

Краткий конспект лекций по дисциплине «ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ»

1. Стихийные бедствия и техногенные катастрофы на Земле

Мир, в котором мы живём, полон опасностей. История человечества – это история борьбы с разными опасностями, бедствиями, которые угрожают человеку во всех сферах его деятельности и обитания. Проблема предотвращения и предупреждения техногенных катастроф и стихийных бедствий, смягчения и ликвидации их последствий актуальна для любой страны мира.

Число природных и техногенных катастроф на Земле во второй половине XX века нарастало лавинообразно, увеличивалась и их разрушительная сила. В последнее десятилетие в мире наблюдается устойчивый рост числа жертв и размера материального ущерба, вызванных чрезвычайными ситуациями как природного, так и техногенного характера. Прямой ежегодный ущерб всех стран от природных чрезвычайных явлений и техногенных катастроф составляет свыше триллиона долларов США. Бедствия природного и техногенного характера приводят к наиболее тяжёлым последствиям на густонаселённых территориях. Наибольшие потери несут крупные города с высокой плотностью застройки, насыщенностью объектами промышленности, инженерной и транспортной инфраструктуры.

Среди крупнейших катастроф природного характера наибольшее распространение на Земном шаре имеют тропические штормы, наводнения, землетрясения, цунами и засухи. Только от землетрясений ежегодно на Земле гибнет около 30 тыс. человек. Человечество к настоящему времени так и не научилось эффективно противостоять стихийным бедствиям. В начале XXI столетия мир был потрясён разрушительной мощью и ужасными последствиями величайших стихийных бедствий, когда проявились хрупкость и беспомощность человеческой цивилизации, не выдержавшей натиск сил природы.

Случившееся в 2002 г. в Центральной Европе наводнение было названо «наводнением века» – такого не случалось более 50 лет. За несколько дней под водой оказались значительные территории Чехии, Словакии, Германии, Австрии, Франции, Швейцарии, Польши, Италии, Испании, Румынии, Молдавии, Венгрии и Сербии. Погибло 230 человек, а совокупный ущерб составил 18,5 млрд. долларов США. В настоящее время наводнения в Европе стали почти ежегодным событием.

В результате произошедшего 26 декабря 2004 г. в северной части острова Суматра (Индонезия) землетрясения силой в 8,9 баллов по шкале Рихтера волны образовавшегося мощнейшего цунами обрушились на страны Южной Азии: Индонезию, Шри-Ланку, Индию, Малайзию, Таиланд, Бангладеш, Мьянму, Мальдивские и Сейшельские острова и докатились до Африканского континента. Погибло более 300 тыс. человек.

Ураган Катрина, опустошивший в конце августа 2005 г. восточное побережье США, унёс жизни более полутора тысяч человек и нанёс экономический ущерб не менее 125 млрд. долларов США. Город Новый Орлеан

почти полностью скрылся под водой – в течение дня он был затоплен более чем на 80%. Переселение людей из затопленных районов стало величайшим перемещением населения в США со времён Гражданской войны 60-х гг. XIX века.

Жертвами произошедшего 12 января 2010 г. землетрясения на Гаити стали 222570 человек, 311 тыс. человек получили ранения, 869 человек пропали без вести; ущерб составил не менее 5,6 млрд. евро.

В марте-апреле 2010 г. извержение вулкана Эйяфьятлайокудль (Исландия) парализовало на несколько дней авиасообщение в Европе. Ущерб исчислялся суммой более 5 млрд. долларов США.

Ежегодно на Земле возникает более 400 тыс. лесных пожаров, которые наносят огромный урон хозяйству. Достаточно вспомнить, как в 2007 г. горела Греция, в 2007–2009 гг. – Калифорния, потери измерялись миллиардами долларов. В 2010 г. в России из-за аномальной жары произошло почти 35 тыс. пожаров, сгорело или было повреждено более 3180 домов, 62 человека погибло, ущерб составил свыше 12 млрд. рублей.

Технические системы и производства, созданные на Земле, привели к росту потенциальных опасностей для всего человечества. На Земном шаре функционируют сотни тысяч потенциально опасных сооружений и объектов (химически-, радиационно-, пожаро- и взрывоопасных объектов, гидротехнических сооружений), а в зонах воздействия поражающих факторов при возникновении техногенных аварий и катастроф проживают сотни миллионов людей. Техногенные катастрофы происходят по случайному стечению обстоятельств, чаще всего из-за людской самонадеянности, незнания особенностей управления каким-либо механизмом или банальной неосторожности. Главным фактором возникновения катастроф могут оказаться износ конструкций сооружений, повреждение хранилищ различных опасных веществ в результате коррозии резервуаров и труб, корпусов транспортных средств (особенно танкеров).

Крупнейшей в истории человечества техногенной катастрофой считается прорыв во время тайфуна двух плотин в Китае в 1975 г., когда погибли 26 тыс. человек.

Другой ужасающей числом человеческих жертв техногенной катастрофой стала трагедия в индийском городе Бхопал. Из-за аварии на химическом заводе выброшенный в атмосферу 3 декабря 1984 г. в огромном количестве метилизоцианат унёс, по разным подсчётам, от 25 до 50 тыс. жизней. Число пострадавших было в десятки раз больше.

Самой «дорогой» техногенной катастрофой в истории человечества является авария на Чернобыльской АЭС в 1986 г., когда радиоактивными веществами было загрязнено 80% территории Белоруссии, вся северная часть Правобережной Украины и 19 областей России. В общей сложности, на частичную ликвидацию её последствий (в настоящее время требуется строительство нового саркофага над четвёртым энергоблоком) потрачено около двухсот миллиардов долларов США.

Авария на Саяно-Шушенской ГЭС 17 августа 2009 г., в результате которой погибло 75 человек, является крупнейшей в истории катастрофой на

гидроэнергетическом объекте России и одной из самых значительных в истории мировой энергетики. По предварительным оценкам, на восстановление ГЭС потребуется более 40 млрд. рублей. Во всём мире неуклонно растёт производственная и транспортная аварийность.

Приведённые примеры природных и техногенных катастроф, произошедших на земном шаре, показывают, что для сохранения жизни на Земле необходимо уделять должное внимание вопросам безопасности жизнедеятельности не только в отдельно взятой стране, но и в мире в целом. Проблема защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций всех видов является глобальной проблемой и, несомненно, относится к сфере национальной безопасности каждого государства.

Глобальное расширение спектра природных рисков, вызванных интенсивным развитием техносферы и изменениями климатических показателей, приводит к необходимости принятия политических решений правительствами государств. Распоряжением Президента Российской Федерации от 17 декабря 2009 г. утверждена Климатическая Доктрина Российской Федерации, в которой в качестве основных задач определяется «укрепление и развитие информационной и научной основы политики в области климата, включая усиление научно-технического и технологического потенциала Российской Федерации, обеспечивающего максимальную полноту и достоверность информации о состоянии климатической системы, воздействиях на климат, его происходящих и будущих изменениях и об их последствиях; разработку и реализацию оперативных и долгосрочных мер по адаптации к изменениям климата; разработку и реализацию оперативных и долгосрочных мер по смягчению антропогенного воздействия на климат; участие в инициативах международного сообщества в решении вопросов, связанных с изменением климата и смежными проблемами».

Разработан Комплексный план исследований погоды и климата, реализация которого должна обеспечить «оценку и прогнозирование связанных с изменением климата угроз национальной безопасности, оценку рисков и выгод для экономики и территорий, а также способности адаптации к изменению климата».

Необходимость противодействия опасностям и угрозам огромного масштаба требует усиления роли мировых институтов и международного сотрудничества в этой области. Успешно решать задачи по обеспечению безопасности жизнедеятельности людей в современных условиях можно только проведением целого комплекса мероприятий по предупреждению и устранению последствий ЧС, для чего необходимо знать причины возникновения, движущие силы, характер и стадии их развития, изучать природу опасных явлений, заблаговременно готовиться к возможным угрозам, предотвращая или ослабляя их последствия.

2. Глобальные угрозы и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

Источники угроз, способных вызвать чрезвычайные ситуации, можно условно подразделить на внешние и внутренние.

К внешним угрозам следует отнести угрозы, исходящие из космоса. Это в первую очередь пересечения орбит астероидов и комет с орбитой Земли, смена магнитных полюсов, гелиомагнитная и солнечная активность.

Внутренние угрозы включают в себя природно-климатические процессы и явления, биолого-социальные и техногенные угрозы.

Внешние угрозы признаются мировым научным сообществом как одни из глобальных проблем, требующих внимания.

По данным современных палеоисследований, на нашей планете за последние 250 млн. лет произошло девять вымираний живых организмов со средним интервалом в 30 млн. лет. Эти катастрофы связываются с падением на Землю крупных астероидов или комет.

Существующая классификация **астероидов** по степени опасности построена в зависимости от последствий столкновения с Землёй и определяется размерами астероидов.

Астероиды с поперечником от 5 км и больше являются глобальной катастрофической угрозой, поскольку способны уничтожить жизнь на планете Земля. В настоящее время известно и описано около 10 таких астероидов. По современным оценкам, частота столкновений небесных тел с такими размерами оценивается на уровне один раз в 20 млн. лет. Астрономы убеждены, что в течение ближайшего столетия столкновения с подобным астероидом не произойдёт.

Поперечник астероида порядка 1–2 км является пороговым для глобальной катастрофы. Полнота информации о таких астероидах оценивается в 80%, а об астероидах размерами до 1 км – в менее 80%. Столкновение Земли с крупным астероидом диаметром более 1 км представляет глобальную угрозу, соизмеримую с ядерной войной. Следствием такого события могут стать сильнейшие землетрясения, пожары, запыление атмосферы («метеоритная зима»), кислотные дожди, возможное исчезновение на некоторое время магнитосферы, а в случае падения небесного тела в океан может подняться волна высотой в сотни метров и затопить большую часть низменностей. Подобные события происходят с вероятностью раз в 10–100 млн. лет.

Последствия падения астероида зависят от места его падения. Вероятность падения астероидов в акватории в 5 раз выше, чем на сушу. Падение астероида в акваторию может привести к возникновению катастрофических цунами. Приблизительные оценки волны цунами при падении в океан крупных астероидов, выполненные в НАСА, показывают, что при падении космического тела диаметром порядка 200 м в океан со средней глубиной 600 м (средняя глубина Балтийского моря) высота цунами может составить 500 м.

Во многих странах приняты и выполняются программы поиска, обнаружения и каталогизации потенциально опасных естественных космических объектов, которые осуществляются специализированными астрономическими обсерваториями. В России в 2006 г. была создана Экспертная рабочая группа Совета РАН по проблеме астероидно-кометной опасности. В настоящее время, по разным оценкам, обнаружено 120–200 тыс. астероидов размерами вплоть до метра. Все наиболее крупные астероиды поперечником в десятки и сотни километров хорошо известны. В Солнечной

системе их около 5 тысяч, и расположены они в основном между Марсом и Юпитером. Но некоторые приближаются и к орбите Земли. А это означает, что их столкновение с Землёй в принципе возможно. Ежегодно с Землёй сталкиваются в среднем 2 железных или каменных тела массой более 100 т. Мелкие же астероидные осколки – метеориты (глыбы метровых размеров, камни и пылевые частицы, в том числе и кометного происхождения) падают на Землю непрерывно.

На Землю ежегодно падает около 19 тыс. метеоритов массой более 100 граммов. В XX в. было зарегистрировано около 100 случаев падения метеоритов. За период с августа 1972 г. по март 2000 г. спутники раннего предупреждения ВВС США зафиксировали 518 случаев встречи метеоритов с Землёй, сила удара которых оценивалась в 1 и более килотонну в тротиловом эквиваленте. Большинство этих метеоритов сгорели в верхних слоях атмосферы Земли. Вполне реальна метеоритная опасность для космонавтов и космических аппаратов, находящихся на орбите. Это связано с тем, что даже крохотный, весом всего в несколько граммов метеорит способен разгерметизировать орбитальную станцию и вызвать утечку воздуха. Опасность от удара мелких метеоритов также стали учитывать при проектировании защитных покрытий атомных энергетических установок и аналогичных объектов.

Следами падения крупных метеоритов являются кратеры. За последние 600 млн. лет на Землю упало, вероятно, около 300 тыс. метеоритов, способных создать кратеры. В целом на Земле известно порядка 120 очень крупных метеоритных кратеров. На территории России самый крупный из них – Попигайская котловина на севере Сибирской платформы, в бассейне р. Попигай, правого притока Хатанги. Размеры внутреннего кратера составляют 75 км, внешнего – 100 км. Катастрофа произошла 30 млн. лет назад. Пучеж-Катунская впадина диаметром около 100 км, связанная с падением метеорита около 180 млн. лет назад, находится вблизи Нижнего Новгорода. Карский кратер, образованный при падении метеорита около 70 млн. лет назад, расположен на хребте Пай-Хой и имеет 70 км в поперечнике.

Из крупных событий XX столетия, иллюстрирующих реальность астероидно-метеоритной опасности, следует выделить три: падение Тунгусского (30 июня 1908 г.), Сихотэ-Алиньского (12 февраля 1947 г.) метеоритов, а также падение метеорита «Бразильская Тунгуска» (3 сентября 1930 г.) в безлюдном районе Амазонки. Следы всех остальных крупных метеоритов стёрты временем или находятся на дне океанов.

В XX в. вблизи Земли пролетел целый ряд крупных небесных тел. Следует отметить астероид «2002 ЕМ7» (50 м в диаметре), который 8 марта 2002 г. приблизился к Земле на расстояние 460 тыс. км. Заметили его только через несколько дней после того, как он уже пролетел мимо Земли. Согласно данным Международного центра малых планет при Международном астрономическом союзе, среди всех известных сближающихся с Землей тел нет ни астероидов значительного размера, ни комет, ни тем более малых планет, представляющих реальную угрозу Земле. Наиболее близкие по времени прогнозируемые события потенциально опасного сближения с Землёй крупного астероида «Апофис» должны произойти в 2029 и 2036 гг. При этом прогнозируемое

сближение в 2029 г. непосредственной опасности не представляет, однако может вызвать изменение параметров орбиты указанного астероида, что теоретически усиливает угрозу его опасного приближения к Земле. Уровень этой угрозы можно оценить после 2029 г., когда будет определена степень изменения орбиты этого астероида. Если предположить, что столкновение астероида с Землёй все-таки произойдёт, то удар «Апофиса» массой 50 млн. т и диаметром 230 м приведёт к взрыву мощностью 500 млн. мегатонн, т.е. примерно в 100 раз больше, чем во время падения Тунгусского метеорита.

Помимо метеоритов и астероидов существует ещё одна опасность из космоса – космические объекты, которые не поддаются такой идентификации и могут столкнуться с Землёй. Особый интерес среди них вызывают *кометы*, поскольку по ряду причин такое столкновение было бы опасней, чем столкновение с астероидом. Но вероятность такого столкновения является очень малой даже по сравнению с возможностью падения астероидов.

Человечество пока незащищено против падения космических тел. На сегодня не существует практических реализуемых технологий отклонения космических тел, обладающих опасными для Земли размерами. Однако специалисты уверены в том, что защититься от крупных астероидов и комет в ближайшем будущем будет вполне реально. Для этого могут быть использованы баллистические ракеты с ядерным зарядом, а также космические аппараты, направленные в сторону астероидов либо комет с целью их разрушения либо изменения траектории движения. Если о предстоящем столкновении известно заранее, за несколько лет, то для его предотвращения, возможно, не придётся разрушать астероид. Достаточно изменить его скорость на несколько сантиметров в секунду, и рокового столкновения удастся избежать. Очевидно, что обязательным условием для сохранения принципиальной возможности принятия каких-либо превентивных мер является наличие планетарной системы постоянного контроля астероидно-кометных угроз, обеспечивающей предупреждение об угрожающем столкновении за несколько десятилетий и создание моделей и сценариев реагирования как на национальном, так и на международном уровне при угрозе пересечения орбит Земли и астероидов.

По мнению некоторых учёных, *смена магнитных полюсов Земли* также может привести к глобальной катастрофе. Процесс смещения магнитного поля Земли действительно имеет место быть, однако палеомагнитные исследования показывают, что данное явление уже неоднократно происходило и повторяется в среднем каждые 200–250 тыс. лет. На протяжении XX в. Северный магнитный полюс смещался со скоростью от 10 до 40 км в год. Увеличение скорости перемещения полюса является отражением перестройки течений в жидком ядре Земли, где происходит генерация магнитного поля.

Большинство учёных в этой области считают, что процесс изменения полярности занимает интервал времени от 1000 до 7000 лет. С точки зрения последствий для человека и биосферы в целом, этот процесс является медленным, позволяющим адаптироваться к происходящим изменениям и не представляет угрозы катастрофических последствий. Наиболее потенциально опасным последствием процесса «переполюсовки» может стать ослабление

магнитного поля Земли и связанное с этим *увеличение уровня космической радиации*. Однако даже при развитии процесса по наихудшему сценарию специалисты оценивают уровень такого увеличения всего в несколько десятков процентов, что не может привести к катастрофическим последствиям. Реально можно ожидать некоторого увеличения количества заболеваний раком кожи, нарушения путей миграции птиц и животных (которые ориентируются по магнитному полю Земли), а также нарушения навигационных систем в той части, которая связана с магнитным полем.

Гелиомагнитная активность, безусловно, влияет на динамику рисков техногенных аварий, однако до настоящего времени практически значимых для прогнозирования ЧС причинно-следственных связей не установлено. В последние три года отмечается низкая солнечная и геомагнитная активность, регистрируется менее 30 магнитных бурь за год (в среднем около 50 магнитных бурь). 2009 год был одним из самых спокойных за всю историю регулярных геомагнитных наблюдений (зарегистрированы 4 магнитные бури: 2 умеренные, 2 малые).

Внутренние угрозы представляют постоянную и реальную опасность для живущих на Земле. Наиболее катастрофичными из них являются природно-климатические, биолого-социальные и техногенные.

Природно-климатические угрозы в стратегической перспективе связывают в последнее десятилетие с процессами потепления климата. В целом реальность такова: за последние 30 лет температура на Земле выросла на 0,5–0,7 градусов. Как долго и с какой динамикой потепление будет длиться и изменяться – неизвестно.

В настоящее время рядом специалистов, занимающихся изучением различных природных процессов, сделаны попытки анализа и прогноза возможных изменений в распространении, проявлении, режиме отдельных видов природных опасностей в связи с глобальным изменением климата. Глобальное повышение температуры воздуха в первую очередь скажется на процессах, происходящих в системе атмосфера–океан. Глобальное потепление скажется на уровне Мирового океана, который, по некоторым оценкам, к 2030 г. может повыситься на 20 см, а к концу XXI в. – на 65 см за счёт таяния ледниковых покровов Антарктиды и Гренландии, горных ледников и увеличения количества выпадающих осадков. По другим данным, повышение уровня Мирового океана уже к середине XXI в. может достигнуть 1 м, а к концу столетия – 2 м. Это может привести к учащению наводнений а прибрежных районах, где в настоящее время проживают около 800 млн. человек (в середине и конце XXI в. численность населения увеличится). Низменные побережья таких стран, как Бангладеш, Египет, Индонезия, Мальдивы, Мозамбик, Пакистан, Таиланд, Гамбия, Суринам, Дания, Бельгия, Голландии, США, Россия и других могут быть затоплены. Активизируются процессы абразии и термоабразии, последние в районах залегания многолетнемёрзлых пород – на побережьях Канады и России.

Прогрев вод Мирового океана может существенным образом сказаться на районах формирования, повторяемости и траекториях движения тропических циклонов. Это же относится к циклоническим образованиям внетропических

широт. Разогрев атмосферы приведёт к интенсификации процессов круговорота воды, а это вызовет учащение в некоторых районах интенсивных ливневых осадков. Повышение интенсивности ливневых дождей в предгорных и горных районах приведет к активизации склоновых процессов, при этом может возрасти как частота их проявления, так и мощность. Это, в свою очередь, вызовет увеличение повторяемости чрезвычайных ситуаций, повышение тяжести последствий и рост природного риска. Увеличение выпадающих осадков, частоты прохождения и интенсивности тропических и внутритропических циклонов приведёт к учащению наводнений. Природный риск, связанный с наводнениями, увеличится в прибрежных районах, где отмечается наибольший рост численности населения и его плотности (страны Юго-Восточной Азии, восточное побережье Африки и др.).

Общее потепление климата вызовет увеличение повторяемости чрезвычайных ситуаций, вызванных интенсивными снегопадами и метелями, а в горных районах – активизацией лавинной деятельности.

Всё вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что следствием глобального потепления будет рост числа и тяжести природных чрезвычайных ситуаций. Помимо этого, важной особенностью при оценке изменения природного риска вследствие глобального потепления, необходимость учёта которой очень важна, является изменение географии опасных природных процессов и явлений. При потеплении существенным образом могут поменяться районы распространения тех или иных видов природных опасностей. Особенно это касается тропических циклонов. Возможное изменение районов их формирования и траекторий движения может привести к их проникновению существенно севернее современных районов распространения. В более северных районах по сравнению с современными территориями их распространения возможно образование смерчей, интенсивных градовых процессов. Вместе с изменением районов распространения опасных природных процессов и явлений вследствие глобального потепления климата весьма велика вероятность изменения периодов их проявления в течение года, что может существенно сказаться на величине риска, особенно в сельском хозяйстве.

Потепление в России происходит быстрее, чем в среднем на планете. По данным российских метеостанций, среднегодовая температура воздуха в нашей стране с 1907 г. по 2006 г. увеличилась на 1,29 °C (против 0,74 °C в глобальном масштабе). Это означает, что при сохранении темпов роста температуры на нынешнем уровне уже к середине этого века в России станет теплее почти на 2 °C по сравнению с началом прошлого века. Серьёзные последствия глобального потепления для России связаны с тем, что в силу различия климатических, орографических, геологических, геоморфологических условий на территории России наблюдается развитие практически всех видов опасных природных процессов и явлений, имеющих место на Земном шаре. На современном этапе большинство климатогенно-обусловленных опасных природных процессов и явлений в России не достигают той разрушительной силы, которая встречается в других районах мира. Вследствие изменений климата некоторые из природных опасностей могут достигать этой разрушительной силы.

На европейской территории России за счёт общего потепления и увеличения влажности могут создаться благоприятные условия более частого и интенсивного смерчеобразования. В таких условиях возможно формирование смерчей в центре европейской части России категории F4 по шкале опасности Фуджиты, которые в настоящее время для России не характерны. Это приведёт к увеличению экономических ущербов и числа жертв. Увеличение конвективной облачности приведет к усилению ветровой (усиление повторяемости сильных ветров), градовой и ливневой деятельности. В горных районах Хибин, Урала, Забайкалья и Северо-Востока России участятся случаи прохождения селевых потоков, оползнеобразования. В зимний период увеличится число опасных снегопадов и метелей на севере России и восточнее Енисея. На Дальнем Востоке весьма вероятно усиление циклонической деятельности, особенно это касается повторяемости выхода тропических циклонов большей интенсивности на побережья Приморского края, Сахалинской и Камчатской областей. С ними будут связаны катастрофические наводнения, частота которых возрастет. Резко возрастет интенсивность склоновых процессов на Камчатском полуострове, так как при общем потеплении климата в этот район, возможно, будут выходить полноценные тропические циклоны. На наиболее плодородных землях Северного Кавказа, в бассейнах рек Дон и Волга (Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская, Астраханская и Волгоградская области) в период до 2015 г. прогнозируется увеличение частоты возникновения катастрофических наводнений в период весеннего и весенне-летнего половодья с нанесением большого ущерба. В нижнем течении р. Терек (Республика Дагестан) в ближайшие годы также следует ожидать увеличения опасности катастрофических паводков (такие паводки наблюдаются один раз в 10–12 лет). В горных и предгорных районах Северного Кавказа (республики Северного Кавказа, Ставропольский край) в летний период увеличивается опасность селевых потоков, развитие оползневых процессов. Безусловным показателем потепления климата является отступление ледников, что ведёт к резкому росту рисков селевых катастроф. Ярким примером может служить селевой поток в июле 2000 г. в бассейне р. Герхожан-Су (Северный Кавказ), который относится к разряду исторических природных катастроф. Во внутриконтинентальных районах Восточной Сибири увеличится вероятность засушливых периодов, повысится пожароопасность лесов и торфяников. Продолжительность пожароопасного сезона увеличится на юге Ханты-Мансийского автономного округа, в Курганской, Омской, Новосибирской, Кемеровской и Томской областях, в Красноярском и Алтайском краях, в Республике Саха (Якутия).

Глобальное потепление климата вызовет подъём уровня воды Мирового океана, что, в свою очередь, вызовет подтопление значительных территорий побережья Северного Ледовитого океана, особенно в пределах Западно-Сибирской низменности. С повышением уровня воды возможно затопление низменных участков в районе Санкт-Петербурга, Калининграда. Это, в свою очередь, приведёт к формированию нагонных наводнений на тех территориях, примыкающих к населённым пунктам, где они ранее не наблюдались, а также росту их повторяемости и тяжести последствий на других участках. С

подъёмом уровня моря резко возрастут процессы абразии и термоабразии, особенно в азиатской части побережья Северного Ледовитого океана. Прогнозируемый подъём уровня Азовского моря, безусловно, окажет негативное влияние на его берега. В дельте р. Кубани, где подъём уровня происходит на фоне погружения побережья, можно ожидать катастрофического затопления плавней и прилегающих к ним низменных террас. При подъёме уровня океана на 1 м относительный уровень Азовского моря повысится здесь на 1,3–1,6 м. В результате этого в дельте Кубани будет затоплено более 900 км² суши и на её месте образуется обширный морской залив. Прогнозируемый подъём уровня моря приведёт к ещё большему усилению темпов абразии коренного берега и активизации обвально-оползневых процессов, а также интенсивному размыву пляжей и аккумулятивных форм. Морские льды являются наиболее показательным индикатором изменений климата в Арктике. Сокращение льдов в Арктическом регионе происходит с конца XIX века и особенно интенсивно – с конца 1960-х гг. Инструментальные наблюдения за арктическими льдами со спутников подтверждают значительное сокращение площади оледенения за последние 30 лет (на 15–20%). Спутниковые данные показывают, что среднегодовая площадь льдов в Арктике уменьшалась в среднем на 2,7% за десятилетие. На фоне общего сокращения летней площади льдов в Северном полушарии происходит уменьшение летней ледовитости арктических морей, через которые проходит трасса Северного морского пути. Средняя толщина морских льдов в арктическом бассейне также уменьшается. Это происходит в основном за счёт сокращения площади, занимаемой многолетними льдами и, в меньшей степени, за счёт уменьшения их толщины. Другими словами, старые многолетние льды постепенно замещаются более тонкими однолетними. За последние годы площадь многолетних льдов сократилась в несколько раз. Таяние арктических льдов приводит к усилению потепления в регионе вследствие так называемой положительной обратной связи: увеличение темпов сокращения ледового покрова ведёт к уменьшению отражательной способности поверхности (тёмный океан лучше поглощает тепло, чем белый лёд) и, следовательно, увеличению поступления солнечной радиации. Помимо деградации морских льдов сокращается площадь и наземных ледников в Арктической зоне.

Особого внимания при рассмотрении проблем потепления климата заслуживает угроза деградации вечной мерзлоты. В России общая площадь районов распространения вечной мерзлоты составляет около 10,7 млн. км², или порядка 63% территории страны. В зависимости от сомкнутости многолетнемерзлых пород различают области их сплошного (более 90% площади), прерывистого (50–90%) и островного (10–50%) распространения, между которыми можно провести условные границы. На протяжении XX века наблюдался рост температуры верхних слоёв многолетнемерзлых грунтов и увеличение глубины сезонного протаивания, причём в последние три десятилетия эти процессы ускорились. Если средняя годовая температура воздуха в XX столетии в среднем на Земле увеличилась приблизительно на 0,6 °С, то в области распространения вечной мерзлоты потепление носило значительно более выраженный характер, местами доходя до 5 °С. При этом,

если с начала XX века до 1980-х гг. температура верхнего горизонта мёрзлых пород увеличилась на 2–4 °С, то в последующие 20 лет рост температуры ускорился. Проведенные расчёты показывают, что в ближайшие 25–30 лет площадь вечной мерзлоты может сократиться на 10–18%, а к середине столетия – на 15–30%, при этом её граница сместится к северо-востоку на 150–200 км.

В районах распространения вечной мерзлоты на территории Российской Федерации сосредоточено более 80% разведанных запасов нефти, около 70% природного газа, залежи каменного угля и создана разветвлённая инфраструктура объектов топливно-энергетического комплекса (ТЭК). Для расположенных в районах Крайнего Севера сооружений (дорог, нефте- и газопроводов, резервуаров, площадок нефтегазопромысловых объектов, зданий и др.) наибольшую опасность представляет таяние вечной мерзлоты. Многие из сооружений построены на свайных фундаментах, многолетнемёрзлый грунт служит в качестве оснований, и рассчитаны на эксплуатацию в определённых температурных условиях. Исследования показали, что при оттаивании мёрзлых грунтов изменяются их физико-механические свойства (объёмный вес, влажность, пористость, адгезия к сваям-основаниям), что в конечном счёте уменьшает несущую способность фундаментов, приводя к повреждению построенных на них сооружений. Не менее серьёзную угрозу представляет оттаивание льдонасыщенных грунтов и пластов погребённого льда, мощность которых может достигать нескольких метров. Таяние содержащегося в грунте льда сопровождается просадками земной поверхности и развитием опасных мерзлотных процессов: термокарста, термоэрозии и др. В результате происходят значительные изменения рельефа, которые ухудшают напряжённо-деформированное состояние трубопроводов и других сооружений, расположенных в данной местности.

В Западной Сибири ежегодно происходит до 35 тыс. отказов и аварий на нефте- и газопроводах. При этом порядка 21% аварий вызвано механическими воздействиями, в том числе связанными с потерей устойчивости фундаментов и деформацией опор. Полевые геоэкологические обследования объектов нефтегазового комплекса в Ямало-Ненецком и Ненецком автономном округах, а также в других районах распространения вечной мерзлоты указывают на то, что вокруг добывающих и разведочных скважин часто возникают зоны растепления, это приводит к просадке грунтов и образованию в приустьевой зоне воронок, влияющих на устойчивость скважины и станка-качалки. Помимо объектов ТЭК имеются многочисленные примеры нарушения целостности и разрушения жилых и производственных зданий из-за уменьшения несущей способности вечной мерзлоты и различных форм термокарста. В Якутске за период с начала 1970-х гг. более 300 зданий получили серьёзные повреждения в результате просадок мёрзлого грунта. Статистика свидетельствует о том, что в период с 1990 г. по 1999 г. число зданий, получивших различного рода повреждения из-за неравномерных просадок фундаментов увеличилось по сравнению с предшествующим десятилетием на 42% в Норильске, на 61% в Якутске и на 90% в Амдерме. Проблема устойчивости сооружений осложняется негативным влиянием антропогенных и техногенных факторов, усиливающих деструктивное воздействие меняющегося климата. Особую опасность

представляет ослабление вечной мерзлоты на Новой Земле в зонах расположения хранилищ радиоактивных отходов. По вечной мерзлоте проходит 80% Амурской железной дороги, расположены две АЭС (Кольская и Билибинская). Влияние глобального потепления на зоны вечной мерзлоты уже привело к образованию и расширению озёр, что, в свою очередь, создало реальную угрозу ряду населённых пунктов (Андрюшкино, Аргатах, Сватай) в бассейне р. Алазея.

Наиболее выраженные процессы и последствия деградации вечной мерзлоты в ближайшие годы будут иметь место вблизи её южной границы. В зоне, ширина которой составит от нескольких десятков километров в Иркутской области, Хабаровском крае и на севере европейской территории России (Республика Коми, Архангельская область) до 100–150 км в Ханты-Мансийском автономном округе и Республике Саха (Якутия), начнётся таяние островов многолетнемерзлого грунта.

При продолжающемся потеплении к 2015 г. следует ожидать сокращение периода ледостава на сибирских реках до 15–27 суток с одновременным уменьшением максимальной толщины льда до 20–40%; ожидаются также значительные изменения в сроках и процессах замерзания и вскрытия рек и водоёмов. Потепление будет способствовать продлению времени речного судоходства, что можно рассматривать как компенсацию сокращения зимних перевозок, а также формированию благоприятных ледовых условий по трассе Севморпути. По модельным оценкам, до 2015 г. продолжительность ледового периода на трассах Северного морского пути (СМП) от пролива Карские ворота будет превышать шесть месяцев в году. Вместе с тем при сохранении существующего фона ледовых и гидрометеорологических условий, по крайней мере до 2015 г., существует повышенная вероятность формирования сложных и очень сложных ледовых условий (повторяемость 10–20%) в проливах Вилькицкого, Шокальского, Дмитрия Лаптева, Санникова и Лонга, ограничивающих ледокольное плавание по СМП. В складывающейся климатической обстановке сохраняется тенденция к увеличению вероятности появления айсбергов в районах северных морских месторождений, включая Штокмановское. Сохраняется риск вторжения арктических паковых льдов в более южные районы.

Глобальное потепление может иметь и существенное экономическое значение. При потеплении сократится продолжительность обогревательного сезона, особенно это касается южных и центральных районов России. На севере России выгоды от сокращения затрат на обогрев зданий не будут столь значительны: запас холода в северных районах столь велик, что даже при более значительном потеплении в зимний период это не скажется существенным образом на продолжительности отопительного сезона. В экономике России сельскохозяйственное производство в наибольшей степени зависит от возможных изменений климата. Во многих климатических сценариях и прогнозах подчеркивается, что изменение климатических условий отразится на частоте неблагоприятных для сельского хозяйства явлений. По оценкам специалистов, воздействие глобального потепления на сельское хозяйство будет неоднозначным, негативные последствия могут сочетаться с позитивными.

Перспективные оценки климата указывают на то, что в середине XXI века в России возможно как аридное (сопровожаемое уменьшением увлажнения), так и гумидное (сопровожаемое увеличением увлажнения) потепление. Однако наблюдаемые до настоящего времени изменения климата на территории страны более соответствуют гумидному сценарию.

На настоящее время основными причинами падения урожайности зерновых на территории страны в отдельные годы являются засухи весенне-летнего и осеннего периодов, а также вымерзание озимых. В результате глобального потепления опасным может стать рост вероятности низких урожаев в результате увеличения частоты и повторяемости засух и повышения засушливости на территориях ряда регионов Российской Федерации. Повторяемость засух может к 2015 г. возрасти в 1,5–2 раза. К концу XXI века аридность климата на территории страны возрастёт, более сухими станут степи Краснодарского края и Ростовской области. Из-за развития засушливости при сохранении существующих технологий сельскохозяйственного производства вероятно значительное снижение урожайности зерновых и кормовых культур. Так, падение урожайности на величину до 22% от существующего уровня для зерновых культур может произойти практически во всех субъектах РФ на юге страны. В зоне повышающейся вероятности усиления засушливых явлений (Северный Кавказ, Ростовская и Волгоградская области) адаптационные меры должны быть направлены на расширение посевов более засухоустойчивых культур – прежде всего кукурузы, подсолнечника, проса и др., расширение посевов засухоустойчивых озимых зерновых культур.

В субъектах РФ в пределах юга страны необходимо заблаговременное проведение значительных ирригационных работ, осуществление мероприятий, направленных на экономное расходование водных ресурсов и на более широкое внедрение влагосберегающих технологий. Увеличение теплообеспеченности свидетельствует о возможности расширения посевов более теплолюбивых и продуктивных сельскохозяйственных культур. Предполагается, что на Северном Кавказе и в Нижнем Поволжье рост термических ресурсов позволит создать базу для производства хлопка-сырца, винограда, чая и других ценных субтропических культур, достаточную для удовлетворения потребностей страны при возможном росте мировых цен.

В отношении изменения уровня режима Каспийского моря существуют разные прогнозы. Согласно одним, в ближайшие 10–12 лет уровеньный режим будет колебаться в пределах абсолютных отметок –27,08...–27,58 м (от 92 до 42 см в относительных отметках) с тенденцией к понижению (со средней скоростью около 4 см/год). К 2016 г. уровень моря может понизиться в среднем на 50 см, достигнув абсолютной отметки 27,5 м. На территории России Каспий может затопить от 4170 км² при повышении его уровня на 1 м и до 18620 км² площади земель при повышении уровня на 5 м. Повышение уровня Каспия выше –26 мБС может привести к негативным изменениям ландшафта в прибрежной полосе шириной до 30 км. Другие данные указывают на возможность существенного понижения уровня Каспия в течение XXI века. Экстремальное падение, как и экстремальный подъём уровня Каспийского моря, оказывают одинаково отрицательные воздействия на

различные отрасли экономики этого региона, каждый раз заставляя вкладывать значительные материальные средства в меры по стабилизации ситуации в прибрежных районах моря. Резкие понижения и подъёмы уровня Каспийского моря особенно негативно проявляются в северной мелководной его части, в особенности в дельтах рек Волга, Терек, Сулак, где сосредоточены ценные сельскохозяйственные угодья. В результате затопления и подтопления территорий прогрессирует засоление почв и гидроморфизация растительности и т.д. В наибольшей мере эти процессы проявляются на землях в Астраханской области, в Калмыкии и Дагестане. Необходимо особо отметить, что на фоне повышения глобальной температуры на территории России произошло значительное увеличение количества опасных природных процессов и явлений. Ежегодный прирост таких явлений, приводящих к природным и природно-техногенным чрезвычайным ситуациям, с учётом статистического разброса составляет порядка 6%. Прирост происходит в основном за счёт увеличения конвективных явлений (сильный ветер, ураган, смерч, крупный град, сильный ливень) и чрезвычайной пожарной опасности. При этом необходимо отметить, что несмотря на рост количества опасных природных процессов и явлений, начиная с 2003 г. происходит уменьшение количества вызванных ими чрезвычайных ситуаций.

Биолого-социальные угрозы в основе своей определяются параметрами крупных эпидемий и пандемий, указывающих на высокую значимость биолого-социальных угроз для человечества. Актуальность угроз этого класса обусловлена и тем, что занос микроорганизмов, губительных для человека, возможен и из космоса. Механизм заноса – падение на Землю метеоритов, астероидов. Перенос может быть осуществлён и космическими аппаратами. Этот вид угроз в силу своей непредсказуемости является одним из наиболее опасных для современной цивилизации. Особо необходимо отметить, что потепление, воздействуя на состояние зоны вечной мерзлоты, повышает угрозу расконсервации захоронений, произведённых в периоды вспышек особо опасных инфекций, в частности сибирской язвы. Так, на территории Ямало-Ненецкого автономного округа зарегистрированы очаги заболеваемости сибирской язвой оленей, разбросанные на достаточно широкой площади и не имеющие чётких границ. Учитывая климатические особенности ведения северного оленеводства, павших животных зачастую захоранивали или оставляли на поверхности земли. Аналогичная ситуация отмечается с сибиреязвенными захоронениями на территории Таймырского (Долгано-Ненецкого) автономного округа. Следует также учитывать и то, что на сегодняшний день нет строго научного обоснования допустимого, с точки зрения природы, количества биомассы на планете. В связи с этим можно предположить, что особо опасные инфекционные заболевания, а том числе и новые, будут усиливать свою роль регуляции биомассы. За последние 50 лет количество случаев появления новых инфекционных болезней увеличилось в четыре раза. Развитию этой тенденции также будет способствовать потепление климата.

Повышение температуры воздуха на территории России создаёт благоприятные условия для развития болезней, чему способствуют не только

высокая температура и влажность, но и расширение ареала обитания ряда животных – переносчиков болезней. К середине XXI века ожидается, что заболеваемость малярией в результате увеличения осадков и площадей заболоченных земель (а значит, возрастёт площадь заселения водоёмов личинками комаров) вырастет на 60%. Только за последние 10 лет в России число случаев малярии выросло в 6 раз, причём увеличилось также и число случаев «местного заражения» в Астраханской, Белгородской, Волгоградской, Кемеровской, Липецкой, Московской, Новосибирской, Пермской, Рязанской, Самарской, Тамбовской областях, республиках Татарстан, Башкортостан и даже в северной Якутии.

Мягкие зимы способствуют выживанию перезимовывающих переносчиков болезней, а жаркое лето – сокращению цикла их развития и размножения в них возбудителей инфекций. В частности, в результате аномально положительных температур в зимний сезон 2006–2007 гг. на европейской территории страны, произошёл резкий эпидемический подъём заболеваемости геморрагической лихорадкой с почечным синдромом (ГЛПС). В Воронежской области заболеваемость была превышена в 8 раз, в Липецкой – в 17 раз.

Региональные изменения климата существенным образом скажутся и на распространении и заболеваемости клещевым энцефалитом. В последние годы происходит расширение ареала инфекции за счёт Северо-Западного и Поволжского регионов, высоки темпы роста заболеваемости в Сибири. Клещевой энцефалит регистрируется и в тех регионах европейской части России, где ранее не наблюдался. Наибольшие показатели заболеваемости характерны для Томской области, Удмуртии, Хакасии, Красноярского края, Тывы, Пермской и Иркутской области, Бурятии, Республики Алтай, ряда областей Уральского региона. Неблагоприятная обстановка на территории России вследствие потепления будет наблюдаться и обостряться и по другим заболеваниям – чуме, холере, сибирской язве. Одновременно повысится опасность заболевания растений, домашних и диких животных.

Риск эпидемий и пандемий происходит и потому, что на фоне искусственного повышения иммунитета к опасным и особо опасным инфекциям происходит мимикрия вирусов и микробов, к которым нет иммунитета. Сюда же следует отнести и вопросы, связанные с генномодифицированной продукцией и генной инженерией, имеющей теперь возможность изменять врождённые наследственные дефекты на стадии 24-й недели беременности.

При дальнейшем потеплении в стране может увеличиться неблагоприятное воздействие насекомых – вредителей сельскохозяйственных культур на валовые сборы продукции растениеводства (эта тенденция наметилась а конце XX – начале XXI вв.). Многие из этих организмов существенно зависят от климата, при потеплении может возрасти их численность и расшириться ареал. Ожидаемые изменения климата создадут предпосылки для дальнейшего распространения саранчовых в Ставропольском крае, Калмыкии, Волгоградской, Астраханской и Ростовской областях. Вследствие изменения климата к 2025 г. можно ожидать дальнейшего продвижения границы ареала колорадского жука на север. Однако существенного значения для производства

картофеля в стране в целом это иметь не будет, если современные границы зоны возделывания картофеля не изменятся.

В целом для территории России предстоящие изменения климата будут иметь значительные природные экономические и социальные последствия, важнейшими из них будут изменение агроклиматического потенциала, сокращение ледовитости северных морей, сокращение топливно-энергетических затрат на обогрев зданий, общая деградация и сокращение площади вечной мерзлоты, изменения гидрологического режима в бассейнах большинства рек. В результате глобального потепления будет отмечен рост природного риска за счёт увеличения повторяемости природных чрезвычайных ситуаций, повышения тяжести их последствий, а также проявления разрушительной силы некоторых видов природных опасностей в тех районах, где ранее они либо не проявлялись, либо не достигали её.

Техногенные угрозы в целом достаточно очевидны по причинам и последствиям. Вполне очевидно, что наибольшую угрозу представляют не полностью изученные ядерные технологии, химические производства, транспортировка опасных грузов, состояние крупных гидротехнических сооружений (ГТС). Достаточно сказать, что не все крупные ГТС имеют конструктивные решения по обеспечению донного слива водохранилищ. Параметры так называемого «мёртвого объёма» значительны и несут в себе угрозы катастрофического порядка. Особую опасность представляют системные аварии на объектах энергетики, теплоснабжения и в целом систем жизнеобеспечения, особенно в зимний период в северных регионах.

Предупреждение техногенных угроз – это прежде всего совершенствование системы мониторинга и превентивного контроля предвестников аварий не только в процессе эксплуатации, но и на стадии разработки инженерно-технических систем. Особенно это относится к сложным, уникальным инженерно-техническим сооружениям и технологическим процессам. Особое внимание здесь следует обратить на всё возрастающие угрозы, обусловленные тотальной компьютеризацией управления сложными техногенными комплексами. В связи с чем необходимо развивать нормы и принципы априорной безопасности за счёт повышения уровня дублирования важнейших систем управления безопасностью в техносфере.

В основу стратегического парирования природно-техногенных угроз должен быть положен принцип комплексной адаптации инженерно-технических решений в техносфере к природно-климатическим угрозам. В частности, необходимо пересмотреть концепцию теплоснабжения, в основе которой лежат крупные центры генерации тепла, и приступить к развитию автономности систем жизнеобеспечения. Крайне необходимо создать систему раннего штормового предупреждения опасных конвективных процессов на основе сети доплеровских радиолокаторов и активизировать работы по созданию технологий активного воздействия на опасные природные процессы и явления с целью их предупреждения и уменьшения масштабов проявления. Безусловно, необходимо активно развивать систему мониторинга максимально большего количества параметров природных процессов и явлений и

совершенствовать модели прогнозов возникновения и развития природных и природно-техногенных чрезвычайных ситуаций.

3. Опасность природных чрезвычайных ситуаций

Опасность природных чрезвычайных ситуаций для территории определяется наличием и распространением в её пределах природных источников ЧС. Уровень опасности природных ЧС определяется их повторяемостью в течение года. Оценка уровня опасности природных ЧС за годовой период позволяет учесть влияние фактора сезонности на различные виды природных чрезвычайных ситуаций, характерных для каждой конкретной территории.

По наблюдениям за период с 1999 по 2009 гг. наибольший уровень опасности природных чрезвычайных ситуаций на территории Российской Федерации характерен для Краснодарского, Забайкальского и Хабаровского краёв, республик Бурятия, Саха (Якутия) и Коми, а также Волгоградской, Иркутской и Сахалинской областей.

В Краснодарском крае природные ЧС в основном связаны с сильным ветром (в том числе шквалами, ураганами, смерчами), дождевыми паводками и сильными осадками, а Забайкальском крае – с природными пожарами и сильными ветрами (в том числе шквалами, ураганами), в Хабаровском крае – с природными пожарами и сильным ветром, в Республике Бурятия – с природными пожарами, Республике Саха (Якутии) – с весенним половодьем и природными пожарами, в Республике Коми – с природными пожарами, в Амурской области – с дождевыми паводками и природными пожарами, в Волгоградской области – с природными пожарами, весенним половодьем и сильным ветром (в том числе шквалами, ураганами), в Иркутской области – с весенним половодьем и природными пожарами, в Сахалинской области – с отрывом прибрежных льдов, природными пожарами и сильным ветром.

Опасность природных чрезвычайных ситуаций локального уровня. По классификации чрезвычайных ситуаций, утверждённой постановлением Правительства №304 от 21.05.2007 г. локальный уровень ЧС по масштабам последствий является самым низким уровнем природной ЧС. К локальной ЧС относится чрезвычайная ситуация, в результате которой территория, где она сложилась и были нарушены условия жизнедеятельности людей, не выходит за пределы территории объекта, при этом количество людей, погибших или получивших ущерб здоровью, составляет не более 10 человек либо размер ущерба окружающей природной среде и материальных потерь не превышает 100 тыс. рублей.

Природные чрезвычайные ситуации локального уровня имеют невысокую повторяемость, поскольку поражающие факторы природных источников ЧС даже при минимальных значениях своих параметров приводят к последствиям, как правило, превышающим этот уровень чрезвычайных ситуаций. По наблюдениям за период с 1999 по 2009 гг. наибольшее количество природных ЧС локального уровня происходит на территории Хабаровского и Забайкальского краёв, республик Дагестан, Саха (Якутия), Марий Эл,

Амурской, Волгоградской, Ленинградской, Томской, Челябинской областей, Ханты-Мансийского автономного округа.

На территории Российской Федерации природные ЧС локального уровня в основном обусловлены природными пожарами (39% от общего количества природных ЧС этого уровня), отрывом прибрежных льдов (27%), сильным ветром, в том числе шквалами, ураганами, смерчами (10%), сходом снежных лавин (6%) и весенним половодьем (5%).

Наиболее показательным примером локальной природной ЧС является чрезвычайная ситуация, произошедшая 28 января 2008 г. в Республике Татарстан (г. Бугульма), когда в результате схода снега со склона железнодорожной насыпи под завалом оказались 9 школьников возрастом от 9 до 16 лет, четверо из них погибли.

Опасность природных чрезвычайных ситуаций муниципального и межмуниципального уровней. При ЧС муниципального и межмуниципального уровней зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской территории города федерального значения (муниципальный уровень), либо территорий двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенную территорию (межмуниципальный уровень), при этом число пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба не превышает 5 млн. рублей.

Природные чрезвычайные ситуации муниципального и межмуниципального уровней имеют высокую повторяемость. По наблюдениям за период с 1999 по 2009 гг. наибольшее количество таких ЧС происходит на территории Краснодарского, Красноярского, Камчатского, Ставропольского, Приморского, Забайкальского и Хабаровского краёв, республик Башкортостан, Бурятия, Карелия, Коми и Саха (Якутия), Амурской, Архангельской, Волгоградской, Ростовской, Рязанской, Свердловской, Оренбургской, Иркутской и Челябинской областей.

В Российской Федерации природные ЧС муниципального и межмуниципального уровней в основном связаны с природными пожарами (78% от общего количества природных ЧС этих уровней), сильным ветром, в том числе шквалами, ураганами, смерчами (5%), весенним половодьем (4%) и сильными дождями (3%).

Наиболее показательным примером природной ЧС муниципального уровня является чрезвычайная ситуация, произошедшая 28 августа 2009 г. на территории Магаданской области, когда в результате схода селевого потока и формирования перемычки в русле ручья Безымянный произошел резкий подъём уровня воды. Сток воды ручья устремился в хвостохранилище бывшего Карамкенского горнообогатительного комбината. В котловане хвостохранилища накопилось примерно 5×10^6 м³ воды и начался её перелив через гребень плотины. Образовавшаяся при этом прорывная волна привела к разрушениям в долине р. Хасын. В п. Карамкем пострадало 26 человек, из них 1 погиб и 1 пропал без вести, было разрушено 8 и затоплено 3 сборно-щитовых дома. Разрушены дамба и дороги местного значения, мосты на федеральной

трассе подверглись негативному воздействию, пострадали 7 опор ЛЭП, линия связи, опасные химические вещества вызвали загрязнение р. Хасын.

Опасность природных чрезвычайных ситуаций регионального и межрегионального уровней. При ЧС регионального и межрегионального уровней зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного субъекта РФ (региональный уровень) или затрагивает территорию двух и более субъектов РФ (межрегиональный уровень), при этом число пострадавших составляет свыше 50, но не более 500 человек, либо размер материального ущерба более 5 млн. рублей, но не превышает 500 млн. рублей.

Природные чрезвычайные ситуации регионального и межрегионального уровней имеют достаточно высокую повторяемость. По наблюдениям за период с 1999 по 2009 гг., наибольшее количество таких ЧС происходит на территории Краснодарского, Красноярского, Приморского, Хабаровского, Ставропольского и Забайкальского краёв, республик Алтай, Башкортостан, Бурятия, Карачаево-Черкесия, Коми и Саха (Якутия), Амурской, Воронежской, Рязанской, Пензенской, Ленинградской, Калининградской, Иркутской, Оренбургской, Челябинской областей и Ханты-Мансийского автономного округа.

В Российской Федерации природные ЧС регионального и межрегионального уровней обусловлены природными пожарами (25% от общего количества ЧС этих уровней), сильным ветром, в том числе шквалами, ураганами (20%), весенним половодьем (12%), сильными дождями (ливнями) (10%), дождевыми паводками (6%).

Наиболее ярким примером природной ЧС регионального и межрегионального уровней является чрезвычайная ситуация, произошедшая 21 сентября 2009 г. на территории Республики Дагестан, когда в результате сильных осадков (до 189 мм) произошло подтопление 5 населённых пунктов (г. Дербент, н.п. Комсомольский, с. Кульзёб, п. Сулак, с. Стальское), в зоне подтопления находился 2191 дом, также был размыт железнодорожный путь в 4 км от г. Кизилюрт (150 м чётного и нечётного полотна), в результате чего сошёл с рельсов грузовой поезд (тепловоз и 8 вагонов).

Опасность природных чрезвычайных ситуаций федерального уровня. Масштабы последствий природных ЧС федерального уровня являются самыми высокими: число пострадавших составляет свыше 500 человек либо размер материального ущерба превышает 500 млн. рублей.

Природные чрезвычайные ситуации федерального уровня имеют низкую повторяемость, но самые значительные масштабы социально-экономических, экологических и нередко этнокультурных последствий. По наблюдениям за период с 1999 по 2009 гг. наибольшая опасность природных ЧС федерального уровня существует на территории Краснодарского, Красноярского, Камчатского, Ставропольского, Приморского и Хабаровского краёв, республик Алтай, Башкортостан и Бурятия, Кабардино-Балкария и Северная Осетия–Алания, Амурской, Архангельской, Вологодской, Воронежской, Владимирской, Ленинградской, Рязанской, Ростовской, Московской, Калининградской, Саратовской, Сахалинской, Пензенской, Иркутской, Оренбургской и Челябинской областей.

В основном природные ЧС федерального уровня обусловлены сильным ветром, в том числе шквалами, ураганами (20% от общего количества ЧС этого уровня), дождевыми паводками (19%), весенним половодьем, крупным градом, налипанием мокрого снега (по 14%).

Наиболее показательным примером природной ЧС федерального уровня является чрезвычайная ситуация, произошедшая 20 июня 2002 г. на территории 9 субъектов Южного федерального округа (республики Адыгея, Дагестан, Кабардино-Балкария, Карачаево-Черкесия, Северная Осетия–Алания, Чечня и Ингушетия, Краснодарский и Ставропольский края), когда в результате продолжительных обильных осадков в 249 населённых пунктах (68 районов) разрушено 4848 и повреждено 11342 жилых дома, подтоплено 52672 жилых дома и 34 административных здания. Погибло 67 и пострадало 287636 человек, при этом эвакуировано 83135 человек, а возвращено в места постоянного проживания 29834 человек. Повреждено 110,9 км газопроводов, 104 моста (из них автомобильных – 212, пешеходных – 52, железнодорожных – 5), 1490,75 км автодорог, 21,3 км железных дорог, 938,7 км ЛЭП, 233 км водовода (восстановлено 1), 71 водозабор (восстановлено 4). Нарушено электроснабжение 131 населённого пункта.

4. Опасность магматического вулканизма

Вулкан – геологическое образование, возникающее над каналами и трещинами в земной коре, по которым из глубинных магматических очагов на земную поверхность извергаются лавы, горячие газы, пары воды и обломки горных пород.

На вершине вулкана обычно расположен кратер. Очаг вулкана с расплавленной магмой, находящийся на глубине от 10 до 30 км, соединён с дном кратера жерлом вулкана, от которого могут отходить дополнительные каналы, образующие боковые кратеры. Выход магмы на поверхность сопровождается выделением паров воды и газов, которые создают огромное давление, устраняя преграды на своём пути. При выходе на поверхность часть магмы превращается в шлак, а другая изливается в виде лавы.

Опасность вулканической деятельности заключается в прямом воздействии вулканических продуктов (газов, лав, пеплов и др.) на природную среду и хозяйственные объекты в зоне извержения, а также в опосредованном воздействии – через выпадение горячих продуктов вулканизма на лёд и снег, что приводит к катастрофическим лахарам, селям, наводнениям. При взрывных извержениях в атмосферу вместе с газами поступает большое количество жидких (лавы) и твёрдых вулканических материалов, которые затем выпадают на поверхность земли в виде вулканических бомб, лапиллей, песка, пепла и пыли. Потоки огненной лавы сжигают всё живое на своём пути. Вулканический пепел может вызвать возгорание строений, обрушение кровли, а при выпадении на травянистый покров – привести к гибели скота. При извержениях мельчайшие частицы пепла способны подниматься на высоту до 45–50 км и разноситься воздушными потоками на сотни и тысячи километров. Вулканические извержения обычно сопровождаются землетрясениями,

которые, в свою очередь, могут провоцировать опасные экзогенные природные процессы.

На территории России насчитывается несколько сотен вулканов, 69 из них действующие. Все действующие вулканы находятся на территории Дальневосточного федерального округа и сосредоточены в пределах Курило-Камчатской островной дуги, являющейся частью Тихоокеанского «огненного» кольца. К потенциально активным вулканам, расположенным на территории Северо-Кавказского федерального округа, относят вулканы Казбек и Эльбрус.

К основным видам опасности извержения вулканов относятся направленные взрывы, пирокластические потоки, лахары, пеплопады, потоки горячей и подвижной лавы.

Направленные взрывы – наиболее грозный вид опасности. Угол наклона взрывной волны обычно менее 60° . Область поражения – сектора с углами $40\text{--}70^\circ$, а по радиусу – до $20\text{--}25$ км, но может достигать и 40 км. На вулкане Безымянном (Камчатская обл.) в 1956 г. термическое и ударное действие газовой «струи» проявилось на расстоянии 30 км. Взрывов может быть несколько. Они выносят огромное количество обломочного материала (до $2\text{--}5$ км³ и более), который распространяется повсеместно. Спастись от взрывов на некотором удалении от вулкана можно только в подземных убежищах. Вблизи от жерла или пирокластических потоков большой мощности существует опасность поражения ядовитыми газами. Большую опасность представляют пароксизмальные взрывы, которые сносят вершину вулкана с образованием соммы (двойного вулкана). Так было при доисторическом извержении вулкана Тятя или вулкана Сарычева (о. Матуа) в 1946 г. В последнем случае крупные обломки выпадали на расстояние до 7 км, температура обломков достигала 600°C . При общей массе изверженного материала около 1000 кг дальность выброса материала и распространения раскалённых пирокластических потоков может достигать $20\text{--}40$ км, высота подъёма пепловых туч – $20\text{--}50$ км, площадь зоны разрушения – $100\text{--}1000$ км², а протяжённость разрушительных грязевых потоков – $50\text{--}150$ км.

Пирокластические потоки (раскалённые лавины) имеют высокую температуру (от 400 до 800°C) и сопровождаются газовым облаком. Они движутся очень быстро по понижениям рельефа (распадкам, долинам рек и др.) и могут удаляться от источника на десятки километров. Мощность обломочных отложений после их остановки достигает многих десятков метров. Выход пирокластических потоков в море при извержении вулкана Сарычева в 1930 и 1946 гг. изменил очертания береговой линии и увеличил площадь суши. Пирокластические потоки и лахары уничтожают всё на своём пути.

Лахары – горячие грязекаменные потоки, образующиеся при извержениях из кратерных озёр, а также как вторичные явления при захвате вод рек или при таянии снега (зимой) под пирокластическими потоками. Они движутся по долинам водотоков и любым понижения рельефа с большой скоростью на расстояние от источника – до 40 км. Эти потоки обладают большой плотностью и вследствие этого большой подъёмной силой, они перемещают глыбы весом во много сотен тонн.

Пеплопады – условное название для тонких обломков, падающих из изверженных эруптивных туч. Пепловые эксплозии могут быть вертикальными и крутонаклоненными. Взрывная волна в данном случае не опасна. Около кратера падают обломки, достигающие метровых размеров, на удалении пепел имеет размерность песчаных частиц. Опасны пеплы мощностью более 10 см, с ними могут быть связаны отравления (газом), возгорание предметов и строений, обрушение кровель. Пеплы мощностью более 3–5 мм, выпадающие на травянистые пастбища, могут привести к массовой гибели скота за счёт попадания осколочного стекла в кишечник и желудок животных, как было при извержении Новых Толбачинских вулканов на Камчатке в 1975–1976 гг.

Потоки горячей и подвижной лавы очень разнообразны по мощности и скорости продвижения. Температура лав составляет в разных случаях от 800 до 1200 °С. Известны очень тонкие жидкие потоки, расплескивающиеся как вода и, наоборот, – мощные (до 60 м), вязкие, движущиеся очень медленно. Для большинства Курильских вулканов характерен последний или промежуточный тип. Для остановки или изменения траектории движения потоков, когда они угрожают строениям, используют охлаждение их фронтальной части (поливая водой из брандспойтов), бомбометание или взрывные и экскаваторные работы для изменения пути их движения.

Вулканическая деятельность на Земле происходит уже более 4 млрд. лет. В настоящее время, по разным оценкам, на нашей планете насчитывается более 4000 вулканов, которые подразделяются на действующие, потенциально действующие, уснувшие и потухшие. К действующим относятся вулканы с точной датировкой извержений за последние 3500 лет. Основная часть таких вулканов (370) приурочена к континентальным окраинам по периферии Тихого океана. В России вулканической опасности подвержены главным образом Дальневосточные районы.

5. Опасность грязевого вулканизма

Грязевой вулкан – это большой холм, сложенный целиком или только с поверхности сопочными отложениями и обладающий на вершине воронкообразным кратером и уходящим на глубину каналом, из которого периодически или непрерывно выделяются газ, вода, иногда с плёнками нефти, обломки пород, сопочная грязь, последняя растекается по склону сопки, наращивая сопочный конус. Через некоторые промежутки происходят извержения, сопровождающиеся весьма бурными выделениями газов (взрывами) и выбросами на значительную высоту обломков пород. Существуют подводные грязевые вулканы, расположенные, как правило, на мелководных участках дна.

Опасность извержения грязевых вулканов заключается в неблагоприятных воздействиях, затрудняющих жизнь и деятельность населения в их окрестностях (взрывах, землетрясениях, просадках почвы, вредных выделениях и т.д.). Извержения подводных вулканов часто приводят к образованию островов, которые быстро размываются волнами. Такие места опасны для судоходства и указываются в лоциях (в Азовском море – Темрюкская и Голубицкая банки).

В России грязевые вулканы известны в Ставропольском и Краснодарском краях, на северо-востоке Чёрного и юго-востоке Азовского морей, а также на Сахалине.

На территории Южного федерального округа основной массив грязевых вулканов сосредоточен в Таманском грязевулканическом, потенциально нефтегазоносном районе. Газы грязевых вулканов Таманского полуострова, наряду с сопочными водами, являются основным агентом, определяющим грязевулканическую деятельность в регионе. Суточный дебит газов, по разным оценкам, составляет 350–400 м³/сутки. За одно извержение грязевой вулкан может выбросить в атмосферу от 0,5 до 40 млрд. м³ газа. В составе вулканических газов Таманского района содержатся метан, углекислый газ, тяжёлые углеводороды, азот, аргон, гелий, иногда встречаются водород, сероводород, оксид углерода. Содержание метана в большинстве случаев составляет до 80–99%. Дебит вод грязевых вулканов сравнительно незначителен. Они отличаются относительно низкой минерализацией (от 3,8 до 23,3 г/л) и по составу относятся к хлоридно-гидрокарбонатно-натриевому, гидрокарбонатно-хлоридно-натриевому, изредка – к сульфатно-хлоридно-натриевому и хлоридно-натриевому типам.

Наряду с сопочными газами и водами основным продуктом грязевулканической деятельности является сопочная брекчия – специфическая обломочная горная порода, возникающая в результате различных геологических процессов. Имеются данные, что в период расцвета грязевулканической деятельности (палеоген, неоген) вулканами Керченско-Таманской области было извергнуто 40 млрд. м³ сопочных отложений.

На Таманском полуострове насчитывается около 50 грязевых вулканов. Грязевые вулканы Таманского полуострова – явление периодически действующее. Периоды длительного покоя сменяются активной деятельностью. Во второй половине XX в. произошло несколько катастрофических извержений грязевых вулканов: в 1968 г. – Карабетова Гора; в 1977 г. – Цымбалы; в 1978 г. – Гнилая Гора; в 1984 г. – опять Карабетова Гора. В 1990-х гг. особую активность проявил морской вулкан в районе ст. Голубицкой. В 2001–2002 гг. вновь извергались Карабетова Гора и Цымбалы. Однако основная масса грязевых вулканов в Таманском районе функционирует относительно спокойно. Происходит постоянное выделение горючих газов, сопочных илов, брекчии, воды, а в некоторых вулканах – нефтепродуктов. Иногда в некоторых вулканах (горы Горелая, Бориса и Глеба, Северо-Ахтанизовский и др.) проявляются взрывные явления. Наиболее крупный взрыв был зафиксирован на горе Горелой, когда за одно извержение было выброшено около 1 млн. м³ сопочных продуктов. Чаще всего извергался со взрывными явлениями вулкан Голубицкий в Азовском море близ Темрюка. Крупные выбросы брекчии на высоту до 50–100 м сопровождались гулом, сотрясением земли, огненными выбросами, дымом, иногда паром. Общее число взрывных извержений, отражённых в литературе, на Азовском море составляет 12, на Тамани и Северо-Западном Кавказе – 29. Суммарная площадь разлития грязевулканических отложений достигает 13 км². Одним из самых крупных действующих грязевых вулканов Таманского полуострова является вулкан

Карabetова Гора, расположенный в 4 км к востоку от станции Тамань. Его высота достигает 152 м. Излияние грязи здесь происходит постоянно, а крупные извержения повторяются примерно через каждые 15–20 лет.

Извержения грязевых вулканов наносят, как правило, только материальный ущерб объектам, расположенным в непосредственной близости от них, и не представляют прямой угрозы для жизни людей. Места расположения вулканов и степень их опасности достаточно хорошо известны. Поэтому основным методом профилактики возможных угроз является ограничение строительства хозяйственных и жилых объектов в опасной зоне.

6. Опасность и риск землетрясений и цунами

Землетрясение представляет собой внезапное освобождение потенциальной энергии земных недр, которое приобретает форму ударных волн и упругих колебаний, распространяющихся во всех направлениях.

Понятие **сейсмичности территории** означает степень её подверженности землетрясениям.

Цунами – это огромные волны, возникающие в океане или море чаще всего в результате сильного подводного землетрясения и неожиданно обрушивающиеся на берега. Реже цунами возникают в результате подводных вулканических извержений, при обрушении в воду больших масс горных пород и при подводных оползнях. Образование цунами также может быть связано с резким изменением атмосферного давления (метеоцунами) и падением метеоритов (космогенные цунами).

Опасность землетрясений связана с масштабами их воздействия на природную среду и общество и отсутствием на сегодняшний день практических возможностей их прогноза и предотвращения. Риск землетрясений определяется величиной ущерба от разрушений и повторяемостью опасных сейсмических явлений. По масштабу разрушений, уровню людских и материальных потерь землетрясения занимают одно из ведущих мест среди природных источников чрезвычайных ситуаций. Число жертв и пострадавших от землетрясений по всему миру, при среднем уровне 13%, в отдельные годы составляет до 60% всех человеческих потерь от различных стихийных бедствий. Главной причиной огромного числа жертв при землетрясениях является разрушение зданий и сооружений, под развалинами которых гибнут люди. Сильные землетрясения инициируют широкий спектр вторичных опасных явлений и процессов, таких как цунами, оползни, сели, пожары, эпидемии, которые могут существенно увеличить масштаб людских и материальных потерь.

Опасность цунами в первую очередь связана с тремя факторами, наносящими основной ущерб населению и экономике в прибрежных районах: внезапным затоплением суши, волновым воздействием на сооружения и интенсивной эрозией. Разрушение береговой инфраструктуры может повлечь за собой загрязнение окружающей среды, эпидемии. Величина ущерба при цунами зависит от плотности населения и степени хозяйственного освоения пострадавшей территории. Для территорий с населением до 50 тыс. человек и преобладанием 1-2-этажной застройки ущерб может превышать 10 млн. руб. на

гектар (в ценах 2005 г.). Высокая плотность населения на морских побережьях нередко приводит к огромным жертвам от цунами. Так, в результате Камчатского и Курильского цунами 1952 г. погибло около 2,5 тыс. человек, в результате цунами в Мраморном море (1999 г.) – более 15 тыс. человек, в Юго-Восточной Азии (26 декабря 2004 г.) – более 300 тыс. человек.

В Японии 11 марта 2011 г. после сильного землетрясения у восточного побережья острова Хонсю и вызванного им мощного цунами, приведшего к массовым разрушениям, погибло 15597 человек, ранено 5694 человек, пропало без вести 4980 человек. С увеличением населения на побережьях морей и океанов, которое, по данным ЮНЕСКО, в 2010 г. составляло 70% населения Земли, потенциальная угроза цунами значительно возрастает.

В России около 40% территории с населением 20 млн. человек относится к зонам сейсмической активности. Наиболее опасными в сейсмическом отношении регионами являются Дальний Восток (особенно Камчатка, Курилы и Сахалин), юг Сибири, включая район озера Байкал, Алтай и Саяны, а в европейской части страны – Северный Кавказ. Риск возникновения цунами наиболее высок на Тихоокеанском побережье в пределах Дальневосточного федерального округа. Здесь же действует и единственная в стране служба предупреждения о цунами. Имеются сведения о незначительных, по сравнению с тихоокеанскими, цунами на морских побережьях Чёрного и Каспийского морей. Незначительные цунами происходили ранее и на озере Байкал.

Основным методом предупреждения негативных последствий землетрясений и обусловленных ими чрезвычайных ситуаций является соблюдение норм и технологий сейсмостойкого строительства на основе карт сейсмического районирования территории. В сейсмоопасных зонах уменьшению ущерба способствует также высокая степень готовности специальных служб (спасателей, пожарных, медицинских работников), а также соблюдение населением правил поведения в условиях сейсмической опасности.

Характеристика сейсмичности. Сейсмичность характеризуется в первую очередь пространственным распределением очагов землетрясений и их интенсивностью. Очагом (гипоцентром) называют место локализации накопившихся в земной коре напряжений, в котором происходит зарождение землетрясения. Очаг находится на некоторой глубине внутри Земли в отличие от эпицентра – условной точки, расположенной над очагом на поверхности Земли. Под интенсивностью (силой) землетрясений, выражаемой в баллах, понимают интенсивность колебаний земной коры на поверхности Земли. Шкала интенсивности основана на оценке внешнего эффекта землетрясения: степени разрушения зданий и сооружений, величины смещения почв, остаточной деформации грунтов и др. Сила землетрясения в его очаге характеризуется магнитудой – относительным энергетическим показателем землетрясения. Магнитуда определяется как логарифм отношения максимальных амплитуд волн данного землетрясения к амплитудам таких же волн некоторого стандартного землетрясения. Интенсивность землетрясения в эпицентре I_0 (в баллах) связана с магнитудой M при различных значениях глубины очага землетрясения h (в км) эмпирической формулой:

$$I_0 = 1,5M - 3,5 \lg h + 3$$

Подавляющее большинство землетрясений приурочено к областям интенсивной тектонической деятельности и связано с границами крупных литосферных плит, испытывающих различного рода движения. Землетрясения внутри стабильных континентальных участков, а также антропогенные, вызванные перемещением больших объёмов воды или горных пород, случаются гораздо реже

Для большей части территории России характерна умеренная сейсмичность, что определяется её расположением на северной половине Евразийского материка с преобладанием платформенных регионов.

Опасность землетрясений на территории России. Ежегодно на Земле регистрируется около 10 тыс. землетрясений, на них около 4 тыс. – ощутимые землетрясения. По некоторым оценкам, вследствие почти пяти с половиной тысяч значительных землетрясений, зафиксированных с 2050 г. до н.э., общее число погибших составило около 17 млн. человек. Только в XX в. в границах бывшего СССР катастрофическая сейсмическая активность унесла жизни почти 170 тыс. человек. За это время на территории России произошло более 40 сильных землетрясений, среди которых самыми разрушительными являются землетрясения: на Камчатке и Курилах (1907, 1923, 1952 гг.), Нефтегорское (1995 г.), Мандиновское (1950 г.) и Муйское (1957 г.) в Прибайкалье, Терское (1912 г.) и Дарьяльское (1971 г.) на Северном Кавказе. В истории современной России самым трагическим по последствиям было Нефтегорское землетрясение на о. Сахалин в 1995 г. интенсивностью около 9 баллов, которое полностью разрушило посёлок и повлекло гибель почти 2 тыс. человек.

В Дальневосточном федеральном округе к числу наиболее сейсмичных районов относятся Камчатка, Курилы и Сахалин. Менее активны в сейсмическом отношении Верхояно-Колымский регион, районы Приамурья, Приморья, Корякии и Чукотки, хотя и здесь возникают достаточно сильные землетрясения. Преобладающее число очагов землетрясений на территории округа сосредоточено в верхней части земной коры на глубинах до 15–20 км, причём самыми глубокими (до 650 км) очагами характеризуется Курило-Камчатская сейсмическая зона.

Сейсмическое районирование страны. Сейсмическое районирование – это оценка вероятности и максимально возможной интенсивности землетрясений для различных территорий. Карты сейсмического районирования являются нормативными документами при проектировании зданий и сооружений, размещении различных объектов экономики, а первую очередь потенциально опасных объектов и производств. Учитывая последние данные и используя новую методологию, специалисты ОИФЗ РАН под руководством В.И. Уломова в конце прошлого века создали комплект карт ОСР–97 (А, В, С) общего сейсмического районирования территории нашей страны. Эти карты являются нормативными документами, позволяющими оценивать степень сейсмической опасности в средних грунтовых условиях для объектов разных сроков функционирования и категорий ответственности (потенциальной опасности). Каждая из карт отражает расчётную интенсивность сейсмических сотрясений в баллах шкалы MSK-64, ожидаемую на данной площади с заданной вероятностью в течение 50 лет. Карта ОСР–97-А

соответствует 10%-й вероятности превышения расчётной интенсивности (период повторяемости землетрясений – один раз в 500 лет), карта ОСР–97-В – 5%-й вероятности превышения расчётной интенсивности при периоде повторяемости сотрясений 1 тыс. лет, ОСР–97-С – 1%-й вероятности превышения расчётной интенсивности при периоде повторяемости 5 тыс. лет. На основе этих карт, в частности, внесены изменения (в сторону повышения) величины возможной интенсивности сейсмического воздействия на территории страны.

Дальнейшее освоение территории страны невозможно без уточнения и детализации её сейсмического районирования. Для этого в России должна быть создана система сейсмического мониторинга, представленная сетью сеймостанций, фиксирующих подземные толчки, и опытно-методическими экспедициями и партиями, которые осуществляют обработку данных, обмен информацией о фактах возникновения сейсмических событий, участвуют в разработке методов их прогноза.

Условия образования, масштабы и особенности проявления цунами. Основной причиной образования цунами служат резкие вертикальные смещения отдельных участков дна, происходящие при сильных подводных землетрясениях. Но сейсмотектонические движения дна не являются единственно возможным механизмом формирования цунами. Взрывы вулканических островов, взрывоподобные извержения подводных вулканов, пирокластические потоки, попадающие в воду, также могут вызвать волны, которые по своей разрушительной силе ни в чём не уступают цунами сейсмотектонического характера. В тихоокеанском регионе в настоящее время известно 66 цунами вулканического происхождения, причём в 10 случаях высота цунами достигала 10 м и более. В отдельных случаях вулканические извержения могут провоцировать гигантские обвалы и оползни, которые также могут вызвать цунами. Метеоцунами могут образовываться в результате воздействия на водный слой различных атмосферных процессов. Материалы исторической базы данных (с 47 г. до н.э. по 2001 г.) по цунами в Тихом океане, созданной в ИВМиМГ СО РАН (г. Новосибирск), свидетельствуют, что 79% цунамигенных событий были вызваны землетрясениями, 6% – оползнями, 5% – вулканическими извержениями и 3% – метеорологическими причинами. Для оставшихся 7% событий источник цунами остался неизвестен.

Ежегодно на Земле регистрируется около двух тысяч подводных землетрясений, которые вызывают сейсмогенные цунами. Обычно источником при подводном землетрясении называют ограниченную зону возмущения акватории размером примерно 100×300 км и более. Движение волны происходит под действием гравитационной силы, или силы тяжести. На поверхности океана цунами распространяются с большими скоростями (от 50 до 1000 км/ч), высота в области возникновения – от 0,1 до 5 м (поэтому не опасны для судоходства). При выходе волн на мелководье, вблизи береговой черты движение массы воды затормаживается, скорость резко уменьшается до 50–100 км/ч, а высота увеличивается. Взаимодействие волны с береговым рельефом характеризуется высотой заплеска, дальностью заплеска (нередко превышает 2–3 км) и длиной участка затопления. Наиболее высокие волны, до

30–40 м и более, образуются у крутых берегов, в клинообразных бухтах и у выдающихся далеко в океан мысов. Районы побережья с закрытыми бухтами являются менее опасными. Потенциально разрушительным считается цунами с высотой подъёма воды более 2 м. После 1952 г. на территории Дальневосточного федерального округа зарегистрировано порядка 60 цунами, в том числе 15 потенциально разрушительных.

Цунами на территории России.

В соответствии с общей шкалой опасности цунами выделены следующие категории цунами по степени опасности (в скобках – интенсивность): чрезвычайно опасные (5), опасные (4), умеренно опасные (3), малоопасные (2) и незначительно опасные (1).

Наиболее цунами-опасными территориями Дальневосточного федерального округа являются территории Дальневосточного федерального округа – тихоокеанские побережья Камчатки, Курильских и Командорских островов.

На побережьях Курило-Камчатской сейсмической зоны происходят цунами 5-й (чрезвычайно опасные) категории.

В нижеперечисленных регионах возможны цунами 4-й категории (опасные): на Камчатке: а) побережье Камчатского залива; б) побережье между Озерковским и Олюторским полуостровами, а также на побережье о. Карагинский; на Курильских островах: а) Центральные Курилы (между проливами Буссоль и Крузенштерна); б) часть Малой Курильской дуги к юго-западу от о. Шикотан; в Приморье: участок побережья от п. Амгу до м. Поворотного.

Зоны умеренно опасных цунами (3 категории) включают в себя южную часть Приморья (к югу от м. Поворотного и между п. Амгу и г. Советская Гавань); районы Охотморского побережья: а) южная часть о. Сахалин (от г. Холмска до п. Взморье и северное побережье залива Терпения); б) локальные участки на западном побережье о. Сахалин между п. Пильво и с. Хоэ, а также между п. Орлово и с. Бошняково; в) участок на восточном побережье о. Сахалин от п. Катангли до траверза г. Звезда; г) северное побережье Охотского моря (Магаданская область) – от м. Лисянского до м. Толстого; д) тыловая часть островов Большой Курильской гряды; Чукотское побережье: а) от м. Дежнёва до м. Чукотский; б) от м. Олюторский до бухты Наталии.

К зоне 2 категории опасности (малоопасные цунами) отнесены: а) западное побережье Татарского пролива (между г. Советская Гавань и п. Де-Кастри); б) западное побережье Сахалина (между г. Александровск-Сахалинский и с. Хоэ и между п. Пильво и с. Бошняково); восточное побережье Сахалина (от траверза г. Звезда до м. Терпения и от п. Взморье до м. Соймонова); в) побережье Охотского моря (от п. Центральный до Ейриной губы); г) участок побережья моря Лаптевых западнее м. Буор-Хая.

Остальное побережье округа, где мареографами регистрируются лишь слабые колебания уровня моря, отнесено к 1 категории опасности (незначительная опасность).

7. Опасность и риск природных пожаров

Под **природным пожаром** понимают неконтролируемый процесс горения, стихийно возникающий и распространяющийся в природной среде. По объекту горения принято выделять лесные, торфяные и степные пожары.

Лесной пожар – это неуправляемое (стихийное) горение, распространяющееся по лесопокрытой площади.

Торфяной пожар возникает при возгорании торфяного болота, осушённого или естественного, при перегреве его поверхности лучами солнца или в результате небрежного обращения людей с огнём.

Степной пожар представляет собой естественно возникающие или искусственно вызываемые палы в степях.

Опасность и риск природных пожаров связаны со значительным прямым и косвенным ущербом, который пожары регулярно наносят населению и экономике страны.

Прямой ущерб заключается в материальных потерях от уничтожения огнём лесных массивов, торфа, посевов зерновых и других сельскохозяйственных культур, жилых и хозяйственных объектов, диких и домашних животных, оказавшихся в зоне распространения огня, а также от выведения из оборота земель, занятых под лесо- и сельскохозяйственное производство и торфоразработки. Пожары представляют большую угрозу для жизни и здоровья людей.

Косвенный ущерб состоит в материальных затратах на ликвидацию очагов возгорания и восстановление уничтоженных огнём объектов.

Лесные пожары, помимо экономического и социального ущерба, приводят также к потере таких важнейших экологических функций леса, как водоохранная и водорегулирующая, санитарно-гигиеническая, почвозащитная, рекреационная.

В Российской Федерации на активно охраняемой территории лесного фонда ежегодно регистрируется от 10 до 35 тыс. лесных пожаров, которые охватывают площади от 0,5 до 2,5 млн. га. Лесные пожары ежегодно наносят ущерб экономике страны в размере 3–7 млрд. руб. Особенно большая пожарная опасность характерна для огромных лесных массивов на территории Дальневосточного, Сибирского и Уральского федеральных округов, на которые приходится около 95% всей пройденной огнём площади и до 50% общего числа очагов горения. Сильные торфяные пожары характерны для Западной Сибири, севера и центра европейской части России, где сосредоточены богатые ресурсы торфа. Степные пожары в наибольшей мере распространены в Южном федеральном округе и южных частях Приволжского, Уральского и Сибирского федеральных округов.

Предупреждение чрезвычайных ситуаций, обусловленных природными пожарами, является комплексной проблемой, для решения которой необходимо, в первую очередь, обеспечить мониторинг лесных, торфяных и степных пожаров и своевременное оповещение о них; увеличить масштаб работ по противопожарному устройству территорий и населённых пунктов в потенциально опасной зоне; совершенствовать способы и методы наземного и

авиационного тушения пожаров; обновить парк пожарной и вспомогательной техники подразделений Государственной противопожарной службы МЧС России и лесопожарных служб МПР России.

Основными причинами возникновения лесных, торфяных и степных пожаров (в зависимости от степени освоенности территории) являются:

- разряды молний;
- намеренные поджоги, в том числе сельскохозяйственные палы;
- нарушение мер пожарной безопасности населением (непотушенные костры, горящие окурки и спички, битое бутылочное стекло, способное сыграть роль линзы);
- производственная деятельность населения при проведении лесо- и торфозаготовительных и сельскохозяйственных работ и др.

Наиболее распространённым источником огня природного характера являются самовозгорание торфа (торфяные пожары) и молниевые разряды. Температура канала молнии достигает нескольких десятков тысяч градусов, и попадание её в горючие и легковоспламеняющиеся материалы гарантированно приводит к возникновению пожара.

К поражающим факторам природных пожаров относятся:

- теплофизический (пламя, нагрев тепловым потоком, тепловой удар, помутнение воздуха, опасные дымы, разлёт горящих частиц, огненные вихри и смерчи);
- химический (загрязнение атмосферы, почвы, грунтов, гидросферы).

В процессе горения выделяется большое количество тепла, которое передаётся окружающей среде путём конвекции, излучения, проводимости. Всё это создаёт условия для возникновения новых очагов пожаров.

Появление природного пожара не всегда приводит к чрезвычайной пожарной ситуации. Пожар может быть своевременно обнаружен и потушен, не угрожая жизни и здоровью населения, не нарушив нормальных условий жизнедеятельности и не нанеся ущерба населению, окружающей природной среде и народнохозяйственным объектам. Однако при определённых условиях природные пожары приводят к ЧС.

Среди **основных причин перерастания пожаров в чрезвычайные ситуации** можно выделить следующие:

- большая продолжительность засушливого периода с ветрами;
- большое количество очагов пожаров, действующих на данной территории;
- позднее обнаружение очагов пожаров;
- недостаточное применение эффективных средств и методов борьбы с пожарами;
- отсутствие необходимых сил и средств тушения и др.

Опасность возникновения природных пожаров зависит от многих факторов, основными из которых являются:

- тип господствующей растительности, степень покрытия территории растительностью;
- климатические характеристики района;
- интенсивность грозовой активности;

- посещаемость населением лесной (степной) территории.

Погодные условия имеют решающее значение для распространения природных пожаров. Основными погодными факторами, влияющими на распространение пожара, являются: ветер, влажность, температура воздуха и др. Ветер способствует дополнительному притоку кислорода, переносу пламени, искр, горячей золы на расположенные по направлению ветра горючие материалы и тем самым вызывает возникновение новых очагов пожара. Сам по себе пожар вызывает возникновение локальных воздушных потоков, чем усиливает влияние преобладающего ветра на распространение огня. Нагретый над поверхностью воздух поднимается вверх. На его место устремляется холодный свежий воздух, более насыщенный кислородом, который содействует процессу горения. Над пожаром образуется тепловая (конвекционная) колонка, в которую вовлекаются горящие частицы, способные, в зависимости от скорости ветра и наклона колонки, переноситься на расстояние до 1 км от основного очага горения и расширять площадь возгорания.

Влияние рельефа на возникновение и динамику природного пожара весьма своеобразно. Природные пожары активно распространяются вверх по склону. Чем круче склон, тем выше скорость движения пожара (при прочих равных условиях). При подъёме вверх огонь находится на незначительном расстоянии от травы (нижней части крон деревьев), что вызывает их подогрев, подсушивание и ускоряет воспламенение. Тёплый воздух, поднимаясь вверх по склону, вызывает «тягу» и тем самым увеличивает скорость распространения пожара.

Лесные пожары различаются по объекту горения и характеру их распространения.

В зависимости *от объекта горения* лесные пожары подразделяются на **верховые** и **низовые**. Под верховым пожаром понимается лесной пожар, охватывающий полог леса, а под низовым – распространяющийся по нижним ярусам лесной растительности, лесной подстилке и опаду. Наиболее распространены в лесах страны низовые пожары, составляющие в среднем 97–98% случаев. На них приходится около 82–89% всей площади, пройденной пожарами. Несмотря на незначительную долю верховых пожаров, они охватывают большие площади и наносят значительный ущерб.

В зависимости *от характера распространения* лесные пожары делятся на **беглые** и **устойчивые**. Беглый верховой пожар – это пожар, распространяющийся по пологу со скоростью, значительно опережающей горение нижних ярусов лесной растительности. При беглом верховом пожаре сгорают хвоя и мелкие ветви. Более крупные ветви и кора на стволах деревьев обугливаются. Беглый низовой пожар – это быстро распространяющееся пламенное горение, при котором обгорание напочвенного покрова в большинстве случаев происходит только поверхностно. Устойчивый или повальный верховой пожар – это пожар, охватывающий все компоненты лесного биоценоза. При устойчивом верховом пожаре происходит сгорание подстилки, подлеска, подроста, полное сгорание хвои, крупных веток, нередко и стволов деревьев. Устойчивый низовой пожар – это пламенное и беспламенное горение (тление) подстилки, опада, валежника, подлеска.

Мониторинг пожарной опасности лесного фонда проводится ФГУ «Авиалесоохрана». Он подразделяется на космический, авиационный и наземный.

Зона наземного мониторинга – густонаселённые территории с развитой дорожной сетью, на которых нецелесообразно применение авиации. Обнаружение и тушение лесных пожаров производится наземными способами. Применение авиации допускается для предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с лесными пожарами. Не допускается выделение таких зон внутри территорий, покрываемых маршрутом авиапатрулирования лесов.

Зона авиационного мониторинга – земли лесного фонда и прилегающая территория, на которых проводятся регулярные плановые полёты по авиапатрулированию лесов с целью обнаружения лесных пожаров с воздуха.

Зона космического мониторинга первого уровня – удалённые территории, на которых плановое авиационное патрулирование не проводится. Обнаружение лесных пожаров производится преимущественно с помощью информационной системы дистанционного мониторинга (ИСДМ) – Рослесхоз. Управление лесными пожарами осуществляется с применением авиационных сил и средств. При возникновении чрезвычайной лесопожарной ситуации и угрозе объектам экономики и населённым пунктам возможно назначение патрульных полётов.

Зона космического мониторинга второго уровня – удалённые и труднодоступные территории, на которых авиапатрулирование не производится, а тушение лесных пожаров выполняется только при наличии угрозы населённым пунктам или объектам экономики.

Чрезвычайные ситуации возникают при природных пожарах:

- площадью более 200 га;
- площадью более 25 га – для территорий, где отсутствует контроль подразделений Авиалесоохраны;
- в 5–10-километровой зоне от населённых пунктов, объектов экономики;
- при лесоторфяных пожарах в густонаселённых районах и прочих случаях пожароопасных ситуаций, которые могут повлечь человеческие жертвы, нанесение значительного материального ущерба.

На степень опасности возникновения лесных пожаров значительное влияние оказывает тип леса, структура насаждений, породный состав и возраст, категория лесных площадей, вырубок и ряд других характеристик лесного фонда.

Подземные пожары (торфяные) возникают как продолжение низовых или верховых лесных пожаров и распространяются по находящемуся в земле торфяному слою на глубину до 50 см и более. Торфяные пожары коварнее лесных, поскольку они скрыты от глаз. Обычно пожарам подвергаются торфяники, которые человек осушает для добычи торфа или повышения продуктивности заболоченного леса. Широкомасштабное осушение болот в центре европейской части России началось более 100 лет назад. Оно резко усилилось в 1920-е гг., когда торф стали использовать в качестве топлива для тепловых электростанций. К 1960-м гг. относительное значение торфа как

топлива резко снизилось в связи с увеличением доли газа, мазута, угля, атомной энергии. Однако абсолютные объёмы добычи топливного торфа продолжали оставаться высокими. Следующая волна осушения и мелиорации торфяных земель в 1970-1980-х гг. была связана с программой подъёма Нечернозёмной зоны. Качество проводившихся осушительных работ было низким. Системы регулирования водного режима осушаемых торфяных массивов либо не строились, либо вскоре выходили из строя. Происходило избыточное осушение торфяников. В последние годы XX в. на осушённых торфяниках были выделены десятки тысяч садовых и огородных участков. Появление большого количества людей на этих потенциально пожароопасных территориях неизбежно вело к регулярным пожарам.

Особенностями торфяных пожаров являются:

- небольшая скорость их распространения,
- относительно небольшие площади,
- высокая устойчивость горения,
- огромное количество образующегося дыма.

Торфяные пожары опасны неожиданными прорывами огня из подземного очага и тем, что кромка его не всегда заметна и можно провалиться в прогоревший торф. Горение может продолжаться длительное время даже зимой под слоем смета. Тушение торфяных пожаров крайне затруднительно, так как водоудерживающая способность торфа исключительно велика и для его увлажнения требуются гигантские объёмы воды. Затопление болот пока считается единственным методом предупреждения торфяных пожаров.

Различают три типа залегания торфяных месторождений: верховой, низинный и смешанный (переходный). Максимальной способностью к возгоранию и поддержанию процесса горения обладают верховые торфы, минимальной – низинные месторождения торфов.

Степные (хлебные) пожары возникают на открытой местности при наличии сухой травы или созревших хлебов и развиваются очень быстро. Они носят сезонный характер и чаще бывают летом по мере созревания трав (хлебов), реже весной и практически отсутствуют зимой. Степные пожары являются наиболее опасными в периоды устойчивой засушливой и ветреной погоды. Скорость распространения пожара достигает 500–670 м/мин, по зерновым культурам – 500–580 м/мин. Степные пожары могут охватывать площади в несколько тысяч квадратных километров.

В основном степные пожары возникают в результате сельскохозяйственных палов. Палы широко применяются в степных регионах для уничтожения на пастбищах прошлогодней сухой травы – ветоши и отчасти подстилки (степного войлока) и прошлогодней стерни на пашнях. Пал способен на некоторое время улучшить условия минерального питания растений (так как в почву возвращаются минеральные вещества, бывшие связанными в мёртвой растительной массе) и их водный режим (так как почва лучше промачивается, не будучи защищена с поверхности слоем войлока и ветоши). И это, и само кратковременное действие огня стимулирует отрастание молодых побегов дерновинных злаков. В условиях недостаточного выпаса палы стабилизируют менее засушливые варианты степей, предохраняя их от зарастания

кустарниками или даже деревьями (преимущественно в лесостепи). Но в то же время в результате палов нередко погибают заросли степных кустарников, что, в свою очередь, может приводить к развитию эрозии и развеванию песков. С точки зрения сохранения природы степей, нерегулируемые палы почти всегда можно рассматривать как скорее вредные.

Степные (хлебные) пожары, уничтожая естественную степную растительность и выращиваемые сельскохозяйственные культуры, наносят заметный экономический и социально-экологический ущерб. В случае выхода ситуации из-под контроля возможно воздействие поражающих факторов степных (хлебных) пожаров на населённые пункты и объекты экономики. Ярким примером чрезвычайной ситуации такого рода является пожар, произошедший 19 августа 2006 г. в Волгоградской области. Начавшись как степной, пожар за несколько часов буквально окружил станицу Качалинская Иловлинского района и привёл к возгоранию жилых домов и хозяйственных построек. В результате огнём было уничтожено 43 частных подворья. Во время пожара пострадали 3 человека.