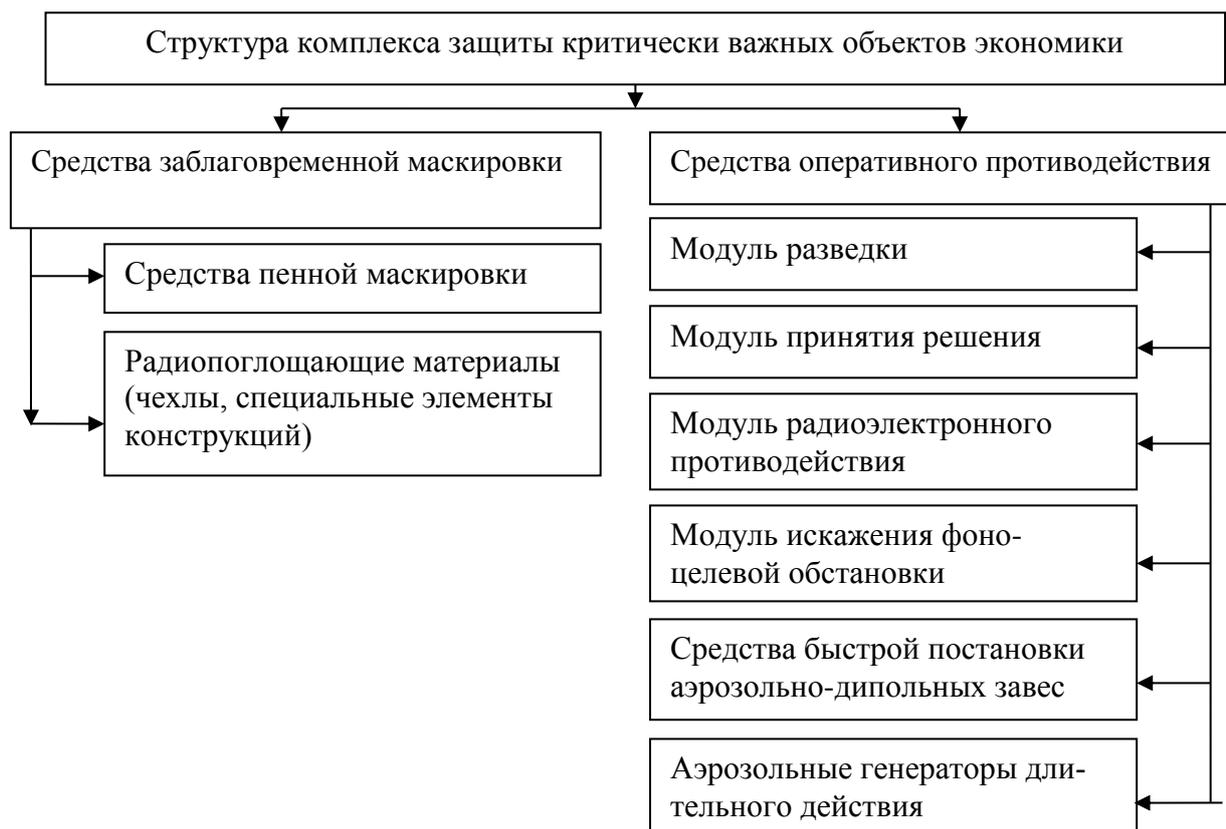


Рис. 1. Структура комплекса защиты критически важных объектов

Для упреждения возможного поражения объектов от удара баллистическими ракетами, оснащенными корреляционно-экстремальными системами наведения типа RADAG, необходимо в угрожаемый период провести все меры по маскировке и имитации основных информативных элементов. По сигналам систем раннего предупреждения о возможном ракетном нападении необходимо в автоматическом режиме осуществить маскировку и имитацию основных элементов объекта, в частности, с использованием средств пенной маскировки.

Пассивное противодействие корреляционно-экстремальным системам наведения (КЭСН) баллистических ракет осуществляется после выхода БР с настильной траектории полета и попадания ее в цилиндр ошибок инерциальной системы наведения (ИСН). На высоте около десяти километров включается КЭСН RADAG.

Учитывая алгоритм работы корреляционно-экстремальной системы наведения RADAG, система пассивного противодействия должна обеспечивать гарантированный увод головной части (ГЧ) в ложную точку наведения, тем самым сохраняя работоспособность основного объекта поражения. Выбор ложной точки наведения, обеспечивающий заданный коэффициент корреляции текущего изображения с эталонным изображением, заложенным в память системы наведения, необходимо проводить в мирное время в ходе технического проекта. При этом решается триединая задача:

- защита объекта;
- увод головной части на безопасное для объекта расстояние;
- минимизация средств маскировки и имитации.

При достижении ГЧ заданной высоты, определяемой встроенным высотомером, происходит обнуление ошибки ИСН и включение РЛС комплекса RADAG. На каждом из четырех участков коррекции производится формирование текущего изображе-

ния (ТИ), полученного РЛС, измерение текущего значения высоты радиовысотометром и корреляция ТИ с эталонным изображением (ЭИ), хранящимся в блоке памяти (БП) БЦВМ. При обеспечении заданного уровня корреляции происходит коррекция ГЧ. При меньших значениях уровня корреляции происходит самоподрыв ГЧ.

На рисунке 2 представлены «снимки» условных районов ОЭ и ложной цели с высоты первого участка коррекции.

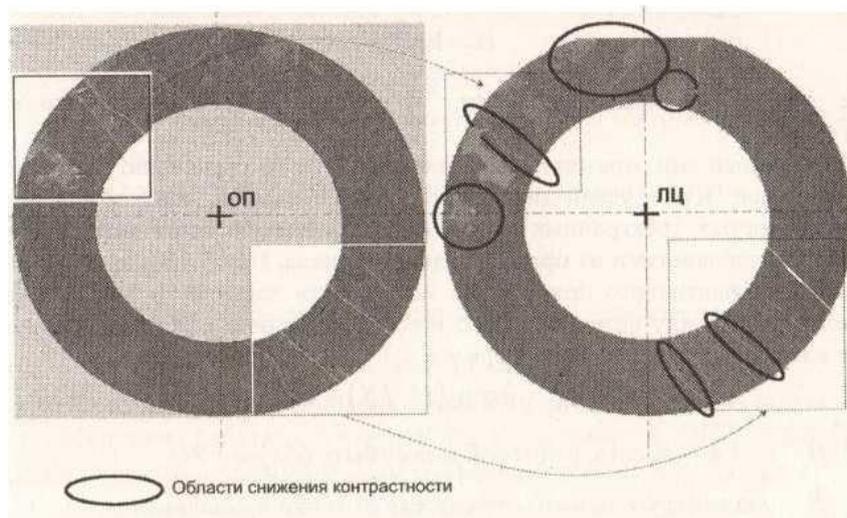


Рис. 2. Районы облучения РЛС RADAG ОП и ЛЦ с высоты первого участка коррекции

Из рисунка 2 видно, что наиболее контрастными элементами в районе ОП являются элементы, расположенные в 1,2 и 4 квадрантах изображения. Переходя к текущему изображению района ложного наведения, для части этих элементов необходимо будет снизить контрастность, а для других - повысить, обеспечивая наибольший коэффициент корреляции между текущим изображением ОП и сформированным изображением ЛЦ.

Быстротечность процесса наведения ГЧ баллистической ракеты (≤ 10 сек) накладывает жесткие ограничения на систему пассивного противодействия, предполагающую автоматическое формирование пенных полей в угрожаемый период в районе ложного наведения и пенных полей, маскирующих основные элементы объекта поражения.

Оборудование ложного района наведения должно проводиться в мирное время, с обеспечением всех мер по противодействию всем видам разведки.

Крылатые ракеты (КР) морского и воздушного базирования являются оружием «бесконтактных» войн, поскольку применяются без захода носителей в зоны ПВО противника.

Для применения КР используются данные видовой воздушно-космической разведки, вводимые на борт ракеты из единой информационной сети сетцентрических войн NCW (Network Centric Warfare).

В комплекс систем управления и СНО современной КР входят:

- инерциальная навигационная система INS, интегрированная с приемником GPS спутниковой навигационной системы NAVSTAR;
- система коррекции курса по радиовысотометру и рельефу местности TERCOM с карты;
- оптико-электронная система типа DSMAC.

Система DSMAC, которая включается после последней коррекции системами INS/GPS и TERCOM на конечном участке траектории для повышения точности наведе-

дения на цель (КВО - до 10 м), использует введенные на борт КР, снятые в видимом и ИК диапазонах (0,4...0,9 и 8...14 мкм) воздушно-космическими ТСР, цифровые портреты объектов на местности в районе цели.

Для решения вопросов комплексного противодействия крылатым ракетам, оснащенным рельефо-метрическими КЭСН TERCOMи электронно-оптическими корреляционными системами DSMAC, необходимо:

- проанализировать навигационные свойства местности и с целью выбора потенциальных участков последней коррекции;
- спрогнозировать возможные ракетаопасные направления полета КР к объекту поражения и возможные трассы барражирования самолета ДРЛО с целью минимизации зон резекции, обусловленных доплеровским режимом работы бортовой РЛС;
- построить систему противодействия КР (физическое уничтожение) на участках последней коррекции, а также на маршрутах подлета к объекту (изменение ЭПР подстилающей поверхности в районе цели для срыва системы наведения DSMAC).

Схема применения вспененных материалов в системе комплексной маскировки ОЭ приведена на рисунке 3.



Рис. 3. Схема пассивного противодействия системам наведения крылатых ракет средствами пенной маскировки

Спланировать применение вспененных материалов для искажения физических полей Земли на последних участках коррекции водно-органическими пенами, маскировку ОЭ, ложного объекта и подстилающей поверхности окружающего фона пенами на основе ПОР-01КФ. При возведении ОЭ должны максимально использоваться конструкционные материалы на основе композиционных пенопластов.

В настоящее время в МЧС России разработана актуализированная редакция СН и Па 2.01.53-84 «Световая маскировка населенных пунктов и объектов народного хозяйства», в которой изложены известные средства и способы маскировки объектов и порядок их проектирования. Сделан первый практический шаг по созданию средств комплексной маскировки критически важных объектов экономики. В своем докладе на круглом столе в рамках научно-технического форума «Армия-2016» профессор Малышев В.П. отметил, что для дальнейшего развития работ в данной области необходимо осуществить несколько пилотных проектов по комплексной маскировке особо значимых объектов, на примере которых могут быть продемонстрированы воз-

возможности существующих и перспективных средств маскировки по защите объектов от современного оружия. Представляется целесообразным также участие разработчиков средств маскировки в Международном салоне «Комплексная безопасность».

Авторы разделяют обеспокоенность научного сообщества состоянием работ в области создания средств комплексной маскировки критически важных объектов экономики и готовы к совместной плодотворной работе

Литература

1. Тулин С. Вооружённые силы США: сценарии глобальных ударов неядерными средствами // ЗВО. № 3. 2010. с. 3–10.

2. Кондратьев-Фирсов В. М., Малышев В. П., Турко С. И., Шевченко В. А. Комплексная методика прогнозирования обстановки, объемов аварийно-спасательных и других неотложных работ при воздействии на объекты экономики обычными современными средствами поражения // Научно-аналитический сборник «Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования» Том 2, 2012, - № 3(3). -М. : ФКУ ЦСИ ГЗ МЧС России. с. 50–56.

3. Гришкевич А. А., Кулятин В. П. и др. Принципы применения современных средств и способов комплексной маскировки критически важных объектов. //Материалы XIV НПК «Актуальные проблемы защиты и безопасности». Том 3. СПб: РАН, НПО Специальных материалов. -2011 г.

4. Борисов Е. Г., Евдокимов В. И. Высокоточное оружие и борьба с ним: Учебное пособие.- СПб.: Издательство «Лань», 2013.-496 с.

5. Людвиг В. А. Пассивное противодействие системам наведения высокоточного оружия. - М.: ЛЕНАНД, 2016.-224 с.

6. Малышев В. П. Перспективные направления создания средств комплексной маскировки критически важных объектов экономики// Доклад на круглом столе в рамках научно-технического форума «Армия-2016».

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ МОЩНОСТИ ВЗРЫВОВ ГАЗОПАРОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ В ОТКРЫТОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Гришкевич А. А., к.т.н.; Маньковский Г. И., д.т.н.;
Осокин Р. В., к.п.н.; Ушаков В. С., к.т.н.

ФГБУ «27 НЦ» МО РФ

1. Общие положения

Взрывы газопаровоздушных смесей образуют класс объемных взрывов. Взрывы газопаровоздушных смесей (ГПВС) могут происходить как в помещениях, так и в неограниченном пространстве. Взрывы ГПВС в неограниченном пространстве могут происходить в результате разрушений газопроводов, разлива сжиженного горючего газа, его испарения с переходом горения в детонацию.

Воспламенение облака ГПВС происходит при наличии источника зажигания. При этом возможен переход дозвукового дефлаграционного режима с ускоряющимся пламенем к детонационному сверхзвуковому.

Огненный шар без детонации возникает обычно при горении ГПВС, переобогащенном топливом, а также в некоторых случаях - состава близкого к стехиометрическому.

Сферическая детонационная волна может возникнуть и непосредственно в ГПВС от слабого энергетического источника, например, от искры, если размер облака превышает некоторое критическое значение и в пределах концентраций, указанных в таблице 1 [1].

Таблица 1

Концентрационные (об.%) пределы детонации и воспламенения ГПВС
в неограниченном пространстве и в замкнутых объемах

Горючий компонент	Детонация				Воспламенение	
	неогр. простр.		замкн. объем		нижний	верхний
	нижний	верхний	нижний	верхний		
Ацетилен C ₂ H ₂			4,2	50,0	2,5	80,0
Бутан C ₄ H ₁₀	2,5	5,2	1,98	6,18	1,8	8,4
Водород H ₂			18,3	58,9	4,0	75,0
Пропан C ₃ H ₈	3,0	7,0	2,57	7,37	2,1	9,5
Пропилен C ₃ H ₆	3,5	8,5	3,55	10,40	2,4	11,0
Этан C ₂ H ₆	4,0	9,2	2,87	12,2	3,0	12,4
Метан CH ₄					5,0	15,0

Характеристики взрыва газопаровоздушных смесей приведены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики газопаровоздушных смесей

Горючий компонент	D , м/с	$\rho_{стх}$, кг/м ³	$Q_{m,стх}$, МДж/кг	$Q_{v,стх}$, МДж/м ³	$\gamma_{стх}$	$\mu_{Г}$	$C_{стх}$, об.%	ΔP_2 , МПа
Ацетилен C ₂ H ₂	1990	1,270	3,387	4,329	1,259	26	7,75	2,14
Бутан C ₄ H ₁₀	1840	1,328	2,776	3,684	1,270	58	3,13	1,88
Водород H ₂	1770	0,993	3,425	3,195	1,248	2	29,59	1,20
Метан CH ₄	1750	1,232	2,763	3,404	1,256	16	9,45	1,57
Пропан C ₃ H ₈	1850	1,315	2,801	3,676	1,257	44	4,03	1,89
Пропилен C ₃ H ₆	1840	1,314	2,922	3,839	1,259	42	4,46	1,87
Этан C ₂ H ₆	1800	1,250	2,797	3,496	1,257	30	5,66	1,69
Этилен C ₂ H ₄	1880	1,285	3,010	3,869	1,259	28	6,54	1,91

Для расчета поражающего действия взрывов ГПВС определяют параметры детонационной волны расширяющихся продуктов детонации (ПД) и воздушной ударной волны (ВУВ)

Начальный радиус r_0 , м, полусферического облака ГПВС в зависимости от его объема V_0 , м, определяют по формуле

$$r_0 = \sqrt[3]{3V_0/(2\pi)}. \quad (1)$$

Поскольку согласно закону Авогадро киломоль $\mu_{Г}$ идеального газа занимает объем $V_a = 22,4 \text{ м}^3$, для газовой смеси стехиометрического состава концентрацией $C_{стх}$ и молекулярной массой $\mu_{Г}$ горючей компоненты массы $C_{в}$ запишем приближенную формулу для объема облака

$$V_0 = V_a \cdot \vartheta \cdot C_{в} / (\mu_{Г} \cdot C_{стх}). \quad (2)$$

Значение коэффициента ϑ принимают в зависимости от способа хранения продукта: $\vartheta=1$ - для газов при атмосферном давлении; $\vartheta=0,5$ - для газов, сжиженных под давлением; $\vartheta=0,1$ - для газов, сжиженных охлаждением; $\vartheta=0,02...0,07$ - при растекании легковоспламеняющихся жидкостей.

При взрыве детонационная волна распространяется со скоростью D , м/с, (Q_m - удельная теплота взрыва, Дж/кг)

$$D = \sqrt[2]{2(\gamma^2 - 1)Q_m}, \quad (3)$$

т.е. время полной детонации облака t_b , с, равно

$$t_b = r_0/D. \quad (4)$$

Максимум избыточного давления на фронте детонационной волны (химический пик)

$$\Delta P_1 = 4(\gamma - 1) \cdot Q_m \cdot \rho_{\text{СТХ}} - P_0. \quad (5)$$

Через весьма малый интервал времени τ давление в детонационной волне уменьшается в два раза (так называемая точка Жуге)

$$\Delta P_2 = 2(\gamma - 1) \cdot Q_m \cdot \rho_{\text{СТХ}} - P_0 = \rho_{\text{СТХ}} \cdot D^2/(\gamma + 1) - P_0. \quad (6)$$

Характеристики распространенных газо- и паровоздушных смесей приведены в таблице 2, где приняты обозначения: ΔP_2 - избыточное давление детонационной волны (эффективное давление), $\gamma_{\text{СТХ}}$ - показатель адиабаты продуктов детонации, $\rho_{\text{СТХ}}$ - плотность, $Q_{m,\text{СТХ}}$ и $Q_{v,\text{СТХ}}$ - удельная теплота взрыва по массе и объему смеси соответственно, а индексом «СТХ» помечен стехиометрический состав.

Параметры ударной волны на расстояниях, превышающих размер облака $R_0 \geq r_0$, м, определим по формулам, аппроксимирующим численное решение задачи о детонации пропано-воздушной смеси (Б.Е. Гельфанд и др., 1985 [1,7,8]).

Полученные универсальные зависимости максимума эффективного избыточного давления ΔP_m , Па, и удельного импульса I , Па·с, в ударных волнах от расстояния R от центра взрыва в энергетических координатах удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными для горючих смесей углеводородов с воздухом или кислородом, независимо от состава смеси:

$$\Delta P_m = P_0 \cdot \bar{P}, I = \bar{I} \cdot \sqrt[3]{m_T}, \quad (7)$$

$$\lg \bar{P} = 0,65 - 2,187 \lg \bar{R} + 0,52 (\lg \bar{R})^2, \bar{R} = R/\sqrt[3]{m_T}, \quad (8)$$

$$\lg \bar{I} = 2,11 - 0,97 \lg \bar{R} + 0,44 (\lg \bar{R})^2. \quad (9)$$

Здесь m_T - тротильный эквивалент наземного взрыва полусферического облака ГПВС, кг,

$$m_T = 2m \cdot Q_{m\text{СТХ}}/Q_T, \quad (10)$$

где $m = \rho_{\text{СТХ}} \cdot V_0$ - масса горючего облака, кг; Q_T - удельная теплота взрыва тротила (принята 4,184 МДж/кг); P_0 - атмосферное давление, Па, ($P_0 = 1,013 \cdot 10^5$ Па).

Для сшивания параметров на границе облака величина r_0 заменяется на близкое значение R_0 , определяемое из условия непрерывности функции $\Delta P_m(R)$ в точке:

$$R_0 = 10^\alpha \cdot \sqrt[3]{m_T}, \alpha = K_1 - \sqrt[2]{K_1^2 - A}, \quad (11)$$

$$K_1 = 1,09/0,52, A = 1,25 - \lg(\Delta P_2/P_0)/0,52.$$

Эффективное время θ , с, действия фазы сжатия ударной волны с давлением, аппроксимируемым треугольником, определяется по формуле

$$\theta = 2 \cdot I/\Delta P_m. \quad (12)$$

В качестве критерия мощности поражающего действия (МПД) объемно-детонирующего взрыва выбрана площадь приведенной зоны поражения человека с учетом степени его защищенности и времени потери работоспособности.

К объемно-детонирующим взрывам относятся взрывы ГПВС или облака топливо-воздушной смеси (ТВС), поражающее действие которых обусловлено действием воздушной ударной волны (ВУВ), генерируемой при детонации облака ТВС, образующегося при диспергировании горючего (как правило, углеводородного) в аэрозольное или газообразное состояние. За рубежом такие взрывчатые системы носят название FAE (Fuel Air Explosive).

Параметры ВУВ определяются энергетическими и физико-химическими характеристиками горючего, условиями формирования топливо-воздушного облака у цели и возбуждения в нем взрывного процесса в детонационном режиме. Реализация энергии аэрозольного заряда может осуществляться по двум основным технологическим схемам:

по двухтактной, где сначала формируется топливо-воздушное облако, а затем через некоторое время в нем возбуждается с помощью инициирующего заряда реакция химического превращения топлива в режиме детонации (объемно-детонирующий взрыв - ОДВ);

по одноконтной схеме, в которой реакция химического превращения топлива протекает под действием ударной волны (УВ), образованной диспергирующим зарядом (объемный взрыв).

Объемно-детонирующие взрывы наиболее часто происходят при авариях с веществами, относящимся к различным классам органических соединений: непредельным углеводородам (1,3 - пентадиен); органическим окисям (окись пропилена); циклическим соединениям; рецептуры пастообразных композиций, в основу которых входят углеводороды с добавками порошков металлического горючего и промотирующие добавки.

Проведенные исследования позволили выявить характерные черты газового взрыва, основными из которых являются: малая доля энергии, уходящая в воздушную УВ (примерно половина от полной выделившейся энергии при детонационном взрыве); очень резкий спад давления вблизи заряда при взрыве в режиме детонации; формирование волны сжатия при сгорании зарядов, которая по мере распространения трансформируется в ударную волну.

Обработка полученных опытных данных позволила авторам [2] предложить эмпирические зависимости для основных параметров воздушной УВ при детонации сферических зарядов топливо-воздушных смесей на основе метода энергетического подобия, который согласуется с вышеизложенным подходом к оценке параметров ВУВ (Б.Е. Гельфанд и др. [7,8]).

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta P_m = 0,06 \cdot E_0^{1/3} / r + 0,014 \cdot E_0^{2/3} / r^2 + 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{E_0}{r^3}, \text{ при } r/E_0^{1/3} > 0,3, \\ \Delta P_m = 0,052 \cdot (E_0^{1/3} / r)^{1,7}, \text{ при } 0,08 \leq r/E_0^{1/3} \leq 0,3, \\ i = 9,5 \cdot 10^{-2} \cdot E_0^{2/3} / r, \text{ при } 0,1 \leq r/E_0^{1/3}, \\ \tau = 0,35 \cdot E_0^{1/6} \cdot r^{1/2}, \text{ при } 0,1 \leq r/E_0^{1/3}. \end{array} \right. \quad (13)$$

Здесь: E_0 - полная энергия взрыва в ккал; r - расстояние от центра заряда в м; ΔP_m - максимальное избыточное давление на фронте УВ в атм.; i - удельный импульс избыточного давления фазы сжатия в кгс·с/м²; τ - длительность фазы сжатия в мс.

Время задержки подрыва облака ТВС определяется временем испарения основной массы аэрозоля горючего, для больших емкостей, например баллонов, содержащих более 100...200 кг горючего, это время может составлять 80...120 мс.

Отличительной особенностью объемного взрыва ТВС является высокое поражающее действие по людям в укрытиях и сооружениях за счет высокого избыточного давления в облаке ОДС и его сплошности, а также способности его «затекать» внутрь негерметичных сооружений

Рассмотрим основные закономерности поражения человека в результате воздействия ПФ ВУВ при взрыве объемно-детонирующих систем.

2. Закономерности поражения человека ВУВ при взрыве объемно-детонирующих систем

Закон поражения, выражающий зависимость вероятности поражения цели от удаления точки разрыва от цели, называют координатным законом поражения (КЗП).

Универсальный подход к оценке поражающего действия ВУВ, основанный на результатах исследований последних лет, был предложен специалистами ВАА им. М.И. Калинина и ВМедА им. С.М. Кирова. Данный подход заключается в том, что в качестве основной характеристики ВУВ, определяющей эффект первичного поражения человека, принимается эффективная удельная энергия ВУВ, отнесенная к единице поверхности и представляющая собой суммарную удельную избыточную механическую энергию воздушных потоков, пришедших к цели вслед за фронтом ВУВ [3,4].

Значение среднепоражающего давления на фронте ВУВ зависит от длительности фазы сжатия, особенно сильно при длительностях до 10 мс.

Поэтому наиболее общей и универсальной характеристикой ВУВ является удельная энергия взрыва, представляющая собой суммарную удельную избыточную механическую энергию воздушных потоков, пришедших вслед за фронтом ВУВ. Удельная энергия определяется по формуле [3]

$$E_{уд} = \int_0^t \frac{P(t) \cdot u(t)}{(k-1)} \cdot dt + \int_0^t \frac{\rho(t) \cdot u(t)^3}{2} dt, \quad (14)$$

где: $E_{уд}$ - удельная энергия взрыва, Дж/м²;

$P(t)$ - избыточное давление, Па;

$\rho(t)$ - плотность воздуха в зависимости от времени, кг/м³;

$u(t)$ - массовая скорость воздуха, м/с;

t - длительность фазы сжатия ВУВ, с;

k - показатель ударной адиабаты воздуха ($k=1,4$).

Учитывая отсутствие поражения при действии подпороговых значений удельной энергии ВУВ и зависимость среднепоражающего значения удельной энергии ВУВ от длительности фазы сжатия ВУВ, был доработан параметрический закон поражения. Полученные зависимости позволяют оценивать вероятность поражения человека по 5-ти степеням тяжести в зависимости от величины воздействующей эффективной удельной энергии и длительности фазы сжатия ВУВ. Данные зависимости имеют следующий вид [10]:

$$P_{\text{УСЛ}}^i = 1 - \exp\left[-\left(\left(k_o \cdot E_{\text{эф.уд}}/k_{\text{э}}/E_{i0,5}\right) - a\right)/b\right]^3, \quad (15)$$

где: $P_{\text{УСЛ}}^i$ - условная вероятность поражения по i -типу поражения;

$k_{\text{э}}$ - эмпирический коэффициент ориентации человека;

k_o - коэффициент ослабления энергии ударной волны;

a, b - коэффициенты, зависящие от степени тяжести поражения;

t^+ - длительность фазы сжатия, мс;

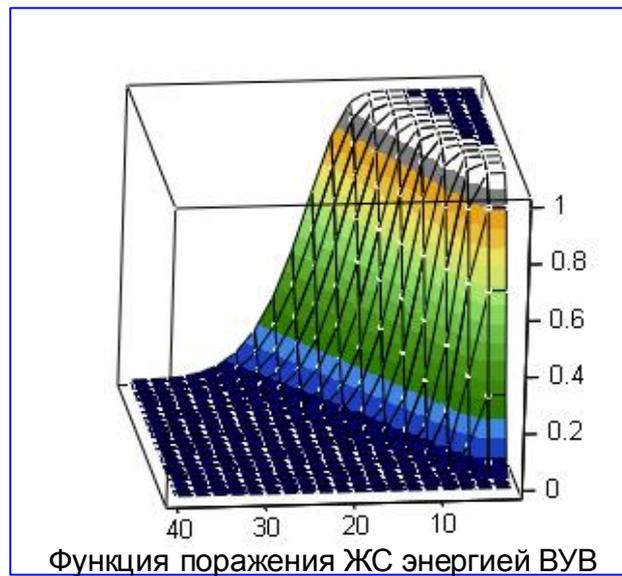
$E_{\text{эф.уд}}$ - эффективная удельная энергия ВУВ, кДж/м²;

$E_{i0,5}$ - эффективная удельная энергия ВУВ, вызывающая поражение i -ой степени тяжести, с вероятностью, равной 0,5, кДж/м².

$$E_{i0,5} = f_i \text{ при } 2 \leq t^+ \leq 5 \text{ мс};$$

$$E_{i0,5} = c_i + d_i \cdot t^+ \text{ при } 2 \leq t^+ \leq 5 \text{ мс}.$$

График трехмерной функции поражения живой силы в зависимости от величины удельной эффективной энергии ВУВ и длительности фазы сжатия приведен на рисунке 1.



S, S

Рис. 1. Параметрическая функция поражения живой силы в зависимости от величины удельной эффективной энергии ВУВ и длительности фазы сжатия

Коэффициенты для расчета различных степеней тяжести поражения приведены в таблице 3.

Таблица 3

Коэффициенты для расчета различных степеней тяжести поражения человека ВУВ

Степень тяжести поражения	a_i	b_i	c_i	d_i	f_i
1 (E)	0	1,13	0	20,5	103
2 (Д)	0,55	0,508	21	25,7	150
3 (С)	0,55	0,508	64	34,3	236
4 (В)	0,55	0,508	139	47,2	357
5 (А)	0,55	0,508	244	61,8	553

При однократном воздействии ВУВ потери пострадавших определяются удельной энергией этой ВУВ. При одновременном и многократном воздействии ударных волн различной интенсивности нанесение ущерба людям находят через эффективную суммарную удельную энергию всех воздействующих волн. Максимальный интервал времени учета воздействия ПФ ВУВ не должен превышать периода морфофизиологического, психофизиологического и психического восстановления организма.

3 Параметры воздушной ударной волны объемно-детонирующего взрыва

Основными параметрами ВУВ, определяющими ее поражающее действие на человека и разрушающее по материальным объектам, являются: избыточное давление на фронте ВУВ, импульс положительной фазы сжатия, длительность фазы сжатия и эффективная удельная энергия ВУВ.

Профили изменения основных параметров ВУВ при взрыве объемно-детонирующих систем отличаются от аналогичных зависимостей для случая конденсированных взрывчатых веществ (КВВ), описываемых по формулам *М. А. Садовского* и ГОСТ В-25.801-83 [6].

Зависимости параметров ВУВ для случая наземного взрыва объемно-детонирующих систем были получены на основе метода энергетического подобия взрыва и теории размерностей [1, 7, 8], численные значения коэффициентов в уравнениях получены методом регрессионного анализа многочисленных экспериментальных данных отечественных и зарубежных исследователей, в которых масса заряда горючего изменялась в пределах от 3 до 1000 кг.

Получены зависимости основных параметров ВУВ (избыточного давления на фронте, импульса давления фазы сжатия и длительности фазы сжатия) от расстояния. Данные выражения построены в виде преобразований Сахса и имеют следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta P_{\phi} / P_0 = 1,1 \left(R \cdot P_0^{1/3} / E^{1/3} \right)^{-2,3} \quad \text{при } 0,54 \leq R \cdot P_0^{1/3} / E^{1/3} \leq 1,81, \\ I^+ \cdot a_0 / (E^{1/3} \cdot P_0^{1/3}) = 0,084 \left(R \cdot P_0^{1/3} / E^{1/3} \right)^{-0,94}, \\ \tau^+ \cdot a_0 \cdot P_0^{1/3} / E^{1/3} = 0,201 \left(R \cdot P_0^{1/3} / E^{1/3} \right)^{0,5}, \end{array} \right. \quad (16)$$

где: ΔP_{ϕ} - избыточное давление на фронте ВУВ, Па;

P_0 - атмосферное давление, Па;

a_0 - скорость звука в невозмущенной атмосфере ($a_0=340$ м/с), м/с;

E - полная энергия взрыва облака ТВС ($E=M_c \cdot Q_{взр}$), Дж;

M_c - масса горючего, кг;

$Q_{взр}$ - удельная теплота взрыва горючего, Дж/кг;

τ^+ - длительность фазы сжатия, с;

I^+ - импульс давления фазы сжатия, Па·с;

R - расстояние от центра облака, м.

Значения эффективной удельной энергии ВУВ (в кДж/м²) рассчитываются по уравнению (5) по значению избыточного давления на фронте ВУВ (в изб. атм) и длительности фазы сжатия (в мс) со средней относительной ошибкой, не превышающей 1 % (по сравнению с результатами численного интегрирования):

$$\begin{cases} E_{\text{эф.уд}} = [20,71 \cdot \bar{P}_\phi^{1,97} \cdot \exp(-0,58 \cdot \bar{P}_\phi)] \cdot t^+, \text{ при } \bar{P}_\phi \leq 1,0, \\ E_{\text{эф.уд}} = (-8,52 + 24,77 \cdot \bar{P}_\phi - 2,05 \cdot \bar{P}_\phi^2 + 0,18 \cdot \bar{P}_\phi^3 - 3,86 \cdot 10^{-3} \cdot \bar{P}_\phi^4) \cdot t^+, \\ \text{при } 1,0 \leq \bar{P}_\phi \leq 20. \end{cases} \quad (17)$$

Поражение человека рассчитывается через приведенную площадь поражения. Принимая допущение, что в точках, равноудаленных от центра взрыва, поражающие характеристики ВУВ имеют одинаковые параметры, а приведенная площадь поражения имеет форму круга, можно рассчитать ее значение по формуле

$$S_{\text{пр}} = \pi \cdot R_0^2 + \pi \cdot \sum_{i=0}^n (R_{i+1}^2 - R_i^2) \cdot \left(\frac{P_i + P_{i+1}}{2}\right), \quad (18)$$

где: R_0 - радиус от центра взрыва, где вероятность поражения цели равна 1, м;
 n - количество точек, разбивающих оставшуюся площадь поражения, шт.;
 R_{i+1} - радиус от центра взрыва до очередной точки, м;
 P_{i+1}, P_i - граничные вероятности поражения.

4. Пример расчета взрыва газозвушной смеси пропана

Исходные данные	Значение величины
Тип горючего	сжиженный пропан
Масса сжиженного пропана	1000 тонн
Удельная теплота взрыва стехиометрической смеси с воздухом	2,801 МДж/кг
Удельная плотность стехиометрической смеси с воздухом	1,315 кг/м ³
Атмосферное давление (нормальное)	1,013 · 10 ⁵ Па
Скорость звука	340 м/с
Концентрация стехиометрической смеси с воздухом	4,03 %, об.
Киломоль	44 кг
Коэффициент ϑ для сжиженных газов	0,5
Показатель адиабаты газозвушной смеси	1,257
1. Расчет объема облака газозвушной смеси пропана	
$V_0 = V_a \cdot \vartheta \cdot C_v / (\mu_r \cdot C_{\text{СТХ}}), 22,4\text{ м}^3 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 10^6 \text{ кг} / (44 \text{ кг} \cdot 0,0403)$	6316264 м ³
2. Расчет радиуса облака газозвушной смеси пропана	
$r_0 = \sqrt[3]{3V_0 / (2\pi)} = (3 \cdot 6316264 / 2\pi)^{1/3} = 144 \text{ м}$	144 м
3. Расчет скорости детонации газозвушной смеси пропана	
$D = \sqrt{2(\gamma^2 - 1)Q_m} = (2 \cdot (\gamma^2 - 1) \cdot Q_m)^{1/2} = (2(1,257^2 - 1)2,801 \cdot 10^6) = 1803 \text{ м/с}$	1803 м/с
4. Время полной детонации облака	
$t_B = r_0 / D = 144 / 1803 = 79,9 \text{ мс.}$	79,9 мс
5. Избыточное давление на фронте детонационной волны (макс)	
$\Delta P_1 = 4(\gamma - 1) \cdot Q_m \cdot \rho_{\text{СТХ}} - P_0 = 4(1,257 - 1)2,801 \cdot 10^6 \cdot 1,315 - 0,1 \text{ МПа} =$	3,685 МПа

Исходные данные

Значение величины

6. Избыточное давление на фронте детонационной волны

$$\Delta P_2 = 2(\gamma - 1) \cdot Q_m \cdot \rho_{\text{СТХ}} = 1,843 \text{ МПа}$$

1,843 МПа

7. Расчет тротилового эквивалента наземного взрыва облака ГПВС

$$m_T = 2m \cdot Q_{\text{мСТХ}}/Q_T, m = \rho_{\text{СТХ}} \cdot V_0$$

$$2 \cdot 1,315 \cdot 6,316 \cdot 10^6 \cdot 2,801 \cdot 10^6 / (4,184 \cdot 10^6) = 1,11 \cdot 10^7 \text{ кг}$$

1,11 · 10⁷ кг
(11,1 кт)8. Параметры ударной волны при $R > r_0$ определим по формулам (7–9)

$$\Delta P_m = P_0 \cdot \bar{P}, I = \bar{I} \cdot \sqrt[3]{m_T}, \quad (7)$$

$$\lg \bar{P} = 0,65 - 2,187 \lg \bar{R} + 0,52 (\lg \bar{R})^2, \bar{R} = R / \sqrt[3]{m_T}, \quad (8)$$

$$\lg \bar{I} = 2,11 - 0,97 \lg \bar{R} + 0,44 (\lg \bar{R})^2. \quad (9)$$

$$R_0 = 10^\alpha \cdot \sqrt[3]{m_T}, \alpha = K_1 - \sqrt{K_1^2 - A},$$

$$R_0 = 123 \text{ м} \quad (11)$$

$$K_1 = 1,09/0,52, A = 1,25 - \lg(\Delta P_2/P_0)/0,52.$$

9. Расчет параметров ударной волны при R_0 Избыточное давление на фронте ВУВ при R_0

$$\Delta P_m = 18 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Удельный импульс на расстоянии R_0, I_0

$$I_0 = 54780 \text{ Па}\cdot\text{с}$$

Эффективное время фазы сжатия θ_0

$$\theta_0 = 0,0608 \text{ с}$$

Значения параметров ВУВ (избыточное давление на фронте ВУВ, импульс фазы сжатия, длительность фазы сжатия и удельная эффективная энергия) при взрыве облака ГПВС (1000 тонн пропана) для различных расстояний приведены в таблице 4.

Таблица 4

Значения параметров ВУВ (избыточное давление на фронте ВУВ, импульс фазы сжатия, длительность фазы сжатия и удельная эффективная энергия) при взрыве облака ГПВС (1000 тонн пропана) от расстояния до центра облака

$R, \text{ м}$	$\Delta P_m, \text{ атм}$	$I, \text{ Па}\cdot\text{с}$	$\theta, \text{ мс}$	$E_{\text{эф.уд}}, \text{ кДж/м}^2$
150	11,025	43520	77,9	15550
200	5,687	32020	111,2	10560
300	2,383	21920	181,6	7461
400	1,345	17410	255,5	5472
500	0,886	14880	331,6	3235
600	0,640	13270	409,3	2428
700	0,492	12170	488,2	1880
800	0,395	11370	567,9	1503
900	0,328	10770	648,3	1235
1000	0,279	10310	729	1040

Графики зависимостей параметров ВУВ (избыточное давление на фронте ВУВ, импульс фазы сжатия, длительность фазы сжатия и удельная эффективная энергия) при взрыве облака ГПВС (1000 тонн пропана) от расстояния до центра облака приведены на рисунке 2.

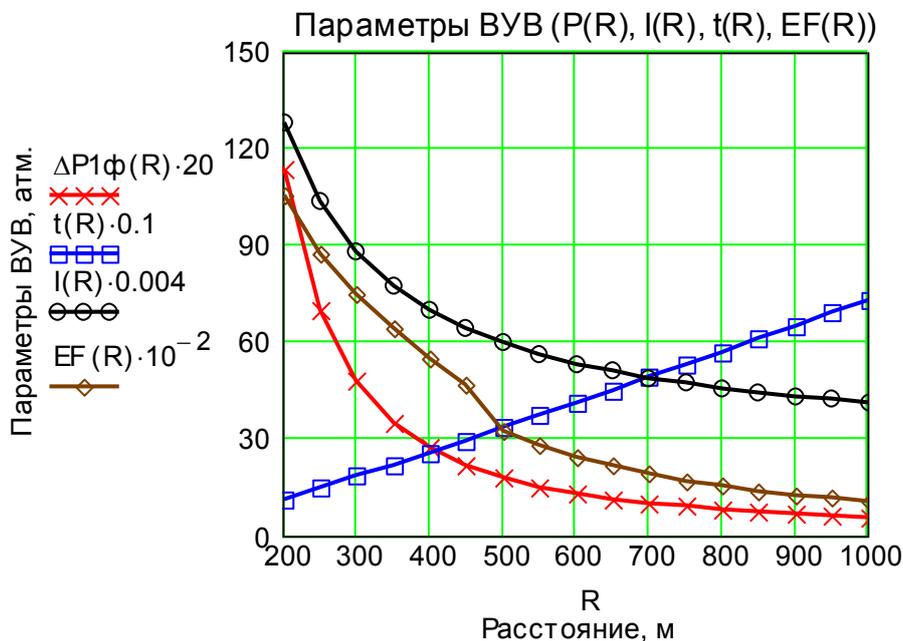


Рис. 2. Зависимости параметров ВУВ от расстояния для взрыва ГПВС пропана (1000 тонн)

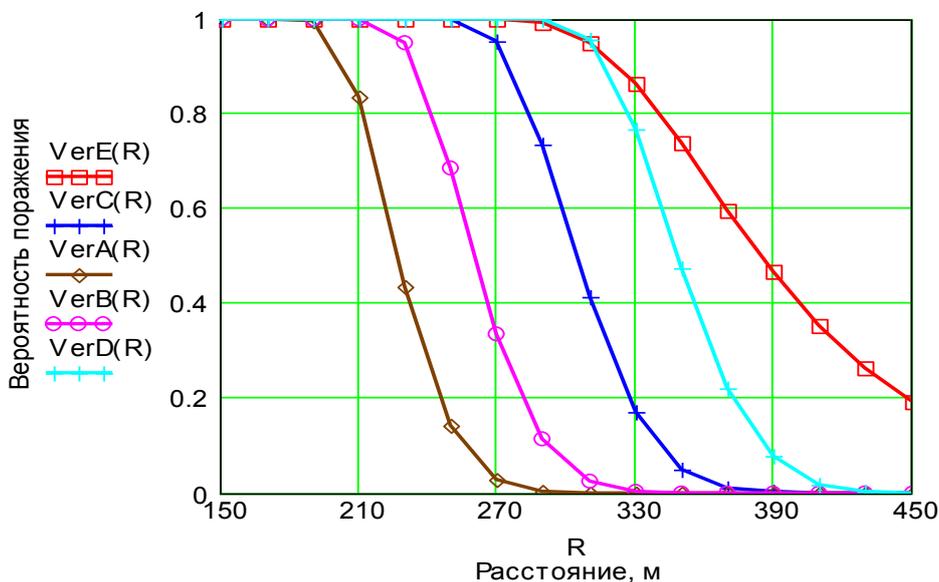


Рис. 3. Вероятность поражения человека от расстояния по типам: А, В, С, Д, Е

10. С другой стороны в учебном пособии [1] приведена классическая схема сравнения мощности взрыва полусферических зарядов на поверхности земли: КВВ (тротил) и полусферического облака ГПВС (пропан), приводящие к практическому удвоению мощности за счет отражения ВУВ. Учитывая, что пропан при молекулярной массе 44 у.е., по сравнению с воздухом (не менее 29 у.е.), при естественном испарении не будет, как правило, подниматься на высоту более 150 м, как приведено в решении [1], то

можно принять, что высота облака пропана не будет превышать 5...6 м, что составит площадь распространения для объема ГПВС $6,316 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ около $1,148 \cdot 10^6 \text{ м}^2$.

Таким образом, на площади одного км^2 , при инициировании КВВ или случайной искре с необходимой энергией инициирования, может произойти объемно-детонирующий взрыв с величиной избыточного давления на фронте ВУВ не менее 12...15 атм, что приведет к 100 % поражению людей со степенью не ниже смертельной и тяжелой, что может составить по мощности взрыва не менее 10 килотонн в тротиловом эквиваленте (по ударной волне эффект сопоставим с взрывом ядерного заряда).

Выводы

1. Систематизированы результаты исследований по поражающему действию воздушных ударных волн при взрывах ГПВС. На основе анализа отечественных и зарубежных данных разработана универсальная параметрическая функция поражения человека в зависимости от удельной энергии, воздействующей на него ВУВ для всех общепринятых типов поражения.

2. Получены эмпирические зависимости основных параметров ВУВ (избыточного давления во фронте ВУВ, импульса фазы сжатия, длительности фазы сжатия и удельной энергии) от расстояния в едином приведенном виде на основе универсального метода энергетического подобия.

3. Разработана методика расчета мощности поражающего действия по человеку различной степени укрытости для всех общепринятых типов поражения. Основой методики является разработанный универсальный алгоритм на основе метода энергетического подобия, обеспечивающего широкий интервал использования методики в зависимости от характеристик заряда ТВС. Приведен пример численного расчета параметров объемного взрыва ГПВС, показывающий высокую сходимость с экспериментальными результатами. Мощность взрыва облака ГПВС более 1000 тонн сжиженного природного газа по воздушной ударной волне будет сопоставима с мощностью взрыва ядерного оружия около 10 килотонн.

Список использованных источников

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Учебное пособие в 4-х книгах. Книга 1. /Под ред. В. А. Котляревского. - М., Издательство АСВ/ 1995. - 320 с. с ил.

2. Физика взрыва. /Под ред. Л. П. Орленко. - Изд. 3-е, переработанное. - В 2 т., Т.1 - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 832 с.

3. Кудрин И. Д., Филатов А. И., Крюков А. П. Патоморфологическая классификация поражений биологических объектов и прогностическая военно-медицинская оценка поражений живой силы от воздушной ударной волны взрыва неядерных боеприпасов. - Л.: ВМедА, 1985.- 47 с.

4. White C. S. The scope of blast and shock biology and problem areas in relating physical and biological parameters. - Annals of the New York Academy of Sciences, 152, Article 1, p.p. 89–102. Lovelace Foundation for Medical Education and Research, Albuquerque, New Mex., 1968.

5. Взрывные явления. Оценка и последствия: в 2-х книгах. Пер. с англ./Бейкер У., Кокс П. Под редакцией Зельдовича Я. Б. - М.: Мир., 1986. -319 с.

6. Садовский М. А. Механическое действие воздушных ударных волн взрыва по данным экспериментальных исследований. / В сборнике физика взрыва № 1 - М.: АН СССР, 1952.

7. Гельфанд Б. Е., Сильников М. В. Баротермическое действие взрывов. СПб.: Астерион, 2006. - 658 с, ил.

8. Гельфанд Б. Е., Сильников М.В. Объемные взрывы: монография. - СПб.: Астерион, 2008. - 374 с, илл.

9. Средства поражения и боеприпасы: Учебник для втузов/ А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов и др. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 984 с, ил.

10. Маньковский Г. И., Сальников А. Л., Ушаков В. С. Оценка параметров воздушной ударной волны при взрывах пиротехнических изделий и ее воздействие на человека // Современные проблемы пиротехники (Материалы III Всероссийской конференции). - Сергиев Посад, ФНПЦ «НИИ прикладной химии», 2005, с. 117–119.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПРОЛИВОВ АВАРИЙНО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ КАК ПРЕВЕНТИВНАЯ МЕРА РЕАГИРОВАНИЯ НА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

*Гришкевич А. А., к.т.н.; Терновой А. В., к.т.н.;
Бырька А. А., к.х.н., Батинов Д. С.*

ФГБУ «27 научный центр» Министерства обороны Российской Федерации

В России в настоящее время насчитывается свыше трех тысяч химически опасных объектов (ХОО), в сфере производства которых используются АХОВ в количествах, представляющих в случае аварии (диверсии, террористического акта) опасность для личного состава частей и подразделений Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ), расположенных неподалеку от места чрезвычайной ситуации. Кроме того, ежедневно перевозятся тонны химически опасных грузов железнодорожным и автомобильным транспортом, случайная авария (диверсия, террористический акт) которых вблизи расположения воинской части является потенциальной опасностью для личного состава воинских контингентов.

Поэтому локализация и обезвреживание постоянного источника химического заражения (разлившегося АХОВ) является одной из первостепенных задач по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, а кроме того, является превентивной мерой нераспространения поражающих факторов вторичного облака АХОВ.

- обвалование разлива;
- засыпка разлившегося АХОВ сыпучими сорбентами;
- разбавление разлива водой;

При этом способы локализации и обезвреживания источников химического заражения и технологии их выполнения должны соответствовать следующим основным требованиям: [1]

- обеспечивать решение поставленной задачи в возможно короткие сроки с меньшими затратами;
- не вызывать появления новых факторов, опасных для людей, окружающей среды и затрудняющих выполнение поставленной задачи.
- простота использования;
- снижение уровня концентрации широкого диапазона АХОВ до пороговых значений;

В связи с тем, что в воинских частях ВС РФ не предусмотрены штатные технические средства по реагированию на чрезвычайные ситуации, связанные с проливами АХОВ, авторами был поставлен вопрос о возможности создания таких средств.

Требования к пенным экранам определились следующие:

- защитные свойства от максимального количества АХОВ;
- максимальный температурный диапазон применения.

АХОВ могут обладать различными химико-токсическими свойствами, что вынуждает варьировать методы, представленные ранее (обваловка, использование воды, загустителей), в зависимости от типа АХОВ. Напротив, пенный экран должен обла-

дать универсальными свойствами к любому типу АХОВ, выполняя условие по времени защитного действия (не менее 2 часов). Выигранное время в 2 часа позволит оценить обстановку, осуществить все мероприятия по оповещению личного состава воинской части, соответствующих федеральных органов исполнительной власти, которые успеют прибыть для устранения очага заражения.

Требования к оборудованию применения пенных экранов определились следующие:

- унификация применения.

Унификация применения необходима в связи с разным масштабом аварии. Поэтому пена должна быть использована как на ручных технических средствах применения (ранец), так и на механических транспортных средствах применения (на базе МТЛБ, КамАЗа и др.)

Исследования защитных свойств выбранной пены были проведены авторами на базе 27 Научного центра.

Перечень АХОВ, на которых исследовались защитные свойства пены СДКП, был определен авторами в соответствии с их распространенностью на химически опасных объектах и в соответствии с максимально спектром химических свойств веществ, относящихся к классу соединений: аммиак, хлор, хлороформ, хлористый водород, ацетальдегид, гексан, бензол.

В соответствие с методикой [2], в эксикатор с краном, либо в мерный стеклянный стакан в виде усеченного конуса высотой 170 мм, диаметром нижнего основания (дна) 90 мм, диаметром верхнего основания 120 мм, с мерной шкалой от 0 до 1000 мл с ценой деления 50 мл наливали одно из исследуемых веществ объемом 50 мл (рисунок 1).



Рис. 1. Внесение АХОВ в эксикатор

Далее выполнялась выемка свежеприготовленной пены СДКП с помощью отборника (рисунок 2).

Необходимый объем отобранной пены на основе СДКП погружался в эксикатор поверх одного из шести образцов АХОВ. Таким образом формировался в эксикаторе исследуемый пенный экран (рисунок 3).

С целью исследования динамики изменения концентрации паров АХОВ над пенным экраном на основе СДКП, в первый день выполнялись последовательно шесть измерений концентрации с интервалом времени равным одному часу (рисунок 4).

Через 24 часа серия экспериментов была продолжена. Всего было проведено три измерения с интервалом времени равным одному часу с одинаковыми образцами АХОВ. Вместо эксикатора для формирования пенного экрана использовался лабораторный мерный стакан. Далее выполнялось по три измерения, с каждым из семи исследуемых образцов АХОВ, массовой концентрации паров АХОВ над пенным экраном с интервалом времени равным одному часу.

После формирования твердой фазы защитного пенного экрана, с целью исключения влияния краевого эффекта на результаты испытаний, а именно, проскока паров вещества в местах сопряжения композиции СДКП со стенкой мерного стакана, на слой пены, соосно с мерным стаканом с заглублением на 50 мм, устанавливается тонкостенный пластиковый цилиндр диаметром 80 мм с резьбовой горловиной высотой от основания до верхнего среза горловины равной 150 мм. Таким образом, толщина исследуемого пенного экрана над поверхностью АХОВ составляла 100 мм, а объем воздуха под пластиковым цилиндром $V_{\text{цил}}$ составлял 400 мл [2].

Результаты определения расчетных массовых концентраций паров веществ представлены в таблице 1 [2].

Представленные в таблице 1 результаты позволяют оценить защитные свойства пенных экранов на основе СДКП применительно к типовым представителям АХОВ. Критерием такой оценки является время защитного действия слоя пенного экрана заданной толщины, в течение которого расчетная массовая концентрация паров АХОВ не превышает максимально разовую предельно допустимую концентрацию для рабочей зоны $\text{ПДК}_{\text{рзмр}}$. Таким образом, пена СДКП может быть использована в воинских частях как средство по реагированию на чрезвычайные ситуации, связанные с разливами АХОВ, при условии проведения дополнительных натурных испытаний и разработки соответствующих технических средств применения.



Рис. 2. Выемка свежеприготовленной пены на основе СДКП



Рис. 3. Исследуемые образцы АХОВ и СДКП в эксикаторах, помещенные в вытяжной шкаф



Рис. 4. Определение концентрации АХОВ по изменению окраски наполнителя индикаторной трубки

Таблица 1

Результаты определения расчетных массовых концентраций паров веществ

№ п/п	Вещество	Объем прокачиваемого воздуха, мл	Диапазон измерений ИТ, мг/м ³	Коэффициент К	Дата и время измерений, расчетная массовая концентрация паров веществ, мг/м ³										ПДК _{рзвр} , мг/м ³	Класс опасности
					12.05.2016							13.05.2016				
1	Аммиачная вода	900	2–30	2,51	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	11.00	12.00	13.00	20	4
					≤2	≤2	≤2	≤2	≤2	≤2	≤2	20,1	20,1	20,1		
2	Ацетальдегид	2000	2–50	5,03	11.05	12.05	13.05	14.05	15.05	16.05	17.05	11.05	12.05	13.05	5	3
					≤2	≤2	≤2	10,1	10,1	10,1	10,1	≥50	≥50	≥50		
3	Бензол	800	5–250	2,31	11.10	12.10	13.10	14.10	15.10	16.10	17.10	11.10	12.10	13.10	15	2
					≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5		
4	Гексан	1500	10–100	3,84	11.15	12.15	13.15	14.15	15.15	16.15	17.15	11.15	12.15	13.15	900	4
					≤10	≤10	≤10	≤10	≥100	≥100	≥100	≥100	≥100	≥100		
5	Хлороформ	900	10–200	2,51	11.20	12.20	13.20	14.20	15.20	16.20	17.20	11.20	12.20	13.20	10	2
					≤10	≤10	≤10	≥200	≥200	≥200	≥200	≥200	≥200	≥200		
6	Хлористый водород	600	2–150	1,93	11.25	12.25	13.25	14.25	15.25	16.25	17.25	11.25	12.25	13.25	5	2
					≤2	≤2	≤2	≤2	≤2	≤2	≤2	≤2	≤2	≤2		

Выводы:

1. Проведен анализ вариантов локализации проливов АХОВ.
2. Определены преимущества применения пенных экранов для локализации проливов АХОВ как превентивной меры по защите частей ВС РФ от поражающих факторов вторичного облака.
3. Определены требования, предъявляемые к пенным экранам и оборудованию применения.
4. В результате эксперимента на базе 27 НЦ установлена возможность использования СДКП в качестве пенного экрана для локализации проливов АХОВ.

Таким образом, применение пенных экранов для формирования защитных покрытий на поверхности пролива опасных химических веществ с целью недопущения заражения территории за пределами очага аварии, как превентивная мера по реагированию на развитие чрезвычайной ситуации, - является современной и актуальной задачей всего комплекса (системы) по предотвращению чрезвычайных происшествий.

Список использованных источников

1. Методические рекомендации по ликвидации последствий радиационных и химических аварий // Часть 2. Ликвидация последствий химических аварий / В. А. Владимиров, А. Г. Лукьянченков, К. Н. Павлов, В. А. Пучков, Р. Ф. Садилов, А. И. Ткачев. Под общей ред. доктора технических наук В. А. Владимирова. - М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС, 2004. - 340 с.
2. Исследования защитных характеристик пенных экранов на основе специализированной двухкомпонентной композиции. Отчет о НИР, шифр «Бюро-Экран», М.: 27 НЦ МО РФ, 2016. - 50 с.
3. Куприн Д. С. Повышение эффективности взрывопожаропредотвращения путем применения быстротвердеющей пены на основе структурированных частиц кремнезема / Г. Н. Куприн, И. М. Абдурагимов, А. В. Виноградов. - Электрон. Текстовые дан. - доступ свободный http://www.sopot.ru/russian/tverd_pena.html.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЗМА НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАДЗОРА ЗА ОБЕСПЕЧЕНИЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ В АВИАПРЕДПРИЯТИЯХ

Кривда К. А.

Федеральная служба по надзору в сфере транспорта

Введение

Чрезвычайная ситуация - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Катастрофы воздушных судов вызывают человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Классификация чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера регламентирована постановлением Правительства Российской Федерации от 21.05.2007 № 304.

Основной целью государственного надзора за обеспечением безопасности полетов является предотвращение возникновения авиационных происшествий.

Переход государственного надзора за обеспечением безопасности полетов от периодических проверок к механизму непрерывного мониторинга (далее - МНМ), который в международной гражданской авиации регулируется «Руководством по непрерывному мониторингу в рамках универсальной программы проверок организации контроля за обеспечением безопасности полетов» (Doc 9735 AN/960) и «Руководством по организации контроля за обеспечением безопасности полетов» (Doc 9734 AN/959).

Эффективность проведения государственного надзора за обеспечением безопасности полетов в отношении авиапредприятий зависит от метода выбора субъектов надзора и наличия необходимых средств и информации по состоянию безопасности полетов в поднадзорных Федеральной службе по надзору в сфере транспорта (далее - Ространснадзор) авиапредприятиях. Поэтому для Ространснадзора вопрос использования МНМ при осуществлении государственного надзора за авиапредприятиями имеет ключевое значение.

Основная часть

В настоящее время Ространснадзором используется метод надзора в отношении авиапредприятий, главным критерием которого является истечение 2-х лет с момента проведения крайней плановой проверки. Данное требование регламентировано статьей 28 Воздушного кодекса Российской Федерации, при этом используемый метод не учитывает оценки рисков в отношении авиапредприятий, которые планируется проверять.

Использование планового подхода при проведении государственного надзора не обеспечивает в полной мере эффективного выбора субъекта надзора и соответственно возникает риск проверки авиапредприятия, в котором риск возникновения авиационного события находится на приемлемом уровне, в то время как авиапредприятие, в котором риск находится выше приемлемого уровня, останется вне зоны видения Ространснадзора.

Методика осуществления надзора, используемая в настоящее время (плановая надзорная деятельность) имеет ряд критических недостатков:

- 1) отсутствие возможности выбора субъекта надзора, в котором риск возникновения авиационного происшествия находится выше приемлемого уровня;
- 2) значительные административные и финансовые издержки, как надзорных органов, так и авиапредприятий, при проведении надзора в отношении авиапредприятий, у которых уровень безопасности полетов находится на приемлемом уровне;
- 3) отсутствие возможности отслеживания разработки и выполнения корректирующих мероприятий в авиапредприятиях, в отношении которых был проведен государственный надзор и выявлены нарушения;
- 4) неэффективное использование трудовых, материальных и финансовых ресурсов, при осуществлении государственного надзора.

МНМ представляет собой метод государственного надзора, основанный на получении от субъектов надзора и других заинтересованных сторон информации о безопасности полетов и анализе ее в целях определения и приоритизации соответствующей деятельности Ространснадзора в область контроля и мониторинга. В рамках этой стратегии используется основанный на оценке рисков подход, позволяющий осуществить непрерывный мониторинг авиапредприятий в сфере поддержания безопасности полетов на приемлемом уровне и повышать эффективность обеспечения безопасности полетов в авиапредприятиях.

Схема реализации МНМ в рамках проведения государственного надзора за обеспечение безопасности полетов в авиапредприятиях представлена в схеме на рис. 1.

В соответствии с частью А «Создание государственной системы контроля за обеспечением безопасности полетов и управление этой системой» «Руководства по организации контроля за обеспечением безопасности полетов» для создания и внедрения эффективной системы контроля за обеспечением безопасности полетов Договаривающиеся государства ИКАО (Российская Федерация входит в состав Договаривающихся государств ИКАО) должны учитывать критические элементы контроля за обеспечением безопасности полетов.

Критические элементы (далее - КЭ) являются защитными инструментами данной системы контроля и необходимы для эффективной реализации политики в области контроля за безопасностью полетов и связанных с ней процедур.

КЭ охватывают весь спектр деятельности гражданской авиации, включая такие области: аэродромы, выполнение полетов, летная годность воздушных судов, расследование авиационных событий.

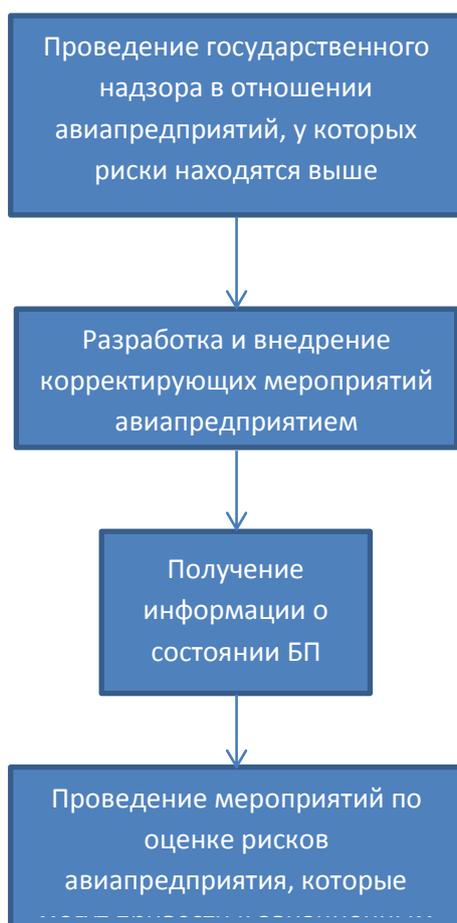


Рис. 1. Схема реализации МНМ в рамках проведения государственного надзора за обеспечение безопасности полетов в авиапредприятиях

ИКАО установила и определила следующие КЭ:

КЭ-1. Основное авиационное законодательство.

КЭ-2. Конкретные нормативные акты по вопросам эксплуатации.

КЭ-3. Государственная система гражданской авиации и государственные функции контроля за обеспечением безопасности полетов.

КЭ-4. Квалификация и подготовка технического персонала.

КЭ-5. Технический инструктивный материал, инструменты и предоставление важной информации с точки зрения безопасности полетов.

КЭ-6. Обязательства по выдаче свидетельств, сертификации, санкционированию и утверждению.

КЭ-7. Обязательства по ведению надзора.

КЭ-8. Разрешение проблем безопасности.

Подробно о каждом критическом элементе написано в части А «Руководства по организации контроля за обеспечением безопасности полетов».

В 2014 и 2015 годах Российская Федерация проверялась экспертами ИКАО, в рамках «Универсальной программы проверок организации контроля за обеспечением безопасности полетов» по следующим областям:

1. Основное авиационное законодательство и нормативные акты гражданской авиации (LEG);
2. Организация гражданской авиации (ORG);
3. Выдача свидетельств авиационному персоналу и подготовка кадров (PEL);
4. Производство полетов воздушных судов (OPS);

5. Летная годность воздушных судов (AIR).
6. Расследования авиационных происшествий и инцидентов (AIG);
7. Аэронавигационное обслуживание (ANS);
8. Аэродромы и наземные средства (AGA).

Результатом проведения первого этапа проверки является показатель EI (показатель эффективной реализации, который характеризует соответствие государства положениям ИКАО и способность осуществлять контроль за обеспечением безопасности полетов по восьми КЭ), который составляет 70.58 %.

В настоящее время в Федеральный закон от 26.12.2008 № 294-ФЗ внесены изменения, в соответствии с которыми, органы государственного контроля (надзора) при организации отдельных видов государственного контроля (надзора), определяемых Правительством Российской Федерации, применяют риск-ориентированный подход.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2014 г. № 1215 утверждены Правила разработки и применения систем управления безопасностью полетов воздушных судов, а также сбора и анализа данных о факторах опасности и риска, создающих угрозу безопасности полетов гражданских воздушных судов, хранения этих данных и обмена ими.

Настоящие Правила устанавливают порядок разработки и применения систем управления безопасностью полетов воздушных судов юридическими лицами - разработчиками и изготовителями гражданских воздушных судов, юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими коммерческие воздушные перевозки, юридическими лицами, осуществляющими техническое обслуживание гражданских воздушных судов, аэронавигационное обслуживание полетов воздушных судов, образовательными организациями и организациями, осуществляющими подготовку пилотов гражданских воздушных судов, операторами сертифицированных аэродромов гражданской авиации в отношении воздушных судов, разработка, производство, эксплуатация или обслуживание которых осуществляется указанными юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями, образовательными учреждениями (далее - поставщики услуг), а также порядок осуществления Федеральным агентством воздушного транспорта сбора и анализа данных о факторах опасности и риска, создающих угрозу безопасности полетов гражданских воздушных судов, хранения этих данных и обмена ими в соответствии с международными стандартами Международной организации гражданской авиации.

Риск-ориентированный подход представляет собой метод организации и осуществления государственного контроля (надзора), при котором в предусмотренных настоящим Федеральным законом случаях выбор интенсивности (формы, продолжительности, периодичности) проведения мероприятий по контролю определяется отношением деятельности юридического лица, индивидуального предпринимателя и (или) используемых ими при осуществлении такой деятельности производственных объектов к определенной категории риска либо определенному классу (категории) опасности.

При внедрении Ространснадзором МНМ в рамках осуществления государственного надзора за безопасностью полетов в авиапредприятиях значительно увеличится эффективность в отношении следующих критериев:

- 1) при оценке рисков Ространснадзор будет знать, в отношении какого конкретного авиапредприятия необходимо проводить государственный надзор;
- 2) уменьшение финансовых расходов в связи с отсутствием необходимости проведения государственного надзора в отношении авиапредприятий, у которых риски возникновения авиационных событий находятся на приемлемом уровне;

3) возможность более эффективно использовать человеческий ресурс при осуществлении государственного надзора;

4) отслеживать, в конкретном авиапредприятии, разработку и внедрение корректирующих мероприятий по результатам нарушений, выявленных в ходе проведения государственного надзора.

Заключение

Переход от используемой методологии проведения государственного надзора к методике надзора с использованием механизма непрерывного мониторинга с учетом рисков, является прогрессивным применением мирового опыта ИКАО, в части обеспечения безопасности полетов на территории Российской Федерации, при осуществлении Федеральной службой по надзору в сфере транспорта государственного надзора за обеспечением безопасности полетов.

Список используемой литературы

1. Конвенция о международной гражданской авиации.
2. Федеральный закон от 19.03.1997 № 60-ФЗ «Воздушный кодекс Российской Федерации».
3. Федеральный закон от 26.12.2008 № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля».
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 21.05.2007 № 304.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2014 г. № 1215.
6. Руководство по непрерывному мониторингу в рамках универсальной программы проверок организации контроля за обеспечением безопасности полетов (Doc 9735 AN/960).
7. Руководство по организации контроля за обеспечением безопасности полетов (Doc 9734 AN/959).
8. Окончательны отчет о результатах проверки системы гражданской авиации Российской Федерации в рамках МНМ УППКБП.

ПОДХОД К ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКЕ РАДИАЦИОННЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА АТОМНЫХ СТАНЦИЯХ С ЭНЕРГОБЛОКАМИ С РЕАКТОРАМИ ТИПА ВВЭР-1000

Курындин А. В., Шаповалов А. С., Сорокин Д. В.

ФБУ «НТЦ ЯРБ», Москва, Россия

Для целей защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (далее - ЧС) в Российской Федерации на основании постановления Правительства Российской Федерации «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» [1], созданы и успешно функционируют функциональные и территориальные подсистемы, действующие на федеральном, межрегиональном, региональном, муниципальном и объектовом уровнях.

Важным элементом защиты населения и территорий от ЧС, сопровождающихся радиационным фактором, является контроль за готовностью организаций, эксплуатирующих атомные электростанции (далее - АЭС), к ликвидации последствий аварий, возможных при эксплуатации. Такой контроль осуществляется Ростехнадзором в рамках одной из функциональных подсистем РСЧС - в рамках подсистемы контроля за ядерно- и радиационно опасными объектами (далее - ФП ЧС) [2] (далее - Положение о ФП ЧС).

Выполнение поставленных задач данной подсистемой достигается путём распределения функций между координационными органами, постоянно действующими органами управления, органами повседневного управления, силами и средствами. Иллюстрация организационной структуры ФП ЧС представлена на рисунке 1.

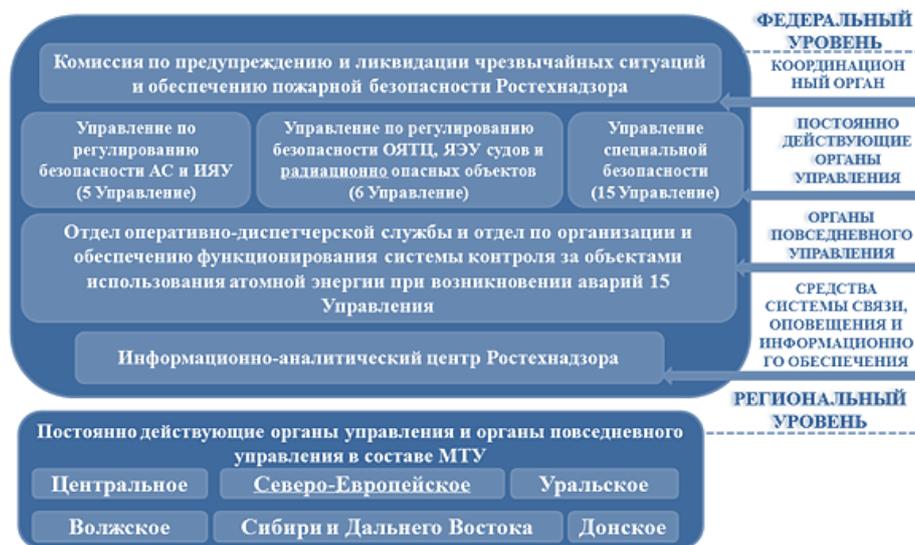


Рис. 1. Организационная структура ФП ЧС

Координационным органом рассматриваемой функциональной подсистемы выступает Комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности Ростехнадзора [3] (далее - КЧС), обязанностью которой является участие в организации оповещения и информирования населения о ЧС на ядерно- и радиационно опасных объектах при возникновении ЧС.

Приведённые задачи и функции КЧС и ФП ЧС обусловлены обязанностью федеральных органов исполнительной власти, которые осуществляют наблюдение и контроль за ситуацией на потенциально опасных объектах, доводить информацию о прогнозируемых и возникших ЧС до органов местного самоуправления и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации [4].

Очевидно, что выполнение указанных задач КЧС, а следовательно и ФП ЧС требует полноценной информационной поддержки, а также связи и информационного обмена со всеми участниками аварийного реагирования. Для этого в Ростехнадзоре создан и функционирует Информационно-аналитический центр Ростехнадзора (далее - ИАЦ Ростехнадзора), являющийся средством связи, оповещения и информационного обеспечения ФП ЧС.

ИАЦ Ростехнадзора выполняет ряд задач и функций [5], а именно:

- осуществление взаимодействия с другими подсистемами РСЧС, участвующими в предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- информационно-аналитическое и программно-техническое обеспечение работы ФП ЧС;
- получение от эксплуатирующих организаций результатов мониторинга основных параметров объектов использования атомной энергии, характеризующих состояние ядерной и/или радиационной обстановки при протекании аварии, их отображение или регистрация при помощи технических средств, а также выполнение анализа этих результатов;
- участие в противоаварийных тренировках и учениях эксплуатирующих организаций.

Экспресс-оценка радиационных последствий аварий на АЭС является ключевым элементом, необходимым для решения указанных задач и выполнения назначенных функций.

Несмотря на разнообразие сочетаний внешних воздействий, ошибок персонала и отказов оборудования, которые могут приводить к возникновению радиационных последствий, обусловленных аварийными выбросами, упомянутая экспресс-оценка радиационных последствий таких выбросов может выполняться в рамках следующей парадигмы:

- возникновение исходного события для проектных аварий или возникновение постулируемой запроектной аварии;

- определение пути протекания аварийной ситуации;

- определение пути выхода активности в атмосферу;

- оценка и прогнозирование радиационных последствий.

Для выполнения экспресс-оценки радиационных последствий аварий на энергоблоках атомных станций с реакторными установками типа ВВЭР-1000 (проект В-320) сотрудниками Федерального бюджетного учреждения «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (далее - ФБУ «НТЦ ЯРБ»), которое в соответствии с [6] является организацией научно-технической поддержки Ростехнадзора, входящими в состав рабочих групп ИАЦ Ростехнадзора, ведётся разработка различного рода подходов и решений, составляющих основу для обеспечения оперативного контроля за корректностью и своевременностью мер по защите населения, рекомендуемых эксплуатирующей организацией. Важным результатом указанной деятельности является методический документ «Методика экспресс-оценки источника выброса в случае аварии на энергоблоках с реакторами типа ВВЭР-1000 (Проект В-320)» (далее - Методический документ). В Методическом документе представлен поэтапный подход, позволяющий выполнять оперативные оценки аварийных выбросов энергоблоков с реакторами типа ВВЭР-1000.

Подход, заложенный в Методическом документе для оценки аварийных выбросов, основан на предположении, что A_i - активность каждого i -ого радионуклида в выбросе прямо пропорциональна A_i^0 - активности этого радионуклида, которая потенциально может выйти за пределы первого барьера безопасности в результате аварии, то есть, что в общем виде она может быть определена следующим выражением:

$$A_i = A_i^0 \cdot k_0^i \cdot k_1^i \cdot k_2^i \cdot \dots \cdot k_N^i \quad (1)$$

где A_i и A_i^0 определены выше, а $k_0^i \cdot \dots \cdot k_N^i$ - коэффициенты, характеризующие (для данной аварии) долю активности i -го радионуклида, проникающей через соответствующий (n -тый) физический барьер на пути этой активности от выхода за пределы первого барьера безопасности к выходу за пределы последнего (N -го) из этих барьеров. Иллюстрация данного подхода к оценке распространения радионуклидов через систему физических барьеров представлена на рисунке 2.

За основу взят подход к оценке источника аварийного выброса [7], разработанный сотрудниками ФБУ «НТЦ ЯРБ» и использованный ими при оценке источника выброса при аварии на АЭС «Фукусима-Дайичи».

Наборы коэффициентов главным образом зависят от конкретного пути выхода активности в атмосферу и характеристик физических барьеров на пути распространения радиоактивных веществ в окружающую среду.

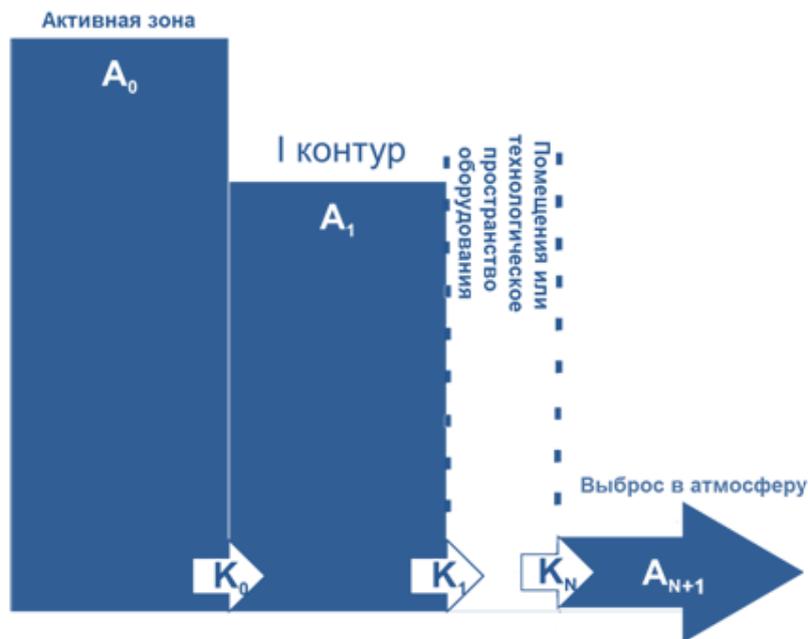


Рис. 2. Пример распространения радионуклидов в атмосферный воздух через систему физических барьеров

В Методическом документе выделено 8 различных путей выхода активности в атмосферу, для каждого из которых установлен собственный набор коэффициентов $k_0^i \dots k_N^i$. Указанные пути выхода и коэффициенты определены по результатам анализа обоснований безопасности АЭС с реакторами ВВЭР-1000. На рисунке 3 представлен один из путей выхода активности в атмосферу, рассмотренный в Методическом документе.



Рис. 3. Пример пути выхода активности в атмосферу

(k_0 - коэффициент, характеризующий долю радионуклидов, вышедших из активной зоны в систему первого контура; k_1 - коэффициент, характеризующий долю радионуклидов, вышедших из системы первого контура в пределы контейнмента; k_2, k_3, k_4 - коэффициенты, характеризующие долю радионуклидов, прошедших сквозь объём контейнмента с учётом ослабления выброса за счёт действия спринклерной системы и других систем безопасности и вышедших за пределы контейнмента в атмосферу)

Не менее важными характеристиками путей выхода активности в атмосферу являются расположение места выброса активности в атмосферный воздух и высота выброса, поскольку они определяют дальнейший атмосферный перенос этой активности. В частности, высота аварийного выброса напрямую влияет на дальность распространения аварийного выброса, а также на необходимость учёта влияния близлежащей застройки на атмосферный перенос выброшенной активности.

Оценка и прогнозирование доз облучения является завершающим этапом применяемого в ИАЦ Ростехнадзора подхода к экспресс-оценке радиационных последствий аварий на АЭС с энергоблоками с реакторами типа ВВЭР-1000. Несмотря на то,

что приведенные выше подходы к оценке аварийных выбросов являются консервативными, для оценки доз облучения, обусловленных этими выбросами, используется реалистичный подход, основанный на оценке доз с использованием реальных метеорологических данных. Для этого успешно используется программное средство НОСТРАДАМУС [8], хорошо зарекомендовавшее себя в ходе противоаварийных учений и тренировок на АЭС.

Использование такого реалистичного подхода к оценке доз облучения связано с тем, что меры по защите населения, разработанные с учетом реальных, а не максимально неблагоприятных с точки зрения атмосферного рассеяния аварийного выброса метеорологических данных, обеспечивают надлежащий контроль за тем, чтобы данные меры, которые рекомендует эксплуатирующая организация, обеспечивали адресность защиты населения, а именно - тех групп населения, которые в начальный период развития аварии будут нуждаться в такой защите.

Представленный подход к экспресс-оценке радиационных последствий аварий на АЭС с энергоблоками с реакторами типа ВВЭР-1000 успешно применяется в рамках ФП ЧС и является основой для осуществления оперативного контроля за корректностью и своевременностью выработки организацией, эксплуатирующей АЭС, рекомендаций по мерам по защите населения.

Литература

1. Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, утв. постановлением Правительства РФ от 30 декабря 2003 г. № 794.
2. Положение о функциональной подсистеме контроля за ядерно и радиационно опасными объектами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, утв. приказом Ростехнадзора от 17.08.2015 № 318.
3. Положение о комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, утв. приказом Ростехнадзора от 20.11.2016 № 526.
4. О порядке сбора и обмена в Российской Федерации информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, утв. постановлением Правительства РФ от 24 марта 1997 г. № 334.
5. Положение об Информационно-аналитическом центре Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, утв. приказом Ростехнадзора от 18.04.2013 № 165.
6. Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии».
7. *А. А. Хамаза, А. В. Курьиндин, А. А. Строганов, А. С. Шаповалов.* Современные подходы к оценке радиационных последствий аварий, сопровождающихся выбросом радиоактивных веществ. Уроки аварии на АЭС «Фукусима-Дайичи»/Ядерная и радиационная безопасность. - 2012. - Специальный выпуск. - с. 46–51.
8. Аттестационный паспорт программного средства «НОСТРАДАМУС» от 28.03.03 № 158.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА СТАТИСТИЧЕСКИМИ И ВЕРОЯТНОСТНЫМИ МЕТОДАМИ

Махутов Н. А., Гаденин М. М., Неганов Д. А.

ИМАШ РАН, ООО «НИИ Транснефть»

Выполненные за последние три десятилетия в нашей стране и за рубежом обобщение и анализ условий возникновения и развития десятков тысяч чрезвычайных ситуаций техногенного, техногенно-природного и природного характера показали, что

каждая из них обладает специфическими параметрами, но все вместе они позволяют сформировать определенную систему их иерархии, механизмов, причин, источников, сценариев и последствий. Совместные научные и прикладные разработки РАН, МЧС России, Ростехнадзора, Росатома, ПАО «Транснефть», ПАО «Газпром» и других ведущих ведомств, госкомпаний, отраслей и регионов явились основой классификации ЧС и категорирования объектов техносферы, создающих техногенные угрозы и риски, затрагивающие как саму техносферу, так и операторов, персонал, население и природную среду [1–4].

В развитие традиционных методов детерминированного анализа (по ГОСТ, СНИП, ОСТ, Нормам) в системном анализе техногенных чрезвычайных ситуаций основные результаты и наибольшие перспективы связываются с двумя видами базовых методов:

- статистическими (и их вариациями), включая модификации детерминированных;
- вероятностными (и их видами), включая детерминированные и статистические.

В первом случае используется теория математической статистики, во втором – теория вероятностей.

Статистические методы прямого анализа ЧС строятся и развиваются на основе формирования исходных данных по базовым параметрам чрезвычайных ситуаций, вызванных повреждениями, отказами, авариями и катастрофами на объектах техносферы (с учетом типа объектов, их потенциальной опасности, срока эксплуатации и степени истощения ресурса, опасных компонентов объекта, условий эксплуатации, зон возникновения критических состояний, прямых и косвенных ущербов).

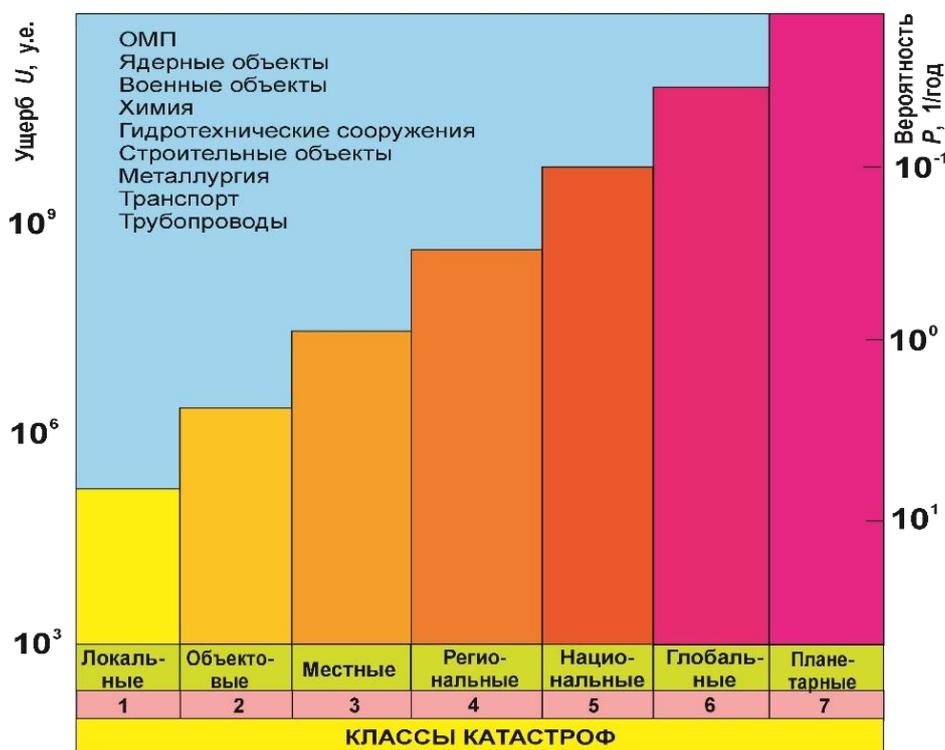


Рис. 1. Базовые параметры рисков и классификация опасных процессов

Такая информация ежегодно собирается, комплексировается, обобщается и анализируется в каждом из регионов и ведомств нашей страны и представляется в докладах РАН и МЧС России Президенту и Правительству Российской Федерации. В них содержатся данные о состоянии фундаментальных исследований по закономерностям развития человека, природной сферы и техносферы, о защищенности населения и

территорий от чрезвычайных ситуаций. Многолетняя статистическая информация по чрезвычайным ситуациям была использована при разработке отечественной системы категорирования ЧС и её модификации в МЧС России и РАН (рис. 1), когда количественное определение риска $R(\tau)$ осуществляется с учетом вероятностей (частот) $P(\tau)$ возникновения опасных процессов, событий и явлений, а также масштабов вызванных ими последствий (ущербов) $U(\tau)$ для данного объекта анализа

$$R(\tau) = F_r \{P(\tau), U(\tau)\}. \quad (1)$$

При усложнении анализируемых систем можно использовать суммарные и интегральные критерии для i -объектов и событий

$$R_c(\tau) = \sum_i R_i(\tau). \quad (2)$$

Такие подходы детерминированного, статистического и вероятностного характера нашли свое отражение в многотомной серии «Безопасность России» [1].

В области техногенной безопасности особую значимость в соответствии с федеральным законодательством имеют мероприятия по обеспечению промышленной безопасности, обобщенные на всероссийских научно-практических конференциях [5, 6] и форумах по промышленной безопасности [7, 8]. Обобщенные параметры техногенных ЧС (вероятности и ущербы) представлены в табл. 1.

Таблица 1

Вероятности и ущербы возможных крупных аварий и катастроф на высокорисковых объектах

№	Типы объектов		Вероятности аварий, 1/год			Ущерб, \$
			Расчетные		Реальные	
			Проектные	Запроектные		
1	Реакторы	Активная зона	10^{-6}	10^{-8}	$2 \cdot 10^{-3}$	10^{10}
		Первый контур	10^{-5}	10^{-6}	$5 \cdot 10^{-3}$	10^9
2	Ракетно-космические системы		10^{-3}	10^{-4}	$5 \cdot 10^{-2}$	10^9
3	Турбоагрегаты		10^{-3}	10^{-4}	$3 \cdot 10^{-3}$	10^8
4	Летательные аппараты		10^{-3}	10^{-4}	$5 \cdot 10^{-3}$	10^7
5	Трубопроводы (более 1000 км)		10^{-4}	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	10^6

При анализе и прогнозировании ЧС, возникающих на высокорисковых объектах техносферы, в том числе на системах магистральных нефте-газо-продуктопроводов, наибольшая по объему статистическая информация получена в период эксплуатации в нашей стране и за рубежом многих сотен и десятков тысяч километров трубопроводов. На основе этой информации был сформулирован показатель надежности - ежегодное число отказов или аварий на 1000 км. трубопроводов. Этот показатель за последние 30–40 лет постепенно снижался от $0,8 \div 1,2$ до $0,1 \div 0,25$. При этом поврежденные трубопроводы на стадии проектирования и строительства, как правило, удовлетворяли действовавшим нормам прочности и долговечности.

Для потенциально опасных объектов техносферы, спроектированных преимущественно по нормативным детерминированным методам, в рамках статистических подходов к анализу безопасности были развиты методы сценарного анализа чрезвычайных ситуаций - методы «деревьев событий», «деревьев отказов» и методы оценки

рисков ЧС (преимущественно по матрицам рисков). В целом статистические методы дают приемлемые результаты анализа чрезвычайных ситуаций, когда имеется достаточная по объему и глубине проработки исходная информация. Однако, в этом случае не анализируется временная кинетика технических состояний объектов.

Аналитические и в том числе вероятностные методы имеют свою выраженную область применения, определяемую новизной, сложностью проектируемых, создаваемых и эксплуатируемых объектов техносферы и отсутствием или недостаточностью соответствующей исходной статистической информации. Если статистические методы применимы для массовых, крупносерийных и серийных объектов (объекты технического регулирования - ОТР и опасные производственные объекты - ОПО, то аналитические развиваются, в основном, для критически (КВО) и стратегически (СВО) важных объектов техносферы.

В вероятностных методах за основу анализа ЧС принимаются физические, механические, химические, биологические, природные (климатические, сейсмические, ветровые, снеговые) повреждающие и поражающие факторы, и по ним определяются реакции объектов техносферы на указанные воздействия (усилия, деформации, температуры, вибрации). По критическим значениям сопротивлений на полученные реакции устанавливаются предельные состояния объектов, допускаемые (приемлемые) и не допускаемые (критические) ситуации.

Введение в этот анализ статистических расчетных характеристик дает возможность оценки вероятностей возникновения чрезвычайных ситуаций с соответствующими показателями ущербов и перехода к управлению безопасностью объектов техносферы по критериям рисков возникновения чрезвычайных ситуаций.

Для детального анализа указанной проблемы следует рассмотреть как методические особенности детерминированных, статистических и вероятностных подходов, так и соответствующие определяющие уравнения с их параметрами для прогнозирования рисков возникновения аварий и катастроф техногенного характера.

Практика разработки методов нормирования расчетов объектов техносферы, включая объекты трубопроводного транспорта, на протяжении длительного периода времени τ (до конца прошлого столетия) последовательно базировалась на совершенствующихся методах анализа прочности, ресурса, износостойкости, хладостойкости, сейсмостойкости, надежности с переходом к настоящему времени к необходимости учета и разработки проблем живучести, безопасности, рисков и защищенности (рис. 2).

В целом, прямое отношение к традиционному решению проблемы безопасности имели следующие группы подходов: - с позиций прочности $R_\sigma(\tau)$ (в ее многокритериальном выражении), ресурса $R_{N,\tau}(\tau)$ (в поцикловой и временной постановке), износостойкости $W(\tau)$, хладостойкости $T(\tau)$, сейсмостойкости $E(\tau)$, надежности $R_{P,R}(\tau)$ в многофакторном статистическом и вероятностном представлении.

Традиционные, преимущественно детерминированные методы обоснования прочности как раньше, так и теперь базировались и базируются на комплексе характеристик механических свойств материалов и критериях разрушения (пределе текучести - σ_τ , пределе прочности - σ_b , пределе выносливости - σ_{-1} , пределе длительной прочности - $\sigma_{дл}$). На основе параметров прочности и разрушения были сформированы представления о запасах прочности и ресурса (n_σ , n_N , n_τ), вошедшие в справочную, учебную и нормативную литературу. К настоящему времени сложилась целая система критериев и запасов прочности, гарантирующих неразрушение элементов оборудования при соблюдении заданных условий эксплуатации. Однако, в этих традиционных структурах и нормативных материалах часто отсутствовали прямые данные, ко-

личественно определяющие ресурс и безопасность рассматриваемых объектов. В последние десятилетия в сферу традиционного анализа работоспособности объектов вошли теория и критерии ресурса и надежности. Статистические и вероятностные аспекты в указанном анализе в неявном виде включались в запасы.

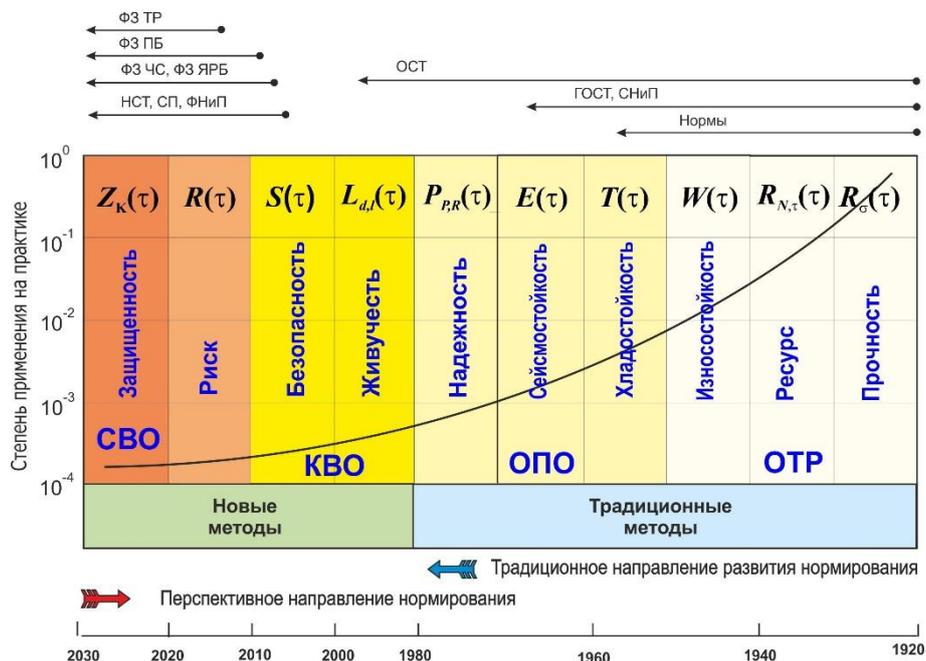


Рис. 2. Структура и направления развития традиционных и новых методов нормирования

В настоящее время и в перспективе (до 2030 г.) одной из ключевых задач повышения безопасности техносферы будет формирование методов расчетно-экспериментального обоснования защищенности техносферы, природной среды и общества от чрезвычайных ситуаций.

Более ориентированными на количественное решение проблемы обеспечения защищенности объектов $Z(\tau)$, способными учитывать возможность возникновения аварийных и катастрофических ситуаций, являются сочетания детерминированных и новых статистических и вероятностных методов и критериев для следующих групп показателей работоспособности и эффективности объектов техносферы: живучесть $L_{d,i}(\tau)$ (способность и устойчивость функционирования при возникновении повреждений на различных стадиях развития аварий и катастроф), безопасность $S(\tau)$ (с учетом критериев риска и характеристик аварий и катастроф), риск $R(\tau)$ (в вероятностно-экономической постановке). Вместе с тем, объем нормирования и расчета этих характеристик безопасности в реальной инженерной практике даже в последнее время остается чрезвычайно малым.

В силу изложенного, современное решение задачи обеспечения безопасных условий эксплуатации объектов техносферы сводится к перспективному изменению направления развития нормирования (см. кривую на рис. 2) - от основополагающего анализа защищенности, безопасности, живучести и риска к традиционному определению надежности, ресурса и прочности. При этом следует иметь в виду, что в практике вопросы нормирования прочности в рамках сложившихся традиционных методов решаются в достаточно полной мере (от 10^{-1} до 10^0 случаев расчетов). По мере усложнения решаемых задач в направлении от прочности и ресурса до риска и защищенности степень применяемых методов расчета резко снижается (от 10^{-4} до 10^{-3} случаев). Восстановление до приемлемого уровня степени применения рассматриваемых новых

методов (до 10^0) в общей структуре нормативно-технических документов по использованию новых критериев - надежности, живучести, безопасности, риска - это то перспективное направление, которое предстоит реализовать применительно ко всем промышленным гражданским и оборонным комплексам, перечисленным на рис. 1. В этом случае основная задача перехода от традиционных методов расчетов на стадии проектирования к новым состоит в том, что при решении проблемы обеспечения условий безопасной эксплуатации рассматриваемого объекта следует двигаться по рис. 2 не в традиционном направлении справа налево, а в перспективном направлении - слева направо, т.е. изначально решать задачи достижения заданного уровня защищенности $Z(\tau)$ от возможных аварий и катастроф по параметрам рисков $R(\tau)$ и требовать применения таких норм расчетов, испытаний, контроля, диагностики, мониторинга, которые обеспечивали бы приемлемый уровень этих заданных параметров защищенности

$$Z_k(\tau) = F_z \{ R(\tau), S(\tau), L_{id}(\tau), P_{PR}(\tau), E(\tau), T(\tau), W(\tau), R_{N\tau}(\tau), R_o(\tau) \}. \quad (3)$$

Излагаемые подходы в области прогнозирования чрезвычайных ситуаций на объектах энергетики, машиностроения, нефтегазохимии, транспорта, трубопроводных систем имеют своей основной целью обеспечение их защищенности от тяжелых катастроф и повышение их эксплуатационной безопасности с учетом возможности возникновения на них повреждений, отказов, разрушений, аварий и катастроф на всех стадиях жизненного цикла - проектирование, изготовление, испытания, эксплуатация, вывод из эксплуатации (рис. 3).



Рис. 3. Структура анализа состояния объектов трубопроводного транспорта по параметрам прочности и ресурса на всех стадиях жизненного цикла

В соответствии со стратегией национальной безопасности и федеральным законодательством условия обоснования технологической и техногенной безопасности с учетом обязательных требований государственного, отраслевого и объектового уровня должны основываться на усовершенствованных принципах - «защищенность закладывается в проекте, обеспечивается в изготовлении и поддерживается в эксплуа-

тации», в том числе за счет возрастания значимости первых этапов разработки и реализации проектов (см. рис. 3), включая:

- технико-экономического обоснования с учетом научно-технических, технологических и экономических возможностей и рисков;
- проектирования, конструирования, расчетов и испытаний как для штатных ситуаций, так и с учетом возможности возникновения аварий и катастроф.

В перспективе роль научных и технологических обоснований защищенности и безопасности с применением современных методов проектирования, расчетов, испытаний, моделирования и прогнозирования их состояния и определения рисков будет все более повышаться на стадиях изготовления, испытаний, доводки, эксплуатации и выводе из эксплуатации (см. рис. 3). При этом для новых проектируемых объектов должны рассматриваться два взаимосвязанных противоречивых подхода:

- возможность продления ресурса безопасного функционирования объектов и получения соответствующего экономического эффекта;
- сокращение назначенного ресурса и обновление инфраструктуры объектами с новыми параметрами экономической эффективности и пониженными рисками.

В перспективе второй подход может оказаться более важным и ведущим к снижению технологических и техногенных рисков за счет непрерывного обновления техники и технологий в рамках указанных подходов.

В общем случае задача прогнозирования условий возникновения чрезвычайных ситуаций может быть решена на базе анализа условий образования критических повреждений в анализируемом оборудовании, для чего детерминированными, статистическими и вероятностными методами должны быть построены трехмерные пространственные поверхности предельных и допускаемых состояний анализируемого объекта (рис. 4), координатными осями для которых являются:

- ось показателей эксплуатационной нагруженности (усилий Q , номинальных напряжений σ_n , коэффициентов интенсивности напряжений K_I , приведенных локальных максимальных напряжений $(\sigma_{пр})_{\max k}$ в зонах концентрации);

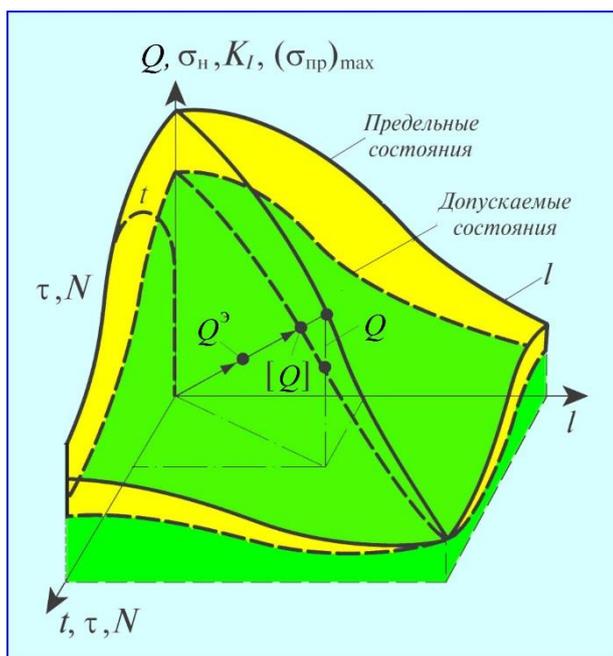


Рис. 4. Построение предельных и допускаемых состояний объекта

- ось температурно-временных и циклических параметров эксплуатации (температура t , время τ , число циклов нагружения N);

- ось состояния дефектности (размеры l дефектов с учетом их формы и пространственного расположения).

Образование разрушений, недопустимых пластических деформаций или трещин в анализируемом объекте соответствует достижению предельного состояния (поверхности предельных состояний). Предельная нагрузка Q в этом случае является вектором, проходящим через начало координат с углами, соответствующими данному состоянию конструкции (по параметрам $l, t, \tau, N, \sigma_n, K_l, (\sigma_{пр})_{\max к}$. Если при этом ввести необходимые запасы n по указанным параметрам, то от поверхности предельных состояний можно перейти (через область между штриховой и сплошной кривыми на рис. 4) к поверхности допускаемых состояний и допускаемой нагрузке $[Q]$. На этой основе прочность, ресурс и живучесть объекта можно считать обеспеченными, если вектор эксплуатационной нагрузки для тех или иных конкретных условий будет меньше или равен вектору допускаемой для этих условий нагрузки

$$Q^o\{l^o, t^o, \tau^o, N^o\} \leq [Q] \quad (4)$$

Классические (традиционные) детерминированные методы расчета прочности и ресурса развивались в предположении бездефектного конструкционного материала ($l=0$). В этом случае от предельных и допускаемых трехмерных поверхностей можно перейти к предельным и допускаемым кривым (в плоскости « $Q, \sigma_n, K_l, (\sigma_{пр})_{\max к}, t, \tau, N$ ») - статической (при заданной температуре t), длительной статической (по заданному времени τ) и циклической (по заданному числу циклов N) прочности.

Прочность и живучесть на первых этапах определялись по критериям линейной механики разрушения (статическая трещиностойкость) для плоскости « $Q, \sigma_n, K_l, (\sigma_{пр})_{\max к}, l$ ». Для современных детерминированных, статистических и вероятностных расчетов прочности, ресурса и живучести с использованием предельных и допускаемых состояний (рис. 4) важным является принятие единых уравнений состояния, единых критериев разрушения и единых комплексов расчетных характеристик независимо от типа конструкции, свойств конструкционных материалов и условий эксплуатационного нагружения. При этом наиболее перспективным является поэтапный переход от расчетов в напряжениях (что принято в большинстве нормативных документов) к расчетам в деформациях.

Достижение предельного состояния объекта в процессе его эксплуатации в зависимости от условий, режимов и характера нагружения происходит различными темпами. При этом на определенных стадиях жизненного цикла (в том числе заданных регламентами) его текущие состояния подлежат диагностическому контролю с определением на каждом из них доли его поврежденности (рис. 5) и принятием решения о возможности и допустимых сроках его дальнейшей эксплуатации в зависимости от степени приближения накопленным повреждением к допускаемому уровню, или о возможности продления проектного ресурса в случае его исчерпания относительно первоначально заданного значения. При этом само повреждение может и должно оцениваться указанными выше методами - детерминированными, статистическими и вероятностными.

Для комплекса параметров, определяющих степень повреждаемости анализируемых объектов и оцениваемых для стадии штатных условий эксплуатации, имеется, как правило, достаточно полно разработанная нормативная база и методология их расчета, основывающаяся на детерминированных подходах. Вместе с этим, система расчетов, характеризующих проектные, запроектные и гипотетические ситуации ос-

новывается на статистическом и вероятностном анализе и на таком же учете условий возникновения отказов и поврежденных состояний, ведущих к аварийным и катастрофическим ситуациям. Это требует существенного совершенствования и уточнения подходов и методологий, обосновывающих соответствующие нормативные решения, принятые для штатных ситуаций. При переходе от анализа штатных ситуаций к анализу запроектных и возможных гипотетических ситуаций, характерных в большинстве случаев для тяжелых аварий и катастроф, можно отметить, что эта область расчетов для критически и стратегически важных объектов в настоящее время практически не охвачена нормативно-технической базой.

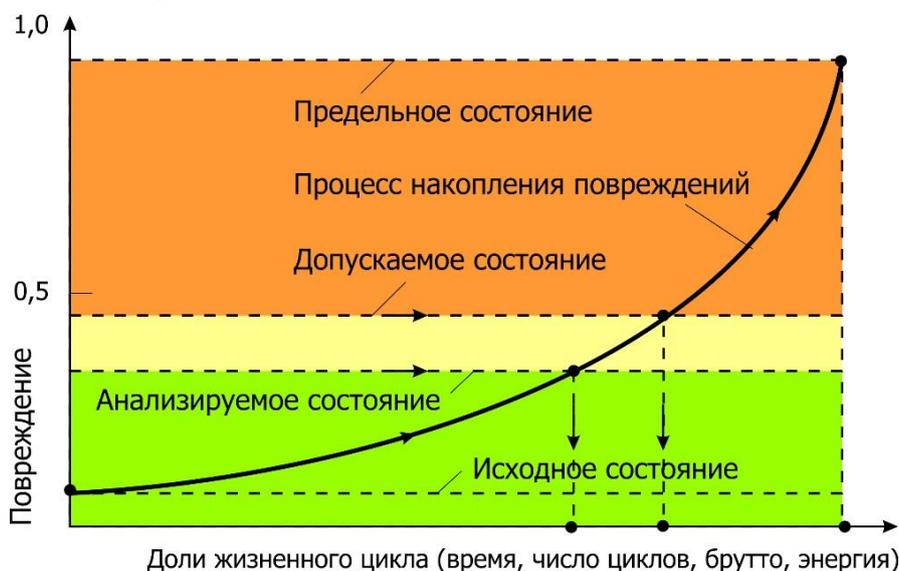


Рис. 5. Параметры ресурса и повреждаемости на различных стадиях жизненного цикла

На рис. 6, иллюстрирующем такие условия эксплуатации, по вертикальной оси отложены факторы внешних воздействий и реакций анализируемых объектов на эти воздействия S^* , а по горизонтальной оси показан уровень воздействия факторов условий эксплуатации F^o (циклы нагружения, времена, температуры, коррозионные и радиационные среды).

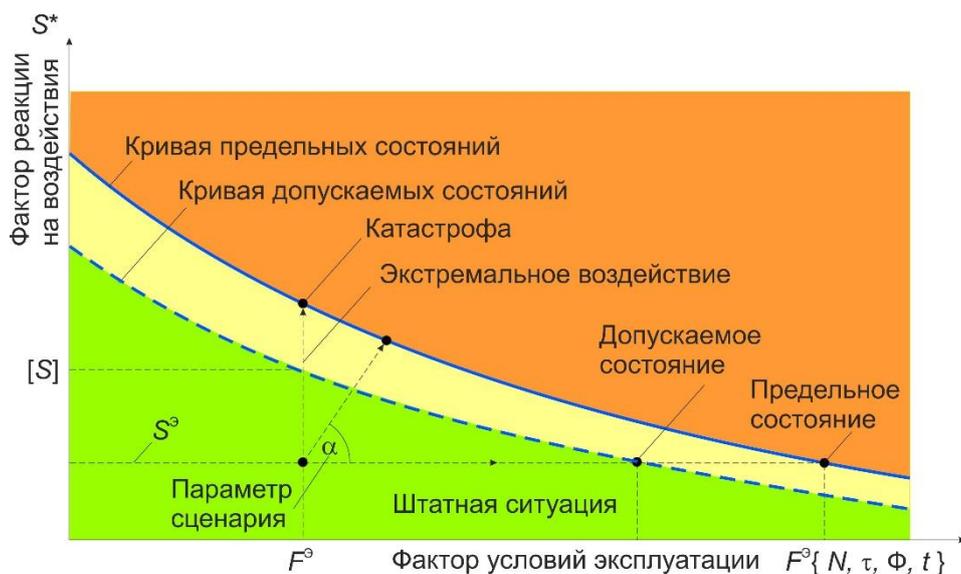


Рис. 6. Состояния, сценарии и факторы эксплуатации с учетом возможности возникновения аварий и катастроф

Нижняя, зеленая область на рис. 6 до пунктирной линии, соответствующей допускаемым состояниям, включает в себя штатные ситуации с работой объекта в рамках параметров, назначенных в соответствии с традиционными (с применением детерминированных методов) нормами проектирования и эксплуатации. В этой области точка с параметрами « S^0-F^0 » характеризует текущее эксплуатационное состояние. Критически нагруженный элемент объекта из этой точки может перейти в опасные (предельные), показанные желтым и красным цветами состояния по различным, характеризующимся углом α (параметром сценария) траекториям.

Например, двигаясь вправо (при $\alpha=0$) и оставаясь в условиях штатных ситуаций вплоть до перехода через предельное состояние (сплошная линия), можно получить предельный ресурс (по N или τ) или допускаемый ресурс (до пересечения с пунктирной линией). Поднимаясь от точки текущего состояния резко вверх (при $\alpha=90^0$), объект может достичь предельного состояния, за которым наступает катастрофа, уже на данной стадии эксплуатации. В этом случае задача анализа прочности, ресурса и безопасности объекта по такому сценарию должна решаться по совершенно отличающейся от принятой в действующих для штатных ситуаций нормах методологии. В этом случае действующие нормативные расчеты по напряжениям и характеристикам стандартных механических свойств с опорой на существующую, в том числе опытно-экспериментальную базу, недостаточны. Статистический и вероятностный анализ надежности выпадает из такого подхода.

Для уточненных расчетов в деформациях детерминированными, статистическими и вероятностными методами необходимо использование диаграмм статического, циклического и длительного деформирования материала с анализом напряженно-деформированных состояний в опасных, реализуемых при таком сценарии процессах деформирования и разрушения в упругопластической области (с учетом критических пластических деформаций), а также в наиболее нагруженных зонах элементов конструкций. Такой подход требуется и при анализе форсированных режимов нагружения (при $0 \leq \alpha \leq 90^0$ по рис. 6).

Таким образом, по мере перехода конструкции через допускаемые состояния в опасные с повышенными повреждениями и в предельные, обуславливающие возникновение отказов последующих за ними аварийных и катастрофических ситуаций, необходимо введение в нормативные расчеты таких переходов и состояний дополнительного набора определяющих уравнений и их параметров. Сказанное требует использования целого набора характеристик механических свойств материала, которые должны быть получены при проведении не только стандартных, но и новых дополнительных испытаний для обоснования защищенности, безопасности, надежности, ресурса и прочности особо опасных объектов, которые в нормативных расчетах в настоящее время представлены в недостаточно развернутой степени. При этом может быть использован опыт расчетов и испытаний, накопленный в таких областях техники, как атомная, авиационная, космическая.

Фундаментальные научные исследования условий эксплуатации высокорисковых объектов в штатных ситуациях и определение закономерностей их перехода в предельные по параметрам рисков возникновения чрезвычайных ситуаций позволяют сформулировать методологию статистического и вероятностного использования критериев прочности, ресурса, живучести и безопасности рассматриваемых объектов с временным анализом по выражениям (1) и (2) условий достижения в них предельных состояний в процессе эксплуатации на разных этапах и режимах жизненного цикла. В систему таких критериев механики деформирования и разрушения на разных ста-

дях исследований и разработки соответствующих расчетно-экспериментальных методов в этой области последовательно включался системный анализ и количественное определение базовых характеристик механических свойств конструкционных материалов, критериально определяющих условия достижения предельного состояния во все усложняющихся условиях эксплуатации. Такие методы базируются на системах критериальных уравнений, конечной целью использования которых и становится комплексное определение параметров безопасности, риска и защищенности [9] по следующим группам расчетных характеристик:

- по средним назначенным значениям (детерминированный анализ);
- по минимальным гарантированным значениям механических свойств и максимальным значениям параметров воздействий (статистический подход);
- по средним значениям и коэффициентам вариации сопротивлений (реакций) и параметров воздействий.

Так как возникновение и развитие практически всех нештатных ситуаций на объекте, приводящих по времени эксплуатации τ к достижению предельного состояния, начинается с повреждений его несущих элементов (разрушение, деформирование, разуплотнение, потеря устойчивости), то в процессе анализа состояния этого объекта всеми указанными методами, включая текущие характеристики прочности и ресурса, подлежат обязательному определению максимальные ($\sigma_{\max}, e_{\max}, t_{\max}$) и амплитудные значения (σ_a, e_a, t_a) базовых параметров нагруженности этих элементов - локальных и номинальных напряжений, деформаций, температур, а также соответствующие этому состоянию механические свойства материала. Критериальными параметрами деформативности и прочности конструкционных материалов в этом случае являются такие стандартные детерминированные (назначенные) или статистически определенные и гарантированные характеристики механических свойств материала, как модуль упругости E , предел текучести σ_T и предел прочности σ_B .

Как упоминалось выше, защищенность объекта от аварий и катастроф Z_R в целом складывается из совокупности обеспечивающих ее составляющих, включая прочность R_σ , ресурс $R_{N,\tau}$, надежность $P_{P,R}$, живучесть $L_{l,d}$, безопасность S и, риск R [10]. При этом в качестве базовых параметров эксплуатационных воздействий Q° принимаются детерминированные, статистические или вероятностные эквивалентные эксплуатационные напряжения σ° , деформации e° , числа циклов N° , время t° , температура t° , внешняя среда Φ° (коррозия, электромагнитные поля, радиация и т. п.), коэффициенты интенсивности напряжений K_I° и деформаций K_{Ie}° :

$$Q^\circ = \{\sigma^\circ, e^\circ, N^\circ, \tau^\circ, t^\circ, \Phi^\circ, K_I^\circ, K_{Ie}^\circ\}. \quad (5)$$

В качестве базовых характеристик механических свойств используются пределы текучести σ_T , пределы прочности σ_B , пределы выносливости σ_{-1} , пределы длительной прочности $\sigma_{дп}$, сопротивление отрыву S_k , предельная пластичность ψ_k , критические коэффициенты интенсивности напряжений K_{Ic} и деформаций K_{Iec} :

$$R_\sigma = F\{\sigma_T, \sigma_B, \sigma_{-1}, \sigma_{дп}, S_k, \psi_k, K_{Ic}, K_{Iec}\}. \quad (6)$$

Производными от названных характеристик механических свойств, конструктивных форм и условий нагружения являются такие характеристики материала, как длительная пластичность $\psi_{k\tau}$, эффективные коэффициенты концентрации напряжений K_σ , чувствительность к абсолютным размерам ε_σ и асимметрии цикла ψ_σ , коэффициент вариации ν_σ , скорости роста трещин по числу циклов dl/dN и по времени

$dN/d\tau$, чувствительность к внешней среде β_c . Тогда условие прочности может быть записано в виде:

$$Q^{\circ} \leq R_{\sigma} \{ \psi_{k\tau}, K_{\sigma}, \varepsilon_{\sigma}, \psi_{\sigma}, \nu_{\sigma}, dl/dN, dl/d\tau, \beta_c \}. \quad (7)$$

Для обеспечения ресурса (в циклах, во временном измерении или параметрах повреждаемости окружающей средой) необходимо выполнение условия, когда расчетное значение ресурса $R_{N,\tau}^p$ определится, как

$$R_{N,\tau}^p \leq R_{N,\tau}^k = \{ N^{\circ} / N_k, \tau^{\circ} / \tau_k, \Phi^{\circ} / \Phi_k \}, \quad (8)$$

где $R_{N,\tau}^k$ - критическое (предельное) значение ресурса, выражаемое через критические (разрушающие) циклы N_k , время τ_k или воздействие среды Φ_k . В выражениях (5)-(8) расчетные характеристики принимаются зависящими от времени τ° жизненного цикла.

Параметры надежности $P_{P,R}$ по критериям прочности R_{σ} и ресурса $R_{N,\tau}^p$ определяются по выражениям (5)-(8), когда в них вводятся вероятностные характеристики прочности, пластичности, эксплуатационной нагруженности с учетом коэффициентов вариации ν указанных характеристик:

$$P_{P,R} = F\{P^{\circ}, R_{\sigma}, R_{N,\tau,\Phi}, \nu\}. \quad (9)$$

В соответствии с выражением (9) механические испытания для определения параметров рассеяния (в т.ч. коэффициентов вариации ν) становятся чрезвычайно трудоемкими, и в ряде случаев для установления кривых распределения базовых характеристик механических свойств $\sigma_b, \psi_k, \sigma_{-1}, \sigma_{дп}$ проводились испытания от 10 до 2000 образцов на один из режимов испытаний. В подобных испытаниях строятся функции распределения для вероятностей на уровне $5 \cdot 10^{-3}$ и более.

При оценках живучести детерминированными методами основное внимание уделяется определению уровня накопленных повреждений d , измеряемых указанными выше относительными параметрами $N^{\circ}/N_k, \tau^{\circ}/\tau_k, \Phi^{\circ}/\Phi_k$ или ростом трещин от начальных размеров l_0 до текущих l° и критических l_k . Этот рост трещин определяется их скоростями $dl/dN, dl/d\tau$, которые в свою очередь зависят от размахов коэффициентов интенсивности напряжений ΔK_I или деформаций ΔK_{Ie} . При достижении предельного состояния выполняются условия разрушения по критериям линейной (K_{Ic}) или нелинейной (K_{Iec}) механики разрушения. Тогда живучесть $L_{d,l}$ объектов с учетом повреждения d и роста трещин l будет оцениваться по условию

$$\begin{aligned} L_{d,l} &= F\{P^{\circ}, R_{\sigma}, R_{N,\tau,\Phi}\} = F\{d, dl/d\tau, dl/dN\} \leq \\ &\leq F\{N^{\circ}/N_k, \tau^{\circ}/\tau_k, \Phi^{\circ}/\Phi_k, K_I^{\circ}/K_{Ic}, K_{Ie}^{\circ}/K_{Iec}\}. \end{aligned} \quad (10)$$

Если в выражение (10) вводятся статистические характеристики и определяются коэффициенты вариации, то живучесть $L_{d,l}$ приобретает вероятностный характер. Такая постановка задачи требует проведения механических испытаниях серий образцов для контрольных режимов нагружения, и в первую очередь при определении параметров $dl/dN, dl/d\tau, K_{Ic}, K_{Iec}$.

Безопасность $S(\tau)$ объектов на протяжении длительного времени оставалась преимущественно качественным параметром или относилась к технике безопасности на производстве. Однако после ряда крупнейших техногенных и природно-техногенных аварий и катастроф на объектах атомной и тепловой энергетики, на нефтехимических

комплексах, магистральных трубопроводах, ракетно-космических системах, атомных подводных лодках все более очевидным становилось то, что вероятность $P(\tau)$ возникновения ЧС и безопасность $S(\tau)$ анализируемого объекта и его защищенность $Z(\tau)$ должны быть количественно определяемыми, контролируруемыми и регулируемыми параметрами. Для достижения этой цели было предложено использовать количественные характеристики рисков $R(\tau)$ по выражениям (1), (2). При этом в соответствии с указанными выражениями под рисками $R(\tau)$ для оценки безопасности $S(\tau)$ и защищенности $Z(\tau)$ объектов техносферы следует понимать функционал F_R , зависящий от вероятности $P_{P,R}$ возникновения техногенных аварий или катастроф по критериям прочности, ресурса и математического ожидания последствий (ущербов $U_{P,R}(\tau)$), порождаемых этими авариями и катастрофами.

Обоснование условий безопасной эксплуатации объектов и их защищенности от аварий и катастроф предполагает наличие категорирования этих объектов и классов их потенциальной опасности, включая оценочные характеристики рисков эксплуатации $R(\tau)$. Классификация объектов, как известно, предусматривает их разделение на критически (КВО) и стратегически (СВО) важные, на опасные промышленные объекты (ОПО) (которые имеют четыре класса опасностей) и на объекты технического регулирования (ОТР). Каждый тип таких объектов характеризуется определенными значениями рисков $R(\tau)$ их эксплуатации и каждый из них подлежит надзору и регулированию соответствующим государственным органом. Экспертиза таких объектов осуществляется экспертными союзами, экспертными организациями, техническими комитетами и собственно экспертами (рис. 8).

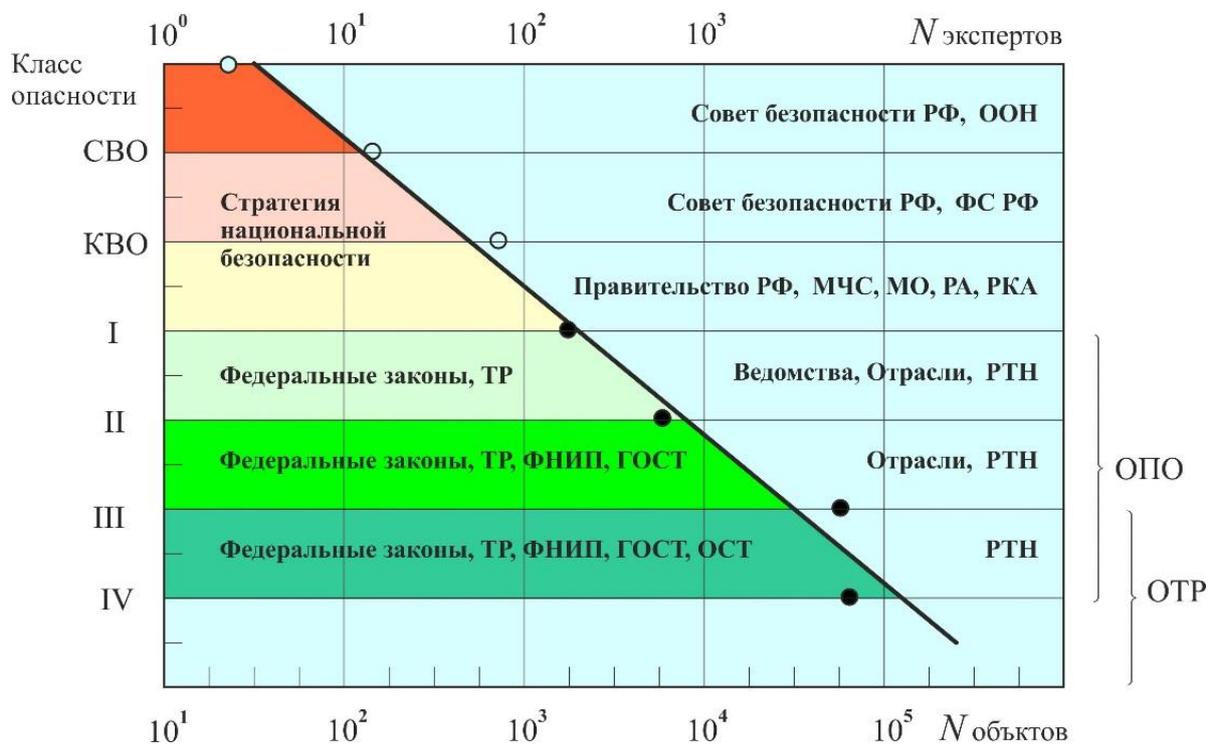


Рис. 8. Параметры потенциально опасных объектов и экспертизы промышленной безопасности

Критически важные объекты КВО выделяются из числа ОПО I-го и II-го классов опасности, а стратегически важные объекты СВО - из числа КВО. При этом последние два типа объектов (КВО и СВО) при анализе их безопасности и защищенности, как уже упоминалось, должны иметь специальную, принципиально новую норматив-

но-техническую расчетно-экспериментальную базу, разрабатываемую по решениям высших органов государственного управления (Совет Безопасности, Федеральное Собрание, Правительство Российской Федерации) с учетом соответствующих международных документов (ООН).

В наибольшей степени актуальность анализа рисков тяжелых катастроф проявляется для критически и стратегически важных объектов, к которым в первую очередь и должны быть применены подходы обеспечения их защищенности и безопасности эксплуатации по изложенной выше методологии прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера статистическими и вероятностными методами, а также с использованием критериев риска для условий штатных, аварийных и катастрофических ситуаций. Экспертиза, анализ и регулирование безопасности ОТР и ОПО может осуществляться на уровне ведомств и отраслей. Для ОПО в этом случае важной является роль Ростехнадзора.

Таким образом, прогнозирование чрезвычайных ситуаций техногенного характера детерминированными, статистическими и вероятностными методами по требованиям обеспечения безопасности и защищенности в эксплуатации всех объектов техносферы должно осуществляться экспертами различного уровня квалификации (см. рис. 8). При этом число таких экспертов N_3 зависит от степени опасности объектов: для объектов ОТР и ОПО оно измеряется сотнями и тысячами, для КВО - десятками, и для СВО - единицами. При этом важнейшей научной задачей становится построение системы уравнений (1)-(10) для описания взаимосвязи внешних воздействий, реакций на них и текущих повреждений. Такое построение должно осуществляться на базе концепции учета изменения во времени τ механических свойств материалов, названных выше реакций и воздействий на всех стадиях жизненного цикла конструкций. Использование для достижения поставленной цели на стадиях проектирования и эксплуатации критериев риска $R(\tau)$, в состав ключевых параметров которых входят и полученные на основе соответствующих детерминированных, статистических и вероятностных методов данные. В целом такой подход позволяет управлять разработкой и реализацией мероприятий по снижению формирующихся уровней риска до приемлемых на всех стадиях жизненного цикла анализируемых объектов.

Литература

1. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. - М.: МГОФ «Знание», 1998–2015. - Т. 1–50.
2. Акимов В. А., Лесных В. В., Радаев Н. Н. Риски в природе, техносфере и экономике. - М.: Деловой экспресс, 2004. - 352 с.
3. Воробьев Ю. Л., Акимов В. А., Соколов Ю. М. Системные аварии и катастрофы в техносфере России. - М.: ВНИИ ГОЧС, 2011. - 300 с.
4. Мазур И. И., Иванцов О. М. Безопасность трубопроводных систем. Учебное пособие. М.: ИЦ Елима. 2004. - 1104 с.
5. Опыт ликвидации крупномасштабных чрезвычайных ситуаций в России и за рубежом. Материалы XIX Международной научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Москва 20–23 мая 2014 года. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2014.
6. Актуальные проблемы формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения. Комплексная безопасность - 2016. Материалы XXI Международной научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Москва, 17–19 мая 2016 г. М.: МЧС России.
7. Промышленная безопасность - ответственность государства, бизнеса и общества. Материалы Первого Форума - Диалога. Москва, 1–2 октября 2015 г. М.: Ростехнадзор, 2015.

8. Промышленная безопасность - ответственность государства, бизнеса и общества. Материалы II-го Форума - Диалога. Москва, 16 мая 2016 г. М.: Ростехнадзор, 2016.

9. *Махутов Н. А.* Прочность и безопасность. Фундаментальные и прикладные исследования. - Новосибирск: «Наука», 2008. - 523 с.

10. *Махутов Н. А., Гаденин М. М.* Техническая диагностика остаточного ресурса и безопасности. Учебное пособие. Под общ. ред. *В. В. Клюева.* - М.: Издательский дом «Спектр», 2011. - 187 с. (Серия «Диагностика безопасности»).

ОЦЕНКА ЗОН ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ ПРИ ТРАНСГРАНИЧНОЙ АВАРИИ НА АЭС СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ

Морозова О. А.

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Оценка вероятности возникновения ЧС радиационного характера на территории Российской Федерации, обусловленных авариями на зарубежных АЭС, имеет важнейшее значение для обеспечения безопасности населения и окружающей среды нашей страны. Важно понимать, что информация, предоставляемая государствами, эксплуатирующими АЭС, об авариях и инцидентах на атомных станциях не всегда является достоверной и исчерпывающей, поэтому при оценке последствий радиационных аварий в обязательном порядке следует рассматривать гипотетический сценарий, имеющий наименьшую вероятность и наибольшие последствия [1].

Российская Федерация граничит с 18 странами, в пяти из которых (Финляндия, Литва, Украина, Китай и Япония) расположены атомные электростанции.

На территории Финляндии расположены АЭС Ловииса и АЭС Олкилуото. Обе станции являются действующими. Расстояние до российской границы составляет 40 км от АЭС Ловииса и 311 км от АЭС Олкилуото.

На территории Литвы расположена Игналинская АЭС. Оба энергоблока Игналинской АЭС остановлены, таким образом, действующих АЭС на территории Литвы на текущий момент нет.

На территории Японии расположено 18 АЭС. После аварии 11 марта 2011 года на Фукусима-1 работа всех энергоблоков японских АЭС приостановлена, поэтому действующих АЭС на территории Японии на текущий момент нет.

На территории Украины расположено 5 АЭС: Чернобыльская АЭС, Хмельницкая АЭС, Ровенская АЭС, Южно-Украинская АЭС, Запорожская АЭС. Все станции, кроме Чернобыльской, являются действующими. Расстояние до российской границы составляет 418 км от Хмельницкой АЭС, 411 км от Ровенской АЭС, 264 км от Южно-Украинской АЭС и 165 км от Запорожской АЭС.

На территории Китайской Народной Республики расположено 12 действующих АЭС, при этом минимальное расстояние до российской границы составляет 831 км (АЭС Хунъяньхэ I), а максимальное расстояние - 3164 км (АЭС Янцзян I).

Анализ сведений о близости АЭС к границе Российской Федерации свидетельствует о том, что наиболее вероятно возникновение трансграничных чрезвычайных ситуаций, связанных с авариями на атомных станциях Финляндии (АЭС Ловииса) и Украины (Запорожская АЭС и Южно-Украинская АЭС).

На АЭС Ловииса эксплуатируется 2 энергоблока с реактором типа ВВЭР-440. На Южно-Украинской АЭС эксплуатируется 3 энергоблока с реактором типа ВВЭР-

1000. На Запорожской АЭС эксплуатируется 6 энергоблоков с реактором типа ВВЭР-1000. Запорожская АЭС является крупнейшей атомной станцией Европы. Аварий с реактором типа ВВЭР за время существования атомной энергетики не было, однако энергоблоки украинских АЭС находятся в эксплуатации от 20 до 40 лет и ресурс станций подходит к концу.

15 апреля 2016 года Государственная Дума Российской Федерации приняла постановление «О 30-летию чернобыльской трагедии и обеспечении ядерной безопасности в Европе на современном этапе». В постановлении отмечено, что в последние годы из-за безответственной позиции украинского руководства существенно ухудшилось состояние ядерной безопасности на Украине и в Европе в целом:

- нарушаются технологические требования эксплуатации атомных электростанций, что может привести к инцидентам;

- украинские АЭС переходят на использование неавторизованного ядерного топлива производства американской компании Westinghouse, что создает ситуацию, при которой российский поставщик топлива должен будет снять гарантию;

- 13 из 15 действующих на Украине энергоблоков выработали или в ближайшие годы выработают установленный срок эксплуатации. В этих условиях правительство Украины в нарушение международных норм и мер безопасности Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) принимает решение об увеличении мощности ряда АЭС без привлечения конструктора реакторной установки.

Факт опасных и масштабных последствий возможных аварий на украинских АЭС подтверждается подрывом опор ЛЭП в результате террористических актов 20 и 22 ноября 2015 года в Херсонской области, что привело к необходимости аварийной разгрузки атомных электростанций Украины (Запорожской АЭС на 350 МВт и Южно-Украинской АЭС на 150 МВт). Все это создает серьезную угрозу ядерных аварий и крупномасштабного радиоактивного загрязнения.

На текущий момент существует ряд программно-технических средств для прогноза обстановки в зоне чрезвычайной ситуации, обусловленной проектными и за-проектными авариями на АЭС.

1) Система прогнозирования и отображения радиационной обстановки «TRACE» - специализированная геоинформационная прогностическая система, предназначена для проведения экспресс анализа радиационной обстановки в результате выброса в атмосферу радионуклидов при возможных авариях на радиационно опасных объектах, оценке возможных доз для персонала и окрестного населения, создания тематических карты для поддержки принятия решений в аварийных ситуациях, подготовки отчетных форм.

2) «НОСТРАДАМУС» - компьютерная система прогнозирования и анализа радиационной обстановки на ранней стадии аварии на АЭС, предназначена для оперативного прогнозирования радиационной обстановки при выбросах радиоактивных материалов во время аварий на АЭС и других ядерных объектах. Система может использоваться для поддержки принятия решений в реальном времени на начальной, острой фазе радиационной аварии.

3) «RECASS NT» - компьютерная система прогнозирования и анализа радиационной обстановки на ранней стадии аварии на АЭС, предназначена для проведения расчета воздействия атомной станции на окружающую среду в режиме нормальной эксплуатации, при проектных и за-проектных авариях.

4) «ЗС-ВОЧ» - компьютерная программа расчета доз внутреннего облучения для людей различного возраста при поступлении радиоактивных веществ с воздухом и

пищей, предназначена для расчета эффективных доз и эквивалентных доз в 25 органах и тканях условных людей различного возраста при поступлении радиоактивных веществ с вдыхаемым воздухом, пищей или при попадании этих веществ непосредственно в кровь (в результате инъекции).

5) «Экспресс выброс» - программа, предназначенная для экспресс оценок мощности и радионуклидного состава выбросов для характерных аварий на АЭС.

Для прогнозирования трансграничных чрезвычайных ситуаций в ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) был разработан Программный комплекс «Региональная геоинформационно-картографическая модель риска потенциальных чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера на трансграничных территориях России» (ПК ГРАНИЦА) [2]. С учетом координат АЭС, типа реактора, мощности АЭС и наиболее вероятных метеорологических данных возможно осуществить прогнозирование:

- размеров зон возможного радиоактивного загрязнения, в том числе глубины следа и максимальной его ширины, площади следа и значений мощности поглощенной дозы (рад/ч);

- перечня населенных пунктов на следе облака с указанием типа населенного пункта и численности населения (в тысячах человек), расстояние населенного пункта от АЭС по следу и от оси следа (в км), мощность дозы внешнего гамма-излучения (Зв/с), плотность радиоактивного загрязнения (Бк/м²), максимальную объемную активность (Бк*с/м³);

- времени подхода радиоактивного облака к выбранному населенному пункту (в часах);

- потребности в силах и средствах для ликвидации ЧС.

Расчет производится в соответствии с Методическими указаниями по расчету радиационной обстановки в окружающей среде и ожидаемого облучения населения при кратковременных выбросах радиоактивных веществ в атмосферу, утв. приказом Министра РФ по атомной энергии 30 декабря 1998 г.

Моделирование аварии на Запорожской АЭС (5 категории по шкале ИНЕС скорость ветра - 5 м/с, направление ветра - 9 градусов, облачность - ясно, время после аварии - 24 часа) показывает, что территория РФ попадает в зоны умеренного загрязнения и радиационной опасности.

В связи с этим, для совершенствования прикладной деятельности по защите населения и территорий Российской Федерации от трансграничных ЧС, обусловленных авариями на украинских АЭС, рекомендуется проведение научных исследований, направленных на детальную оценку риска указанных ЧС с дальнейшим учетом результатов этой оценки при планировании мероприятий гражданской обороны и защиты от ЧС приграничных субъектов Российской Федерации, а также повышение готовности и оперативности сил гражданской обороны и Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС, предназначенных для ликвидации последствий радиационных аварий.

Литература

1. «Некоторые аспекты оценки безопасности атомных станций Украины», *И. В. Сосунов, О. А. Морозова*, Технологии гражданской безопасности, Том 13, 2016, № 3 (49).

2. «Региональная геоинформационно-картографическая модель риска потенциальных чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера на трансграничных территориях РФ», *М. И. Аногина, М. А. Балер, А. С. Котосонов, О. А. Морозова*, Вестник Воронежского института ГПС МЧС России, 2016, № 2 (19).

ЦИРКУЛЯЦИЯ АТМОСФЕРЫ И ПОЖАРОПАСНОСТЬ В РОССИИ

*Холопцев А. В., д. геогр. н.; *Кононова Н. К., к.г.н.,*

Севастопольское отделение ГОИН, *Институт географии РАН

Введение. Существенным фактором, способствующим возникновению на территории регионов России таких опаснейших чрезвычайных ситуаций (ЧС), как лесные и степные пожары и др., является изменение климата. Поэтому выявление природных закономерностей, которые обуславливают эти изменения, является актуальной проблемой не только климатологии, но также экологической безопасности и предотвращения ЧС.

Наиболее важным решением рассматриваемой проблемы представляется в отношении закономерностей, которые в той или иной мере проявляются во всех регионах России. К их числу относятся устойчивые тенденции происходящих в современный период изменений структуры атмосферной циркуляции в Северном полушарии нашей планеты.

Вследствие происходящих в последние десятилетия перемен глобального и регионального климата, все большее влияние на динамику рисков возникновения рассматриваемых ЧС в регионах России оказывают упомянутые изменения, которые происходят в весенний и летний сезоны. В связи с этим выявление закономерностей, которые их обуславливают, представляет не только теоретический, но и практический интерес.

Установлено, что повышенная пожароопасность в лесах на территории регионов России возникает при образовании над ними блокирующих антициклонов, которое инициируется вторжениями арктических воздушных масс. В период господства над некоторой территорией блокирующего антициклона выпадение на ней атмосферных осадков прекращается, а температуры воздуха (весной и в особенности летом) повышаются. Чем дольше стоит подобная погода, тем меньше остается запасов влаги в почве и выше риск возникновения лесных и степных пожаров.

Цель настоящей работы - выявление типов циркуляции (элементарных циркуляционных механизмов, ЭЦМ в типизации Б.Л. Дзержеевского [1, 2]), способствующих формированию устойчивых антициклонов, провоцирующих высокую степень пожароопасности над различными регионами России весной и летом, а также изучение тенденций изменения их продолжительности в современную циркуляционную эпоху (1957–2016 гг.)

Методы и материалы. Учитывая географическое положение территории России, исследование проводилось для секторов: Российской части Европейского (30–60°E), Сибирского (60–120°E), Дальневосточного (120–170°E) и Российской части Тихоокеанского (170°E - 170°W).

Сопоставлением изменения продолжительностей действия блокирующих ЭЦМ со временем для каждого сектора выявлены те ЭЦМ, для которых значения продолжительности в весенние и летние месяцы XXI века были максимальными.

Как фактический материал использована информация об изменениях продолжительности действия различных ЭЦМ, которая получена сотрудниками Института Географии РАН и представлена в [3].

Полученные результаты. Анализ продолжительности ЭЦМ позволил выявить для каждого сектора ЭЦМ, которые в весенний и летний сезон являлись наиболее влиятельными. Выявленные ЭЦМ приведены в таблице 1.

Перечни ЭЦМ, которые весной и летом в рассматриваемых секторах Северного полушария являлись наиболее влиятельными

Сектор	Весна	Лето
Европейский	10а, 10б, 12вз,	10б, 4б
Сибирский	12бл	8вл, 12бл, 12вл
Дальневосточный	12а	12а
Тихоокеанский	12а	9а, 12а

Все ЭЦМ, представленные в табл. 1, относятся к группе долготная северная для соответствующих секторов. В периоды их действия над Арктикой расположена область повышенного давления, а арктические вторжения направлены на Россию.

Следует отметить, что существуют ЭЦМ, при которых устойчивый, длительно существующий антициклон над Европейской территорией России (ЕТР) формируется и без арктического вторжения. Именно с ними были связаны лесные и торфяные пожары на ЕТР в 70–80-е годы XX века. Это ЭЦМ 9а и 13л. Динамические схемы всех упомянутых ЭЦМ приведены на рис. 1, а изменение продолжительности действия в весенние и летние месяцы ЭЦМ, продолжительность действия которых была максимальной в каждом секторе, представлены на рис. 2.

Как видно на рис. 1, погодные условия для возникновения лесных, торфяных и степных пожаров на ЕТР чаще всего формируются при ЭЦМ10б, 9а, и 13л.

При ЭЦМ 10б формируется блокирующий процесс, соединённый с гребнем азорского антициклона, что способствует увеличению засушливости.

Изменения продолжительности действия ЭЦМ 10б, который является наиболее влиятельным в Европейском секторе, носят квазипериодический характер. Ее максимальные значения повторяются через 10 лет, а ее средний уровень практически не изменяется. Годы, соответствующие максимумам весенней и летней зависимости, зачастую не совпадают. Это означает, что засушливую весну сменяет более влажное лето, а засушливое лето приходит на смену дождливой весне. Следовательно, существенного усиления пожароопасности на территориях России, относящихся к данному сектору, в среднем не происходит, хотя раз в 10 лет ее уровень повышается.

При ЭЦМ 9а и 13л формируются устойчивые антициклоны, сформировавшиеся в гребне азорского максимума. Антициклоны при ЭЦМ 9а формируются в южной половине ЕТР и в Поволжье, а при ЭЦМ 13л захватывают всю ЕТР.

В Восточной Сибири при ЭЦМ 9а районы Прибайкалья, Забайкалья и юга Якутии оказываются в отроге антициклона с центром в Монголии. Благодаря некоторому росту его продолжительности, пожароопасность этих регионов увеличивается.

Продолжительность ЭЦМ 9а в XXI веке немного увеличилась, а продолжительность ЭЦМ 13л с 1989 г., когда она в 6 раз превышала свою продолжительность за летний сезон, уменьшилась, хотя всё ещё превышает среднюю.

Как видно из рисунка 2д, ситуации, когда в одном году продолжительности действия ЭЦМ 13л достигают максимумов и весной, и летом, бывают не часто. Тем не менее, подобные ситуации возможны и весьма опасны, поскольку они, как правило, приводят к катастрофической засухе на ЕТР. Такое имело место в 1998, 1999 годах.

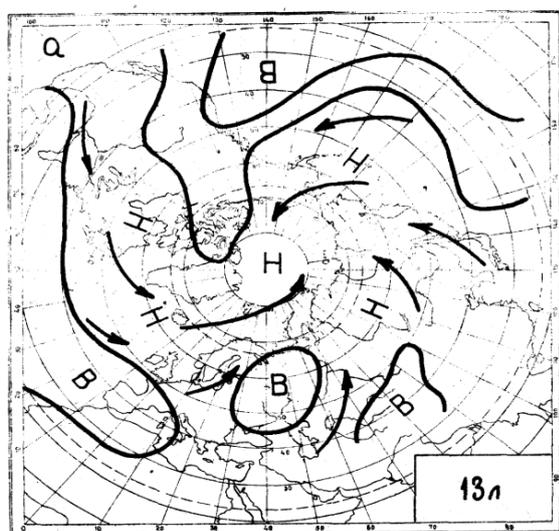
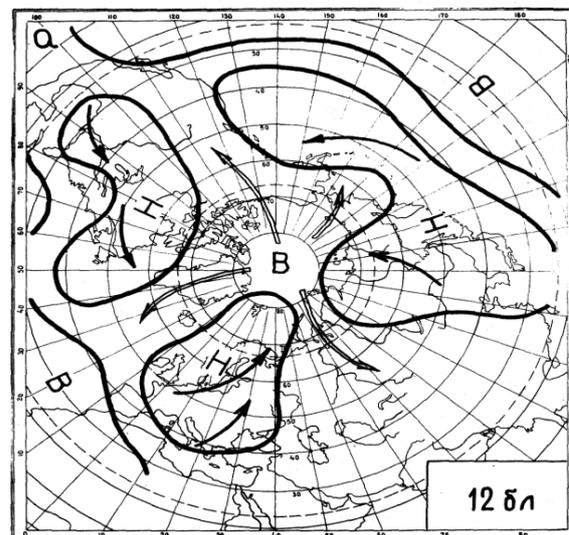
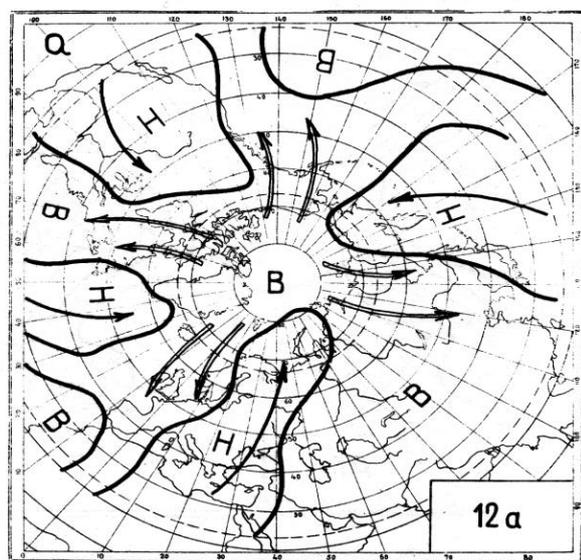
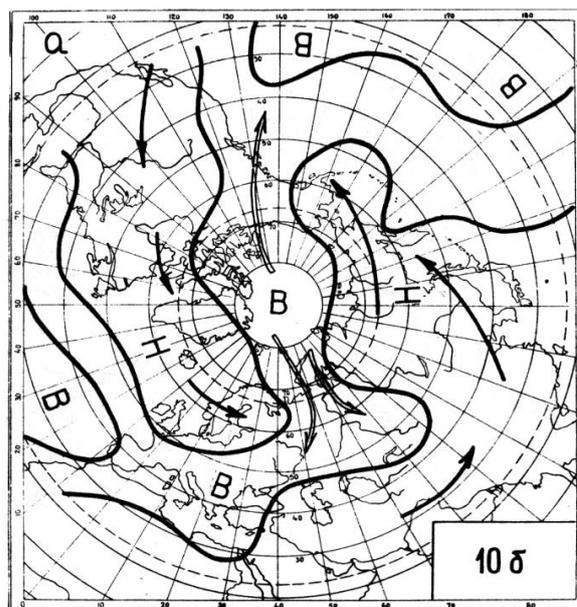
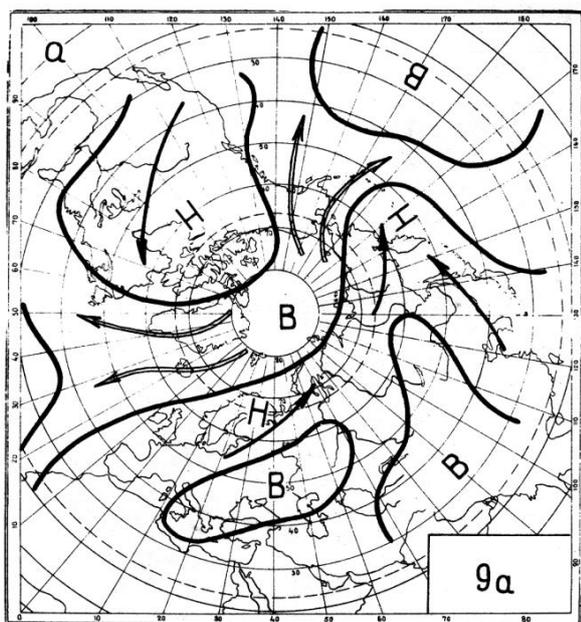
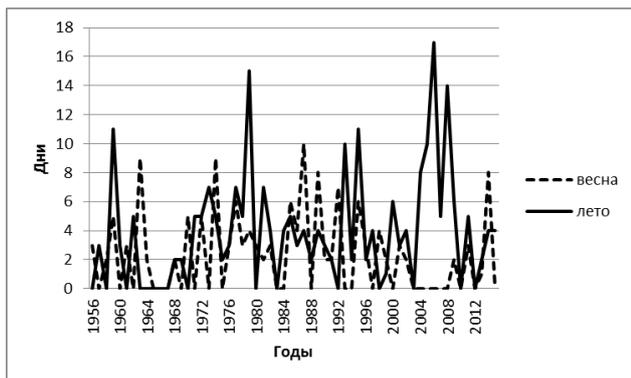
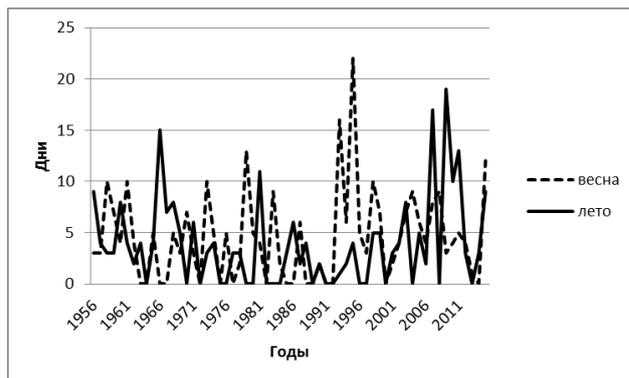


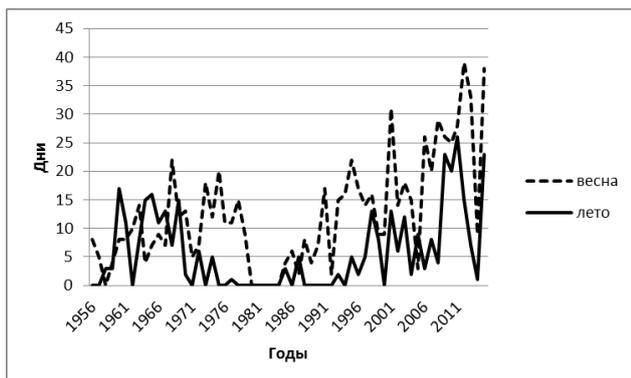
Рис. 1. Динамические схемы наиболее продолжительных ЭЦМ в современной циркуляционной эпохе (1957-2016 гг.). Буквы «В» и «Н» означают высокое и низкое давление. Стрелки с севера на юг указывают направление арктических вторжений (блокирующих процессов), с юга на север и с запада на восток - направление перемещения циклонов.



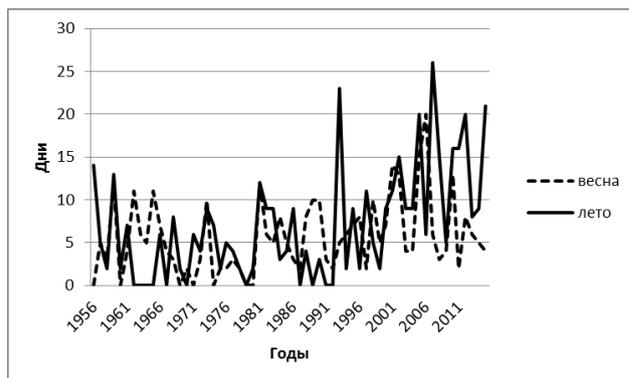
а)



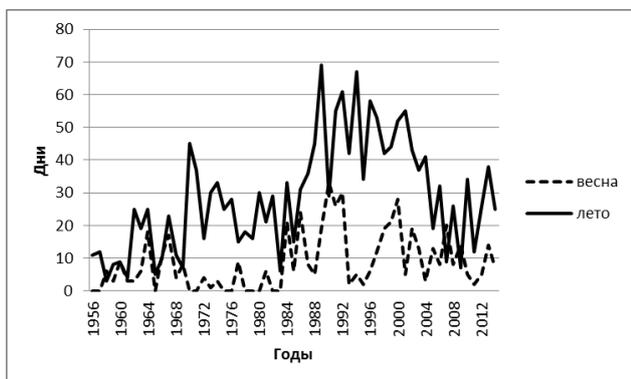
б)



в)



г)



д)

Рис. 2. Изменение продолжительностей действия ЭЦМ, которые являются наиболее влиятельными на территории России
а) 10б; б) 12бл; в) 12 а; г) 9а; д) 13л

При ЭЦМ 12бл блокирующий антициклон над Западной Сибирью захватывает Поволжье на западе и Прибайкалье и запад Якутии на востоке. В весенний период средняя продолжительность действия ЭЦМ 12бл, который является наиболее влиятельным в Сибирском секторе, начиная с 1995 г., уменьшается. В летний период она, напротив, увеличивается. При этом максимумы значений как весной, так и летом, повторяются через 3–5 лет, а соответствующие им годы весной и летом в основном совпадают. Последнее существенно повышает на территории Западной Сибири пожароопасность, поскольку блокирующие антициклоны, прекращающие здесь выпадение атмосферных осадков, возникают в соответствующие годы, как весной, так и летом.

В Дальневосточном, как и в Тихоокеанском секторе, где наиболее влиятельным и весной, и летом является ЭЦМ 12а, в период с 1996 года пожароопасность увеличивается. Об этом свидетельствует происходившее в это время существенное увеличение средней продолжительности его действия. Важной особенностью изменений про-

должительности этого ЭЦМ как для весеннего периода, так и для летнего, является высокая повторяемость совпадений ее максимумов.

В Тихоокеанском секторе этому способствует также увеличение продолжительности действия второго по значимости ЭЦМ - 9а. В XXI веке максимумы его продолжительности совпадают с максимумами продолжительности действия ЭЦМ 12а (эти процессы, в особенности летом, действуют в одинаковой фазе, существенно усиливая засушливость и повышая пожароопасность на соответствующих территориях).

В целом рисунок 2 свидетельствует о том, что на территориях регионов России, которые расположены на ее Европейской территории, в XXI веке усиления пожароопасности, обусловленного метеорологическими факторами, не наблюдалось.

В регионах Западной Сибири, а в особенности Восточной Сибири и Дальнего востока, в этот период времени под влиянием этих факторов пожароопасность существенно повысилась, так как блокирующие антициклоны над ними стали возникать чаще как весной, так и летом, сокращая количество выпадавших в эти сезоны атмосферных осадков и увеличивая иссушение почвы под солнечными лучами при высокой температуре воздуха.

Аналогичные особенности изменений продолжительности действия свойственны и другим ЭЦМ, которые являются блокирующими в Дальневосточном и Тихоокеанском секторах, что лишь усиливает выявленные тенденции. В Европейском секторе суммарная продолжительность действия всех блокирующих ЭЦМ, как весной, так и летом уменьшается, что способствует снижению в эти сезоны пожароопасности на Европейской территории России.

В Сибирском секторе продолжительность действия некоторых блокирующих ЭЦМ, как и 12бл, возрастает, но немало и тех, для которых она снижается.

Выявленные особенности изменений продолжительности действия ЭЦМ, которые являются блокирующими в рассматриваемых секторах Северного полушария, свидетельствуют о том, что на значительной части территории России, которая расположена к востоку от Урала, эти природные факторы в ближайшие годы будут способствовать увеличению рисков возникновения природных пожаров. Последнее целесообразно учитывать при планировании профилактических мероприятий, а также развития региональных подразделений МЧС России.

Выводы

Таким образом, установлено:

1. На территориях России, расположенных в Европейском секторе, суммарная продолжительность действия блокирующих ЭЦМ в последние десятилетия изменялась по колебательному закону, но в среднем снижалась. Годы максимальных значений этого показателя, а также риска возникновения природных пожаров, здесь повторяются раз в 10 лет.

2. На территориях России, расположенных за Уралом, в особенности в Восточной Сибири и на Дальнем востоке, суммарная продолжительность действия весной и летом блокирующих ЭЦМ в последние десятилетия увеличивалась, что способствовало увеличению рисков возникновения на них природных пожаров.

3. Выявленные тенденции изменения продолжительности действия ЭЦМ, которые являются блокирующими в Европейском, Сибирском, Дальневосточном и Тихоокеанском секторах, позволяют предполагать, что в ближайшие годы выявленные особенности изменений пожароопасности в соответствующих регионах России сохранятся неизменными.

Литература

1. Дзердзеевский Б. Л., Курганская В. М., Витвицкая З. М. Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов. Тр. н.-и. учреждений Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Сер. 2. Синоптическая метеорология; Вып. 21. Центральный институт прогнозов. М., Л., 1946, Гидрометиздат, 80 стр.
2. Дзердзеевский Б. Л. Циркуляционные механизмы в атмосфере Северного полушария в XX столетии // Материалы метеорологических исследований. изд. ИГ АН СССР и Междувед. Геофиз. Комитета при Президиуме АН СССР. М. -1968. - 240 с.
3. Колебания циркуляции атмосферы Северного полушария в XX - начале XXI века [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.atmospheric-circulation.ru>.

О ПРОБЛЕМАХ МОНИТОРИНГА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ И ОПАСНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ИХ ТЕРРИТОРИИ

Шешеня Н. Л., д.г.-м.н.

АО «ПНИИИИС», Москва

Мониторинг - это автоматизированная постоянно действующая система, состоящая из таких подсистем:

1 - информационного обеспечения. Она включает сведения о существующих и проектируемых строительных объектов, об опасных инженерно-геологических процессах, влияющих на безопасную эксплуатацию наблюдаемых объектов. Для каждого строительного объекта должна быть информация о региональных, зональных и локальных местных закономерностях условий формирования, развития, состояния и активизации процессов и закономерностях их естественных и техногенных изменений. Указанные изменения содержат количественные параметры об основных опасностях, факторах их развития и активизации, необходимые и достаточные для безущербного управления процессами и безаварийной эксплуатации объектов мониторинга;

2 - математических алгоритмов, описывающих результаты математического, физического, гидрохимического и иного моделирования (раздельно, совместных попарно или в ином соотношении) и используемых для оценки современного состояния зданий и сооружений, опасных геологических процессов, пространственно-временных прогнозов их изменения. Помимо необходимого набора алгоритмов стандартных программ, в подсистему следует включать оригинальные программы, составленные по алгоритмам теории распознавания образов, дискриминантных функций, информационных весов и т. п. Все программы должны быть отработаны в компьютерном варианте;

3 - выбора и научного обоснования необходимости мероприятий инженерной защиты территории, населения, зданий и сооружений от ущербных проявлений опасных процессов. Она включает результаты анализа инженерно-геологических, инженерно-гидрогеологических, инженерно-гидрологических, экологических и градостроительных целевых исследований, выбора критериев, признаков, параметров опасностей природных и техногенных систем от деятельности человека для проектных работ защитных сооружений. Эти материалы предоставляет подсистема информационного обеспечения. Подсистема должна содержать также сведения о:

- типовых мероприятий инженерной защиты объектов мониторинга от ущербных воздействий опасных процессов, а также об условиях их необратимых изменений;

- мероприятиях защиты, снижающих риск вероятных необратимых ущербных изменений объектов мониторинга;

- допустимых техногенных нагрузках на объекты мониторинга.

Указанная информация должна быть достаточной для составления разновременных карт, отражающих, например:

- фактические и прогнозные величины ущербов системы;

- геологический, градостроительный и любой иной риск освоения и жизнедеятельности в пределах рассматриваемой территории по условиям техногенных нагрузок, а также инженерно-геологическую типизацию территории с выделением участков разной степени опасности проявления необратимых изменений в состоянии строительных объектов и опасных процессов;

- неотложные предупредительные и защитные мероприятия по поддержанию динамической устойчивости территории и ее экологического состояния.

Подсистема снабжается пакетами программ для обеспечения функционирования спасательных и восстановительных работ; для оперативного прогнозирования инженерно-геологической и экологической обстановки и принятия соответствующих мер в аварийных ситуациях и некоторые другие программы, специфические для каждой территории.

Пользователями выдаваемой по заказу информации будут изыскатели, проектировщики, строители, службы эксплуатации зданий и сооружений, специалисты иных направлений хозяйственного освоения и природообустройства территории мониторинга. Для сбора информации о состоянии отдельных строительных объектов и опасных инженерно-геологических процессов создается сеть постов стационарных режимных наблюдений. Они оборудуются необходимыми приборами, работающими в автоматическом режиме и передающими всю информацию в подсистему информационного обеспечения мониторинга.

Мониторинг городов следует рассматривать как сложные техноприродные системы с нарушенным естественным режимом, открытые, динамические, саморегулирующиеся и самоорганизующиеся и, в то же время, слабо предсказуемые.

Система мониторинга, как действенный инструмент рационального природопользования в пределах территории размещения олимпийских объектов в г. Сочи, реализуется в программе мониторинга природно-технических систем (МПТС).

МПТС для урбанизированных прибрежных территорий должен быть комплексным, базироваться на единой методологической основе и иметь общую геоэкологическую направленность. В рамках МПТС в качестве отдельных блоков следует выделить следующие группы:

а) мониторинг природной составляющей (МПС);

б) мониторинг техногенной составляющей (МТС).

Мониторинг природной составляющей включает организацию систем контроля, прогноза и регулирования для всех компонентов окружающей среды, без учета медико-биологических и социальных аспектов и проведение наблюдений в рамках этих систем. В качестве составных элементов вышеупомянутой группы следует рассматривать:

- мониторинг поверхностных вод;

- мониторинг подземных вод (гидродинамический и гидрохимический);

- мониторинг инженерно-геологических условий (литомониторинг);

- мониторинг сейсмических условий.

Мониторинг техногенной составляющей ориентирован на контроль искусственных элементов - зданий, водо-, стоконесущих коммуникаций, защитных сооружений и т. п.

Создание единой программы МПТС позволит создать общую систему контроля, банк данных, производить режимные наблюдения и прогнозирование по отдельным подсистемам и затем их синтезировать для обоснования и принятия управляющих решений по оптимизации защитных мероприятий.

Объекты по регионам

Работы института за наблюдениями строительных объектов и опасных процессов были выполнены в пределах следующих регионов.

город Москва

1. Наблюдения на территории ГМЗ «Царицыно» осуществлялась за уровнями грунтовых вод, температурой и их химическим составом на участках развития оползней, угрожающих строительным объектам. Период наблюдения - 2006–2008 гг. По результатам мониторинга по 2 этапу и 3 этапам стационарных гидрогеологических наблюдений на территории ГМЗ «Царицыно» 2006–2007 гг. и 2007–2008 гг. были составлены соответствующие отчеты об изменениях наблюдаемых грунтовых вод и их воздействии на строительные объекты.

2. Исследования устойчивости искусственно сформированного склона в долине р. Котловка на участке строительства снегосплавильного пункта. Период 2009 г.

3. Инженерно-геологические исследования в ЦАО г. Москвы. Период наблюдения 2005 г.

4. Информационный отчет о выполненной работе по I–II этапам «выполнение инженерно-геологических, инженерно-экологических, инженерно-гидрометеорологических изысканий для проектирования 1-ой очереди Центра всепогодных видов спорта по адресу г. Москва, Электролитный проезд, вл. 7б». Период наблюдений 2006–2008 гг.

5. Информационный отчет о выполненной работе «инженерно-геологические изыскания на территории торгового и административного корпусов торгово-административного центра по адресу г. Москва, Варшавское шоссе, вл. 150». Период наблюдений 2006–2008 гг.

6. Технический отчет о выполнении инженерно-геологических изысканий по объекту «Административное здание по адресу: г. Москва, Мясницкий проезд, д. 3/26, стр. 2». Период наблюдений 2007–2008 гг.

7. Выполнение инженерно-геологических и инженерно-геофизических изысканий для строительства зданий и сооружений на объекте «Экспериментальная школа высшего спортивного мастерства "Москвич"». Период 2007–2009 гг.

8. Программный комплекс прогноза подтопления городских территорий с учётом влагопереноса Технический проект. Лист утверждения 589.5118103. 17480-01 31 01 ЛУ. Результаты за период наблюдений 1960–1991 гг.

9. Программный комплекс прогноза подтопления городских территорий с учётом влагопереноса Описание программы решения краевых задач. Лист утверждения. 589.5118103. 17480-01 12 01 ЛУ. Результаты за период наблюдений 1960–1991 гг.

10. Оценка эффективности проекта инженерной защиты участка правобережной южной части г. Томска от оползневых процессов на основе математического моделирования гидрогеологической обстановки и разработка рекомендаций по оползнезащитным мероприятиям. Результаты за период наблюдений 1960–1991 гг.

11. Обобщение и основные требования к результатам гидрогеологических прогнозов, выполненных на основании численно-имитационных исследований математических моделей подтопления (теоретические аспекты). Результаты за период наблюдений 1960–1991 гг.

12. Экспертно-прогнозная оценка формирования процесса подтопления северо-восточной части города Ленинска-Кузнецка. Кн.1 - текст отчёта. Результаты за период наблюдений 1960–1991 гг.

13. Противооползневые мероприятия на участке жилого дома № 6 в 43-ом мкр. Капотни г. Москвы. В 3-х томах - инженерно-геологическое обоснование, текст и графические приложения, рабочий проект с пояснительной запиской. Результаты за период наблюдений 1960–2001 гг.

14. Противооползневые мероприятия в районе котельной по ул. Вооружённого Восстания. /В 4-х томах. Результаты за период наблюдений 1960–2003 гг.

15. Разработка методики гидрометеорологического обоснования региональных схем инженерной защиты городов России от наводнений. Результаты за период наблюдений 1960–1993 гг.

Московская область

1. Ипподром. «Беговые дорожки» (Комплексная застройка со строительством ипподрома в Красногорском муниципальном районе). Период наблюдения 2007–2008 гг.

2. Инженерная защита левобережной части территории от подтопления г. Подольск и разработка систем сопутствующего дренажа при прокладке коммуникаций. /Проект/ (Чертежи, кн. 1 - пояснительная записка). Период наблюдения 2001–2009 гг.

3. «Реконструкция КГМО-1 на участке отвод КРП-10 - отвод на КРП-14 (363–410 км)», «Реконструкция КГМО-1 на участке КС Серпухов-отвод КРП-10», «Реконструкция КРП-13». Период наблюдения 2008-2009 гг.

4. Выполнение инженерно-геологических изысканий по объекту «Храм Архангела Михаила» с въездной группой и вспомогательными зданиями и сооружениями хозяйственного и инженерного назначения около дома 108 в деревне Путилково Красногорского района Московской области». Период наблюдения 2004–2009 гг.

5. Прогнозная оценка устойчивости склонов р. Клязьма на участке проектируемого строительного освоения. Период наблюдения 2004–2009 гг.

6. Схема инженерной защиты от опасных геологических процессов /чертежи/. /Папка 1 - кн. 1 - пояснительная записка (составление комплекта специальных инженерно-геологических карт масштаба 1:10000 на территорию г. Щёлково с краткой пояснительной запиской к ним). Период наблюдения 2004–2009 гг.

7. Режимные наблюдения за загрязнением поверхностных, подземных вод, грунтов фильтрами твердых бытовых отходов на полигоне в городе Щербинке. Период наблюдения 1964-1969 гг.

8. Разработка мероприятий инженерной защиты от воздействий фильтратов твердых бытовых отходов в городе Щербинке. Период наблюдения 1968–1971 гг.

9. Режимные наблюдения за загрязнением поверхностных, подземных вод, грунтов фильтрами твердых бытовых отходов на полигоне Новомосковский. Период наблюдения 1964–1971 гг.

РЕЗОЛЮЦИЯ

XV НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ»

В соответствии с Комплексным планом основных мероприятий МЧС России от 18.02.2016 №80 13-14 октября 2016 г. в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий состоялась пятнадцатая научно-практическая конференция по теме: «Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций» (далее – Конференция).

Конференция была посвящена вопросам современного состояния и совершенствования системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера (далее – ЧС), использования данных космического мониторинга при прогнозировании и предупреждении чрезвычайных ситуаций, а также оценки рисков возникновения чрезвычайных ситуаций.

В работе Конференции приняли участие более 500 человек (2015г.-492 чел.) видных российских научных деятелей, практиков и специалистов в области оценки рисков возникновения и предупреждения ЧС, в том числе представители министерств, федеральных служб, федеральных агентств и организаций: Минобороны России, МВД России, Минэнерго России, Минприроды России, Росавтодора, Роспатента, Роструда, Росавиации, Росатома, Ространснадзора, Росгидромета, Рослесхоза, Ростехнадзора, Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации, Российской академии наук и других российских заинтересованных учреждений и организаций. В профильных секциях Конференции приняли участие 150 участников с докладами и тематическими выступлениями, из них пять членов-корреспондентов Российской Академии наук, 57 докторов и кандидатов наук. В режиме ВКС участвовало более 360 специалистов МЧС России, были представлены следующие доклады: «Работа ГУ МЧС России по Приморскому краю в период наводнения 2016 года», «Работа ГУ МЧС России по Ямало-Ненецкому АО по ликвидации биолого-социальной ЧС (сибирская язва) на территории Ямало-Ненецкого АО», «Становление и развитие системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций на территории Республики Крым», «Становление и развитие системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций на территории г.Севастополь».

В ходе работы 15-й Конференции было заслушано 75 докладов (2015 г. - 76), ФКУ «Центр «Антистихия» МЧС России совместно с ИГЭ РАН был организован круглый стол «Мониторинг и прогнозирование опасных природных явлений и анализ природно-техногенных рисков» под руководством академика РАН В.И. Осипова (ИГЭ РАН) с докладом «Оценка и управление природно-техногенными рисками», член-корр. РАН Г.А. Соболева (Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН) с докладом «Среднесрочный прогноз землетрясений», д.т.н. С. П. Сущева (ООО «Центр исследований экстремальных ситуаций») с докладом «Использование данных мониторинга и прогноза природных явлений в АИУС РСЧС». На круглом столе рассмотрены вопросы опасных геодинамических процессов, опасностей и воздействий на окружающую среду и техносферу, а также современных перспективных методов определения сейсмических рисков и прогнозирования сейсмособытий.

Во время проведения конференции работала тематическая выставочная экспозиция, в которой приняли участие: ФГБУ науки Института геофизики им. Ю.П. Булашевича Уральского отделения ИГФ УрОРАН, Институт географии РАН, ситуационный центр мониторинга и управления чрезвычайными ситуациями ОАО «РЖД», ФГБУ «НИЦ Планета», ФБУ «НТЦ ЯРБ» «Ростехнадзор», ФГБУ ВНИИ ГОЧС, ФКУ Центр «Антистихия».

Вместе с тем, в период сессионной работы участниками Конференции были сформулированы проблемные вопросы в части совершенствования СМП ЧС, острой потребности более эффективного межведомственного взаимодействия, для решения которых необходимо повышение уровня совместных научных и практических разработок в области мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования ЧС.

В ряде докладов были отмечены следующие предложения:

- необходимость дальнейшего совершенствования и развития функциональной подсистемы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования ЧС (далее – ФП СМП ЧС);

- расширение сети мониторинга и прогнозирования ЧС (в том числе сейсмического, а также мониторинга состояния ионосферы, атмосферы, гелиосферы), уделяя особое внимание различного рода воздействиям на территории Дальневосточного региона, азиатской части Сибири, Арктической зоны и приграничных с сопредельными государствами субъектов Российской Федерации;

- необходимость развития межведомственных основ региональной формализации стандартных требований к прогнозной информации в рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС);

- развитие и внедрение отечественного методического и программного информационного сопровождения прогнозирования рисков ЧС, позволяющего увеличить заблаговременность определения природно-техногенных источников ЧС с соответствующей детализацией их воздействия;

- выработка новых основ эффективности и повышения роли и качества межведомственного взаимодействия в части совершенствования сети наблюдения и лабораторного контроля (СНЛК ГО), в том числе в сфере оперативного проведения работ по демеркуризации;

Участниками Конференции в целях повышения эффективности ФП СМП ЧС рекомендовано:

1. Научному и инженерно-техническому сообществу российских организаций и учреждений, заинтересованных в продвижении прогнозно-рисковых технологий, продолжить работу в области разработки инженерно-технических решений, направленных на снижение потенциала опасности и рисков чрезвычайных ситуаций;

2. МЧС России продолжить работу по:

- совершенствованию нормативной правовой базы Российской Федерации в части ликвидации ведомственной разобщенности сетей наблюдения и контроля, находящихся в подчинении различных функциональных подсистем РСЧС, повышения уровня ведомственной ответственности за качество и полноту прогнозирования;

- совершенствованию информационного взаимодействия и обмена мониторинговой и прогностической информацией с ФОИВ и их территориальными подведомственными организациями, в том числе в области космомониторинга и АКО, состояния КВО и ПОО;

- совершенствованию качества и созданию межведомственной системы подготовки и переподготовки высококвалифицированных кадров СМП ЧС на базе высших

учебных заведений, подведомственных МЧС России с едиными программами обучения специалистов и стандартного перечня тем по отработке теоретических и практических навыков в ходе проведения учений и тренировок;

- внедрению современных отечественных технологий и технических средств мониторинга и прогнозирования ЧС, в том числе в сфере космического мониторинга, дистанционного зондирования земли, прогнозирования астероидной и кометной опасности и использования численных моделей высокого уровня и оперативной обработки гелио- и УФ-радиационной информации, колебаний солнечной активности, объединяя наработки ИКИ РАН, НИИЯФ МГУ, Росгидромета и др.;

- организационному обеспечению деятельности региональных и территориальных подразделений ФП СМП ЧС в области лабораторного контроля РВ, ОВ (АХОВ) и БС, в том числе в части усиления системности работ по демеркуризации;

- внедрению отечественных аппаратных комплексов краткосрочного моделирования ЧС природного и техногенного характера с детализацией до населенного пункта и объекта экономики;

- развитию ресурсного обеспечения развития ФП СМП ЧС, направленного на модернизацию технических средств наблюдения и контроля, создание инновационных методов и методик мониторинга и прогнозирования и моделирования ЧС и информационно-телекоммуникационных технологий, в том числе за счет формирования и включения в федеральные целевые и государственные программы работ, направленных на разработку и внедрение инновационных технологий в области мониторинга и прогнозирования опасных процессов, явлений и чрезвычайных ситуаций, а также на укрепление материально-технической и информационно-вычислительной баз ФП СМП ЧС;

- созданию подразделений мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций при комплексных арктических аварийно-спасательных центрах для: поддержки принятия решений в пределах их зон ответственности; минимизации последствий от воздействия опасных факторов; обеспечения проведения аварийно-спасательных работ в условиях Арктики.

3. Министерствам и ведомствам:

- в рамках функциональных подсистем РСЧС внести дополнения действующее законодательство по обязательности прогнозирования чрезвычайных ситуаций и/или их источников во всех режимах функционирования РСЧС, разработать и реализовать формализованные прогнозы изменения контролируемых параметров обстановки при ЧС;

- доведению до современных требований повышение готовности систем и средств наблюдения федеральных и территориальных систем мониторинга в рамках РСЧС к своевременному выявлению источников ЧС с целью обеспечения оперативности предупреждения населения об опасности возникновения ЧС с преодолением ведомственной разобщенности;

- федеральным и региональным органам исполнительной власти усилить системность проведения мероприятий по выявлению мест разлива ртути и работ по демеркуризации;

- совершенствование ведомственной нормативно-правовой базы при осуществлении в пределах своей компетенции информационного обмена и межведомственного взаимодействия по своевременному представлению прогнозно-мониторинговой информации в рамках РСЧС на основе соглашений, регламентов на различных уровнях, в том числе в части направлений наблюдения и контроля, определенных в постановлении Правительства РФ от 8 ноября 2013 г. №1007.

4. Территориальным органам исполнительной власти, местным органам исполнительной власти в рамках функциональных подсистем РСЧС по согласованию с ГУ МЧС России по субъектам Российской Федерации обеспечить сопряжение «Структурированной системы мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений» (СМИС) на критически важных и потенциально опасных объектах с едиными дежурно-диспетчерскими службами, системой АПК «Безопасный город»;

5. Госкорпорации «Росатом» в рамках функциональных подсистем РСЧС обеспечить современную и эффективную научно-техническую поддержку принятия решений по защите территорий при чрезвычайных ситуациях, обусловленных радиационным фактором;

6. ФАНО (РАН) совместно с МЧС России рассмотреть вопрос о возможности оборудования создаваемых арктических спасательных центров автоматическими сейсмостанциями, с включением их в глобальную сеть сейсмонаблюдений Геофизической службы РАН;

7. Госкорпорации «Роскосмос» обеспечить дальнейшее развитие космической и наземной группировок дистанционного зондирования Земли, повышение качества (разрешения) представляемых данных, сокращение временных интервалов их представления, последовательное внедрение системы ГЛОНАСС в сферу оперативного информационного обмена в рамках РСЧС.

8. ФГБУ «ЦАО Росгидромет, ФГБУН «ИОА СОРАН» - считать целесообразным применение многоразовых самолетов-лабораторий для оперативного мониторинга геофизической обстановки при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера.