

Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия
Государственной противопожарной службы



О. Г. Зейнетдинова

И. Ю. Шарбанова

Д. Н. Костылев

Б. С. Морозкин

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Учебное пособие

*по специальности 20.05.01 - «Пожарная безопасность»,
по направлениям подготовки 20.03.01 – «Техносферная безопасность»,
38.03.04 – «Государственное и муниципальное управление»*



Иваново 2017

Зейнетдинова О.Г., Шарбанова И.Ю., Костылев Д.Н., Морозкин Б.С.
Экологические последствия природных и техногенных чрезвычайных ситуаций: учебное пособие по специальности 20.05.01 – «Пожарная безопасность», по направлениям подготовки 20.03.01 – «Техносферная безопасность», 38.03.04 – «Государственное и муниципальное управление». – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – 112 с.

Рецензенты

заместитель начальника отдела Департамента гражданской обороны и защиты населения МЧС России, полковник, канд. воен. наук, доцент **А. В. Лялин**

профессор кафедры пожарно-спасательной и газодымозащитной подготовки ФГБОУ ВО «Воронежский институт ГПС МЧС России», д-р с.-х. наук, канд. геогр. наук
В. Н. Жердев

профессор кафедры промышленной экологии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», д-р хим. наук, доцент
А. Г. Бубнов

Допущено Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий в качестве учебного пособия для курсантов, студентов и слушателей образовательных организаций МЧС России

Учебное пособие «**Экологические последствия природных и техногенных чрезвычайных ситуаций**» посвящено рассмотрению основных вопросов, связанных с причинами возникновения и экологией чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Предназначено для курсантов и слушателей очной и заочной форм обучения по специальности 20.05.01 - «Пожарная безопасность», по направлениям подготовки 20.03.01 – «Техносферная безопасность», 38.03.04 – «Государственное и муниципальное управление».

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ НА ЭКОЛОГИЮ ПЛАНЕТЫ	5
1.1. Опасные геологические явления и процессы.....	5
1.1.1. Землетрясения	6
1.1.2. Вулканические извержения	10
1.2. Опасные гидрологические явления и процессы	14
1.2.1. Цунами	14
1.2.2. Наводнения	20
1.3. Опасные метеорологические явления и процессы	24
1.4. Экологические последствия природных пожаров.....	29
1.5. Влияние хозяйственной деятельности на формирование природных катастроф	36
2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	40
2.1. Экологические последствия применения химического оружия и аварий на химически опасных объектах	40
2.1.1. Источники поражения химически опасными веществами	40
2.1.2. Экологические последствия загрязнения окружающей среды АХОВ	50
2.2. Экологические последствия применения ядерного оружия и аварий на радиационно-опасных объектах	58
2.2.1. Радиационная обстановка и основные источники радиоактивного загрязнения	58
2.2.2. Экологические последствия радиоактивного загрязнения окружающей среды	65
2.3. Экологические последствия аварий, связанных с утечками, выбросами, разливами нефти	79
2.3.1. Источники загрязнения окружающей среды нефтепродуктами	79
2.3.2. Экологические последствия загрязнения окружающей среды нефтепродуктами	86
2.3. Экологические последствия использования огнетушащих составов	100
2.3.1. Экологические последствия использования пенных огнетушащих составов.....	100
2.3.2. Экологические последствия использования газовых огнетушащих составов.....	103
2.3.3. Экологические последствия использования порошков при тушении пожаров.....	107
Вопросы для самоконтроля.....	108
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	109
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	110

ВВЕДЕНИЕ

Человек на сравнительно недолгом историческом отрезке своего развития стремительно вторгся в естественные законы природы своей хозяйственной деятельностью и тем самым стал возмущающим фактором состояния окружающей среды. Его темпы изъятия природных ресурсов сегодня намного превышают темпы их воспроизводства биосферой. Именно эта причина стала основной в изменении функций экосферы, которая, основанная на самоподдерживающихся процессах регуляции своего качества, постепенно утрачивает свой потенциал воспроизводства компонентов среды. Человечество начало осознавать всю серьезность сложившейся ситуации, реальность надвигающейся экологической катастрофы, симптомами которой можно считать быстрый рост числа природных и техногенных чрезвычайных ситуаций. Становится реальностью, что антропогенное воздействие на протекающие в природе процессы стали влиять на планетарные характеристики Земли, что ведет в свою очередь к возникновению новых экологических проблем. Изучение опасности экологических последствий чрезвычайных ситуаций носит комплексный междисциплинарный характер и требует освоения в техническом учебном заведении, тем более ВУЗе системы МЧС.

1. ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ НА ЭКОЛОГИЮ ПЛАНЕТЫ

Чрезвычайные ситуации природного характера и в том числе природные катастрофы, которые влекут за собой человеческие жертвы, наносят ущерб окружающей природной среде, приносят значительные материальные потери и нарушение условий жизни людей, существовали со времен образования Земли. Собственно говоря, это сейчас мы рассматриваем их как чрезвычайные ситуации, но, по сути, история планеты Земля – это история катастроф. Природные катастрофы, в отличие от техногенных, нельзя предотвратить, с ними невозможно бороться. Их можно только предсказать и тем самым снизить их ущерб.

Согласно ГОСТ Р 22.0.03-95 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения».

Все природные ЧС делятся на следующие группы:

1. Опасные геологические явления и процессы (землетрясения и извержения вулканов).
2. Опасные гидрологические явления и процессы (цунами и сели).
3. Опасные метеорологические явления и процессы (вихри, ураганы, тайфуны, смерчи, торнадо).
4. Природные пожары

1.1. Опасные геологические явления и процессы

Опасное геологические явление – это событие геологического происхождения в результате деятельности геологических процессов, формирующихся в земной коре под воздействием различных геодинамических факторов, оказывающих поражающие воздействия на людей, компоненты окружающей среды.

К ним относятся:

землетрясения - подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате разрывов и смещений в земной коре или верхней части мантии Земли и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний.

вулканические землетрясения - слабое колебание земной поверхности, вызываемое дрожанием стенок магмопроводящих каналов при движении магмы в процессе подготовки или в момент вулканического извержения.

вулканическое извержение - период активной деятельности вулкана, когда он выбрасывает на земную поверхность раскаленные или горячие твердые, жидкие и газообразные вулканические продукты и изливает лаву.

обвал - отрыв и падение больших масс горных пород на склонах гор, речных долин и морских побережий, происходящие главным образом за счет ослабления связности горных пород в результате процессов выветривания, деятельности поверхностных и подземных вод.

оползень – смещение масс горных пород по склону под воздействием собственного веса и дополнительной нагрузки вследствие подмыва склона, переувлажнения, сейсмических толчков и иных процессов.

1.1.1. Землетрясения

Каждый год на Земле происходит миллионы землетрясений, но большинство из них так малы, что остаются незамеченными, однако бывают другие землетрясения, не заметить которые невозможно.

Самой значительной природной катастрофой является землетрясение. Это самая масштабная по разрушительной силе, по количеству жертв и ущербу эта катастрофа, не имеющая аналогов. По предварительным оценкам за последние два тысячелетия землетрясения унесли около 15 млн. человеческих жизней (по 7,5 тысяч в год). За последние 30 лет в землетрясениях погибло около 1 млн. человек, что в среднем составляет 33 тыс. человек в год. Сейсмическая активность земли усиливается. Все чаще происходят природные катаклизмы. Возможно именно те места на нашей планете, которые уже сейчас подвергаются и подвергались всевозможному воздействию природных катаклизмов, в будущем ждет еще более сильное природное испытание. И если с 9 по 19 век история насчитывает 15 крупных землетрясений, то в 20 веке их было 27, а только в начале 21 – 7 крупнейших землетрясений.

Человечество пока бессильно перед этой грозной стихией и краткий список землетрясений заставляет содрогнуться,

Самый длинный перечень землетрясений составили китайцы, которые описали 1000 разрушительных землетрясений за 2750 лет.

К самым крупным землетрясениям в истории человечества относятся:

Китай. 23 января 1556 года — землетрясение в Ганьсу и Шэньси. Погибли приблизительно 830 тыс. человек.

Индия. 1737 год — землетрясение в Калькутте. Погибли приблизительно 300 тыс. человек.

Португалия. 1755 год — землетрясение в Лиссабоне, город был полностью разрушен. Погибли приблизительно от 60 тыс. до 100 тыс. человек.

Индия. 1897 год — землетрясения в Ассам. На площади в 23 000 кв км рельеф изменен до неузнаваемости. Это землетрясение, вероятно, стало крупнейшим за всю историю человечества.

Япония. 1923 год — землетрясение в Канто, Токио и Йокогама силой 8,3 балла по шкале Рихтера. Погибли примерно 143 тыс. человек.

Туркменистан. 1948 год — землетрясение в Ашхабаде. Погибли примерно 110 тыс. человек.

Китай. 28 июля 1976 год — землетрясение в Таншань силой 8,2 балла по шкале Рихтера. Погибли больше 655 тыс. человек.

Индонезия. 26 декабря 2004 года — цунами, вызвано самым мощным за последние десятилетия землетрясением силой 9,0 баллов по шкале Рихтера. Погибло от цунами около 300 тыс. человек.

Китай. 12 мая 2008 года — землетрясение провинция Сычуань, силой 7,8 баллов по шкале Рихтера. Погибло более 69 тыс. человек, пропали без вести 17 тыс. человек ранения получили свыше 370 тыс. человек.

Гаити. 12 января 2010 года — землетрясение силой 7,1 баллов по шкале Рихтера погибло более 200 тыс. человек.

В сейсмических зонах Земли располагается более 200 город и проживает около 300 млн человек. Согласно данным карты Общего Сейсмического Районирования (ОСР-97-А), в России свыше 26 % площади относится к сейсмоопасным зонам, где возможны сейсмические сотрясения с интенсивностью 7 и более баллов. На этой территории расположены около 3000 больших и малых городов и поселков, 100 крупных гидро- и тепловых электростанций, 5 атомных электростанций.

Человек ощущает землетрясения силой 1,5-2 балла. Разрушения наступают при землетрясениях силой более 6 баллов.

Современная шкала интенсивности землетрясений основа на определении энергии, излучаемой очагом упругих волн. При сильных землетрясениях (9-12 баллов) энергия достигает 10^{18} кДж, что равнозначно энергии взрыва 500000 кТ в тротиловом эквиваленте.

Землетрясения бываю нескольких типов: тектонического, вулканического происхождения, обвальные, возникающие при взрыве (наведенные).

Экологические последствия землетрясений заключаются в следующем:

1. Землетрясения приводят к изменению рельефа местности. Результатом этого могут быть опасные вторичные явления, такие, как наводнения, обвалы, лавины.

2. Изменение ландшафтных ситуаций часто приводит даже к полному исчезновению локальных экосистем.

3. Внезапная смена условий среды обитания может отразиться на численности и здоровье флоры и фауны. Изменения и разрушения экосистем (появление вторичных сукцессий, уменьшение биоразнообразия).

4. Землетрясения, как грознейшие природные катастрофы, приводят к тяжелым последствиям в социальном и демографическом (гибель целых городов и населения), экономическом планах (разрушение промышленности, транспортных и энергетических коммуникаций, земельных угодий).

Прогнозирование землетрясений.

Мы уже говорили, что природные катастрофы в подавляющем большинстве случаев нельзя предотвратить. Но их в некоторых случаях можно предупредить.

Пятьдесят лет назад геофизики–сейсмологи были полны оптимистической уверенности, что в ближайшие 5 лет они научатся прогнозировать землетрясения. Были подмечены изменения самых разных параметров (доступных для измерений в то время) перед приходом землетрясений.

Однако, несмотря на все усилия, этот вопрос еще далек от разрешения.

Наиболее впечатляющий достоверный прогноз землетрясения был сделан зимой 1975 года в городе Хайчен на северо-востоке Китая. Наблюдая этот район в течение нескольких лет разными методами, был сделан вывод о возможном сильном землетрясении в ближайшем будущем. Всеобщую тревогу 4 февраля в 14 ч. В 19 ч 36 мин произошло сильное землетрясение с магнитудой 7,3, город Хайчен подвергся разрушению, жертв было мало. Но даже наряду с другими удачными предсказаниями землетрясений они скорее исключение, чем правило.

Прогноз землетрясений бывает долгосрочным (несколько лет), среднесрочным (месяцы) и краткосрочным (дни и часы), причем каждый вид прогноза имеет вполне определенную конкретную практическую направленность.

И если долгосрочное и среднесрочное прогнозирование с определенной долей вероятности сейчас возможно, то краткосрочный прогноз практически неосуществим.

Прослеживаются эмпирические закономерности в повторяемости землетрясений, которые можно экстраполировать на десятилетия вперед. Такого рода исследования ведутся. Однако пока нет надежного способа предсказания землетрясений.

Основные исследования сейчас ведутся в плане изучения предвестников землетрясений:

Перед сильными землетрясениями участки земной коры испытывают различные деформации – наклоны, изгибы.

Особый интерес в качестве предвестников представляют форшоки, предваряющие, как правило, основной сейсмический удар.

Перед землетрясениями изменяется уровень воды в опытных скважинах. За несколько дней до землетрясений он падает, непосредственно перед землетрясением падение приостанавливается. Землетрясение происходит либо во время наиболее низкого стояния воды, либо в начале подъема уровня.

Перед землетрясениями в воздухе повышается концентрация радона.

Наряду с результатами инструментальных наблюдений с их последующим анализом на геофизические аномалии может указывать поведение животных. Так в зонах землетрясений наблюдали интенсивное передвижение пассивных пресмыкающихся – змей, лягушек, ящериц (1978 год, Алайская долина; 1975 год, северо-восточный Китай). За несколько часов до землетрясений часто воют собаки, поднимаются мыши из подвалов или выбегают на открытые пространства, отмечается необычное поведение других домашних животных и птиц.

В настоящее время Российские ученые разработали комплексный метод анализа предвестников землетрясений, что позволит создать работающую систему краткосрочного прогноза сильных подземных толчков. В России используются спутниковые технологии для наблюдения за полным электронным содержанием ионосферы, а также температурой в нижних слоях атмосферы и ряда других параметров для выделения признаков приближения толчков. На данном этапе ученые могут предсказывать землетрясения магнитудой больше 5,5 с точностью до пяти суток, причем по статистике только 60% прогнозов заканчиваются успехом.

Специалистами Сибирского отделения РАН и Сибирского НИИ геологии, геофизики и минерального сырья в 2012 был разработан метод активного мониторинга, при котором используются вибрационные источники мощностью до 100 тонн, позволяющие прогнозировать землетрясения. Вибрационные источники позволяют получать данные о строении земной коры. Однако работы по созданию самой системы прогнозирования землетрясений еще ведутся в условиях полигона.

На данном этапе лучшей в мире системой наблюдения сейсмических волн, обнаружения деформаций земной коры, изучения свойств грунтовых вод, электромагнитных изменений обладает Япония.

Несомненно, система прогнозирования землетрясений должна быть международной.

1.1.2. Вулканические извержения

Чрезвычайно грозной и разрушительной, хотя, возможно, и не такой обширной по своему воздействию, как землетрясения, является вулканическая деятельность. Вулканические явления, перед которыми человек часто бывает бессилён, принадлежат к величественным и в то же время грозным, катастрофически быстрым процессам. Поэтому, что на заре своей истории человечество обожествляло огнедышащие горы или населяло их богами, поклоняясь им. Само название вулкана было дано в честь Vulcanus – бога огня и кузнечного дела в римской мифологии.

По некоторым данным, извержения вулканов в нынешнем веке унесли более 100 тыс. человеческих жизней.

Извержение вулкана Санторин, происшедшее 3,5 тыс. лет назад, считается, самым крупным извержением вулкана в обозримом прошлом человечества. Оно привело к гибели минойской цивилизации.

Наиболее известным является извержение вулкана Везувий в августе 79 г. При этом погибли 8-10 тыс. человек, из которых 5 тыс. - все население Геркуланума. После этого Везувий «просыпался» ещё более 50 раз.

К наиболее крупным извержениям вулканов относятся:

1991 год — извержение вулкана Пинатубо на филиппинском острове Лусон силой 6 баллов, вызвавшее временное падение температуры на 0,5 °С.

В 1883 году «целиком» взорвался вулкан Кракатау (объём выброса тefра составил 18 км³). Взрывная волна 7 или более раз обошла земной шар. Мощность взрыва оценивается в 26 раз больше самой мощной советской водородной бомбы.

1815 год — извержение вулкана Тамбора на острове Сумбава, сила достигла 7 баллов. Оно вызвало всемирное понижение средней температуры на 2,5° С в течение 1816 года (т. н. «год без лета»). Объём выбросов в атмосферу порядка 150–180 км³. Год без лета — прозвище 1816 года, в котором в Западной Европе и Северной Америке царила необычайно холодная погода. До сегодняшнего дня он остаётся самым холодным годом с начала документирования метеорологических наблюдений. В США его также прозвали Eighteen hundred and frozen to death, что переводится как «тысяча восемьсот насмерть замёрзший».

1783 год — извержение вулкана Лаки, Исландия (19,6 км³ лавы). Вызванное извержением понижение температуры в северном полушарии привело в 1784 году к неурожаю и голоду в Европе.

1600 год - извержение вулкана Уайнапутина, Перу. 19 февраля 1600 года (6 баллов по шкале вулканических извержений VEI). Сильнейшее извержение вулкана в Южной Америке за историческое время, которое, по некоторым оценкам, вызвало общемировое понижение температуры и стало причиной неурожая в России 1601-1603 и начала Смутного времени

Около 969 года — сильное извержение вулкана Пэктусан (одно из трёх сильнейших за последние 5000 лет наряду с Тамбора и Таупо (извержение Хатепе). Образовалось Небесное озеро (Тяньчи). Выбросил 96 куб.км породы.

В 535–536 гг. произошло самое резкое понижение среднегодовой температуры в северном полушарии за последние 2 000 лет. Часто это похолодание связывают с извержениями вулканов Кракатау и Тавурвур.

180 год — извержение «Хатепе» вулкана Таупо силой 7 баллов (сильнейшее за последние 25 тыс. лет). Образовалось озеро Таупо. Было выброшено около 120 км³ материала, из которых 30 км³ извергнуто в течение нескольких минут. Считается, что высота эруптивной колонны достигла 50 км в высоту, что вдвое выше, чем колонна от извержения вулкана Сент-Хеленс в 1980 году. Извержение имело не столь сильное влияние на северное полушарие, однако римские и китайские источники зарегистрировали явление «красного неба»^[3].

Около 1628 года до н. э - извержение вулкана Санторин в Эгейском море, в 95 км к северу от Крита, было в 3 раза сильнее, чем Кракатау. 60-65 км³ выбросов.

Около 27 тыс. лет назад на Северном острове Новой Зеландии произошло извержение «Оруануи» вулкана Таупо (сильнейшее за последние 70 тыс. лет) силой 8 баллов. Объём выбросов составил порядка 1100 км³ пепла, не считая 530 км³ магмы. Это 30 млрд. тонн породы.

Во время ранних фаз извержения началось формирование гигантской кальдеры, расширение которой завершилось на последнем этапе. В настоящее время кальдера частично заполнена озером Таупо.

69–77 тыс. лет назад произошло извержение вулкана Тоба (о. Суматра, Индонезия). Тогда при сверхизвержении из земных недр было выброшено больше тысячи кубических километров магмы (для сравнения — этого количества вполне достаточно для того, чтобы покрыть территорию всей России восьмисантиметровым слоем лавы). После взрыва из-под земли со сверхзвуковой скоростью вырвался столб раскаленного газа и пепла, который почти мгновенно достиг края стратосферы — отметки в 50 километров. За

трое суток на поверхность излилось более 2800 кубокилометров магмы: кое-где толщина застывшей лавы достигала десятков метров.

Кроме того, Тоба, разбушевавшись, выбросил в небеса огромное количество раскаленного пепла. Эти облака двигались со скоростью почти 400 километров в час, расплавляя на своем пути камни и выжигая все живое. Даже в некоторых районах Индии были обнаружены шестиметровые отложения подобного пепла, а уж на самом архипелаге он иногда покрывал земную поверхность «одеялом», толщина которого составляла свыше десяти метров.

Но это еще не все. Весь выброшенный в атмосферу пепел закрыл Солнце на шесть месяцев, и на планете началась вулканическая зима. Даже в экваториальных районах температура понизилась на 11 градусов. Это же послужило причиной последующего 1000-летнего похолодания.

В результате на Земле в течение 6–10 лет шли сернистые дожди, была вулканическая зима. По мнению некоторых ученых, численность предков человека сократилась тогда до 2-10 тысяч (эффект бутылочного горлышка). Это крупнейшее извержение на планете за последние 2 млн лет.

Извержение Йеллоустонского вулкана около 600 тыс. лет назад имело силу 8 баллов. 2450 км³ пепла было выброшено в атмосферу. Йеллоустонский супервулкан (на территории Йеллоустонского национального парка, США) не извергается уже шестьсот тысяч лет. За это время сформировалась северная часть кратера. Миллионы туристов приезжают сюда, чтобы посмотреть крупнейшее на Земле гидротермальное поле. В 2003 году двое молодых учёных установили, что за последний миллион лет вулкан извергался всего лишь дважды. Очередное извержение может начаться уже в наши годы (по одной версии, между 2012 и 2016 годами, а по другой — в ближайшие 60 лет).

По словам Якова Левенштерна из Йеллоустонской вулканической обсерватории в США, во время каждого извержения в прошлом, а это уже случилось три раза, наружу выбрасывалось более тысячи кубических километров магмы. Этого достаточно, чтобы полностью покрыть большую часть территории Северной Америки слоем пепла с разной толщиной: до 30 сантиметров вблизи вулкана и менее одного миллиметра за 3 тысячи километров от места извержения.

В потенциально опасных районах проживает 10 % населения.

К экологическим последствиям извержения вулканов можно отнести следующие:

1. Вулканические катастрофы часто становятся причиной полного разрушения экосистем. Раскаленная лава, способная передвигаться на сотни

километров, сжигает все на своем пути. Из жерла выбрасываются глыбы породы – вулканические бомбы со средней начальной скоростью 150-200 м/с. Эти явления порождают вулканические грязевые потоки – смесь золы, пыли, лавы с водой (лахар). Глубина лавовых потоков достигает нескольких метров. Скорость грязевых потоков, стекающих вниз под воздействием силы тяжести, доходит до 90 км/час. Пирокластические потоки (смесь высокотемпературных вулканических газов, пепла и камней, образующаяся при извержении вулкана) могут достигать скорости до 700 км/ч, а температура газа — 100—800 °С. До появления первичных пионерных сукцессий в местах извержения вулканов должен пройти не один десяток лет, а до достижения такими экосистемам климаксных состояний – сотни и тысячи лет.

2. При извержении вулканов толстый слой пепла засыпается (вплоть до нескольких десятков метров) окружающую местность. Самая тонкая вулканическая пыль переносится в атмосфере на многие сотни и тысячи километров. В результате происходит деградация экосистем.

3. Очень часто поток лавы или пеплопад меняют русла рек, вызывают их запруживания и наводнения.

4. Засорение атмосферы пылью и газами. Некоторые токсичные газы образуют с водяными парами кислотные аэрозоли.

5. Изменение климата, что связано с большими объемами выбросов пепла, пыли, газов до высоты 20-40 км. Достигнув стратосферы, вулканические выбросы вследствие горизонтальных перемещений воздушных масс распространяются на большие расстояния, препятствуют проникновению солнечного излучения. Изменения прозрачности атмосферы приводит к понижению температуры воздуха.

6. Взрывная деятельность вулканов, наряду с землетрясениями, являются причиной наводнений, тайфунов, цунами. Возникшая в результате взрыва Кракатау приливная волна, отмеченная во всех морях мира, передвигалась со скоростью 800 км/час и стала причиной гибели 36417 человек.

7. Гибель людей.

Как правило, поселки, живущие за счет сельского хозяйства, особенно на островах юго-западной части Тихого океана, расположены в зонах действия вулканов, так как пеплопады удобряют почву. Это увеличивает их риск быть уничтоженными во время сильных извержений.

Прогноз извержений вулканов основан на двух группах методов.

Первые основаны на изучении периодов активности самого вулкана:

- 1) вулканы извергаются с определенными интервалами времени,
- 2) некоторые вулканы свое пробуждение знаменуют звуковыми эффектами.

Другую группу методов составляют инструментальные вычисления:

1) регистрация толчков,
2) определение изменений наклонов земной поверхности вблизи вулкана. По скорости нарастания изменений можно вычислить примерное время извержения.

3) Определение нагревания земной поверхности и подъем горячих расплавов позволяет аэрофотографирование вулканов в инфракрасных лучах.

4) Слежение за поведением воды в кратере также может служить надежным показателем готовящегося извержения. Иногда температура воды повышается до кипения, иногда она перед извержением меняет свой цвет (становится бурой или красноватой).

5) Измерение концентраций серосодержащих газов и паров хлористоводородной кислоты (увеличиваются перед извержением), водяных паров (уменьшаются), отношение серы к хлору (повышается).

6) Изучения изменения магнитного поля (на Камчатке в 1966 г. за 12 ч до извержения напряженность магнитного поля ослабевала).

С практической точки зрения выделяются краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные прогнозы вулканической деятельности.

При краткосрочном прогнозе вывод о времени предстоящего извержения делают на основе совокупности результатов всех методов. Физической основой прогноза является постепенное и непрерывное возрастание давления в магматическом очаге и выводном канале вулкана перед извержением. Среднесрочный и долгосрочный прогнозы могут быть выполнены с достаточной точностью лишь для тех вулканов, в деятельности которых существует периодичность. Для остальных вулканов эти прогнозы не являются точным, а лишь позволяет установить причинно-следственные связи в тектонической деятельности в каком-либо определенном районе.

1.2. Опасные гидрологические явления и процессы

1.2.1. Цунами

Цунами известны человечеству с глубокой древности. Археологами при раскопках поселка Ра-Шамра в Сирии Древнейшей был найден первый рассказ о цунами. Об уничтожении столицы государства Угарит неожиданной волной невиданной высоты повествовали рисунки на глиняных табличках. Скорее всего, речь идет о катастрофическом цунами, образовавшейся в Восточном вулкана Санторин в 1400–1500 г. до н.э.

Сразу после открытия цунами стали известны на Камчатке, Курильских и Алеутских островах. Один из первых исследователей Аляски И. Вениаминов писал в 1840 году, что при наводнении 1788 года на о-ве Унге погибло много алеутов, и что вода возвышалась до 50 сажень (более чем на 100 м).

Сохранились записи о цунами с VII в. в Центральной и Южной Японии, а в Центральной и Южной Америке и на Филиппинах со времен открытия и завоевания этих побережий испанцами, т.е. с XVI и XVII вв.

К наиболее разрушительны цунами относятся:

Землетрясение и цунами на Аляске, 1964 год. Землетрясение в 9.2 балла самое сильное, когда-либо зарегистрированное в Северной Америке и последующие цунами стерли западную североамериканскую береговую линию с лица земли. Погибло 121 человек. Зарегистрированы волны высотой до 30 метров, а 10-метровый цунами стер крошечную аляскинскую деревню Ченег.

Землетрясение Самоа и цунами, 2009 год. Самоанские Острова испытали землетрясение магнитудой 8.1 балла. Последовали цунами высотой до 15 метров, углубившиеся на километры внутрь страны, поглощая деревни и вызывая широкомасштабные разрушения. Погибло 189 человека, многие из них дети.

Землетрясение Хоккайдо и цунами, 1993 год. В 80 милях от берега Хоккайдо, Япония, произошло землетрясение в 7.8 балла. Уже спустя минуты после землетрясения, остров Окусири был накрыт гигантскими волнами — некоторые из которых достигли 30 метров в высоте. 197 жертв цунами из 250 были жителями Окусири.

Землетрясение Тумако и цунами, 1979 год. В 8:00 12-ого декабря 1979, землетрясение величиной 7.9 балла началось неподалеку от Колумбии и Тихоокеанского побережья Эквадора. Цунами, который последовал, разрушил шесть рыбацких деревень и большую часть города Тумако, так же как нескольких других колумбийских прибрежных городов. 259 человек погибли, в то время как 798 были ранены, и 95 пропали без вести.

Землетрясение и цунами на Яве, 2006 год. 17-ого июля 2006 года морское дно около Явы сотрясло землетрясение магнитудой 7.7. Цунами 7 метров высотой врезался в индонезийское побережье, включая 100 миль побережья Явы. Волны проникли более чем на милю внутрь страны, сравнивая с землей поселения и морской курорт Пангандаран. 668 человек погибли.

Землетрясение Папуа-Новой Гвинеи и цунами, 1998 год. Землетрясение в 7 баллов ударило по 17-го июля 1998, само по себе не вызвав сильного цунами. Однако, землетрясение силой 7 баллов на северном побережье Папуа-Новой Гвинеи вызвало большой подводный оползень, который в свою очередь произвел волны в 15 метров высотой. Когда цунами поразил побережье, он

привел к гибели 2183 человек, 500 пропавших, и сделал приблизительно 10,000 жителей бездомными. Многочисленные деревни были сильно повреждены, а такие как Ароп и Варапу, были полностью уничтожены.

Землетрясение залива Моро и цунами, 1976 год. Ранним утром, 16-ого августа 1976, небольшой остров Минданао на Филиппинах был поражен землетрясением с силой, по крайней мере 7.9. Землетрясение вызвало огромный цунами, который врезался в 433 мили береговой линии. В целом, 5000 человек погибли и еще 2200 пропали без вести, 9500 раненных и более чем 90000 жителей остались без крова. Города и области всюду по Северной области Целебесского моря Филиппин были стерты с лица земли цунами, которое рассматривают среди худших стихийных бедствий в истории страны.

Землетрясение Вальдивии и цунами, 1960 год. 22-ого мая 1960 года Большое чилийское Землетрясение в 9.5 балла у южного побережья центрального Чили вызвало извержение вулкана и разрушительный цунами. В некоторых районах волны достигали 25 метров высотой. Цунами также пронесся через Тихий океан и приблизительно через 15 часов после землетрясения ударив по Гавайям. Семь часов спустя волны поразили побережье Японии. В общей сложности погибло 6000 человек.

Землетрясение Тохуку года и цунами, 2011 год. Цунами Тохуку 2011 года, который ударил по Японии, имеет одно из самых печальных последствий. 11-ого марта волны после 9.0 бального землетрясения были зарегистрированы волны в 11 метров. Приблизительно 125,000 зданий были повреждены или разрушены, транспортная инфраструктура понесла тяжелые убытки. 25000 человек погибло. Цунами также повредила атомную электростанцию Фукусима I.

Землетрясение Индийского океана и цунами, 2004 год. Цунами 26 декабря 2004 года был самым смертельным из когда-либо происходивших, с более чем 230000 жертв, затрагивая людей в 14 странах, с наибольшим количеством пострадавших в Индонезии, Шри-Ланке, Индии и Таиланде. Подводное землетрясение магнитудой 9,3 баллов (мощность землетрясения составила 2×10^{25} эрг) вызвало волны 30 метров высотой. Скорость волны в открытом океане достигла 729 км/ч, а по мере торможения в прибрежной зоне снизилась до 36 км/ч. Массивные цунами затопили береговые линии острова Суматра уже через 15 минут. Через 1.5 часа волна обрушилась на побережье Таиланда, через два часа достигла Шри-Ланка и Индии, за 8 часов прошла Индийский океан, за сутки обогнула весь Мировой океан.

Волну цунами можно отнести к солитонным явлениям (солитон – это уединенная волна, распространяющаяся в виде импульса неизменной формы). Солитон является устойчивым образованием и, следовательно, обеспечивает наиболее эффективный механизм переноса энергии.

Считается, что преобладающий механизм возбуждения сильных цунами состоит в подвижках крупных блоков земной коры по тектоническим разломам или системам разломов. Возбуждаемые волны цунами имеют маленькую высоту, очень большую длину и несут колоссальный запас энергии. От эпицентра тектонических подвижек вода с огромной скоростью расходится в разные стороны. На долю «сейсмических» цунами приходится 82 %. Помимо этого источниками цунами могут быть подводные извержения вулканов, оползни, так же метеорологические явления и процессы.

Скорость распространения волн при цунами по глубокой воде равна 800 км/час. При вступлении на мелководье скорость цунами снижается до 200 км/час, при глубине 100 м ее скорость тормозится до 31 м/сек, а при глубине 50 м – до 22 м/сек. Теряя скорость, цунами начинает расти в высоту. Если в открытом океане на глубине 4000 м цунами имеет высоту 5,3 м, то на глубине 20 м высота ее достигает 20 м.

Наибольший экологический ущерб приносят катастрофические цунами, которые соответствуют максимальной интенсивности 4. При таком 4-х бальном цунами на участке побережья средний подъем воды достигает 8 м. Иногда волны имеют высоту до 20–30 м. Подобные цунами разрушают практически все здания на берегу, смывают почву, выкорчевывают деревья, увлекают за собой на сушу или в океан суда, стоящие у берега. Часто на месте прохождения цунами остаются ровные площадки, покрытые песком или глиной. Побережье затапливается, особенно по долинам рек, на многие километры.

Для характеристики опасности цунами принимается шкала интенсивности К. Ииды и А. Имамуры:

0 баллов – слабое цунами. Высота волны до 1 м. Повторяемость в мире – несколько раз в год;

1 балл – умеренное цунами. Высота волны достигает 2 м. затопляются плоские берега. Повреждаются легкие постройки. Лодки и легкие суда прибывают к берегу. Повторяемость таких цунами дважды в год;

2 балла – сильное цунами. Высота волн 2–4 м, максимальная – до 6 м. В прибрежной полосе длиной в несколько десятков километров наблюдается частичное разрушение легких и повреждение прочных зданий. Легкие суда выбрасываются на берег или уносятся в море. Побережье покрывается обломками. Наблюдается значительное число жертв. Повторяемость таких цунами раз в год;

3 балла – очень сильное цунами. Средняя высота волн 4–8 м, максимальная высота до 10–20 м. В прибрежной полосе длиной до 400 км – наблюдается полное разрушение легких и значительное повреждение прочных

зданий, сильный смыв почв с сельскохозяйственных участков. Повреждение всех судов, кроме самых больших. Много жертв. Повторяемость таких цунами раз в 2 года;

4 балла – разрушительное цунами. Средняя высота волн 8–16 м, максимальная высота до 30 м. В прибрежной полосе длиной 500 км наблюдается сильное повреждение или разрушение всех зданий, уничтожение посадок деревьев. Сильное повреждение крупнейших судов. Отмечается много жертв. Повторяемость приблизительно таких цунами раз в 10 лет.

В последние 50 лет в мире отмечено 70, в последние 180 лет – около 170 сейсмогенных цунами опасных размеров, из них 4 % в Средиземном море, 8 % в Атлантике, остальные – в Тихом океане. Наиболее опасны берега Японии, Гавайских и Алеутских островов, Камчатки, Курил, Аляски, Канады, Соломоновых островов, Филиппин, Индонезии, Чили, Перу, Новой Зеландии, Эгейского, Адриатического и Ионического морей. Разовый прямой экономический ущерб измеряется десятками миллионов долларов. В пределе же вероятен ущерб до 1 млрд долл. По этому показателю цунами находятся в конце первого десятка природных чрезвычайных ситуаций.

Прогнозирование цунами.

Цунами прогнозируются двумя способами. Первый путь по фиксации землетрясений, которое может вызвать цунами по особенностям записи на берегу. Упругие волны распространяются от эпицентра землетрясения сквозь недра Земли до станции оповещения в 30 раз быстрее волны цунами.

В переходном диапазоне от 6,5 до 7,5 прогноз землетрясения носит сугубо статистический характер и точное предсказание возникновения цунами невозможно и. Так, в Курило-Камчатской зоне при принятом пороговом значении магнитуды 7,0 на одну оправдавшуюся тревогу в среднем приходится три ложных и на 150 предсказанных цунами одно пропущенное.

Землетрясения с магнитудой больше 7,5 баллов вызывают цунами

Второй путь прогнозирования цунами заключается в прямой регистрации волн в открытом океане, на границе очага цунами.

По общему признанию международная система оповещения о цунами в Тихом океане является одной из самых успешных международных программ. Ее общая задача – смягчать последствия цунами, спасать человеческие жизни и материальные ценности.

Межправительственная координационная группа системы предупреждения о цунами в Тихом океане (МКГ) Межправительственной океанографической Комиссии (МОК) ЮНЕСКО была создана в 1965 году. Состоит из государств-членов, представляющих все части Тихоокеанского региона. На МКГ была возложена задача осуществлять и совершенствовать

деятельность по смягчению последствий цунами в Тихоокеанском регионе во всех ее аспектах, включая оценку угрозы, распространение предупреждений, обеспечение готовности и проведение научных исследований — на основе системы международного сотрудничества и координации действий.

В наиболее цунамиопасном Тихоокеанском регионе международная система предупреждения о цунами разделена на отдельные зоны, за несение службы в которых отвечают соответствующие станции.

Все цуна미станции используют современные средства связи и обмениваются регулярной и экстренной информацией.

Международная система оповещения о цунами в Тихом океане охватывает 26 государств-членов: Австралия, Канада, Чили, Китай, Колумбия, Коста-Рика, Сальвадор, Эквадор, США, Российская Федерация, Фиджи, Франция, Гватемала, острова Кука, Индонезия, Япония, Мексика, Новая Зеландия, Никарагуа, Перу, Филиппины, Корейская Республика, Корейская Народно-Демократическая Республика, Амоа, Сингапур и Таиланд. Административно страны-участницы объединены в рамках Международной океанографической комиссии как члены Международной координационной группы по системе предупреждения о цунами в Тихоокеанском регионе.

Еще одним из главных элементов системы предупреждения о цунами являются мареографы. Собранные с помощью удачно расположенных мареографов данные используются для быстрого подтверждения факта возникновения или невозникновения волн цунами после землетрясения, мониторинга развития.

Система предупреждения о цунами (СПЦ) в России была создана в 1958 году после катастрофического цунами 4 ноября 1952 года и охватывает ее Дальневосточный регион.

СПЦ является организационной технической системой и базируется на существующей структуре Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Геофизической службы Российской академии наук, МЧС России, Мининформсвязи России, администрации субъектов РФ Дальневосточного региона.

СПЦ призвана обеспечить предупреждение населения и местных органов исполнительной власти, органов управления МЧС России, организаций и учреждений об угрозе цунами в целях обеспечения безопасности населения и хозяйственной деятельности в прибрежных районах и уменьшения возможного ущерба от цунами. А также служат основанием для подачи сигнала тревоги. Кроме того, мареографы могут представлять собой единственное средство для обнаружения цунами в тех случаях, когда отсутствуют сейсмические данные или цунами не вызваны землетрясением.

С 2006 года в рамках Федеральной целевой программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в РФ до 2010 года» в Приморье и на Камчатке Дальнем востоке модернизируется служба предупреждения о цунами. Цунамоопасные территории включены в общероссийскую комплексную систему информирования и оповещения населения (ОКСИОН).

1.2.2. Наводнения

Наводнения издавна накладывали свой отпечаток на развитие хозяйства, поэтому актуальность их изучения всегда была очень большой. По масштабности разрушительных действий наводнения стоят на четвертом месте после землетрясений, вулканизма и цунами.

Сильнейшее наводнение в долине Тигра и Ефрата в Месопотамии, которое произошло примерно 5600 лет т.н., нашло отражение в Библии как Всемирный Потоп. По данным ЮНЕСКО, за последнее столетие в мире от наводнений погибло 9 млн. чел.

Первым официально зарегистрированным наводнением было наводнение на реке Темза в 48 г. Разлив реки, вызванный ливнями, привел к гибели 10 тыс. человек.

По величине последствий наводнений абсолютный рекорд принадлежит китайским рекам Хуанхе и Янцзы. На реке Хуанхе катастрофические наводнения зарегистрированы в 1332, 1642, 1782, 1791 гг. В 1332 г. на реке Хуанхэ в Китае результате наводнения и свирепствовавшей в последующие годы «Черной смерти» (чумы) погибло 7 млн. человек. В 1887 г. вода в реке поднялась на 3 м и вызвала затопление тысячи населенных пунктов, принесся огромный материальный ущерб. В результате погибло около 1 млн. человек, пострадало свыше 7 млн. В 1933 г. В результате разлива реки затоплено 3 тыс. селений, пострадало больше 4 млн. человек. В 1950 г. погибли 500 тыс. человек, остались без крова миллионы людей. На реке Янцзы за последние 2 тысячелетия было зафиксировано около 50 катастрофических наводнений. В XX веке наиболее сильные наводнения произошли в 1931 и 1954 гг. В первый раз под водой оказались 16 из 23 китайских провинций. В результате затопления нескольких тысяч населенных пунктов погибло около 1 млн. человек, пострадало более 40 млн. человек. Во втором случае масштабы бедствия оказались еще значительнее. В 1996 г. в результате реки Янцзы было затоплено еще большие территории.

Самое крупное катастрофическое наводнение в Китае произошло в июне-июле 1959 г. Разлив рек на северо-востоке привел к гибели 2 млн. человек.

Обильное таяние снега и продолжительные дожди в 1970 г. в предгорьях Карпат привели к подъему воды в реках Днестр, Тисса, Прут, Серет на 3-5 м. Наводнением было охвачено 8 областей Украины. В результате пострадало более 8 тыс. жилых построек, 160 производственных предприятий, залиты тысячи гектаров посевов. В 1974 г. обильные снегопады и ливни вызвали продолжительное наводнение в западных районах Белоруссии. Так в Брестской области в воде оказалось более 500 населенных пунктов. Сильные ливневые дожди прошли в 1989 г. в Хабаровском и Приморском краях. Уровень воды в реках поднялся на 8 м. В результате затопления более 140 населенных пунктов погибли и пропало без вести 11 человек. Весеннее половодье на реке Дон в 1995 г. затопило 642 км² территории Ростовской области. Было затоплено 39 населенных пунктов, погибло свыше 4 тыс. животных. Под водой оказалось 38 тыс. га сельскохозяйственных угодий.

В 1983 г. в одной лишь Южной Америке при наводнениях погибло 1,6 млн. человек.

Наводнение в Краснодарском крае в 2012 году - стихийное бедствие, вызванное проливными дождями. В течение 6-7 июля 2012 года выпало более чем трёх-пятимесячная норма осадков. Число пострадавших - более 34 тысяч человек, погиб 171 человек. Российские специалисты присвоили данному наводнению статус выдающегося, зарубежные отнесли его к категории «внезапный паводок».

С конца июля 2013 года юг Дальнего Востока России и северо-восток Китая оказались подвержены катастрофическим наводнениям, вызванными интенсивными затяжными осадками, что привело к последовательному увеличению уровня воды в реке Амур. На пике паводка, 3 и 4 сентября, расход воды в Амуре достигал 46 тысяч м³/с, при норме в 18-20 тысяч м³/с. Наводнение таких масштабов произошло впервые за 115 лет наблюдений, и, согласно моделям, вероятность повторения такого события - один раз в 200-300 лет.

Причиной наводнений явились аномальные изменения циркуляции воздушных масс над югом российской Сибири и Дальним Востоком (увеличению амплитуды волн Россби), которые могут стать постоянными. Разбалансировка механизма регуляции воздушных масс способствовала формированию мощных циклонов с более длительным периодом существования. Над северной территорией Китая летом доминировали очень высокие температуры с высокой влажностью, а над Якутией, напротив, температуры были достаточно умеренными, а воздух сухим. Вызвано это было установлением блокирующего антициклона над западом Тихого океана. Эта блокирующая волна высокого давления остановила циклоны над Приамурьем,

не давая им быстро проходить на «кладбище» местных циклонов в Охотском море.

По статистическим данным, от 2 до 10% общей площади России, на которых сконцентрировано 1–5% населения, подвергаются периодическим затоплениям.

В США наводнения происходят на 3% территорий, в Индии – на 7,6%, в Бразилии – на 3,5%, во Франции – на 1,8%. Часть серьезные последствия наводнений связаны как с природными причинами, так и с антропогенной деятельностью.

Угроза наводнений в России существует более чем для 40 городов и нескольких тысяч населенных пунктов. Общая площадь затопляемых земель составляет не менее 50 млн. га, а площадь ежегодного затопления изменяется от 3,6 до 5,6 млн.га. Это Якутии, Предкавказье, Ставропольский и Краснодарский края, Прикаспийская низменность.

Природные причины наводнений:

Половодье – ежегодно повторяющееся сезонное длительное и значительное увеличение водности рек, сопровождающееся повышением уровня воды в русле и затоплением поймы, – одна из основных причин наводнений.

Дождевые паводки представляют собой меньшую опасность, чем половодья. В отличие от половодья они могут повторяться несколько раз в году. Их частота и интенсивность зависят от частоты и интенсивности дождей в весенне-осенний период или оттепелей зимой, приводящих к таянию снега и льда и выпадению осадков.

Заторно-зажорные наводнения. В конце осени и в начале зимы на реках Северного полушария часто происходит образование внутриводного льда во время ледостава. Всплывая на поверхность, он образует рыхлые скопления – шугу.

Морские нагонные наводнения. (С-Петербург) Сильные ветры при прохождении циклонов вызывают усиленное движение морских вод в сторону наветренного берега. В результате наблюдается подъем уровня воды. Кроме того, в центре циклона образуются длинные волны. Высота волны значительно возрастает при прохождении в шельфовой зоне. Одновременно последствием циклонов могут быть сейши, представляющие собой свободные колебания воды без ее перемещения вдоль поверхности, происходящие по инерции после ослабления ветра.

Экологические последствия наводнений:

1. Затопление территорий, разрушение естественных экосистем. (Вода может стоять месяцами). Смывается плодородный слой земли. Естественные экосистемы восстанавливаются несколько десятков лет.

2. Происходит распределение в воде АХОВ, ГСМ, что приводит к значительному загрязнению территорий.

3. Нарушение гидробаланса (разрушаются естественные и искусственные водоемы и водоисточники). Если естественные проточные быстро восстанавливаются, то искусственные практически не восстанавливаются.

4. Отсутствие чистой воды.

5. Большое число поднятых нечистот погибших и вскрытие скотомогильников приводит к вспышкам острых инфекционных заболеваний.

6. После ухода воды происходит размножение микроорганизмов, вызывающих аллергии, астмы, респираторные заболевания.

7. После сильных наводнений отмечали заметное увеличение числа смертных случаев от рака, заболеваемости лейкозом и лимфомой, рост самопроизвольных аборт.

К положительным экологическим процессам, связанными с наводнениями, относятся возобновление плодородия и увлажнение почв.

Прогнозирование наводнений

Обязательным условием организации защиты от поражающих факторов и последствий наводнений является их прогнозирование. Для прогнозирования используется гидрологический прогноз - научно-обоснованное предсказание развития, характера и масштабов наводнений. В прогнозе указывают примерно и время наступления какого-либо элемента ожидаемого режима, например, вскрытия или замерзания реки, ожидаемый максимум половодья, возможная продолжительность стояния высоких уровней воды, вероятность затора льда и другое. Последний включает в себя исследования, изучающие характер и масштаб стихийного бедствия. Прогнозы могут быть локальными и территориальными, краткосрочными (10-12 суток), долгосрочными (до 3 недель) и сверхдолгосрочными (более 3 месяцев).

Масштабы и последствия наводнений зависят от времени года и погоды, продолжительности, характера почвенного слоя, рельефа местности, скорости движения, высоты подъема воды, состава водного потока, характера застройки населенного пункта и плотности населения, состояния гидротехнических и мелиоративных сооружений, точности прогноза и оперативности проведения поисково-спасательных служб в зоне затопления.

1.3. Опасные метеорологические явления и процессы

Менее жертвоносными, но последнее время набирающими силу являются опасные метеорологические процессы. К ним относятся:

Циклон: Атмосферное возмущение с пониженным давлением воздуха и ураганскими скоростями ветра, возникающее в тропических широтах и вызывающее огромные разрушения и гибель людей. Местное название тропического циклона - тайфун.

Вихрь: Атмосферное образование с вращательным движением воздуха вокруг вертикальной или наклонной оси.

Ураган: Ветер разрушительной силы и значительной продолжительности, скорость которого превышает 32 м/с.

Шторм: Длительный очень сильный ветер со скоростью свыше 20 м/с, вызывающий сильные волнения на море и разрушения на суше.

Смерч: Сильный маломасштабный атмосферный вихрь диаметром до 1000 м, в котором воздух вращается со скоростью до 100 м/с, обладающий большой разрушительной силой.

Циклон в переводе с греческого означает кружащийся, вращающийся. Циклон - атмосферный вихрь огромных размеров с вертикальной осью и пониженным атмосферным давлением в центре. Он образуется на высоте 3-5 км и перемещается со скоростью от 20 до 100 км/ч. В Северном полушарии циклоны дуют против часовой стрелки, а в Южном - по часовой. При циклонах преобладает облачная погода с осадками и сильными ветрами.

За непредсказуемость движения до недавнего времени циклоны называли исключительно женскими именами, и каждому циклону присваивалось собственное имя, однако природа всех ветровых процессов одна и та же.

Ветер - движение воздушных масс в атмосфере, почти параллельное земной поверхности. Возникает ветер вследствие неравномерного распределения давления и температур в атмосфере. К ветровым метеорологическим природным явлениям относятся ураганы, вихри, бури и т.д. В разных частях света циклоны называют по-разному: тайфуном (Китай), штормом (Голландия), бурей, смерчем (но над сушей) в России. Бури бывают пыльные, шквальные, снежные. Часто эти явления имеют и другие названия. В Северной Америке их называют торнадо, в Европе тромбами.

Образование циклона напоминает процесс помешивания ложкой чая в чашке. Чаинки обязательно собираются в виде воронки в центре, точно так же движение воздуха по параболическим кривым создает разрежение внутри вихря, куда втягиваются различные предметы. Циклоны выделяют фантастическое количество энергии: один циклон способен выделить около 2-

1014 МДж энергии, что на порядок больше, чем вырабатывают за год все ГЭС, ТЭЦ и АЭС в мире.

Штормы, тайфуны, ураганы, как правило, происходят в одних и тех же регионах Земного шара.

Сильные ветры, согласно официальным данным, можно отнести к «существенным» природным катастрофам.

Штормовые ветры причиняют огромный материальный ущерб и приводят к большим человеческим жертвам. За период с 1980 по 1985 г. в мире во время прохождения ураганов, тайфунов в среднем погибало 5080 чел./год. Кроме погибших, ураганы оставляют после своего прохождения много бездомных. Так, тропический циклон на Ямайке в 1988 г. лишил крова 810 тыс. человек.

В развитых странах лучше поставлена система предупреждения о приближении циклонов, а эвакуация населения осуществляется эффективнее - число жертв и пострадавших невелико.

Гигантские волны, возникающие во время ураганов и циклонов, в прибрежных районах имеют иногда высоту 30-37 м. Так, ураган 1876 г. вызвал наводнение на берегах Бенгальского залива, так как время прилива совпало с набеганием на побережье штормовой волны. Это стихийное бедствие, кроме разрушений, стоило жизни 100 тыс. человек, утонувших в море. А ураган 1991 г., налетевший на побережье Бангладеш и продолжавшийся 9 ч, унес жизни 300 тыс. человек и оставил без крова еще сотни тысяч.

Известны случаи, когда скорость ветра при ураганах достигала 200 и более км/ч. Ущерб, который наносят ураганные ветры, определяются не только их скоростью, но сочетанием нескольких факторов: особенностями рельефа местности, наличием естественных препятствий, например лесных насаждений, конструкцией зданий и сооружений. Как показывает статистика, при прочих равных условиях при скорости ветра 50 м/с разрушениям подвергается 10 - 20 % зданий и сооружений, находящихся в зоне урагана; при скорости ветра 40 м/с - 6 %, а 30 м/с - около 1 %.

При прохождении циклонов страх, стресс, метеоусловия ухудшают самочувствие людей, увеличивается число вызовов скорой помощи.

Ураганы нарушают условия жизни животных, могут сокращать их численность, делают некоторых из них более опасными для людей. Ураганные ветры тропических циклонов изменяют и численность водной фауны, особенно вблизи коралловых рифов, что может иметь последствия для обеспечения населения пищей за счет морского промысла.

При прохождении тропических циклонов образуются мели, уничтожаются коралловые рифы, низины покрываются илом и грязью.

Ураганы наносят большой вред лесам, повреждая деревья, выворачивая их из земли с корнями. Уцелевшие деревья имеют отклонения в росте, дефекты в текстуре древесины, снижение ее прочности.

В последние десятилетия во всем мире наблюдается усиление циклонической деятельности. Усиление циклонов отмечено не только в прибрежной полосе Тихого, Атлантического океанов, но и в других регионах мира.

Очень страдает от тайфунов и ураганов Япония. На их долго падает 70-80 % ущерб от всех стихийных бедствий в этой стране. Ежегодно с июня по октябрь на Японию обрушивается 4-5 тайфунов. В сентябре 1959 г. тропический циклон «Вера» принес на побережье волны высотой более 20 м, полностью разрушил 2-миллионный город Нагоя, 6 тыс. человек погибли, 13 тыс. получили увечья, 1,5 млн. остались без крова.

По повторяемости опасных природных явлений в РФ сильные ветры занимают второе-третье место после землетрясений.

Скорость и направление ветра имеют хорошо выраженный суточный характер: максимальная скорость наблюдается днем. На большей части европейской территории России скорость ветра достигает максимума в зимние месяцы, а минимума - летом. В Восточной Сибири минимальные скорости ветра наблюдаются зимой, а летом ветер усиливается. Ветер играет важную роль в рассеивании атмосферного загрязнения, определяет погодные условия.

На Тихоокеанское побережье России циклоны (тайфуны) приходят 3—4 раза в году, а в отдельные годы - до 8-12 раз. 9-12 августа 1993 г. тайфун «Робин», достигший Приморья, парализовал работу портов, судоходства из-за сильных дождей и ветров (30-40 м/с). Не обошлось без жертв. А ветер такой же силы (бора) в Цемесской бухте (Новороссийск) в 1993 г. причинил значительно больший ущерб: погибло 5 человек, потерпело крушение 10 судов, из них 7 затонули.

Из разрушительных ураганов можно назвать тайфун 11 июля 1996 г., обрушившийся на о. Шикотан, в связи с чем была объявлена ЧС. «Бору», который бушевал в Новороссийске - с 9 по 12 ноября 1993 г. Скорость ветра достигала 40 м/с. При 10-12-градусном морозе падали вывороченные с корнями деревья, рвались якорные цепи, линии электропередач. В ночь с 20 на 21 июня 1998 г. ураган, пронесшийся над Москвой со скоростью 20-26 м/с, стал причиной гибели людей, вырвал десятки тысяч деревьев, сорвал крыши с домов, причинил другой ущерб городу.

В целом внетропические ураганы обладают меньшей разрушительной силой, чем тропические. Наиболее мощные циклоны имеют скорость 30-50 м/с. С октября по февраль внетропические циклоны приходят на Кольский полуостров, вызывая штормы, снегопады, бураны. Много разрушений, в том

числе повреждения опор НЭП, вызвали ураганные ветры силой 25-35 м/с в 1994 г. в Республике Дагестан, на побережье Каспия, в Краснодарском крае, в Саратовской области, на Курильских островах и на Сахалине, в Красноярском крае. В Приэльбрусье январские штормы способствовали обвалу огромных масс снега. На Тихоокеанское побережье тайфуны приходят 3—4 раза в году, но иногда 8-10 раз. Анализ последствий ураганов 1982 г. для сельского хозяйства Хабаровского края и Амурской области показал, что между интенсивностью, продолжительностью стихийного бедствия и уровнем ущерба, наносимого сельскохозяйственному производству, существуют устойчивые корреляционные связи. Эти данные могут быть использованы для прогноза опасности ураганов и принятия соответствующих мер по уменьшению ущерба.

Смерчи отмечаются на Волге, на побережье Черного моря, на Сахалине, Дальнем Востоке.

Курьезный случай произошел во время знаменитого смерча в Москве в 1904 г. Черный столб смерча пожарные приняли за дым огромного пожара и устремились к месту его возникновения. Хобот смерча захватил стоявшего на посту городского и перенес его на некоторое расстояние, не причинив вреда.

Катастрофические смерчи пронесли в 1984 г. в Ивановской, Костромской, Калининской и Московской областях. Скорость ветра в ядре вихря достигала 100 м/с. В пригородной зоне Костромы и других населенных пунктах образовались сплошные завалы леса на площади 700 га. Было разрушено много зданий, линий электропередач. Во время разбушевавшейся стихии погибло 17 человек и 167 было ранено.

Ежегодно смерчи обрушиваются на страны Балтии. Разрушительный смерч пронесся 10 мая 1985 г. к северу от Вильнюса. Он повредил линии связи и электропередач, разрушил ряд сельскохозяйственных построек, нанес ущерб лесному хозяйству. Следы смерча обнаружены в полосе длиной 14 км и шириной 300-500 м. Смерчи «живут» секунды и минуты, но, как мы видим, способны причинить много вреда.

Особое беспокойство вызывает число погибших и пострадавших в результате «деятельности» циклонов в развивающихся странах.

В Бангладеш в 1970 г. погибло 300 тыс. человек и 3,6 млн. остались без крова, а при циклоне 1991 г. погибло более 150 тыс. человек и 10 млн. человек остались без крова. Вся прибрежная часть страны оказалась под слоем воды высотой 2-3 м. Многие люди погибали от укусов змей, выгнанных наводнением из нор. В лагерях эвакуированных людей наблюдались вспышки эпидемических заболеваний.

В сельскохозяйственных районах циклоны уничтожают культурные растения, приводят к потере урожая. Это может быть связано не только с повреждениями ветром, но с выпадением града и пыльными бурями. Так, смерч в Рубцовском районе Алтайского края 7 августа 1985 г. побил градом и повредил лесополосу шириной 3 км, вырвал с корнем все деревья, разбросал стадо овец и коров, повредил большинство сельскохозяйственных построек.

Ураганы вызывают сели, оползни, ливни и наводнения. Пыльные бури засыпают песком и пылью сельскохозяйственные поля, коммуникации, загрязняют атмосферу, а снежные способствуют возникновению гололеда, наледи.

Для одних стран ураганы - несчастье, а для жителей других, страдающих от засух стран, - благодеяние. Так, в Китае, несмотря на гибель людей и разрушения, ураганы приносят большую часть осадков, избавляют от засух.

В настоящее время нет данных, позволяющих в мировом масштабе подсчитать все потери от циклонов. Приближенная оценка показывает, что ущерб от циклонов составляет более 40 % всех материальных потерь при стихийных бедствиях.

Наибольшие экономические потери от ураганов и тайфунов наблюдаются на Американском континенте, а человеческие жертвы самые большие в Азии. На территории РФ смерчи, ураганы и тайфуны, шквальные ветры наблюдаются ежегодно.

Система прогноза, действующая на территории страны, способна за 1-4 суток достаточно надежно прогнозировать тайфуны, метели, сильные шквальные ветры. Своевременный прогноз, например, района выхода тайфуна, позволяет, по оценкам специалистов, уменьшить наносимый им ущерб на 15 %.

Таким образом, однозначно природные ЧС наносят непоправимый ущерб природной среде.

При этом экологические последствия гидрологических, метеорологических и геологических ЧС можно свести к следующим:

1. Гибель людей.
2. Разрушение экосистем различной степени тяжести, приводящие к вторичным сукцессиям.
3. Изменение водного баланса.
4. Вторичные ЧС, в том числе техногенные. Загрязнение территорий продуктами антропогенной деятельности.
5. Вспышка заболеваемости.

1.4. Экологические последствия природных пожаров

При описании пожаров, возникающих в природной среде, одинаково употребительными являются термины «ландшафтный пожар» и «природный пожар».

Согласно ГОСТ 17.6.1.01, ландшафтный пожар – это пожар, охватывающий различные компоненты географического ландшафта.

Природный пожар (согласно ГОСТ Р 22.0.03-95) – это неконтролируемый процесс горения, стихийно возникающий и распространяющийся в природной среде.

На основе ботанико-географической классификации растительности ландшафтные пожары могут быть разделены на лесные, тундровые, степные, кустарниковые, луговые, болотные. Независимо от вида любой крупный ландшафтный пожар является грозным стихийным бедствием. И все же по значимости лесные пожары, безусловно, стоят на первом месте.

С одной стороны, поражают масштабы лесных пожаров, с другой – сохранение лесов является условием существования жизни и сохранения качества воздуха. Особую опасность представляет соединение лесных пожаров с торфяными (в полной мере это ощутили на себе летом 2010 г. жители Москвы и Московской, Владимирской, Ивановской, Новгородской и других областей средневропейской части России), а также выброс в атмосферу продуктов сгорания с радиационно-зараженных территорий и зон скопления особо ядовитых химических веществ.

Лесной пожар – это неконтролируемое горение растительности, стихийно распространяющееся по лесной территории. Явление очень частое. Такие бедствия и возникающие в связи с ними чрезвычайные ситуации происходят в различных регионах страны ежегодно и во многом зависят от поведения в лесу людей.

Лесные пожары при сухой погоде и ветре охватывают значительные территории. При жаркой погоде, если дожди не выпадают в течение 15-18 дней, лес становится настолько сухим, что любое неосторожное обращение с огнем вызывает быстро распространяющийся пожар.

На долю лесных пожаров в нашей стране приходится ежегодно более половины всех погибающих насаждений, а площадь гарей в лесном фонде страны в 4,8 раза превышает площадь вырубок.

Лесной фонд России составляет около 1,2 млрд. га (22% лесов мира) и уже более 200 лет является объектом хозяйственной деятельности, организованной на научной основе. До Октябрьской революции даже в относительно благополучные дождливые годы в нашей стране выгорало 600-

700 тыс. га лесов, а в засушливом 1915 г. было уничтожено 12,5 млн. га.

В последнее время в России ежегодно возникает около 30 000 лесных пожаров и сгорает по 1-2 млн. га лесов (0,2% лесного фонда).

Количество ежегодно возникающих лесных пожаров и охватываемая ими площадь в значительной степени определяется природно-климатическими условиями на территории лесного фонда России. Прогнозируемые глобальные изменения климата, связываемые с повышением концентрации в атмосфере парниковых газов, могут привести к изменению числа и площади лесных пожаров, степени их воздействия на лесные экосистемы. Знание возможных масштабов горимости лесов необходимо для успешной адаптации национальной системы их охраны к меняющимся условиям функционирования и обеспечения отвечающего растущим экологическим и социально-экономическим требованиям уровня противопожарной защиты лесов.

Динамика роста пожаров в лесах России крайне неблагоприятна, что вызвано снижением затрат на их мониторинг и тушение.

Иногда лесные пожары начинают носить катастрофический характер.

Так, например, лесные пожары в Западной Сибири в 1913 г. за лето уничтожили около 15 млн. га. Летом 1921 г. при длительной засухе и ураганных ветрах пожарами было уничтожено более 200 тыс. га ценнейшей марийской сосны.

Среди катастрофических пожаров последних лет можно назвать стихийные бедствия 1972 и 2002 года, когда лесные и торфяные пожары охватили больше десятка областей центральной части России.

В 1976 году в Хабаровском крае огонь уничтожил не только лес на огромной площади, но и полностью 11 поселков, частично 19 других населённых пунктов.

1987 год - площадь лесных пожаров в Читинской области более 90 тысяч гектаров.

1989 год - практически выгорели леса Сахалина. 1990 год - площадь пожаров в лесах Иркутской области - около 300 тысяч гектаров.

2010 год - на территории России возникло 33 тысячи лесных пожаров, которыми пройдено 2,1 млн. га. От верховых пожаров погибло 193,2 тыс. га. В Ивановской области огнем пройдено более 28 тыс. га леса.

Реальные масштабы горимости лесов России и размеры наносимого огнем ущерба до настоящего времени не установлены. В северных районах Сибири и Дальнего Востока, охватывающих 1/3 лесного фонда, активная борьба с огнем и учет пожаров практически отсутствует. В настоящее время регулярные наблюдения за лесными пожарами ведутся только в зоне, охватывающей 2/3 общей площади лесного фонда. В зоне активной охраны

лесов ежегодно регистрируется от 10 до 40 тысяч лесных пожаров, которые охватывают площадь от 0,5 до 2,1 млн. га. Число пожаров, приходящихся на 1 млн. га лесного фонда России, в несколько раз меньше, а средняя площадь одного пожара в несколько раз больше, чем в Европе и Северной Америке. Все это свидетельствует о сравнительно низком уровне противопожарной защиты лесов в России.

Наибольший ущерб лесные пожары наносят лесным экосистемам Азиатской части страны, на долю которой приходится около 95% всей пройденной огнем площади и около 50% общего числа очагов горения. Максимальная плотность (частота) пожаров характерна для густонаселенных районов Европейской части страны, а максимальный процент охватываемой огнем площади приходится на многолесные районы Сибири и Дальнего Востока со слабо развитой инфраструктурой. По данным государственных учетов лесного фонда страны практически половина всех гарей приходится на неохранные территории, что свидетельствует об огромных масштабах воздействия огня на структуру и состояние лесных экосистем северных районов Сибири и Дальнего Востока. Процент гарей в этих районах в 3 раза больше, чем на активно охраняемой территории лесного фонда. По данным статистической отчетности лесной службы, за последние 50 лет на активно охраняемой территории пожарами пройдено около 60 млн. га, в том числе лесных земель - 42,3 млн. га. С учетом горимости лесов в неохранных районах общая пройденная огнем площадь в лесном фонде России за этот период оценивается примерно в 100- 120 млн. га, в том числе площадь пройденных пожарами лесных земель - в 80-90 млн. га.

В зависимости от того, в каких элементах леса распространяется огонь, пожары подразделяются на низовые и верховые.

По скорости распространения пожары разделяются на три категории: сильные, средней силы и слабые (табл.1).

Низовые лесные пожары развиваются в результате сгорания надпочвенного слоя опада (опавшая хвоя, листья, кора, валежник, пни), подлеска хвойных пород и живой растительности (мха, лишайников, трав, кустарников). Фронт низового пожара при сильном ветре движется при высоте 1,5-2 м со скоростью до 1 км/ч.

Низовые пожары могут быть обычными и скоротечными. Обычные низовые пожары распространяются относительно медленно. Отличаются полным сгоранием живого и мертвого надпочвенного покрова. Скоротечные пожары характеризуются быстро продвигающимся пламенем и дымом светло-серого цвета.

Стадиями развития низовых пожаров являются подземные (почвенные) лесные пожары. Они возникают на участках с торфяными почвами. Огонь проникает под землю через щели у стволов деревьев. Горение происходит беспламенно и достаточно медленно. После сгорания корней деревья падают, образуя завалы.

Верховые лесные пожары представляют собой сгорание биомассы древостоя и надпочвенного покрова. Скорость распространения 25 км/час. Верховые пожары развиваются из низовых пожаров, когда засуха сочетается с ветреной погодой. Верховые пожары могут быть устойчивыми и беглыми.

Лесной пожар, охвативший большую площадь, чаще всего сочетает в себе элементы низового, беглого и других видов пожаров. При этом часть территории может быть не подвержена огню - пожар обходит участки, где нет горючих материалов или где такие материалы не способны гореть в данных условиях. Нередко кромка пожара разбивается на участки, которые можно принять за самостоятельные очаги. Пламя распространяется с разной скоростью и неоднократно меняет направление в зависимости от изменения направления ветра и наличия горючих материалов. Конфигурация кромки пожара сложная и неопределенная, в результате чего трудно выделить основные элементы пожара - фронт, тыл и фланги.

Таблица 1. Классификация лесных пожаров по их силе

Показатель силы пожара	Значение показателей силы пожара		
	слабого	среднего	сильного
Низовой пожар			
Скорость распространения огня, м/мин	До 1	1-3	Более 3
Высота пламени, м	До 0,5	0,5-1,5	Более 1,5
Верховой пожар			
Скорость распространения огня, м/мин	До 3	3-100	Более 100
Почвенный пожар			
Глубина прогорания, см	До 25	25-50	Более 50

По площади, охваченной огнем, лесные пожары подразделяются на шесть классов (табл. 2).

Огонь является одним из доминирующих факторов, определяющих породную и возрастную структуру лесов, их ресурсный и экологический потенциал. До настоящего времени масштабы воздействия пожаров на лесные экосистемы изучены недостаточно, а их последствия явно недооцениваются. Только в редких случаях пожары можно рассматривать как благо, как фактор, регулирующий состав лесных экосистем, в большинстве случаев пожары наносят большой ущерб природным экосистемам.

Таблица 2. Классы лесных пожаров

Класс лесного пожара	Площадь, охваченная огнем, га
Загорание	0,1-0,2
Малый пожар	0,2 - 2,0
Небольшой пожар	2,1-20
Средний пожар	21-200
Крупный пожар	201-2000
Катастрофический пожар	более 2000

Негативные последствия ландшафтных пожаров для экологических систем:

1. Лесные пожары являются источником загрязнения атмосферы;
2. В результате пожаров происходит превращение древостоя в сухостой с последующей гибелью лесов;
3. Гибель лесов приводит к региональным климатическим изменениям;
4. В результате уничтожения растительности изменяется кислородный баланс атмосферы;
5. Диоксид углерода, выделяющийся при лесных пожарах, приводит к глобальным изменениям климата;
6. Лесные пожары способствуют возникновению облачности в верхних слоях воздуха и дымки в приземном слое, а, следовательно, также приводят к региональным климатическим изменениям;
7. Ликвидация лесозащитных полос в результате пожаров приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур;
8. В северных районах лесные пожары уничтожают мхи и лишайники – кормовую базу оленей, способствуют оттаиванию вечной мерзлоты;
9. Лесные пожары способствуют разрушению почвенного покрова;
10. Лесные пожары в горной местности создают опасность оползней и обвалов;
11. Уничтожение лесов изменяет режим водоемов;
12. Лесные пожары приводят к уплотнению почвенного покрова, уменьшению его проницаемости и заболачиванию почв в результате подъема грунтовых вод;
13. Происходит изменение кислотности почвенного раствора, ускорение минерализации гумуса;
14. Изменяется состав биогенных элементов гумуса;
15. Изменяется растительный покров на горячих;
16. При лесных пожарах выделяются продукты горения, обладающие токсическими свойствами;

17. Уничтожается древесина;

18. Возникает угроза постройкам, промышленным объектам и населенным пунктам.

Мониторинг и прогнозирование природных пожаров осуществляется на четырех уровнях:

- На федеральном. Организацию работ по мониторингу и прогнозированию лесных пожаров осуществляет федеральный орган управления лесным хозяйством России. Ведение мониторинга и прогнозирования лесных пожаров на федеральном уровне осуществляют организации, учреждения и предприятия федерального органа управления лесным хозяйством.

- На региональном. Организацию работ по мониторингу и прогнозированию лесных пожаров осуществляют государственные органы управления лесным хозяйством субъектов Российской Федерации. Ведение мониторинга и прогнозирования лесных пожаров на региональном уровне осуществляют структурные подразделения государственных органов управления лесным хозяйством субъектов Российской Федерации, организации, учреждения и предприятия системы федерального органа управления лесным хозяйством.

- На местном. Организацию работ по мониторингу и прогнозированию лесных пожаров осуществляют лесхозы и другие организации, предприятия и учреждения, осуществляющие ведение лесного хозяйства. Ведение мониторинга и прогнозирования лесных пожаров на местном уровне осуществляют лесхозы, подразделения иных организаций, учреждений и предприятий системы федерального органа управления лесным хозяйством, а также другие организации, предприятия и учреждения, осуществляющие ведение лесного хозяйства.

- На локальном. Организацию работ по контролю за лесопожарной ситуацией уровне (места лесных пожаров и площади, пройденные лесными пожарами), радиационному контролю и учету последствий лесных пожаров осуществляют лесхозы и другие организации, предприятия и учреждения, осуществляющие ведение лесного хозяйства, а также подразделения «Авиалесоохраны», осуществляющие обнаружение и тушение лесных пожаров.

Объектами мониторинга является территория всего лесного фонда России. На территории лесного фонда выделяют активно охраняемые леса и активно не охраняемые леса. На всей территории лесного фонда выделяют загрязненные радионуклидами территории и акватории.

Наблюдение и контроль за предпожарной обстановкой в лесном фонде должны вестись на протяжении всего пожароопасного сезона и включают:

- наблюдение, сбор и обработку данных о степени пожарной опасности в лесу по условиям погоды;
- оценку степени пожарной опасности в лесу по условиям погоды по общей или региональной шкалам пожарной опасности.

Критерием наступления высокой пожарной опасности служат соответствующие значения комплексного показателя пожарной опасности в лесу по условиям погоды.

Контролируемые параметры на территории лесного фонда:

- температура воздуха;
- температура точки росы;
- количество осадков;
- скорость и направление ветра;
- информация о наличии грозовой деятельности.

Исходными данными для прогнозирования появления источника поражающих факторов — возникновения лесного пожара служат:

- класс пожарной опасности в лесу по условиям погоды;
- местоположение и площадь участков лесного фонда I—III классов пожарной опасности и/или участков разных классов пожарной опасности, где в рассматриваемое время ЛГМ могут гореть при появлении источника огня;
- данные о рельефе местности (равнина, плато, плоскогорье, нагорье, горы, холмы, сопки, котловины, овраги);
- наличие потенциальных источников огня в перечисленных участках лесного фонда, где в рассматриваемое время ЛГМ могут гореть при появлении источника огня; данные о грозовой деятельности;
- результаты ретроспективного анализа распределения пожаров во времени (число пожаров по годам, месяцам, декадам, дням, часам суток) и по территории (лесным кварталам, лесничествам, лесхозам, управлениям лесным хозяйством субъектов Российской Федерации) рассматриваемого района, региона или сопоставимого с ними по природным и экономическим условиям за последние 10 лет.

1.5. Влияние хозяйственной деятельности на формирование природных катастроф

Глобальные процессы в социальной, природной и техногенной сферах обусловили интенсификацию развития опасных природных явлений и снижение защищенности людей на Земле, что привело к увеличению количества природных бедствий.

Основные экологические проблемы современности:

Демографический взрыв, изъятие природных ресурсов, загрязнение окружающей среды (глобальное потепление, озоновые дыры), разрушение естественных экосистем усугубляют течение и последствия природных ЧС.

Перенаселение городов приводит к освоению малопригодных для проживания и подверженных опасным природным процессам участки - склоны холмов, поймы рек, заболоченные и прибрежные территории. Города все чаще оказываются в центре разрушительных природных катастроф, увеличивается риск гибели людей, страдания людей приобретают все более массовый характер.

На густонаселенных территориях антропогенные воздействия часто приводят к опусканию территорий в результате мощной статической и динамической нагрузки от зданий, сооружений и транспортных систем города. Так например, отмечена максимальная величина снижения уровня земной поверхности - около 4.5 м в северо-восточной части Токио (район Кото) за период с 1920 по 1980 г. В результате возросла потенциальная опасность затопления города нагонными водами штормов.

Промышленная революция привела к повсеместному вмешательству человека в наиболее консервативную часть окружающей среды – земную кору. Техногенная нагрузка на литосферу сравнима с природными геологическими процессами. В настоящее время при строительстве и добыче полезных ископаемых человек перемещает в год более 100 млрд. горных пород.

Геологическое влияние человека на литосферу приводит к крупномасштабным изменениям в природной среде, среди которых наибольшую опасность представляют опускание территорий, подтопление, карстово-суффозионные провалы, наведенная сейсмичность, техногенные геофизические поля.

Преимущественно наведенная сейсмичность возникает при создании крупных водохранилищ и закачке флюидов в глубокие горизонты земной коры. Установлено, что наведенную сейсмичность вызывали только 0.63% плотин высотой до 10м, высотой до 90м -10%, а высотой до 140 м и более - 21%.

Добыча газа и нефти в районе города Лонг-Бич в Калифорнии (США) привела к оседанию территории со скоростью 30-70 см/год. Воронка провала имела площадь около 52 км².

В Мехико в результате интенсивного забора подземных вод произошло катастрофических размеров опускание поверхности. Территория города опустилась более чем на 4 метра, а северо-восточная его часть - на 9 метров.

Уничтожение лесов помимо кислородного голодания планеты ведет к увеличению количества и качества природных катастроф:

1. нарушается гидробаланс водоемов, в результате увеличивается вероятность подтопления территорий (наводнения).

2. обезлесивание территорий повышает вероятность развития метеорологических ЧС.

3. несвязанная мощной корневой системой почва подвержена эрозии (оползни сели).

Эпоха глобального техногенеза и научно-технического прогресса ознаменовалась началом климатических изменений, связанных с повышением температуры на Земле. Начиная примерно с 1860 г. до настоящего времени отмечается постепенный рост температуры на Земле. Существуют многочисленные гипотезы возникновения этого явления, но сам факт потепления температуры воздуха на Земле является неоспоримым. Изменение температуры воздуха вызывает развитие ряда процессов в геосферных оболочках Земли, способных оказать как положительное, так и отрицательное воздействие на природную среду. С последним связано снижение безопасности общества и рост ущербов от стихийных бедствий. Так, по расчетам американских специалистов, потепление атмосферы на 1°С может привести к усилению воздушных потоков на Атлантическом побережье США на 40-60%, что, несомненно, усугубит и без того достаточно высокую уязвимость этой территории от тропических тайфунов и ураганов.

Дальнейшее потепление климата может вызвать катастрофические процессы глобального характера. Основной опасностью является повышение уровня Мирового океана в связи с таянием ледовых покровов планеты. По ряду прогнозов, наиболее вероятное повышение уровня Мирового океана к 2030 г. составит от 14 до 24 см. Ожидается, что уровень океана будет подниматься в начале XXI в. в 5-10 раз быстрее, чем в последнем столетии. Прогнозируется, что даже реализация наиболее оптимистичных прогнозов подъема уровня океана приведет в ряде приморских стран к затоплению и подтоплению на низменных прибрежных территориях, увеличению частоты наводнений, в том числе нагонных. Возрастет площадь затопляемых территорий, активизируется береговая эрозия, произойдет разрушение сооружений береговой защиты.

Повышение температуры многолетнемерзлых пород и деградация криолитозоны - еще один исключительно важный процесс, который сопровождает потепление климата. Так как 64% территории России относится к криолитозоне, э процесс имеет исключительно важные последствия для нашей страны. Повышение температуры пород криолитозоны и ее деградация приведет к интенсификации таких опасных процессов, как опускание территории в результате вытаявания льдов, термокарст, термообразие, наледообразование, развитие оползней-сплывов и другие.

Потепление климата, как правило, сопровождается повышением количества осадков. Так количество осадков в Северной Евразии было на 10-20% выше современного отмечалось во время климатического оптимума голоцена. По расчетам, выполненным в Институте геоэкологии РАН и Институте водных проблем РАН, объем влагозапасов в первой половине XXI столетия в северных регионах России может возрасти до 20-40%, что приведет к дополнительному подтоплению и заболачиванию пониженных участков на этих территориях.

Всемирная конференция по природным катастрофам, состоявшаяся в мае 1994 г. в Иокогаме (Япония), приняла декларацию, согласно которой, для поддержания устойчивого развития важным элементом государственной политики должна быть стратегия на уменьшение ущербов от природных катастроф. Основой стратегии уменьшения ущерба от природных катастроф должно быть прогнозирование и предупреждение чрезвычайных ситуаций.

До недавнего времени усилия многих стран по уменьшению опасности стихийных бедствий были направлены на ликвидацию последствий природных явлений, оказание помощи пострадавшим, организацию спасательных работ, предоставление материальных, технических и медицинских услуг, поставку продуктов питания и т.д.

В основу новой концепции необходимо взять «глобальную культуру предупреждения», основанную на научном прогнозировании грядущих катастроф. «Лучше предупредить стихийное бедствие, чем устранять его последствия» - так записано в итоговом документе Иокогамской конференции. Международный опыт показывает, что затраты на прогнозирование и обеспечение готовности к природным событиям чрезвычайного характера до 15 раз меньше по сравнению с предотвращенным ущербом.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите виды природных пожаров на основе ботанико-географической классификации растительности.
2. Дайте характеристику низовых пожаров.
3. Дайте характеристику верхового пожара.
4. Классификация лесных пожаров по площади, охваченной огнем.
5. Перечислите негативные последствия лесных пожаров для атмосферы.
6. Перечислите негативные последствия лесных пожаров для литосферы.
7. Перечислите негативные последствия лесных пожаров для гидросферы.
8. Перечислите негативные последствия лесных пожаров для живого вещества.
9. Уровни мониторинга лесных пожаров.
10. Что включает в себя наблюдение и контроль за предпожарной обстановкой в лесном фонде?
11. Перечислите контролируемые параметры на территории лесного фонда.
12. Влияние природных катастроф на экологию планеты.
13. Влияние цунами на экологию планеты.
14. Методы прогнозирования цунами.
15. Влияние вулканической деятельности на экологию планеты.
16. Методы прогнозирования извержения вулканов.
17. Влияние наводнений на экологию планеты.
18. Методы прогнозирования наводнений.
19. Влияние землетрясений на экологию планеты.
20. Методы прогнозирования землетрясений.
21. Экологические последствия ландшафтных пожаров.
22. Влияние хозяйственной деятельности на формирование природных катастроф.

2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Загрязнение окружающей среды при техногенных авариях и катастрофах, носит, как правило, комплексный характер и, в зависимости от характера аварии или катастрофы и возникающих при этом поражающих факторов, может включать физическую, химическую, а в некоторых случаях и биологическую составляющие.

Физическая составляющая (физическое загрязнение) при авариях характеризуется загрязнителями — ингредиентами и физическими полями, такими как радиоактивные вещества, электромагнитное, тепловое, звуковое и ультразвуковое поля. Химическая составляющая — различного рода простые вещества и химические соединения из числа ксенобиотиков, чуждых биогеохимии экосистем и природных ландшафтов. Сюда относятся прежде всего некоторые аварийно-химически опасные вещества. Биологическая составляющая — это болезнетворные микроорганизмы.

Следует заметить, что поскольку в технологических циклах современных производств все в большей степени используются искусственные материалы, а в окружающую среду, особенно при авариях и катастрофах, попадает довольно значительное количество указанных выше ксенобиотиков. Они не участвуют в циклах естественного круговорота веществ, накапливаются в тех или иных компонентах среды и природных системах и существенно влияют на ухудшение экологической обстановки.

Анализ имевших место в последние десятилетия аварий и катастроф показывает, что происходящее в их результате загрязнение окружающей среды обуславливается одним или некоторой совокупностью ингредиентов и физических полей, количественно или качественно чуждых естественным биогеоценозам. Это обстоятельство является одной из причин тех неблагоприятных изменений экологической обстановки и условий обитания, которые происходят при техногенных воздействиях.

2.1. Экологические последствия применения химического оружия и аварий на химически опасных объектах

2.1.1. Источники поражения химически опасными веществами

Серьезную опасность для жителей планеты представляют выбросы в окружающую среду аварийно-химически опасных веществ (АХОВ). Подобных выбросов регистрируется ежегодно несколько десятков тысяч.

В мире ежегодно прямое отравление пестицидами получают более 2 млн. человек, умирает 50 тысяч.

Ежегодно около 7 млн. тонн ядовитых промышленных отходов, производимых в странах Западной Европы, выбрасывается на незаконные свалки, сливается в реки и озера.

В США за один год регистрируется в среднем 6-7 тысяч аварий с утечкой АХОВ.

Ежегодно около 7 млн. тонн ядовитых промышленных отходов, производимых в странах Запада, выбрасывается на незаконные свалки, сливается в реки и озера.

В США за один год регистрируется в среднем 6-7 тысяч аварий с утечкой АХОВ.

За счет роста масштабов и концентрации производства происходит накопление огромного количества АХОВ. Это представляет собой значительную потенциальную опасность. В Западной Европе удельные значения летальных доз АХОВ, имеющих в различных производствах, составляют на душу населения (в дозах):

Мышьяк - 0,5 млрд.;

барий - 5 млрд.;

фосген, аммиак, синильная кислота - 100 млрд.;

хлор - 10 трлн.

В России функционирует более 3600 объектов экономики, располагающих значительными запасами опасных химических веществ. Их суммарный запас достигает 700 тысяч тонн. Основная часть химически опасных объектов сконцентрирована в Приволжском федеральном округе (43,5%), а также в Центральном (24,4%), Сибирском (11,2%) и Южном (10,4%). К этому следует добавить арсеналы химического оружия в объеме 40 тысяч тонн боевых отравляющих веществ. Суммарный запас химически опасных веществ на заводах России составляет примерно 10 триллионов летальных доз.

Крупными запасами АХОВ располагают предприятия химической, оборонной, целлюлозно-бумажной, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, черной и цветной металлургии, пищевой, текстильной отраслей, производства удобрений. Создаваемые здесь минимальные (неснижаемые) запасы в среднем рассчитаны на 3 суток работы, а для предприятий по производству минеральных удобрений - до 10 -15 суток. В результате, на крупных предприятиях, расположенных в черте или вблизи городов, могут одновременно храниться тысячи тонн АХОВ.

Значительные их запасы сосредоточены на объектах пищевой, мясомолочной промышленности, холодильниках торговых баз, в жилищно-коммунальном хозяйстве. По токсичным свойствам и широкому распространению наиболее опасными АХОВ являются сжиженные аммиак и хлор. Около 60 % химически опасных объектов имеют запасы аммиака и 35 % – хлора. Так, например, на крупных овощебазах содержится до 150 т аммиака, используемого в качестве хладагента, а на водопроводных станциях - до 400 т хлора. Ежегодное производство хлора в России составляет 2 миллиона тонн. Свыше 500 тысяч тонн перевозится по железной дороге. Единовременный запас хлора только на объектах города Москвы составляет 70 тысяч тонн. Причем эти объекты находятся, как правило, в непосредственной близости от жилых домов и районов.

Суммарная площадь территории России, на которой может возникнуть очаг химического заражения, составляет около 300 тысяч квадратных километров. На ней проживает почти 54 млн. человек.

Человечество пережило огромное количество техногенных ЧС, связанных с химикатами.

Наиболее значимые аварии на химически-опасных объектах.

1. Севезо, Италия. В 1976 году на химическом заводе итальянского города Севезо произошла авария, в результате которой территория площадью более 18 км оказалась зараженной диоксином. Пострадали более 1000 человек, отмечалась массовая гибель животных. Ликвидация последствий аварии продолжалась более года.

2. Фликсборо, Англия. 1 июня 1974 года на химическом заводе в Великобритании в городе Фликсборо произошла авария на заводе «Нипро», который занимался производством аммония. По своей мощности взрыв был равен действию 45-тонного заряда тротила, если бы он был взорван на высоте 45 метров от земли. В результате инцидента погибли 55 человек и 75 получили ранения.

3. Сучжоу, Китай. В Китае в сентябре 1978 г. в результате аварии на химическом заводе в городе Сучжоу в реку попали 28 тонн цианистого натрия. Этого количества достаточно, чтобы погибли 48 миллионов человек, однако газета «Чжунго циннянь бао» сообщила, что число жертв составило лишь 3 тысячи.

4. Бхопал, Индия. Одной из наиболее значительных мировых химических катастроф XX века взрыв на заводе компании Union Carbide, случившийся 2 декабря 1984 года в Бхопале (Индия) и приведший к отравлению и гибели 4035 человек. Пострадало более 40 тыс. человек. От облака 43 тонн токсичного газа метилизоцианата (токсичность метилизоцианата превышает токсичность

фосгена в 2-3 раза), вырвавшегося с территории завода, была заражена территория длиной 5 км и шириной 2 км.

5. Завод «Сандоз», Швейцария. 1 ноября 1986 года произошёл пожар на складе химической фабрики в Швейцарии. Во время тушения пожара в Рейн вылилось около 30 тонн сельскохозяйственных ядохимикатов. Погибли миллионы рыб, была заражена питьевая вода.

6. Ярославль, Россия. В 1988 году при железнодорожной катастрофе в г. Ярославле произошел разлив гептила, относящегося к АХОВ первого класса токсичности. В зоне возможного поражения оказались около 3 тысяч человек. В ликвидации последствий аварии участвовали около 2 тысяч человек и большое количество техники.

7. Ионаве (СССР, Литва). В 1989 году произошла химическая авария в г. Ионаве (Литва). Около 7 тыс. т жидкого аммиака разлилось по территории завода, образовав озеро ядовитой жидкости с поверхностью около 10 тыс. кв. м. От возникшего пожара произошло возгорание склада с нитрофоской, ее термическое разложение с выделением ядовитых газов. Глубина распространения зараженного воздуха достигала 30 км и только благоприятные метеорологические условия не привели к поражению людей.

8. Мексика. В августе 1991 года в Мексике во время железнодорожной катастрофы с рельсов сошли 32 цистерны с жидким хлором. В атмосферу было выброшено около 300 тонн хлора. В зоне распространения зараженного воздуха получили поражения различной степени тяжести около 500 человек, из них 17 человек погибли на месте. Из ближайших населенных пунктов было эвакуировано свыше тысячи жителей.

9. Тяньцзинь, Китай. 2 августа 2015 г. около 7 часов утра по местному времени в Китайском портовом городе Тяньцзинь произошла – по признанию властей - самая крупная техногенная катастрофа в истории КНР. Взорвался склад компании Rui Hai International Logistics, которая занималась перевозкой опасных химических веществ.

После первого взрыва, мощность которого оценивается в 3 тонны в тротиловом эквиваленте, последовало несколько новых. Мощность самого крупного оценивают в 21 тонну в тротиловом эквиваленте. Погибло более ста человек. 70 человек считаются пропавшими без вести. Более 700 человек госпитализированы.

Вскоре после взрыва воздухе обнаружили цианид и другие опасные химикаты в концентрациях превышавших норму в несколько раз. Зафиксированы превышения норм по цианиду натрия в воздухе, а также в сточных водах - в одном случае в 27,4 раза.

Отравление людей может наступить и от побочных продуктов технологического процесса. Особую опасность представляет собой заражение водных источников высокотоксичными веществами.

Токсичность сбросов сточных канализационных вод гораздо ниже, чем сбросов АХОВ, однако в силу своих объемов и регулярности они способны причинить большой вред и представляют значительную опасность. Канализационные сбросы обычно не приводят к поражению людей в короткие сроки, зато они способны ослабить иммунную систему человека, спровоцировать мутации и онкологические заболевания. О таких авариях просто ставят в известность, так как никто в момент аварии на канализационных сетях не может с уверенностью сказать о возможных последствиях.

Аварии на ХОО могут сопровождаться взрывами и пожарами.

Особенности пожаров на химически-опасных объектах.

Пожары на складах опасных и вредных химических веществ случаются редко, но последствия бывают катастрофичны. Пожар распространяется по складским помещениям обычно значительно быстрее, чем по производственным и жилым зданиям.

Особенно опасны в связи с этим пожары на складах удобрений и пестицидов (ядохимикатов), так как эти вещества применяются в виде порошков и жидкостей, что создает условия для возникновения пожара. В результате термического разложения гетероорганических соединений, из которых состоят органические удобрения и пестициды, выделяются вещества - хлор-, азот-, серо- и фосфорсодержащие соединения.

Горение пестицидов, используемых в сельском хозяйстве, протекает интенсивно, так как они содержат много кислорода. Вследствие этого возможны и вторичные взрывы. Интенсивное тепловыделение при горении и взрывах пестицидов приводит, к дополнительному разрушению тары, в которых хранятся горючие и токсичные вещества.

Часть веществ, не сгорая, поступает в атмосферу в виде аэрозоля с последующим оседанием на местности, другая часть с огнетушащими веществами - пеной и водой - на почву и в водоемы.

В процессе горения пестициды плавятся и растекаются со скоростью до $10 \text{ м}^2/\text{мин}$, что также создает дополнительные трудности при тушении этих пожаров. Кроме того, в закрытой таре термическое разложение удобрений и пестицидов при наличии «собственного кислорода» приводит к взрывам.

Линейная скорость распространения горения на складах удобрений, например нитрофоски, достигает $0,6-1,7 \text{ м/мин}$, а скорость выгорания почвы 10 мм/мин , если пожарная нагрузка составляет 200 кг/м^2 .

Пожары на складах относятся к категории сложных, требуют подачи больших количеств огнетушащих средств. Поэтому сбор огнетушащих веществ в целях предотвращения их попадания в ОС также является неотъемлемой частью ликвидации пожара.

При прогнозировании последствий пожаров необходимо учитывать и количество складированных веществ, месторасположение склада, метеоусловия и другие факторы.

Согласно статистике крупные пожары на складах удобрений и пестицидов мире происходят 4-5 раз в году. Наиболее известен пожар на складах фирмы Сандос (1986 г.). При тушении было использовано 6 млн. л воды. Большая часть из 1250 т удобрений и средств защиты попала в Рейн, и на 250-километровом участке реки произошел массовый замор рыбы, погибла вся флора и фауна, т.е. произошла экологическая катастрофа. Кроме того, произошло загрязнение питьевого водоснабжения. Ядовитое облако токсичных веществ, содержащих меркаптаны представляло угрозу для многих человеческих жизней. Резкое изменение цвета воды в Рейне и замор рыбы в результате помешали скрыть случившееся в первые дни.

Тушение пожаров пестицидов и удобрений создает многие серьезные проблемы. Из-за токсичности их самих и продуктов горения приходится эвакуировать население, а загрязненную воду после тушения необходимо подвергать детоксикации прежде, чем она попадет в водоемы.

В небольших помещениях продукты горения пестицидов всегда создают токсичную среду, опасную для пребывания людей. Вероятность отравления зависит от количества горящих пестицидов, но, начиная с 50 т, концентрации токсичных продуктов горения создают угрозу для здоровья людей, находящихся вблизи горящих складов, а не только в них. Горение пестицидов, сопровождается выделением токсичных продуктов. Их поступление в организм возможно через органы дыхания, кожный покров, что делает необходимым использование, специальных защитных костюмов и обуви, не говори об изолирующих противогазах.

Опасность усугубляется тем, что вода, применяемая для тушения, растворяет многие продукты горения, например амины, альдегиды. Попадание в почву загрязнённой воды приводит к загрязнению питьевых источников и продуктов питания. Некоторые пестициды вызывают отравления, так как они способны накапливаться в жировых тканях, не участвуя в метаболизме. Одним из способов защиты ОС от загрязнения при пожарах и авариях является использование герметичных малогабаритных хранилищ, рассчитанных на складирование не более 3,5 т или 1000 л материала. Установка под хранилищем герметичных отстойников.

Для предотвращения аварий и пожаров необходимо исключать хранение азотосодержащих и других удобрений вместе с кислотами, маслами и агрессивными или горючими веществами. При инцидентах, связанных с растеканием жидких пестицидов, рекомендуется собирать их с помощью адсорбентов.

Взрывчатые вещества способны гореть в дефлаграционном режиме со скоростью порядка 1 м/с, тогда как при детонации скорость распространения пламени составляет 2-3 тыс. м/с. Горение взрывчатых веществ сопровождается более опасным загрязнением окружающей среды, чем их взрывчатое превращение, так как в первом случае выделяется много сажи, оксидов азота и других соединений. При взрыве происходит более интенсивное рассеивание токсичных продуктов, чем при горении того же ВВ.

Подчас из-за пожаров взрывчатых веществ на складах загрязнение окружающей среды становится более опасным, так как на складах, наряду с взрывчатыми веществами и нестабильными соединениями, хранятся горючие вещества и материалы.

Крупный пожар в портовом складе произошел в Гамбурге в 1985 г. О последствиях не сообщается, но можно предположить, что при горении 16,2 т хлората калия и 20 тыс. т каучука в атмосферу попали оксиды хлора, токсичные углеводород и другие соединения.

Опасность представляют пожары на складах пиротехнической продукции. В результате сгорания пиротехнических составов вредные газы: оксиды углерода, азота, серы, хлористый водород, но их содержание в воздухе при пожаре, согласно расчетам, не представляет угрозы для жизни и здоровья людей. Скорость выгорания веществ при таких пожарах составляет около 66 кг/м², а скорость образования газообразных продуктов 270 м³/с.

Применение оружия массового поражения

Говоря об экологической ситуации, обусловленной выбросами и сбросами АХОВ, нельзя не сказать о военном применении химических веществ, в том числе оружия массового поражения.

Первым опытом в истории химической войны можно считать применение хлора Германией против России 22 апреля 1915-го года недалеко от города Ипр в Бельгии. На переднем фланге немецких позиций протяженностью 8 км были установлены цилиндрические баллоны с хлором, из которых вечером выпустили огромное облако хлора, унесённое ветром в сторону русских войск. Не имея никаких средств защиты, тяжёлое отравление получили 15 000 человек, из которых погибло 5000. Через месяц немецкие войска повторили атаку на Восточном фронте, отравление газом получили 9000 солдат, на поле боя умерло 1200 человек.

Военная разведка союзников предупредила о наличии у противника баллонов неизвестного назначения и о возможном нападении, и жертв можно было бы избежать. Однако командование решило, что применение нового химического оружия невозможно.

Именно тогда химическое оружие показало свою страшную силу и начало широко применяться - сначала в ходе этой войны, а после окончания - и в мирное время.

Правительствам пришлось задуматься о средствах химзащиты. Были разработаны новые средства индивидуальной защиты. Но продолжались разработки и новых видов отравляющих веществ.

Следующее применение отравляющих веществ произошло в ходе Второй Мировой войны. Япония много неоднократно применяла химическое оружие во время конфликта с Китаем. Японское правительство во главе с императором сочли такой способ ведения войны крайне эффективным, так как химическое оружие по себестоимости не дороже обыкновенного и позволяет обходиться почти без потерь в своих войсках.

В японской армии были созданы специальные подразделения для разработки отравляющих веществ. Впервые химикаты были использованы Японией во время бомбёжки китайского города Воцной. На землю было сброшено около 1000 авиабомб. Под Динсяном в ходе сражения японцы взорвали 2500 химических снарядов. Японцы продолжали применять химическое оружие вплоть до окончательного поражения в войне. В результате жертвы были как среди военных, так и среди мирного населения, от отравления химикатами погибло более 50 000 человек.

Японские войска не рискнули применить химическое оружие массового поражения против армий США и СССР. Вероятно, из-за небезосновательных опасений, что у обеих этих стран есть собственные запасы химикатов, в несколько раз превосходящие потенциал Японии, так что японское правительство справедливо опасалось ответного удара по своим территориям.

Самый известный теракт в истории осуществила японская религиозная секта «Аум Сенерикё» в июне 1994-го года в городе Мацумото. Террористы использовали подогреваемый испаритель, установленный в кузове грузовой машины. На поверхность испарителя было нанесено отравляющее вещество зарин – нервно-паралитический газ, попадающий в организм человека через дыхательные пути и парализующее нервную систему. Испарение зарина сопровождается выделением белёсого тумана. Из-за страха разоблачения, террористы быстро прекратили атаку. Однако 200 человек получили отравления, и семеро из них погибло.

Учтя предыдущий опыт, террористы повторили атаку в закрытом помещении 20 марта 1995-го года в токийском метро. Участники секты проткнули пакеты с заринем в пяти разных составах метро, и газ быстро распространился по метрополитену. Капли зарина размером с булавочную головку вполне достаточно для смерти взрослого человека. Каждый из злоумышленников имел при себе по два литровых пакета. Согласно официальным данным, 5000 человек получило тяжёлое отравление, из них 12 скончались.

Теракт был отлично спланирован — на выходе из метро в условленных местах исполнителей ждали машины. Организаторов теракта, Наоко Кикуги и Макото Хирата, удалось найти и арестовать только весной 2012-го года. Позднее руководитель химической лаборатории секты «Аум Сенрикё» признался, что за два года работы было синтезировано 30 кг зарина и велись эксперименты с другими отравляющими веществами — табуном, зоманом и фосгеном.

Неоднократно химическое оружие применялось во время войны в Ираке, причём ядовитые вещества использовали обе стороны конфликта. Так, в иракской деревне Абу Сайда 16-го мая была взорвана бомба с хлористым газом, в результате погибли 20 человек и 50 получили ранения. В марте того же года, в суннитской провинции Анбар террористы применили бомбы с хлорином. В результате пострадало более 350 человек. Хлорин смертельный для человека газ, приводящий к поражению дыхательной системы, небольшом вызывающий сильные ожоги на коже.

В 2004-м году американские войска применили в качестве химическо-зажигательного оружия белый фосфор. Одна зажигательный снаряд с белым фосфором уничтожает всё живое в радиусе 150 м от места падения. Американское правительство сначала отрицало свою причастность к происшедшему, потом заявило об ошибке, и наконец, представитель Пентагона подполковник Барри Винэбл всё же признал, что американские войска вполне осознанно использовали фосфорные бомбы для штурмов и борьбы с вооружёнными силами противника. Правительство США заявило, что зажигательное оружие является законным инструментом ведения войны, и впредь США оставляют за собой право на его применение при необходимости. Не смотря на то, что при использовании белого фосфора страдает мирное население.

Террористы используют химическое оружие до сих пор. Например, совсем недавно, 19 марта 2013-го года, в Сирии в городе Алеппо была применена ракета, начинённая химическим оружием. В результате сильно пострадал центр города, включенный в списки всемирного наследия ЮНЕСКО.

Погибло 16 человек, 100 человек получили отравление. По свидетельствам очевидцев, при вдыхании у пострадавших возникало удушье и сильные конвульсии, в ряде случаев приведшие к летальному исходу. Однако в средствах массовой информации до сих пор нет никаких сообщений, какое именно вещество содержалось в ракете, однако,

Беспрецедентной по своим масштабам и экологическим последствиям является Экологическая война США против Вьетнама

Известно, что в войне во Вьетнаме штаты активно использовали отравляющие вещества. Никаких шансов защититься у мирного населения Вьетнама, разумеется, не было.

Начиная с 1963-го года США распылили над Вьетнамом 72 млн. литров дефолиантов «Agent Orange». Данное вещество применялось для уничтожения лесов, где скрывались вьетнамские партизаны, а также непосредственно при бомбардировке населённых пунктов.

В результате применения пестицидов на каждого жителя Южного Вьетнама пришлось в среднем по 3 кг химических веществ. Некоторые из них содержали диоксин. Данное вещество в небольших концентрациях вызывает выкидыши, рождение мертвых детей или детей-уродов, генетические изменения, провоцирует онкологические заболевания, пороки сердца, катаракту и т.д. Особенность диоксина состоит в том, что он очень крайне устойчив в окружающей среде и может сделать землю бесплодной на многие годы.

Вследствие применения пестицидов погибло и получило тяжелые увечья свыше 2 млн. местных жителей, кроме этого от «незапланированного» отравления пострадало свыше 60 тысяч американских солдат и, как следствие этого, тяжелые уродства наблюдались у десятков тысяч родившихся от них детей.

Территориям, лишенным растительности, грозит опустынивание и возникновение карста (явления, приводящего к смыву горных пород под воздействием поверхностных и подземных вод). По расчетам экологов естественного восстановления равнинных тропических лесов произойдет не менее чем за 100 лет. На высокогорных пространствах после искусственно вызванной гибели деревьев произошел смыв практически всего почвенного слоя. Даже искусственным путем восстановление растительности в таких районах практически невозможно.

Анализ состояния территории Вьетнама, подвергшейся воздействию ядохимикатов с последующим уничтожением растительности, показал, что экологический баланс страны в существенной степени нарушился. Увеличились эрозии и кислотность почвы, уменьшилась ее проницаемость.

Ядохимикаты нарушили микробиологический состав почвы, привели к неблагоприятным изменениям флоры и фауны. На вновь освоенных под сельскохозяйственное пользование ранее пораженных участках лесов отмечаются низкие и нестабильные урожаи. Из 150 остались лишь 18 видов птиц. Изменился состав рыб в реках, почти полностью исчезли земноводные и даже насекомые. Зато в большом количестве появились инфицированные клещи и расплодились чумные крысы.

2.1.2. Экологические последствия загрязнения окружающей среды АХОВ

Масштабы возможных последствий аварии в значительной степени зависят от типа ХОО, видов АХОВ, их свойств, количества и условий хранения, характера аварии, метеоусловий и др. Главным поражающим фактором при такой аварии является химическое заражение, глубина зоны которого может достигать десятков километров. Отличительной особенностью, возникающей при аварии, является то, что при высоких концентрациях отравляющих веществ возможно поражение людей в короткие сроки.

В большинстве случаев при обычных условиях АХОВ находятся в газообразном или жидком состояниях. Однако при производстве, использовании, хранении и перевозке газообразные вещества, как правило, переводят в жидкое состояние. Это резко сокращает занимаемый ими объем. При аварии в атмосферу выбрасывается АХОВ, образуя зону заражения. Двигаясь по направлению приземного ветра, облако АХОВ может сформировать зону заражения глубиной до десятков километров, вызывая поражения людей в населенных пунктах.

Опасность химических аварий во многом определяется физико-химическими и токсическими свойствами АХОВ, их способностью переходить в парообразное состояние и создавать опасные для организма человека концентрации, а иногда и вызывать снижение кислорода в воздухе ниже допустимых пределов.

В наибольшей степени опасность последствий химических аварий определяется летучестью АХОВ и продолжительностью их поражающего действия, что во многом зависит от температуры кипения вещества.

В зависимости от температуры кипения АХОВ делятся на три группы:

Первая группа - вещества, которые имеют точку кипения ниже минус 40° (с нижнего предела возможных температур). В аварийной ситуации они в результате аварийного выброса вызывают образование только первичного газового облака, которое может создать опасность взрыва и пожара, а также привести к резкому снижению содержания кислорода в воздухе, особенно в

небольших закрытых помещениях. При разрушении единичной емкости время действия газового облака таких веществ не превышает нескольких десятков секунд.

Вторая группа – вещества, имеющие точку кипения в интервале температур от минус 40° до плюс 40°. Вещества этой группы, находящиеся в парообразном состоянии, легко переводятся в жидкое состояние при сжатии. Хранятся в изотермических емкостях в охлажденном виде либо при обычной температуре под давлением.

Третья группа – вещества с температурой кипения выше 40 °С (верхнего предела возможных температур). В эту группу входят АХОВ, находящиеся при атмосферном давлении в жидком состоянии. В случае аварийного разлива этих АХОВ преимущественно происходит загрязнение местности и появляется опасность загрязнения грунтовых вод, возможно образование вторичного облака загрязненного воздуха.

Опасность на ХОО реализуется в виде химических аварий. Химической аварией называется авария на химически опасном объекте, сопровождающаяся проливом или выбросом опасных химических веществ, способная привести к гибели или химическому заражению людей, продовольствия, пищевого сырья и кормов, сельскохозяйственных животных и растений или к химическому заражению окружающей природной среды. При химических авариях АХОВ распространяются в виде газов, паров, аэрозолей и жидкостей.

В результате мгновенного (1–3 минуты) перехода в атмосферу части вещества из емкости при ее разрушении образуется первичное облако. Вторичное облако АХОВ — в результате испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности. Чрезвычайные ситуации с химической обстановкой такого типа возникают при аварийных выбросах или проливах используемых в производстве, хранящихся или транспортируемых сжиженных аммиака и хлора.

В результате химической аварии с выбросом АХОВ происходит химическое заражение — распространение опасных химических веществ в окружающей природной среде в концентрациях или количествах, создающих угрозу для людей, сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени.

Воздействие АХОВ на организм человека.

По степени воздействия на организм человека АХОВ делятся на четыре класса: I класс - чрезвычайно опасные; II класс – высокоопасные; III класс умеренно опасные; IV класс – малоопасные.

К чрезвычайно опасным АХОВ относятся:

- некоторые соединения металлов (органические производные мышьяка, ртути, свинца, кадмия, цинка и др.);
- карбонилы металлов (теракарбонил никеля, пентакарбонил железа и др.);
- вещества, содержащие цианогруппу (синильная кислота и ее соли, нитрилы, циангидриды, изоцианаты и др.);
- соединения фосфора (фосфорорганические соединения, хлориды фосфора и др.);
- галогены (хлор, бром, фтор и др.);
- галогенводороды (водород хлористый, водород фтористый, водород бромистый и тд.);
- хлоргидрины (этиленхлоргидрин, эпихлоргидрин и др.);
- фторорганические соединения (фторуксусная кислота и ее эфиры, фторэтанол и др.);
- некоторые другие соединения (фосген, окись этилена, амины, алкиловый спирт и др.).

К высокоопасным АХОВ относятся:

- минеральные и органические кислоты (серная, азотная, соляная, уксусная и др.);
- щелочи (аммиак, едкий натр, едкий калий и др.);
- серосодержащие соединения (сульфиды, сероуглерод, тиокислоты, тиоцианаты и др.);
- галогензамещенные углеводороды (хлористый метил, бромистый метил и др.);
- некоторые спирты и альдегиды кислот (формальдегид, метиловый спирт и др.);
- органические и неорганические ниро- и аминосоединения (гидразин, анилин, нитробензол, толуидин и др.);
- фенолы, крезолы и их производные.

Так же в качестве основного классификационного признака АХОВ наиболее часто используется признак преимущественного синдрома, складывающегося при острой интоксикации человека. Исходя из этого, все АХОВ условно делятся на следующие группы:

- вещества с преимущественно удушающим действием (хлор, фосген, хлорпикрин и др.);
- вещества преимущественно общедовитого действия (окись углерода, цианистый водород и др.);

- вещества, обладающие удушающим и общеядовитым действием (амил, акрилонитрил, азотная кислота и окислы азота, сернистый ангидрид и др.);
- вещества, действующие на генерацию, проведение и передачу нервного импульса — нейротропные яды (сероуглерод, тетратилсвинец, фосфорорганические соединения и др.);
- вещества, обладающие удушающим и нейротропным действием (аммиак, гептил, гидразин и др.);
- метаболические яды (окись этилена, дихлорэтан и др.);
- вещества, нарушающие обмен веществ (диоксин, полихлорированные бензофураны и др.).

Люди и животные получают поражения в результате попадания АХОВ в организм: через органы дыхания - ингаляционно; кожные покровы, слизистые оболочки и раны - резорбтивно; желудочно-кишечный тракт - перорально.

Механизм токсического действия АХОВ заключается в следующем. Внутри человеческого организма, а также между ним и внешней средой происходит интенсивный обмен веществ. Наиболее важная роль в этом обмене принадлежит ферментам, присутствующим во всех живых клетках и осуществляющим превращения веществ в организме, направляя и регулируя тем самым его обмен веществ. Многочисленные биохимические реакции в клетках осуществляет огромное число различных ферментов. Токсичность тех или иных АХОВ заключается в химическом взаимодействии между ними и ферментами, которое приводит к торможению или прекращению жизненных функций организма. Полное подавление тех или иных ферментных систем вызывает общее поражение организма, а в некоторых случаях его гибель.

Чаще всего нарушения в организме проявляются в виде острых и хронических отравлений, происходящих в результате ингаляционного поступления АХОВ в организм человека. Этому способствуют большая поверхность легочной ткани, быстрота проникновения АХОВ в кровь, повышенная легочная вентиляция и усиление кровотока в легких при работе, особенно физической.

Влияние химически-опасных веществ на экологические системы.

Экологические последствия аварий и катастроф на объектах с химической технологией определяются процессами распространения вредных химических веществ в окружающей среде, их миграцией в различных средообразующих компонентах и теми изменениями, которые являются результатом химических превращений. Эти превращения в свою очередь вызывают изменения условий и характера тех или иных природных процессов, нарушения в экосистемах. В первую очередь распространение

опасных химических веществ и происходящие в ходе этого процесса химические превращения с ними, изменяют условия обитания.

Общими для всех компонентов биосферы экологическими последствиями загрязнения окружающей среды при авариях и катастрофах являются включение загрязняющих веществ в биомассу и их биологическое накопление, и последующее негативное воздействие на физиологию организмов, их репродуктивные функции, состав и структуру популяций и биогеоценоза в целом. В качестве экологических последствий загрязнений при авариях и катастрофах следует также рассматривать негативные изменения ландшафтов нарушение естественных процессов, протекающих в экосистемах.

При оценке экологических последствий аварий и катастроф главное внимание, как правило, уделяется сообществам живых организмов. Вместе с тем принимается во внимание то очевидное обстоятельство, что жизнедеятельность этих сообществ после техногенных воздействий в значительной мере определяется состоянием среды обитания, теми изменениями, которые в ней произошли в результате возникновения нагрузок негативного характера.

Заметим, что человек при оценке экологических последствий техногенных воздействий должен рассматриваться как структурный элемент сообщества живых организмов, объединенных определенными устойчивыми связями и условиями обитания на данной территории. Обычно при анализе жизнеспособности и жизнедеятельности сообществ живых организмов принимаются во внимание изменения как в их составе, так и структуре связей между компонентами сообществ.

Состав сообщества обычно определяется его видовым разнообразием с учетом относительной значимости тех или иных видов живых организмов, в том числе представителей животного мира, птиц, рыб, микроорганизмов и растений. Значимость здесь выражается числом особей данного вида, биомассой и т.п. Она характеризует благополучие этого вида в сообществе.

Специфические экологические последствия аварий и катастроф на объектах с химической технологией главным образом определяются процессами распространения опасных химических веществ в окружающей среде, их миграцией в различных средообразующих компонентах и теми изменениями, которые являются результатом химических превращений, происходящих в биомассе растений и живых организмов.

Эти превращения вызывают изменения условий и характера тех или иных природных процессов, нарушения баланса энергии и веществ в определенных контурах экосистем или в экосистемах в целом и т.п.

При этом некоторые химические вещества не обладают устойчивостью и, в зависимости от условий внешней среды, в той или иной степени претерпевают химические превращения, прежде чем происходит их включение в биомассу и накопление в ней, а также после попадания в живой организм.

Весьма важными стадиями процесса распространения опасных химических веществ, также как и радиоактивных веществ, являются их перенос (транспорт) между различными природными средами (водой, почвой и воздухом), их потребление и накопление в организмах, а также перенос веществ в этих средах живыми организмами.

Необходимо отметить, что распределение химических соединений между природными средами и различными элементами биосферы (видами живых организмов) происходит в соответствии с физико-химическими свойствами этих соединений и существенно зависит от геофизических факторов.

Факторы, вызывающие превращения химических веществ в окружающей среде, по своей природе могут быть абиотическими и биотическими.

Все эти превращения в конечном счете изменяют условия протекания естественных процессов, в большинстве случаев вызывают нарушение существующих химических и биохимических цепочек в этих процессах, что ведет к дегармонизации связей и сдвигу динамических равновесий в экосистемах и природохозяйственных комплексах, вызывает долгосрочные экологические нарушения.

В абиотических превращениях, в зависимости от характера протекающих процессов, принято выделять: окислительные и восстановительные реакции; электролитические процессы; фотохимические реакции и фотофизические процессы.

Окислительные реакции могут интенсивно происходить, например, под воздействием такого химически опасного вещества и окислителя как хлор, восстановительные процессы — под воздействием гидразина.

Кроме того, в природных средах происходят окислительные и восстановительные процессы при взаимодействии опасных химических веществ с различными окислительно-восстановительными системами типа Fe(II)/Fe(III), кислородом, озоном, продуктами распада биологических материалов, представляющих собой восстановительный органический субстрат.

Окислительные реакции идут с молекулярным кислородом, а также с реакционно-способными кислородными радикалами, образующимися в условиях атмосферы и в водных средах за счет фотохимических процессов. Такого рода реакции идут главным образом с опасными химическими веществами органической природы по механизму автоокисления.

Гидролитическим превращениям в природных условиях подвергаются химические вещества как неорганической, так и органической природы. Известно, что многие органические соединения очень легко гидролизуются до гидрофильных конечных продуктов. При этом во многих случаях экологическая опасность этих веществ значительно снижается. Например, разложение пестицидов в природных условиях приводит к потере ими токсических свойств.

Фотофизические и фотохимические процессы, инициируемые ультрафиолетовым излучением, с чисто химической точки зрения не приводят к какому-либо превращению вещества, а затрагивают лишь отдельные стадии сложных химических реакций. В качестве примера можно привести реакции дехлорирования хлорсодержащих углеводородов.

Под непосредственным воздействием опасных химических веществ на окружающую среду и по причине формирования под их влиянием иных условий обитания могут происходить изменения видового состава сообществ животных, а также функций значимости входящих в них живых организмов.

Под влиянием конкретных ландшафтно-геохимических условий опасные химические вещества в одном случае могут сохраняться продолжительное время и накапливаться, в другом — быстро разрушаться и выводиться из рассматриваемой системы.

Как уже отмечалось, одна из особенностей в поведении химических веществ состоит в том, что многие из них не обладают устойчивостью и, в зависимости от условий внешней среды, в той или иной степени претерпевают химические превращения.

Так, например, выбрасываемые химическими предприятиями, как при нормальной деятельности, так и при авариях диоксид серы и окислы азота при взаимодействии с влагой атмосферы, с водяными каплями облаков и выпадающего дождя образуют растворы кислот (серной, сернистой, азотистой и азотной). В результате выпадающие метеорологические осадки (дождь, снег, град, туман, дождь со снегом), имеют рН меньше, чем среднее значение рН дождевой воды (рН среднее = 5,6). Они именуется «кислотными дождями». Кислотные дожди являются одной из причин гибели лесов, урожаев, растительности и жизни в водоемах. Кроме того, кислотные дожди разрушают здания и памятники культуры, трубопроводы, приводят в негодность автомобили, понижают плодородие почв и могут приводить к просачиванию токсичных металлов в водоносные слои почвы.

Попадая в водоемы (озера, реки, заливы, пруды), кислотный дождь повышает их кислотность до такого уровня, что в них погибает флора и фауна. Водяные растения лучше всего растут в воде со значениями рН между 7 и 9,2.

С увеличением кислотности водные растения начинают погибать, лишая животных водоема пищи. При кислотности, когда $pH = 6$, погибают пресноводные креветки. Когда кислотность повышается и pH становится равным 5, погибают донные бактерии, которые разлагают органические вещества и листья, и органический мусор начинает скапливаться на дне. Затем гибнет планктон — крошечное животное, которое составляет основу пищевой цепи водоема и питается веществами, образующимися при разложении бактериями органических веществ. Когда кислотность еще повышается и pH достигает значения 4,5, погибает вся рыба, большинство лягушек и насекомых.

По мере накопления органических веществ на дне водоемов из них начинают выщелачиваться токсичные металлы. Повышенная кислотность воды способствует более высокой растворимости таких опасных металлов, как алюминий, кадмий, ртуть и свинец из донных отложений и почв. Эти токсичные металлы представляют опасность для здоровья человека. Люди, пьющие воду с высоким содержанием свинца или принимающие в пищу рыбу с высоким содержанием ртути, могут приобрести серьезные заболевания.

Кислотный дождь наносит вред не только водной флоре и фауне. Он также уничтожает растительность на суше. Ученые считают, что, хотя до сегодняшнего дня механизм до конца еще не изучен, сложная смесь загрязняющих веществ, включающая кислотные осадки и тяжелые металлы, в совокупности приводят к деградации лесов.

Наряду с кислотными дождями опасность представляют многие известные токсичные вещества, оказавшиеся в результате техногенных процессов во взвешенном состоянии в воздухе. Попадая в организм при вдыхании даже при малых концентрациях, они могут вызвать различные заболевания у людей, животных и птиц, а оседая на растения, их поражение.

Следует отметить, что АХОВ, попавшие на какую-либо поверхность в капельно-жидком виде, подвергаются влиянию процессов испарения, впитывания, гидролиза и с течением времени теряют свои поражающие свойства, то есть происходит процесс самодегазации (нейтрализации).

Наряду с процессами проникания и испарения АХОВ с зараженных поверхностей может происходить процесс гидролиза, то есть разложения их водой. Скорость гидролиза зависит от природы вещества, поверхности соприкосновения его с водой и от температуры. Гидролиз АХОВ на сухих непористых материалах зависит от влажности воздуха, а гидролиз АХОВ в сухих пористых материалах и в почве — от их естественной влажности.

Таким образом, попадая на различные поверхности, АХОВ длительное время (часы, сутки) могут служить источником поражения людей.

Под непосредственным воздействием АХОВ на окружающую среду и по причине формирования под их влиянием иных, чем ранее условий обитания могут происходить изменения видового состава сообществ животных, а также функций значимости входящих в них живых организмов.

Если состав сообщества живых организмов определяется числом и значимостью этих организмов, то структура сообщества — взаимодействиями между элементами сообщества и относительной значимостью взаимодействий. Наиболее важными взаимодействиями организмов в сообществе являются трофические. Устойчивость структуры характеризуется благополучием видов, доминирующих на каждом из его трофических уровней.

Ключевую роль в определении характера и опасности долгосрочных экологических последствий заражения окружающей среды АХОВ играет скорость самоочищения территорий, а применительно к почвам — персистентность опасного вещества характеризующая временем его разрушения или выведения из почвы под влиянием процессов различной природы.

Таким образом загрязнение территорий химическими веществами приводит к следующим экологическим последствиям:

- Загрязнение литосферы, атмосферы, гидросферы (масштабы зависят от вида химического вещества и его агрегатного состояния; количества вещества; продолжительности действия; погодных условий);
 - Деградация экологических систем;
 - Изменение видового состава.
 - Вторичные сукцессии;
 - Изменения климата;
- Влияние на здоровье человека: прямое (поражение органов) и отдаленные последствия (онкология, генетические мутации, поражение репродуктивной системы).

2.2. Экологические последствия применения ядерного оружия и аварий на радиационно-опасных объектах

2.2.1. Радиационная обстановка и основные источники радиоактивного загрязнения

В обычных условиях радиационная обстановка на территории Российской Федерации в целом определяется следующими источниками ионизирующих излучений:

- природной радиоактивностью, включая космические излучения;

- глобальным радиационным фоном, обусловленным проводившимися в предыдущие годы испытаниями ядерного оружия;
- эксплуатацией ядерно и радиационно-опасных объектов;
- наличием территорий, загрязненных радиоактивными веществами вследствие деятельности объектов атомной энергетики и промышленности и имевших место аварий на них в предыдущие годы.

Основные проблемы радиационной опасности на сегодня тесно связаны с развитием и эксплуатацией объектов атомной энергетики и промышленности, других форм мирного и военного использования атомной энергетики, а так же с наличием больших территорий, загрязненных радиоактивными веществами вследствие деятельности объектов атомной энергетики и промышленности и имевших место аварий на них в предыдущие годы. Все эти объекты и территории являются потенциально радиационно-опасными объектами.

К этим объектам относятся:

- ядерные установки - сооружения и комплексы с ядерными реакторами, в том числе атомные электростанции, суда и другие плавсредства, космические и летательные аппараты, другие транспортные и транспортабельные средства.
- радиационные источники - не относящиеся к ядерным установкам.
- пункты хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилища радиоактивных отходов.
- ядерные материалы – материалы, содержащие или способные воспроизвести делящиеся ядерные вещества.
- радиоактивные вещества - не относящиеся к ядерным материалам вещества, испускающие ионизирующее излучение.
- радиоактивные отходы - ядерные материалы и радиоактивные вещества, дальнейшее использование которых не предусматривается.
- объекты ядерного комплекса, атомной энергетики, ядерного оружейного комплекса.
- базы ядерного оружия.
- территории и водоемы, загрязненные радионуклидами в результате имевших место радиационных аварий, ядерных взрывов в мирных целях, производственной деятельности

Основным источником радиоактивного загрязнения среды являются техногенные аварии на ядерных установках.

История знает огромное количество подобных аварий. К наиболее значимым относятся аварии на атомных электростанциях. На АЭС мира за весь период их эксплуатации насчитывается четыре крупных аварии.

Уиндскайл, Англия. Первая из них произошла в 1957 г. на английском заводе «Селлафильд» (Уиндскайл), занимавшимся регенерацией ядерного топлива. В этом эпизоде погибло 13 человек и более 260 заболели лучевой болезнью.

Штат Пенсильвания, США. Весной 1979 г. на АЭС «Тримайл Айленд», расположенной близ Гаррисберга (штат Пенсильвания, США) произошла вторая крупная авария. Из-за поломки в системе водяного охлаждения в атмосферу вырвались радиоактивные пары. Радиоактивное загрязнение, распространяясь воздушным путем захватило значительные территории. К счастью никто из людей не пострадал.

Чернобыль, СССР. В ночь на 26 апреля 1986 г. два взрыва разрушили 4-й блок Чернобыльской АЭС, произошел выброс в атмосферу радиоактивных веществ: йод-131, цезий-137 и стронций-90. Из хозяйственного пользования было выведено 3 тыс. кв. км территории, эвакуировано более 110 тыс. человек. По некоторым оценкам до 50% изотопов йода и цезия, имевшихся в активной зоне реактора, попало в атмосферу. Количество выброшенных радиоактивных продуктов было сопоставимо с общим количеством радиации от всех испытаний атомного оружия в атмосфере и эквивалентно взрыву нескольких атомных бомб того же типа, что была сброшена на Хиросиму. Выброс радиоактивных веществ в атмосферу продолжался до 6 мая 1986 г. К ноябрю того же года реактор был замурован в «саркофаг». Непосредственный результат аварии — гибель 31 человека и более 200 заболевших лучевой болезнью.

Фукусима, Япония. 12 марта в 15:36, примерно через сутки после сильнейшего за время наблюдения землетрясения в Японии на 1 блоке АЭС Фукусима-1 произошел взрыв водорода, который разрушил здание реактора. С этого момента все события на АЭС классифицировались как радиационная авария.

Ядерной аварии был присвоен седьмой – самый высокий уровень по международной шкале ядерных событий (International Nuclear Event Scale – INES). По расчетам Агентства ядерной и промышленной безопасности Японии (Nuclear and Industrial Safety Agency – NISA), количество радиоактивного цезия-137, выброшенного в атмосферу за время аварии, сопоставимо с 168 бомбами, сброшенными на Хиросиму в 1945 году.

По результатам исследования, которые провели ученые из Океанографического общества Вудс Холла (Woods Hole Oceanographic Society), Фукусимская катастрофа стала причиной «крупнейшего за всю историю выброса радиации в мировой океан». В апреле 2011 года в пробах океанской воды, взятых у берегов Фукусимы, уровень цезия-137 в 50 млн раз превышал доаварийный уровень. В конце 2012 года уровень радиации на побережье, где находится АЭС «Фукусима-1», превышал норму более чем в сто раз.

В декабре 2013 года АЭС была официально закрыта. На территории станции продолжают работы по ликвидации последствий аварии. Японские инженеры-ядерщики оценивают, что приведение объекта в стабильное, безопасное состояние может потребовать до 40 лет.

Нередки аварии на предприятиях ядерного топливного цикла.

Томская область, СССР. В апреле 1993 г. на радиохимическом заводе Сибирского химического комбината (Томск-7), где в результате разрушения аппарата произошел выброс парогазовой смеси через штатную вентиляционную систему в атмосферу. Протяженность радиоактивного следа с уровнями радиации более 0,15 мкЗв/ч составила 28 км и площадью 123 км².

Свердловская область, СССР. Южно-Уральская катастрофа. Под этим названием произошло два радиационных события. С 1949 по 1956 гг. в реку Теча (Урал) производился постоянный сброс отходов радиохимического предприятия «Маяк» - их состав на треть определялся содержанием стронция-90 и цезия-137. Облучению подверглось 28 тысяч человек. Дозы облучения достигали 300—400 бэр. Лучевой болезнью заболели сотни человек. Отселено 7500 жителей. В сентябре 1957 г. на том же производстве произошел взрыв емкости с радиоактивными отходами. В воздух было выброшено более 2 млн. кюри — стронций-90, цезий-144, цирконий-95, рутений-106. Площадь этого загрязнения 23 тыс. кв. км. Из этой зоны переселено 10 тысяч человек.

Ивановская область, СССР. 19 сентября 1971 г. на левом берегу реки Шачи Заволжского района Ивановской области был произведен подземный взрыв ядерного устройства мощностью 2,3 килотонн (объект «Глобус-1»). На 18 минуте после взрыва возник газо-водяной фонтан с выносом радиоактивных глины, песка и воды, который продолжался несколько дней. Максимальная мощность дозы в первые минуты достигала 600 Рентген в час.

Применение ядерного оружия

Херосима и Нагасаки, Япония. Атомные бомбардировки Хиросимы и Нагасаки (6 и 9 августа 1945 года соответственно) — единственные в истории человечества два примера боевого применения ядерного оружия.

Утром 6 августа 1945 года американский бомбардировщик В-29 «Enola Gay», названный так по имени матери (Энола Гей Хаггард) командира экипажа, полковника Пола Тиббетса, сбросил на японский город Хиросима атомную бомбу «Little Boy» («Малыш») эквивалентом от 13 до 18 килотонн тротила. Три дня спустя, 9 августа 1945, атомная бомба «Fat Man» («Толстяк») эквивалентом 21 килотонна тротила, была сброшена на город Нагасаки пилотом Чарльзом Суини, командиром бомбардировщика В-29 «Bockscar». Общее количество погибших составило от 90 до 166 тысяч человек в Хиросиме и от 60 до 80 тысяч человек — в Нагасаки.

Несколько дней спустя после взрыва среди выживших медики стали отмечать первые симптомы облучения. Вскоре количество смертей среди выживших снова начало расти, так как пациенты, которые, казалось, начали выздоравливать, начали страдать от этой новой странной болезни. Смерти от лучевой болезни достигли пика через 3 - 4 недели после взрыва и начали снижаться только через 7 - 8 недель. Японские медики считали характерные для лучевой болезни рвоту и понос симптомами дизентерии.

Первым человеком в мире, причиной смерти которого официально указана болезнь, вызванная последствиями ядерного взрыва (радиационное отравление), стала актриса Мидори Нака, пережившая хиросимский взрыв, но умершая 24 августа 1945 г. Вплоть до кончины Мидори никто не придавал значения загадочным смертям людей, выживших в момент взрыва и умерших при неизвестных в то время науке обстоятельствах.

Повышенный риск злокачественных опухолей и другие отложенные последствия облучения преследовали выживших в течение всей оставшейся жизни, как и психологический шок от пережитого во время взрыва.

По истечении 5 лет общее количество погибших, с учётом умерших от рака и других долгосрочных воздействий взрыва, могло достичь или даже превысить 200 тысяч человек.

По официальным японским данным на 31 марта 2013, в живых числилось 201 779 «хибакуся» — людей, пострадавших от воздействия атомных бомбардировок Хиросимы и Нагасаки. Это число включает в себя детей, родившихся у женщин, подвергшихся воздействию радиации от взрывов (преимущественно проживавших на момент подсчёта данных в Японии). Из них 1 %, по данным правительства Японии, имели серьёзные онкологические заболевания, вызванные радиационным облучением после бомбардировок. Количество умерших по состоянию на 31 августа 2013 составляет порядка 450 тысяч: 286 818 в Хиросиме и 162 083 в Нагасаки.

Дать точную оценку степени радиоактивного загрязнения довольно трудно из-за недостатка информации, однако, поскольку в техническом отношении первые атомные бомбы были относительно маломощными и несовершенными (бомба «Малыш», например, содержала 64 кг урана, из которых лишь приблизительно в 700 г происходила реакция деления), уровень загрязнения местности не мог быть значительным, хотя и представлял серьёзную опасность для населения. Для сравнения: в момент аварии на Чернобыльской АЭС в активной зоне реактора находилось несколько тонн продуктов деления трансурановых элементов - различных радиоактивных изотопов, накопившихся во время работы реактора.

Экологические последствия ядерных испытаний

Как известно после взрыва атомной бомбы в атмосферу попадает огромное количество радиации, которая в последствие выпадает на различных территориях в виде осадков. Максимум испытаний ядерного оружия приходится на два периода: первый на 1954-1958 годы, когда взрывы проводили Великобритания, США и СССР, и второй, более значительный, на 1961-1962 годы, когда их проводили в основном Соединенные Штаты и Советский Союз. Во время первого периода большую часть испытаний провели США, во время второго СССР. Эти страны в 1963 году подписали договор об ограничении испытаний ядерного оружия, обязывающий не испытывать его в атмосфере, под водой и в космосе. С тех пор лишь Франция и Китай провели серию ядерных взрывов в атмосфере, причем мощность взрывов была существенно меньше, а сами испытания проводились реже.

Основным источником радиоактивного заражения при ядерных взрывах являются осколки деления ядерного горючего, в качестве которого используются уран-233, уран-235 и плутоний-239. Кроме того, в комбинированных боеприпасах используется уран-238. Другим источником радиоактивного заражения является та часть горючего, которая не участвовала в ядерной реакции. Так как доля ядерного горючего, принимающего участие в реакции деления, сравнительно мала и, по некоторым данным, не превышает 20%, оставшаяся часть ядерного горючего, будучи раздроблена силой взрыва на мельчайшие частицы, также является источником радиоактивных частиц. Третьим источником радиоактивного заражения является наведенная активность, возникающая в результате воздействия потока нейтронов, образующихся в момент взрыва, на некоторые химические элементы, входящие в состав грунта и в оболочку ядерного боеприпаса.

Часть радиоактивного материала выпадает неподалеку от места испытания, какая-то часть задерживается в тропосфере (самом нижнем слое атмосферы), подхватывается ветром и перемещается на большие расстояния, оставаясь примерно на одной и той же широте. Находясь в воздухе в среднем около месяца, радиоактивные вещества во время этих перемещений постепенно выпадают на землю. Однако большая часть радиоактивного материала выбрасывается в стратосферу (следующий слой атмосферы, лежащий на высоте 10- 50 км), где он остается многие месяцы, медленно опускаясь и рассеиваясь по всей поверхности земного шара. Радиоактивные осадки содержат несколько сотен различных радионуклидов, однако большинство из них имеет ничтожную концентрацию или быстро распадается; основной вклад в облучение человека дает лишь небольшое число радионуклидов. Вклад в ожидаемую коллективно эффективную эквивалентную дозу облучения населения от ядерных взрывов, превышающий 1%, дают только четыре радионуклида. Это углерод-14, цезий-137, цирконий-95 и стронций-90. Дозы облучения за счет этих и других радионуклидов различаются в разные периоды времени после взрыва, поскольку они распадаются с различной скоростью. Так, цирконий-95, период полураспада которого составляет 64 суток, уже не является источником облучения. Цезий-137 и стронций-90 имеют периоды полураспада 30 лет, поэтому они давали вклад в облучение приблизительно до конца 20 века. И только углерод-14, у которого период полураспада равен 5730 годам, будет оставаться источником радиоактивного излучения (хотя и с низкой мощностью дозы) даже в отдаленном будущем: к 2000 году он потерял лишь 7% своей активности. Годовые дозы облучения четко коррелируют с испытаниями ядерного оружия в атмосфере: их максимум приходится на те же периоды. В 1963 году коллективная среднегодовая доза, связанная с ядерными испытаниями, составила около 7% дозы облучения от естественных источников; в 1966 году она уменьшилась до 2%, а в начале 80-х до 1%. Если испытания в атмосфере больше проводиться не будут, то годовые дозы облучения будут становиться все меньше и меньше. Все приведенные цифры, конечно, являются средними. На Северное полушарие, где проводилось большинство испытаний, выпала и большая часть радиоактивных осадков. Пастухи на Крайнем Севере получают дозы облучения от цезия-137, в 100 1000 раз превышающие среднюю индивидуальную дозу для остальной части населения (впрочем, они получают большие дозы и от естественных источников цезий накапливается в ягеле и по цепи питания попадает в организм человека). К несчастью, те люди, которые находились недалеко от испытательных полигонов, получили в результате значительные дозы; речь идет о части населения Маршалловых островов и

команде японского рыболовного судна, случайно проходившего неподалеку от места взрыва. Суммарная ожидаемая коллективно эффективная эквивалентная доза от всех ядерных взрывов в атмосфере, произведенных к настоящему времени, составляет 30000000 чел-Зв. К 1980 году человечество получило лишь 12% этой дозы, остальную часть оно будет получать еще миллионы лет.

2.2.2. Экологические последствия радиоактивного загрязнения окружающей среды

Степень опасности радиоактивных веществ связана с радиотоксичностью – свойством радиоактивных элементов (изотопов) ионизировать вещество, вызывая большие или меньшие патологические изменения.

Радиотоксичность зависит от:

- вида излучения,
- периода полураспада,
- энергии излучателя,
- продолжительности поступления,
- путей поступления в организм,
- времени пребывания в организме,
- распределения по органам и системам.

Ионизирующее излучение - это в самом общем смысле — различные виды микрочастиц и физических полей, способные ионизировать вещество. Наиболее значимы следующие типы ионизирующего излучения: коротковолновое электромагнитное излучение (рентгеновское и гамма-излучения), потоки заряженных частиц: бета-частиц (электронов и позитронов), альфа-частиц (ядер атома гелия-4), протонов, других ионов, мюонов и др., а также нейтронов. Излучение микроволнового и радиодиапазонов не является ионизирующим.

Основными видами ионизирующих излучений являются α -, β -, γ -излучения и нейтроны:

α -частицы представляют собой ядра атомов гелия и в своем составе имеют два нейтрона и два протона. Энергия от 4 до 10 МэВ, пробег в воздухе 3–11 см, в биологической среде 30–130 мкм. Обладают высокой ионизирующей способностью. Проходя через вещество α -частицы взаимодействуют с электронами и ионизируют атомы и молекулы. Проникающая способность α -частиц невелика, так как они задерживаются кожным покровом, листом бумаги и т. п. Опасность облучения наступает в

тех случаях, когда α -частицы поступают внутрь организма с воздухом, водой, пищей.

β -частицы представляют собой поток электронов или протонов с энергией от 0,01 до 20 МэВ. Длина пробега этих частиц в воздухе достигает десятков метров, а в биологической среде до 1 см. Следовательно, проникающая способность у β -частиц выше, чем у α -частиц той же энергии. Взаимодействуя с веществом среды распространения, β -частицы проходят вблизи ядер атомов. Под влиянием положительного заряда атомного ядра отрицательно заряженные β -частицы тормозятся и теряют часть своей энергии, которая и излучается в виде рентгеновского излучения.

γ -кванты представляют собой поток корпускул лучистой энергии, не имеющих заряда, но обладающих значительной массой и энергией от 0,01 до 10 МэВ. Ионизирующая способность в тысячи раз меньше, чем у α -частиц той же энергии, но γ -излучения обладают огромной проникающей способностью. Существует три вида взаимодействия γ -квантов с веществом: фотоэлектрический эффект, когда γ -квант передает всю свою энергию электрону атома, что позволяет разорвать связь электрона с ядром. В результате появляется свободный электрон и положительно заряженный атом, т. е. происходит процесс ионизации вещества; комптоновское рассеяние, когда γ -квант передает часть своей энергии электрону, изменяет свое направление и взаимодействует с электронами других атомов. В результате такого взаимодействия появляются свободные электроны и положительно заряженные атомы; образование электронно-позитронных пар, когда γ -квант, взаимодействуя с полем ядра, передает ему часть своей энергии и в результате образуется электронная пара — позитрон и электрон.

Итак, при взаимодействии γ -квантов с атомами вещества, т. е. с электронами или полем ядра, происходит ионизация вещества.

Нейтроны представляют собой незаряженные частицы с высокой проникающей способностью и взаимодействуют только с ядрами атомов.

Количественно ИИ характеризуется дозой. Доза и мощность дозы определяют биологический эффект воздействия на живой организм.

Экспозиционная доза - измеряется по ионизации воздуха. В системе СИ измеряется в кулон на килограмм Кл/кг (при такой дозе излучения в 1 кг воздуха образуются ионы, несущие заряд равный 1 кулону). Внесистемной единицей измерения является Рентген (р). $1 \text{ Кл/кг} = 3876 \text{ р}$.

Поглощенная доза - количество энергии ионизирующего излучения, поглощенное единицей массы объекта за все время облучения. В системе СИ измеряется в Грей (Гр) (при такой дозе 1 кг облученного вещества поглощает 1 Дж энергии). Внесистемной единицей измерения является рад. $1 \text{ Гр} = 100$

рад. О величине поглощенной дозы можно судить по величине экспозиционной дозы. $D_{\text{погл}} = D_{\text{эксп}} \times 0,95$, отсюда $1 \text{ рад} = 1 \text{ р}$.

Эквивалентная доза - доза рентгеновского излучения, которой соответствует по биологическому эффекту рассматриваемый вид излучения.

$$D_{\text{экв}} = D_{\text{погл}} \times K \text{ (коэффициент качества)}$$

В СИ измеряется в Зиверт (Зв). Внесистемной единицей измерения является бэр (биологический эквивалент рентгена):

$$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр.}$$

Эффективная доза - доза, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учетом их коэффициента радиочувствительности (K_r). Для органов и тканей этот коэффициент разный вследствие их разной чувствительности (табл. 3).

$$D_{\text{эфф}} = \sum D_{\text{экв}} \times K_r$$

Таблица 3. Коэффициент чувствительности для органов и тканей

Вид органа, ткани	Коэффициент чувствительности (K_r)
гонады	0,2
красный костный мозг	0,12
щитовидная железа	0,05
кожа	0,01

Коллективная эффективная доза - это сумма эффективных доз, полученных всеми членами коллектива. Характеризует опасность облучения для данного региона (используется для расчета возможности возникновения стохастических эффектов). В системе СИ измеряется в чел.Зв (человеко-зивертах)

Следовательно, при взаимодействии нейтронов с атомами вещества может изменяться структура кристаллических веществ и происходить ионизация вещества.

Ионизация, создаваемая излучением в клетках, приводит к образованию свободных радикалов. Свободные радикалы вызывают разрушения целостности цепочек макромолекул (белков и нуклеиновых кислот), что может привести как к массовой гибели клеток, так и канцерогенезу и мутагенезу. Наиболее подвержены воздействию ионизирующего излучения активно делящиеся (эпителиальные, стволовые, также эмбриональные) клетки.

Из-за того, что разные типы ионизирующего излучения обладают разной ЛПЭ, одной и той же поглощённой дозе соответствует разная биологическая эффективность излучения. Поэтому для описания воздействия излучения на живые организмы взрывчатых веществ вводят понятия относительной биологической эффективности (коэффициента качества) излучения по отношению к излучению с низкой ЛПЭ (коэффициент качества фотонного и электронного излучения принимают за единицу) и эквивалентной дозы ионизирующего излучения, численно равной произведению поглощённой дозы на коэффициент качества (табл. 4).

Таблица 4. Коэффициент качества

Вид частиц	Коэффициент качества
Альфа частицы	20
Быстрые нейтроны и протоны	10
Рентгеновские, β и γ - лучи	1
Эквивалентная доза в бэр равна дозе в радах, умноженной на коэффициент качества!	

Воздействие ионизирующего излучения на организм проходит следующие этапы:

1. Ионизация – передача энергии ИИ атомам облучаемой ткани.
2. Физико-химические превращения с образованием свободных радикалов.
3. Биохимические изменения как последствия воздействия свободных радикалов – модификация молекул нуклеиновых кислот – нарушения в клетках, тканях, органах.
4. Биологические эффекты – стохастические (вероятностные или случайные) и нестохастические (детерминированные или дозозависимые)

Воздействие ионизирующего облучения на организм человека

Как уже было сказано выше воздействие ионизирующего облучения на живой организм проявляется в виде нестохастических и стохастических эффектов.

Нестохастические (детерминированные или дозозависимые) эффекты:

- лучевая болезнь и радиационные ожоги
- катаракты
- эмбрио- и гонадотропные эффекты
- дистрофические повреждения органов.

Стохастические (вероятностные или случайные) эффекты:

- канцерогенные
- мутагенные

При детерминированных биологических эффектах поражения ионизирующим облучением наблюдается прямая зависимость между полученной дозой и тяжестью проявления. Например, порог появления симптомов острой лучевой болезни у человека составляет 1—2 Зв (100-200 бэр) на всё тело.

Таблица 3. Клинические формы острой лучевой болезни в зависимости от величины поглощенной дозы

Доза, Гр	Клиническая форма	Степень тяжести	Прогноз
1-2	Костномозговая	I (легкая)	Благоприятный
2-4	Костномозговая	II (средняя)	Относительно благоприятный
4-6	Костномозговая	III (тяжелая)	Сомнительный
6-10	Костномозговая	IV (крайне тяжелая)	Неблагоприятный
10-20	Кишечная	Крайне тяжелая	Абсолютно неблагоприятный
20-80	Токсемическая (сосудистая)	Крайне тяжелая	Абсолютно неблагоприятный
Свыше < 80	Церебральная	Крайне тяжелая	Абсолютно неблагоприятный

При аварии на ЧАЭС наибольшие дозы были получены работниками аварийных служб и персоналом на площадке, общее число которых составило около 1 000 человек, в первые дни аварии, составлявшие от 2 до 20 Гр, и это оказалось фатальным для некоторых из них. Дозы, полученные работниками, кратковременно участвовавшими в восстановительных работах в течение четырех лет после аварии, достигали более 500 мЗв, а среднее значение составляло около 100 мЗв.

Число смертей вследствие острой лучевой болезни в течение первого года после аварии на ЧАЭС хорошо документировано. Согласно данным ООН (2000 год), диагноз острой лучевой болезни был поставлен 134 участникам аварийных работ. Во многих случаях острая лучевая болезнь была осложнена обширными ожогами кожи в результате воздействия бета-излучения и

сепсисом. Из числа этих работников 28 умерли в 1986 году вследствие острой лучевой болезни.

Острая лучевая болезнь - полисиндромное заболевание, развивающееся после однократного внешнего равномерного воздействия глубоко проникающего ионизирующего излучения в дозе более 1 Гр. Клиническая форма острой лучевой болезни и степень ее тяжести зависят от дозы облучения.

Острая лучевая болезнь развивается в результате гибели преимущественно делящихся клеток организма под влиянием кратковременного (до нескольких суток) воздействия на начальные области тела ионизирующей радиации. Атомной радиацией, или ионизирующим излучением, называют потоки частиц и электромагнитных квантов, образующихся при ядерных превращениях, т.е. в результате ядерных реакций или радиоактивного распада. При прохождении этих частиц или квантов через вещество атомы и молекулы, из которых оно состоит, возбуждаются, как бы набухают, и если они входят в состав какого-либо биологически важного соединения в живом организме, то функции этого соединения могут оказаться нарушенными. Если же проходящая через биологическую ткань ядерная частица или квант вызывает не возбуждение, а ионизацию атомов, то соответствующая живая клетка оказывается дефектной.

Характерной особенностью течения типичной костномозговой формы острой лучевой болезни является ее фазность.

Различают 4 периода в течении заболевания:

- 1) начальный период (период первичных реакций на облучение);
- 2) скрытый, латентный (период мнимого благополучия);
- 3) период разгара (период выраженных клинических проявлений);
- 4) период восстановления.

Период первичных реакций на облучение начинается либо непосредственно после облучения (в самых тяжелых случаях), или через 2-3 ч при I степени, через 1-2 ч при II степени, через 40-60 мин при III степени, через 10-30 мин при IV степени облучения.

Скрытый период болезни имеет различную продолжительность: при легкой степени тяжести - 5 недель, при средней - 2-4 недели, при тяжелой степени 10-15 дней, при крайне тяжелой может отсутствовать.

В скрытом периоде при I и II степени все симптомы периода первичных реакций исчезают, при III степени отмечается общая слабость, пониженный аппетит, плохой сон, нередко тошнота. При всех степенях тяжести ОЛБ в скрытом периоде идет снижение количества всех форменных элементов крови.

Период разгара болезни при II, III и IV степенях тяжести характеризуется нарастанием клинических симптомов. При легкой степени ОЛБ клинические проявления отсутствуют. Ведущим в клинике острой лучевой болезни является геморрагический синдром. При II степени острой лучевой болезни на коже появляются точечные кровоизлияния (петехии), могут быть носовые кровотечения. При III степени наблюдаются и точечные и обширные кровоизлияния и кровотечения (носовые, желудочные), при IV степени из-за нарушения трофики появляются изъязвления на коже, кровоточивость, некрозы. Важнейший симптомокомплекс острой лучевой болезни - гематологический синдром, выражающийся в угнетении функции кроветворной системы, развитии лейкопении, анемии, тромбоцитопении.

Выпадение волос - характерный признак острой лучевой болезни. Проявляется от выраженного поредения при средней тяжести до очагового и тотального облысения при III и IV степени.

Потеря массы тела быстро начинается при средней степени и доходит в тяжелой степени до полного истощения (кахексии). При IV степени потери массы тела нет.

Гастроэнтерологический синдром. При средней степени острой лучевой болезни появляются тошнота, рвота, при тяжелой степени к этим симптомам присоединяется запор или понос. Язык пораженного сухой, с белым или бурым налетом, при крайне тяжелой степени наблюдаются язвенные желудочно-кишечные кровотечения, неукротимая рвота.

Температура тела повышается от субфебрильной до очень высокой. Неврологический синдром начинается со слабости, потливости до нарушения условно-рефлекторной деятельности и менингеальных симптомов.

Сердечно-сосудистая система. Нарастает тахикардия, и снижается артериальное давление.

Иммунологический синдром выражается в резком снижении реактивности организма, развитии инфекционных заболеваний.

Орофарингеальный синдром начинается с легкой гиперемии слизистой носоглотки, затем появляются множественные геморрагии, иногда с эрозиями на слизистых оболочках щек, мягкого неба, подъязычной области.

При III степени появляются крупные, до 5 мм в диаметре, множественные язвы и эрозии, покрытые некротическим налетом, с выраженным болевым синдромом. Эрозивно-язвенный процесс всегда осложняется смешанной бактериально-грибковой и вирусной (герпес) инфекцией. При IV степени слизистая оболочка становится синюшной, с белым налетом, отекает. Развиваются обширные язвенно-некротические поражения. Язвы инфицируются, отмечаются сильные боли. Слизистая

оболочка сухая, снижено слюноотделение. Некротические массы отходят пластами, обнажая язвы.

Головная боль нарастает от постоянной, но терпимой, до сильно выраженной и «невыносимой».

Дыхательная система. Начиная с III степени тяжести, появляются сухой кашель, одышка, при IV степени развиваются лучевой пневмонит, острая дыхательная недостаточность, отек легких. Изменения на коже проявляются при тяжелых степенях шелушением, зудом, затем появляются эритемы с пузырями, язвы и гангрена.

В период восстановления происходит постепенная нормализация гемопоэза, увеличивается количество гранулоцитов, тромбоцитов, лимфоцитов. Температура тела снижается. Самочувствие улучшается, увеличивается масса тела, прекращаются кровотечения и выпадение волос (иногда облысевшие участки вновь покрываются волосами), исчезают головные боли. Продолжительность восстановительного периода при I степени 1,5-2,5 месяцев, при II степени до 6 месяцев, при III степени до 1 года и более.

Хроническая лучевая болезнь - общее хроническое заболевание, развивающееся в результате длительного, многократно повторяющегося воздействия ионизирующих излучений в относительно малых разовых дозах, заметно превышающих, однако, предельно допустимые.

Заболевание проявляется обычно через 2-3-5 лет от начала лучевого воздействия. Симптомы болезни проявляются и прогрессируют постепенно.

В зависимости от выраженности клинических проявлений различают легкую, среднюю и тяжелую степени хронической лучевой болезни.

В отличие от детерминированных, стохастические эффекты не имеют четкого дозового порога проявления. С увеличением дозы облучения возрастает лишь частота проявления этих эффектов. Проявиться они могут как спустя много лет после облучения (злокачественные новообразования), так и в последующих поколениях (мутации).

Так после бомбардировок Хиросимы и Нагасаки радиационно-индуцированные раки появились только после латентного периода. Лейкемия начала проявляться через три года после облучения, достигла пика спустя 6—7 лет, и в настоящее время уменьшилась почти до контрольного уровня. Более того, длительность латентного периода уменьшается в зависимости от дозы. Что касается злокачественных солидных опухолей, то существенное увеличение очевидно для рака легких, груди и желудка и для множественной миеломы. Относительный риск значителен для рака щитовидной железы. Злокачественные новообразования (кроме лейкемии) проявляют разные

латентные периоды. Радиационно-индуцированные раковые заболевания не становятся очевидными до тех пор, пока не достигается обычный возраст для раковых заболеваний. Даже для тех индивидов, которые уже достигли «ракового» возраста во время бомбардировки, самый краткий латентный период 10— 15 лет; для групп с высокой дозой облучения также не наблюдается сокращения латентного периода.

При этом четкая взаимосвязь между частотой лейкемий и дозой радиации обнаружена для обоих городов, но в большей степени для Хиросимы. Самыми низшими дозами с демонстрируемым лейкемическим эффектом являются дозы в пределах 0,2—0,4 Гр в Хиросиме. Частота гибели от всех злокачественных заболеваний нарастает с увеличением дозы как в Хиросиме, так и в Нагасаки, в большей степени в Хиросиме. По-видимому, это связано с различиями между городами по дозе нейтронов и за счет их большего биологического эффекта.

Общая смертность от радиационно-индуцированного рака в 1978 г. среди всех, переживших атомную бомбардировку, оценивается приблизительно в 340 смертных случаев, исключая лейкемию, по сравнению с более чем 10000 случаями, не связанными с радиацией; увеличение составляет около 3,4%.

После аварии на ЧАЭС рак щитовидной железы у детей, обусловленный выпадением радиоактивного йода, является одним из основных последствий аварии для здоровья. Дозы в щитовидной железе, полученные в первые месяцы после аварии, были особенно высокими у лиц, которые были тогда детьми и пили молоко с высокими уровнями радиоактивного йода. К 2002 гг. было диагностировано более 4000 случаев рака щитовидной железы в этой популяции; и весьма вероятно, что большая доля этих случаев обусловлена поступлением радиоактивного йода.

Последние исследования указывают на двукратное повышение частоты заболевания лейкозами, в период 1986-1996 годов у российских работников, принимавших участие в аварийно-восстановительных работах и получивших дозы (внешнего) облучения более 150 мГр.

Однако убедительных доказательств того, что заболеваемость лейкозами или раком (иным, чем рак щитовидной железы) повысилась у детей, а также после внутриутробного облучения, или у взрослых жителей «загрязненных» районов нет. Вместе с тем представляется, что для большинства видов солидного рака минимальный латентный период, по-видимому, гораздо более продолжителен, чем для лейкозов или рака щитовидной железы – порядка 10-15 лет или более – и, возможно, слишком рано оценивать полное радиологическое воздействие аварии.

Так же и после аварии на «Фукусима-1» рост показателя заболеваемости раком был признан «незначительным», хотя врачи отметили, что жители префектуры Фукусима стали чаще болеть онкологическими заболеваниями. Эксперты Всемирной организации здравоохранения полагают, что реальная степень ущерба, нанесенного здоровью жителей японской префектуры Фукусима после аварии на одноимённой АЭС, станет ясна в ближайшие 15 лет.

Воздействие радиоактивного загрязнения на экологические системы.

Экологические последствия радиационных аварий и катастроф имеют существенные особенности. Главными из них являются долгосрочный характер и непрерывное проявление в процессе возникновения, развития аварии, ликвидации ее последствий и восстановления качества окружающей среды. Эти особенности обусловлены природой радиоактивных веществ, ядерных материалов и тех ядерных превращений и процессов, которые происходят при авариях и катастрофах.

Основными специфическими явлениями и факторами, обуславливающими экологические последствия при авариях и катастрофах рассматриваемого вида, являются: радиоактивные излучения из зоны аварии, а также из формирующегося при аварии и распространяющегося в приземном слое облака (облаков) загрязненного радионуклидами воздуха; радиоактивное загрязнение компонентов окружающей среды.

Безусловно, во многих случаях при радиационных авариях возникают и поражающие факторы нерадиационной природы: термобарические, электромагнитные, тепловые поля и т.п., воздействие которых на окружающую среду также влечет за собой серьезные экологические последствия.

При радиационных авариях экологические последствия возникают главным образом вследствие протекания под воздействием излучений процессов радиолитизации в компонентах окружающей среды биотической и абиотической природы. Как известно, продукты радиолитизации в организме человека и животных вызывают патологические явления.

Необходимо заметить, что процессы радиоактивного загрязнения различных объектов, как подтвердил опыт Чернобыля, зависят от агрегатного состояния загрязняющих веществ, их химической природы, вида и состояния загрязняемых поверхностей, длительности контакта с ними радиоактивных веществ.

В течении первых двух месяцев после аварии наибольшую угрозу представляет отложение радиойода. Радиойод интенсивно абсорбируется в молоко, что приводило к значительным дозам облучения щитовидной железы людей, употреблявших молоко в пищу но эта проблема сохранялась лишь в

течение первых двух месяцев после аварии ввиду быстрого распада наиболее важного изотопа, йода-131.

В течении нескольких десятилетия после аварии наибольшую важность имеет цезий-137.

В Японии после аварии на «Фукусима 1» следы радиации были найдены в рисе, мясе, фруктах, овощах, молоке и детском питании.

После аварии на Чернобыльской АЭС был вновь зарегистрирован интенсивный перенос радиоцезия по пищевой цепочке «лишайник–северный олень–человек» в арктических и субарктических районах Европы. Авария на Чернобыльской АЭС привела к сильному загрязнению мяса северного оленя в Финляндии, Норвегии, России и Швеции и создала значительные проблемы для местной народности саами.

В более долгосрочном плане (от сотен до тысяч лет) значительную роль будут играть изотопы плутония и америций-241, хотя их уровни радиологически не существенны.

Экологические последствия радиационных катастроф проявляются в существенном воздействии радиоактивных излучений на животный и растительный мир. Причем их радиочувствительность по видовому разнообразию весьма различна. Так, например, среди животных в зооценозах суши доминируют насекомые. Они обладают сравнительно высокой радиочувствительностью: доза облучения, вызывающая 100-процентный летальный исход, для большинства взрослых форм находится в пределах нескольких сотен Гр. При этом наиболее чувствительны к радиоактивному излучению эмбрионы ранних периодов развития (1-250 Гр), затем идут личинки (20-150 Гр) и куколки (20-250 Гр). Внешнее облучение насекомых на любой фазе вызывает снижение способности самок откладывать яйца, приводит к замедлению развития и роста, нарушению процессов линьки. Доза 10—40 Гр, как правило, приводит к нарушениям в поведении многих насекомых, препятствует их нормальному размножению и жизни.

Группа японских исследователей обнаружила физиологические и генетические аномалии у нескольких представителей вида *Zizeeria maha* (англ.), принадлежащего к семейству голубянок, которое наиболее распространено в Японии. Некоторым особям, проживающим на территории префектуры Фукусима, нанесён вред в виде уменьшения площади крыльев и деформации глаз, похожей на вмятины.

Высокая радиочувствительность отмечена у млекопитающих. Доза, при которой погибает 50 % особей на 30-й день, для большинства видов находится в пределах 2-13 Гр (у человека - 5, мыши - 7-8, кролика - 11, свиньи — 6). Нарушение воспроизводительных функций наблюдается при

0,25-1,5 Гр, стерилизация - при 1,5-4,0 Гр. Все это в значительной мере зависит от характера облучения (одноразовое, многократное, хроническое), возраста и физиологического состояния животных, других факторов.

Следует заметить, что у млекопитающих хорошо развиты восстановительные процессы, особенно после воздействия малых доз. Летальные дозы у млекопитающих находятся обычно в пределах 9 Гр.

Амфибии, рептилии, птицы более устойчивы к ионизирующим излучениям, чем млекопитающие.

У растений чувствительность к ионизирующим излучениям изменяется время жизни. Как и у животных, у них имеются «критические» органы ткани, наиболее остро реагирующие на облучение. Наиболее чувствительны к радиоактивным загрязнениям древесной, особенно хвойной (сосна, ель, лиственница). Хвойные деревья в 5-10 раз чувствительнее лиственных пород. Травянистые растения и большинство кустарников устойчивее древесных растений. К примеру, травянистые почти в 10 раз устойчивее древесных, низшие растения (мхи, водоросли, лишайники) еще устойчивее к облучению, однако мхи отличаются наибольшей концентрирующей способностью. Коэффициент накопления в них стронция и цезия в 5-10 раз выше, чем у травянистых растений. В древесном ярусе наибольшей загрязненностью отличаются кора деревьев и ассимилирующие органы (листья, хвоя), затем идут ветки, сначала мелкие, затем крупные. Больше всего загрязняется древесина березы, меньше - дуба, ольхи. Относительно чистой является сосновая древесина.

За период времени, прошедший с момента аварии на Чернобыльской АЭС, результате радиоактивного распада, природных процессов и проводимых защитных мероприятий экологическая обстановка на загрязненных территориях, пострадавших вследствие аварии, существенно изменилась. Это проявилось как в снижении мощности дозы внешнего облучения, так и снижении концентрации радионуклидов в сельскохозяйственной продукции, в том числе личных подсобных хозяйств, определяющей в основном дозы внутреннего облучения населения. Дело в том, что идет процесс очищения радиоактивно загрязненных почв. Следует заметить, что экологические периоды получищения предповерхностного слоя почвы 0-10 см (без учета радиоактивного полураспада) варьируются для цезия-137, в зависимости от типа почв, от 55 до 43 лет, а для стронция-90 - от 22 до 96 лет. Эффективные периоды получищения почв от цезия-137, с учетом радиоактивного распада, составляют от 10 до 25 лет. Для стронция-90 их значения в 1,2-3,0 раза меньше.

Ускорение природных процессов очищения почв от радионуклидов достигается также за счет дополнительных агротехнических мероприятий (глубокая вспашка, перевод радионуклидов в нерастворимые соединения, не усваиваемые растениями и другие), что позволяет ускорять возвращение загрязненных земель в сельскохозяйственный оборот.

Как и для травянистой растительности, доступность цезия-137 для корневого усвоения в лесах снижается. Эффективный период полуснижения концентрации цезия-137 в древесной растительности, в зависимости от типа почв, откуда он поступает в корни, составляет от 6 до 15 лет. Следовательно, концентрация цезия-137 в основных видах лесной продукции должна в ближайшее время снизиться не менее чем в 2 раза.

Вместе с тем необходимо отметить, что радиационная обстановка после аварии на ЧАЭС в лесах на площади 27,5 тыс. га, где имеет место все еще высокая плотность загрязнения почвы цезием-137 (от 15 до 40 Кюри/кв. км), характеризуется мощностью дозы гамма-излучения от 0,7 до 2 мкЗв/с. В зоне отчуждения площади лесов, где мощность дозы составляет свыше 200 мкЗв/с, содержание радионуклидов в некоренной древесине достигает нескольких десятков тысяч Бк/кг. Особенно загрязнена кора лиственных пород (до 150 тыс. Бк/кг). Такие участки составляют 2,2 тыс. га. На этих участках запрещены все виды лесопользования.

Загрязнение воды, донных отложений и воздушного бассейна на сегодня, за редким исключением, в зоне ЧАЭС опасности не представляет. Хотя имеется ряд озер, например, Кожановское в Брянской области, где количество цезия-137 составляет около 100 Ки при площади зеркала озера 6,5 км², а содержание его в образцах рыбы из этого водоема многократно превосходит допустимые уровни.

По мнению ученых, в течение десятилетий невозможно предсказать, как радиация повлияет на экосистемы после аварии на «Фукусима-1». В образцах морских водорослей и рыбы, взятых для проб специалистами Гринпис, содержание радионуклидов сильно превышает предельно допустимые нормы. Радиоактивный стронций был обнаружен в водах Тихого океана в количестве 462 терабеккерелей. Если радионуклиды попадут в пищевую цепочку, то стронций, который способен накапливаться в организме человека, может увеличить риск заболеваний лейкемией и раком костей.

Особенности экологических последствий пожаров на радиационно-опасных объектах.

В результате Чернобыльской катастрофы, ядерных испытаний на Северодвинском полигоне и радиационных аварий на Урале произошло масштабное загрязнение лесного фонда РФ. Общая площадь лесных РФ,

подвергшихся существенному радиоактивному загрязнению, составляет 3,5 млн. га, т.е. больше, чем пораженных иными промышленными выбросами (1 млн. га), из них 1 млн. га в результате аварии на ЧАЭС, 0,5 млн. га - в Челябинской, Свердловской и Курганской областях, 2 млн. га на Алтае. Экранирование лесной подстилкой и естественный распад радионуклидов уменьшил с годами мощность экспозиционной дозы на 13-15 %. Во влажных лесах мощность дозы снижается быстрее, чем в сухих, что связано с активными миграционными процессами. Наблюдается перенос радионуклидов на глубину 15-20 см; в лесной подстилке сохраняется 60 % радионуклидов, а 30 % проникают на глубину почвы до 10 см. На суглинках, богатых солями калия и аммония, уровни загрязнения цезием-137 меньше, чем на торфянистых и подзолистых почвах.

Даже в зонах с плотностью загрязнения почв 1-5 Ки/м² в травянистой растительности, хвое, листе деревьев содержание радионуклидов превышает установленные нормативы, так как лесные насаждения задерживали при авариях себе в 2-3 раза больше радионуклидов, чем почва.

Повышение температуры в зоне пожара приводит к образованию летучих радионуклидов и повышает общий радиационный фон в приземном слое воздуха. Оставшиеся после пожара зола и недожог представляют фактически низкоактивные отходы. За счет процессов массопереноса при горении идет миграция радионуклидов площадь загрязнения расширяется. Поэтому лесные пожары в последующие годы после аварии вызвали вторичное загрязнение лесов. Более интенсивное и активное загрязнение происходит при низовых пожарах и устойчивых верховых пожарах. На месте пожаров наблюдается локальное экспозиционной дозы радионуклидов (цезий-137), которое растет по мере усиления пожара и вовлечения в массоперенос частиц почвы при выгорании лесной подстилки. В воздухе обнаруживаются газообразные радионуклиды а также тяжелые радиоактивные изотопы. Концентрация некоторых радионуклидов при пожарах превышает уже завышенный фоновый уровень заражения территории в 3 и более раза.

Таким образом к основным экологическим последствиям аварий на радиационно-опасных объектах относятся:

1. Радиоактивное заражение местности;
2. Миграция радионуклидов в продукты питания;
3. Деграция естественных экосистем;
4. Высокая вероятность развития мутаций и онкологий;
5. Увеличение заболеваемости населения.

2.3. Экологические последствия аварий, связанных с утечками, выбросами, разливами нефти

2.3.1. Источники загрязнения окружающей среды нефтепродуктами

В современном мире потребление нефти во всех ее видах ежегодно обходится в астрономическую сумму - 740 млрд. долларов. А стоимость добычи нефти равна всего 80 млрд. долларов. Отсюда стремление нефтяных монополий заполучить в свое распоряжение новые и новые месторождения черного золота. В связи с ростом добычи, транспортировки, переработки и потребления нефти и нефтепродуктов расширяются масштабы загрязнения природы.

Среди многочисленных вредных веществ антропогенного происхождения, попадающих в окружающую среду (воздух, вода, почва, растительность и др.), нефтепродуктам принадлежит одно из первых мест. Работа автотранспорта и предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, газообразные выбросы и сточные воды промышленных предприятий, многочисленные разливы нефти и нефтепродуктов в результате аварий трубопроводов и нефтеналивных судов (танкеров), аварий и пожаров на нефтехранилищах и нефтеперегонных заводах приводят к загрязнению воздуха, воды и почвы значительными количествами сырой нефти и продуктов её переработки и создают серьёзную угрозу экологии регионов России.

Понятие «нефтепродукты» имеет два значения – техническое и аналитическое. В техническом значении нефтепродукты – это товарные сырые нефти, прошедшие первичную подготовку на промысле, и продукты переработки нефти, использующиеся в различных видах хозяйственной деятельности: авиационные и автомобильные бензины, реактивные, тракторные и осветительные керосины, дизельное топливо, мазуты, растворители, смазочные масла, гудроны, нефтяные битумы и другие нефтепродукты (парафин, нефтяной кокс, присадки, нефтяные кислоты и др.).

В аналитическом значении к нефтепродуктам относятся неполярные и малополярные углеводороды, растворимые в гексане и не сорбирующиеся оксидом алюминия. Под это определение попадают практически все топлива, растворители и смазочные масла, но не попадают тяжёлые смолы и асфальтены, являющиеся постоянными компонентами нефти и битумов, а также ряд веществ, образующихся в результате микробиологических и физико-химических процессов в нефтепродуктах при их длительном нахождении в окружающей среде.

Как свободные, так и малоподвижные связанные формы нефтепродуктов отдают летучие фракции в атмосферу, а растворимые соединения в воду, нерастворимые и малорастворимые в почву. Со временем этот процесс полностью не прекращается, так как микробиологические процессы трансформации углеводов приводят частично к образованию летучих и водорастворимых продуктов их метаболизма.

Главные источники загрязнения биосферы – разливы нефти и нефтепродуктов, сточные воды и выбросы нефтеперегонных заводов и нефтехимических предприятий, скапливающиеся на свалках.

Воздействие нефтяной и газовой промышленности на основные компоненты окружающей среды (воздух, воду, почву, растительный, животный мир и человека) обусловлено токсичностью природных углеводов, большим разнообразием химических веществ, используемых в технологических процессах, а также все возрастающим объемом добычи нефти и газа, их подготовки, транспортировки, хранения, переработки и широкого разнообразного использования.

Все технологические процессы в нефтяной промышленности (разведка, бурение, добыча, сбор, транспорт, хранение и переработка нефти и газа) при соответствующих условиях могут нарушить естественную экологическую обстановку.

Необходимо отметить, что катастрофические инциденты с разливами более 30 тыс. т нефти происходят довольно редко. Все зависит от конкретной ситуации, в которой произошел разлив, а также от свойств самого разлившегося нефтепродукта.

Наиболее значимые аварии на объектах нефтепереработки и нефтедобычи:

Франция. Гигантский танкер «Торри Кэньон» в проливе Ла-Манш наскочил на скалы и пробил 16 отсеков, наполненных нефтью. В море вылилось около 30 тысяч тонн нефти. Погибли десятки тысяч морских животных и птиц. На ликвидацию последствий катастрофы ушло несколько месяцев.

Штат Калифорния, США. В 1969 г. Произошел выброс в море 1 миллиона литров нефти из нефтяной платформы. Окружающей среде нанесен огромный ущерб.

США. В 1976 г. либерийский танкер «Арго Мерчант» сел на мель у берегов США. В море вылилось около 800 тысяч тонн нефти.

Франция. Крупнейшая экологическая катастрофа в Европе произошла в 1978 г. на воде. У берегов Франции потерпел аварию американский танкер «Амоко Кадис». В море вылилось 230 тысяч тонн нефти. Образовалось

гигантское пятно размером 2 тысячи квадратных км. Пострадало 360 км Атлантического побережья Франции. Погибли десятки тысяч птиц и рыб.

Мексиканский залив. Авария на нефтяной платформе «Иксток-1» в Мексиканском заливе в 1979 г. В море попало 600 тысяч тонн нефти. В течение нескольких лет Мексиканский залив был зоной экологического бедствия.

Аляска, США. В 1989 г. Танкер «Экссон Валдиз» сел на мель у берегов Аляски. В воду вылилось 240 тысяч баррелей нефти, которая образовала пятно площадью 2600 квадратных миль. Погибли тысячи птиц и рыб.

Персидский залив. Во время войны из терминалов Кувейта в воды Персидского залива было сброшено от 4 до 6 млн. в 1991 г. баррелей нефти, взорвано и подожжено более 600 нефтяных скважин, а в атмосферу поступило около 70 млн. т нефтепродуктов. Возникла угроза экологической катастрофы планетарного масштаба.

Республика Коми, Россия. В 1984 г. аварийный разлив около 100 тыс. т нефти на территории Республики Коми в России с загрязнением бассейна Печоры и Печорской губы.

Луизиана, США. 20 апреля 2010 года в 80-ти км от побережья американского штата Луизиана на нефтяной платформе Deepwater Horizon произошёл пожар и взрыв. Пожар длился более 35 часов, затушить его безуспешно пытались с пожарных судов, которые прибыли на место аварии. 22 апреля платформа затонула в водах Мексиканского залива.

С 20 апреля по 19 сентября по оценкам одних экспертов, в воду ежедневно попадало порядка 5000 баррелей нефти. По другим данным, в воду попадало до 100 000 баррелей в сутки.

К концу апреля нефтяное пятно достигло устья реки Миссисипи, а в июле 2010 года нефть была обнаружена на пляжах американского штата Техас. Кроме того, подводный нефтяной шлейф растянулся на 35 км в длину на глубине более чем 1000 метров.

За 152 дня в воды Мексиканского залива через повреждённые трубы скважины вылилось порядка 5 млн. баррелей нефти. Площадь нефтяного пятна составила 75 тысяч км².

После аварии акватория Мексиканского залива была на одну треть закрыта для промысла, при этом был введён практически полный запрет на рыбную ловлю.

В результате разлива нефти оказались загрязнены более 171 мили побережья в штатах Луизиана, Миссисипи, Алабама, Флорида. Более 57000 кв. миль площади залива (около 24 % от площади, находящейся под юрисдикцией США) закрыты для ведения рыболовной деятельности.

Огромный ущерб нанесен рыболовной и туристической деятельности в регионе.

На берегу постоянно находили погибших морских обитателей. В частности, было обнаружено мёртвыми около 600 морских черепах, 100 дельфинов, более 6000 птиц и множество других млекопитающих. В результате разлива нефти в последующие годы повысилась смертность среди китов и дельфинов. По подсчётам экологов, смертность дельфинов вида афалина увеличилась в 50 раз.

Тропические коралловые рифы, расположенные в водах Мексиканского залива, также понесли колоссальный урон.

Нефть просочилась даже в воды прибрежных заповедников и болот, играющих важную роль в поддержании жизнедеятельности животного мира и перелётных птиц.

Нефть, углеводороды нефти, нефтяной и буровой шламы, сточные воды, содержащие различные химические соединения в больших количествах проникают в водоемы и другие экологические объекты:

1. При естественном выходе нефти.
2. при бурении и аварийном фонтанировании разведочных нефтяных и газовых скважин;
3. при аварии транспортных средств;
4. при разрывах нефте- и продуктопроводов;
5. при нарушении герметичности колонн в скважинах и технологического оборудования;
6. при сбросе неочищенных промысловых сточных вод в поверхностные водоемы.

Для некоторых районов характерны естественные выходы нефти на поверхность земли.

Миграционные потоки нефти на морском дне за счет их просачивания по разломам и трещинам из нефтегазоносных структур и газогидратных скоплений обнаружены во многих морских регионах. Этот процесс идет на площади, составляющей не более 10-15% от общей площади Мирового океана, в окраинных районах и внутриматериковых морях, где распространены нефтегазовые бассейны.

Так, поступление в море нефти из линейного участка высачивания протяженностью около 1.5 км в проливе Санта-Барбара (Калифорния), оценивается в 10-15 т в день. Столь крупные потоки обусловлены небольшими глубинами залегания нефтеносных пластов, благоприятной тектонической ситуации. Такие выходы обычны в Карибском море, Мексиканском и Персидском заливах. В нашей стране они наблюдаются для

ряда месторождений республики Коми (г. Ухта) и др. Нередко эти выходы проявляются на поверхности морей и океанов или на донных или береговых участках рек.

По последним сводным данным, глобальное поступление нефти в морскую среду за счет просачивания с морского дна оценивается величинами от 0,2 до 2 млн. т ежегодно, что составляет в среднем около 50% от суммарного потока нефти в Мировой океан.

В процессе бурения и добычи непрерывное загрязнение окружающей природной среды вызвано утечками углеводородов через неплотности во фланцевых соединениях (сальниках, задвижках), разрывами трубопроводов, разливами нефти при опорожнении сепараторов и отстойников.

Основная часть нефти и сточных вод на территории промысла накапливается и поступает в водоемы из устья скважин и прискважинных площадок. Разлив нефти в этих случаях возможен через неплотности в сальниках; при ремонтных работах и освоении скважин; из переполненных мерников; при очистке мерников и трапов от грязи и парафина; разлив нефти происходит при спуске сточной воды из резервуаров; при переливе нефти через верх резервуара и др.

Наиболее типичные утечки нефти из резервуаров обусловлены коррозией их днища под действием воды. Постоянный автоматический контроль содержимого в резервуаре позволяет своевременно обнаруживать даже небольшие утечки нефти и нефтепродуктов и устранять их. Большинство хранилищ не исключают испарения нефти, газа, конденсата.

Образующийся при бурении скважин буровой шлам может содержать до 7,5 % нефти и до 15 % органических химических реагентов, применяемых в буровых растворах.

В относительно большом объеме нефтяной шлам накапливается при подготовке нефти. В этом случае шламы могут содержать до 80-85 % нефти, до 50 % механических примесей, до 67 % минеральных солей и 4 % поверхностно-активных веществ.

Основное же загрязнение природной среды при бурении и эксплуатации скважин дают буровые и промысловые сточные воды. Объем их во всех развитых нефтедобывающих странах мира быстро растет и намного превышает объем добываемой нефти. Из-за отсутствия системы канализации промысловые стоки сбрасывают в близлежащие водоемы или болота, значительно загрязняя их и грунтовые воды.

Вклад от аварийных утечек при бурении и эксплуатации скважин минимален (менее 0,2%). Характерными остаются разливы нефти в результате аварий на нефтегазосборных коллекторах и технологических установках, ликвидация которых нередко затягивается и выполняется некачественно.

Значительный урон окружающей среде наносят нефтяные и газовые фонтаны.

Фонтаны, возникающие в процессе добычи нефти и газа, делят на нефтяные и газовые. При этом за нефтяные принимают фонтаны с большим дебитом (суточная производительность) нефти (1500-2000 т/сут и более) и меньшим количеством газа (750 тыс. м³/сут); газонефтяные - с содержанием газа более 50 %, газовые - с 90-100 % газа. Во всех случаях огромный экологический вред и опасность фонтанов для основных объектов природной среды (атмосферы, водоемов, почвы, недр и т. д.) очевидны.

Отрицательные последствия каждого из фонтанов в одних и тех же условиях неодинаковы. Фонтан в штате Риверс залил нефтью поверхность земли площадью около 607 тыс. м². В пределах аварийного участка земли были выделены четыре зоны с разной степенью загрязнения: глубина проникновения нефти в сильно загрязненной зоне достигла 90 см.

Все возрастающее потребление нефти и нефтепродуктов в мире обусловило в последние годы значительный рост танкерного флота. В последние годы наметилась тенденция к резкому увеличению вместимости нефтеналивных судов. Эксплуатация супертанкеров выгодна экономически, но создает большую потенциальную опасность для загрязнения окружающей среды, т.к. при аварии в воду выливаются десятки и сотни тысяч тонн нефти.

Так во время аварии танкера «Престиж» в воды Восточной Атлантики попало 63000 т нефти. Этот поток превысил среднюю суммарную величину от всех нефтяных источников.

Основные потери нефти связаны с аварийными разливами при танкерных перевозках (около 85% от общих объемов при добыче и транспортировке нефти в море). Однако количество нефти, поступившее из этого источника, в последние годы значительно уменьшилось.

Очень часто нефтепродукты выбрасываются за борт судов со сточной водой, которая используется в качестве балласта или для промывки танков. Загрязнение морей при использовании танкеров происходит во время загрузки и разгрузки нефти на конечных пунктах, за счет переливов при загрузке, при аварийном столкновении и посадке судов на мель. Вся поверхность Мирового океана покрыта в настоящее время нефтяной пленкой толщиной 0,1 мкм.

Большую опасность для окружающей среды представляют и трубопроводы.

Строительство трубопроводов, особенно в северных районах, оказывает влияние на микроклимат тундры и лесотундры. Проходка траншей локально изменяет режим питания растительного покрова влагой, нарушает теплофизическое равновесие, растопляет вечномерзлые грунты, приводит к гибели чувствительный к механическому воздействию растительный покров тундры.

При эксплуатации трубопроводов утечки нефти, газа, конденсата, сточной воды, метанола и других загрязняющих веществ на участках трубопроводов, расположенных под судоходными трассами морей и рек, наиболее подверженных механическим повреждениям, нередко остаются незамеченными в течение длительного времени и наносят большой ущерб всем экологически значимым объектам окружающей среды. Подсчитано, что в среднем при одном порыве нефтепровода выбрасывается 2 т нефти, приводящей в непригодность 1000 м² земли.

Если рассматривать транспортировку нефти в море танкерами и трубопроводами, то суммарный их вклад в загрязнении морской среды составляет в среднем около 20%.

Потери при авариях в процессе работ на береговых терминалах и при перекачке нефти по подводным трубопроводам составляет соответственно 5 и 10%.

Вопреки распространенному мнению, аварийные разливы не являются главным источником нефтяного загрязнения Мирового океана. Их вклад по последним оценкам составляет от 9 до 13% от общего глобального потока нефти в морскую среду.

Наиболее вероятны и чаще возникают относительно небольшие и быстро ликвидируемые утечки нефти. Из 12 тыс. зарегистрированных к 2010 г. нефтяных разливов в море 85% составляют разливы менее 7 т. В тоже время эти небольшие разливы в районах нефтедобычи и транспортировки нефти создают устойчивое загрязнение в виде радужных пленок. При этом 37% попадает в морскую среду при «нормальных» безаварийных ситуациях, вследствие экологического несовершенства современных технологий переработки нефти с бытовыми, речными и промышленными стоками. Основной поток поступающих таким образом загрязнений зависит от индустриализации побережья, численности населения, развития судоходства, освоения шельфа.

Источниками опасных отходов являются многие отрасли промышленности, в том числе – добыча нефти и газа. Но главную опасность представляют собой химическая и нефтехимическая промышленность (до 62%). Токсичные химические вещества становятся опасными, если они из

сточных вод или опасных отходов на химических свалках просачиваются в грунтовые воды и попадают в источники питьевой воды. Серьезным источником (помимо аварийных разливов) попадания органических соединений нефтяного происхождения в грунтовые воды служат опасные отходы, которые свозятся на промышленные и муниципальные свалки или накапливаются в отстойных прудах и бассейнах. Учитывая возможные последствия сброса таких отходов, следует признать их особенно опасными для загрязнения грунтовых вод.

Другим источником загрязнения грунтовых вод нефтепродуктами является утечка горючего из подземных хранилищ. Так, по мнению экспертов, в США дают утечки 50-100 тысяч подземных емкостей с горючим. Большинство их принадлежит бензозаправочным станциям, построенным в 1950-1960 гг. в то время никто не думал, что изготовленные из нержавеющей стали подземные хранилища бензина и другого топлива начнут протекать через 20-30 лет. А один литр бензина может сделать непригодным для питья миллион литров воды.

Стоки, попадающие в поверхностные воды, содержат бензин, керосин, топливные и смазочные масла, бензол, толуол, ксилолы, жирные кислоты, фенолы, глицериды, стероиды, пестициды и металлоорганические соединения. Перечисленные соединения составляют около 90% и выше от суммарного количества всех органических примесей. В числе других веществ, загрязняющих окружающую среду, можно назвать нитросоединения, асфальты, воски, твердые парафины, карбонильные и сернистые соединения, хлорированные углеводороды и бифенилы, а также соли органических кислот.

2.3.2. Экологические последствия загрязнения окружающей среды нефтепродуктами

Аварии с разливом нефтепродуктов создают угрозу существованию экосистем суши и водных объектов. Причины этих опасностей связаны с токсичными свойствами горючих жидкостей и продуктов их распада, изменением физико-химических свойств среды обитания живых организмов. Сырая нефть представляет сложную смесь органических соединений. Бензины, керосины и т.д., получаемые из сырой нефти, не что иное, как и фракции углеводородов, получаемые при перегонке и отличающиеся друг от друга пределами начала и конца кипения.

Попадание нефти и её компонентов в окружающую среду (воздух, вода и почва) вызывает изменение физических, химических и биологических свойств и характеристик природной среды обитания, нарушает ход естественных биохимических процессов. В ходе трансформации углеводородов нефти могут образоваться стойкие к микробиологическому расщеплению ещё более токсичные соединения, обладающие канцерогенными и мутагенными свойствами.

Любой из классов нефтепродуктов может стать вредной примесью, загрязняющей воду. В небольших концентрациях нефтяные загрязнения могут влиять на вкус и запах воды, а при больших содержаниях они образуют гигантские нефтяные пятна и становятся причиной экологических катастроф.

Легкие нефтепродукты (например, бензин) частично растворяются в воде, но в основном образуют с водой эмульсии, тяжелые нефтепродукты (минеральные масла и смазки) попадают на дно водоёмов и накапливаются в донных осадках.

Попадающие в природные воды из различных источников, нефтяные загрязнения имеют тенденцию к рассеиванию и миграции. При этом в поверхностных водах состав нефтепродуктов под влиянием испарения и интенсивного протекания химического и биологического разложения претерпевает за короткий срок быстрые изменения, а в подземных водах, наоборот, процессы разрушения нефтепродуктов заторможены.

Более чем 700 органических соединений выявлены к настоящему времени в питьевой воде. Все они являются потенциальными канцерогенами; правда, пока не ясно, каковы размеры опасности при их совместном или индивидуальном воздействии.

Канцерогенами для человека и животных являются не только компоненты самой нефти (например, бензол и бензапирен), но и многочисленные и распространённые в различных сферах деятельности человека продукты нефтехимии (винилхлорид, пестициды, ПХБ, галогенуглеводороды, нитрилы, гидразины и др.).

Помимо перечисленных токсичных органических соединений, опасных для человека и животных, существует большое количество менее опасных, но не менее вредных для человека загрязнителей питьевой воды, относящихся к углеводородам нефтяного происхождения и их производным.

Один из стандартов качества питьевой воды в США и странах Европы предполагает постоянный контроль за содержанием в питьевой (водопроводной) воде 60 летучих органических соединений – ароматических углеводородов, относящихся к нефтепродуктам, и хлоруглеводородов, являющихся продуктами нефтехимического производства.

По крайней мере 1/3 всех приоритетных загрязнителей питьевой воды относится к углеводородам нефтяного происхождения – производным бензола. Многие из этих соединений (алкилбензолы) имеют очень низкие ПДК (0,01-0,02 мг/л), и их определяют в воде индивидуально методом газовой хроматографии. Для суммарного определения нефтепродуктов в воде (ПДК = 0,3 мг/л и 0,1 мг/л для многосернистой нефти) существует множество стандартных методик, основанных на различных аналитических принципах.

В почвах нефть и нефтепродукты находятся в следующих формах:

- в пористой среде – в парообразном и жидком легкоподвижном состоянии, в свободной или растворённой водной и водно-эмульсионной фазе;
- в пористой среде и трещинах – в свободном неподвижном состоянии, играя роль вязкого или твёрдого цемента между частицами и агрегатами почвы, в сорбированном состоянии, связанном на частицах горной породы или почвы, в том числе – гумусовой составляющей почв;
- в поверхностном слое почвы или грунта в виде плотной органоминеральной массы.

Лёгкие фракции нефти и нефтепродуктов обладают повышенной токсичностью для живых организмов. В то же время действие этих фракций кратковременно, а их испаряемость способствует быстрому самоочищению компонентов природной среды.

Лёгкие нефтепродукты в значительной степени разлагаются и испаряются ещё на поверхности почвы, легко смываются водными потоками. При этом путем испарения из почвы удаляется от 20 до 40% лёгких фракций нефти.

Тяжёлые нефти и нефтепродукты, содержащие значительное количество смол, асфальтенов и тяжёлых металлов, оказывают не только токсичное воздействие на организмы, но и существенно изменяют водно-физические свойства почв.

Любая из форм серы, находящейся в нефти (сероводород, сульфиды, меркаптаны, тиофены, свободная сера и др.) оказывает токсическое действие на живые организмы. С увеличением сернистости увеличивается опасность сероводородного заражения нефтезагрязнённых почв с избыточным увлажнением (болотных, луговых и т.п.).

Воздействие нефтепродуктов на здоровье человека

Токсичность нефтепродуктов и выделяющихся из них газов определяется, главным образом, сочетанием углеводородов, входящих в их состав. Особенности воздействия паров нефтепродуктов связаны с их составом. Наиболее вредной для организма человека является комбинация углеводорода

и сероводорода. В этом случае токсичность проявляется быстрее, чем при их изолированном действии.

Большое воздействие жидкие нефтепродукты оказывают на кожу. При систематическом контакте кожи со смазочными маслами они вызывают некроз тканей, возможны фолликулярные поражения («масляные» или «керосиновые» угри), гнойничковые заболевания кожи и подкожной клетчатки, а также экземы и пигментные дерматиты, при попадании в глаз – помутнение роговицы.

Масла в обычных условиях практически не испаряются, поэтому их вредное действие на организм человека проявляется при попадании на открытые участки тела или при работе в одежде, пропитанной ими, а также при вдыхании масляного тумана или их паров. Ингаляционные отравления смазочными маслами редки, однако опасность увеличивается, если в составе масел много лёгких углеводородов или при образовании масляного тумана. Пары ароматических углеводородов в высоких концентрациях обладают наркотическим действием. Ситуации, которые способствуют ингаляционному попаданию ядов в организм, создаются, например, при чистке емкостей из-под нефтяных масел или при нахождении в закрытых помещениях с высокой температурой при наличии в воздухе масляного тумана. Углеводороды в больших концентрациях могут вызвать паралич дыхательных центров центральной нервной системы и практически мгновенную смерть, в меньших концентрациях они оказывают выраженное наркотическое действие. Симптомы отравления неспецифичны: общая слабость, сильные головные боли, головокружения, трахеобронхит. Описаны молниеносные формы отравления с летальным исходом. В этих случаях тяжесть отравления связана с действием сероводорода, образующегося при наличии в маслах сернистых соединений. Данные об онкологической заболеваемости, связанной непосредственно с воздействием нефтепродуктов, довольно противоречивы. Доказано, что при воздействии на организм нефти и нефтепродуктов мужчины принадлежат к группе риска заболеваний раком лёгкого, гортани, губы, а женщины – раком лёгкого, толстой кишки, молочной железы и половых органов.

Все углеводороды обладают выраженным действием на сердечно-сосудистую систему и на показатели крови (снижение содержания гемоглобина и эритроцитов), возможно поражение печени, нарушение деятельности эндокринных желез, поражают центральную нервную систему, вызывают острые и хронические отравления, иногда со смертельным исходом. При попадании паров нефтепродуктов через дыхательные пути или в результате всасывания в кровь из желудочно-кишечного тракта, происходит частичное растворение жиров и липидов организма. Раздражение рецепторов вызывает

возбуждение в коре головного мозга, которое вовлекает в процесс подавления органы зрения и слуха. При остром отравлении нефтепродуктами состояние напоминает алкогольное опьянение. Оно наступает при концентрации паров нефтепродуктов в воздухе 0,005-0,01 мг/м³. при концентрации 0,5 мг/м³ смерть наступает почти мгновенно. В результате частых повторных отравлений нефтепродуктами развиваются нервные расстройства, хотя при многократных воздействиях небольших количеств может возникнуть привыкание (понижение чувствительности).

Клинические симптомы острой интоксикации – затрудненное дыхание, боль за грудиной, кашель, одышка, слабость, акроцианоз, тахикардия, тахипноэ, признаки нарушения коронарного кровообращения на ЭКГ, эритроцитоз, лейкоцитоз, возможен отек легких – развиваются быстро и держатся в течение 2 суток. Выздоровление наступает через 1 неделю (при отравлении средней тяжести без осложнений). При тяжелых отравлениях с осложнениями указанные признаки сохраняются до 4 недель. Хронические интоксикации характеризуются функциональными нарушениями нервной системы (астении, неврастении), раздражением слизистых оболочек верхних дыхательных путей, изменениями картины крови (нейтрофильный лейкоцитоз, анемия и др.). Диффузные изменения миокарда являются осложнением хронического отравления. Провоцируются заболевания желудка, печени, желчевыводящих путей.

Влияние нефтепродуктов на экологические системы

Нефтепродукты влияют на все компоненты биоценоза. Сильно загрязненные нефтью участки, приливо-отливные илистые низины, загрязнение почвы способны изменить биоценоз на долгие годы.

Наиболее изучено влияние нефтепродуктов на птиц. Испарения от нефти, нехватка пищи и мероприятия по очистке могут сократить использование птицами пострадавшего участка.

Нефть оказывает внешнее влияние на птиц, прием пищи, загрязнение яиц в гнездах и изменение среды обитания. Внешнее загрязнение нефтью разрушает оперение, спутывает перья, вызывает раздражение глаз. Гибель является результатом воздействия холодной воды, птицы тонут. Разливы нефти от средних до крупных вызывают обычно гибель 5.000 птиц. Птицы, которые большую часть жизни проводят на воде, наиболее уязвимы к разливам нефти на поверхности водоемов. Птицы заглатывают нефть, когда чистят клювом перья, пьют, употребляют загрязненную пищу и дышат испарениями. Восстановление видов зависит от способности к воспроизводству оставшихся в живых и от особенности к миграции с места катастрофы.

Меньше известно о влиянии разливов нефти на млекопитающих, чем на птиц; еще меньше известно о влиянии на неморских млекопитающих, чем на морских.

Морские млекопитающие, которые в первую очередь выделяются наличием меха (морские выдры, полярные медведи, тюлени, новорожденные морские котики) наиболее часто погибают от разливов нефти. Загрязненный нефтью мех начинает спутываться и теряет способность удерживать тепло и воду.

Взрослые сивучи, тюлени и китообразные (киты, морские свиньи и дельфины) выделяются наличием жирового слоя, на который влияет нефть, усиливая расход тепла. Кроме того, нефть может вызвать раздражение кожи, глаз и препятствовать нормальной способности к плаванию. Известны случаи, когда кожа тюленей и полярных медведей впитывала нефть. Кожа китов и дельфинов страдает меньше. Большое количество попавшей в организм нефти способно привести к гибели полярного медведя. Однако тюлени и китообразные более выносливы и быстро переваривают нефть. Попавшая в организм нефть может вызвать желудочно-кишечные кровотечения, почечную недостаточность, интоксикацию печени, нарушение кровяного давления. Пары от испарений нефти ведут к проблемам органов дыхания у млекопитающих, которые находятся около или в непосредственной близости с большими разливами нефти.

К вредному влиянию большинства разливов нефти можно отнести сокращение пищи или изменение структуры популяции отдельных видов. Это влияние может иметь разную продолжительность, особенно в брачный период, когда передвижение особей женского пола и молодежи ограничено. На восстановление после «чрезвычайных обстоятельств» млекопитающим требуется в среднем 25 лет.

Подверженность рептилий и земноводных нефтяному загрязнению недостаточно известна. Сообщалось о поглощении нефти зелеными морскими атлантическими черепахами. Нефть могла повлечь гибель морских черепах у побережья Флориды и в Мексиканском заливе после разлива нефти. Зародыши черепах погибли или развивались ненормально после того, как яйца побывали в песке, покрытом нефтью. Нефть, подвергаясь атмосферному влиянию, менее вредна для эмбрионов, чем свежая нефть.

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами оказывает длительное отрицательное воздействие на почвенных животных, вызывая их массовую элиминацию в интенсивной зоне загрязнения. Отрицательное действие загрязнения осуществляется в результате прямого контакта с нефтью и нефтепродуктами и через изменение свойств загрязнённых почв. Летучие

фракции нефти и нефтепродуктов проявляют эффект сразу после контакта с педобионтами, эффект тяжёлых фракций проявляется позже.

Рыбы подвергаются воздействию разливов нефти в воде при употреблении загрязненной пищи и воды, а также при соприкосновении с нефтью во время движения икры. Гибель рыбы, исключая молодь, происходит обычно при серьезных разливах нефти. Следовательно, большое количество взрослой рыбы в больших водоемах от нефти не погибнет. Однако сырая нефть и нефтепродукты отличаются разнообразием токсичного воздействия на разные виды рыб. Концентрация 0,5 миллионной доли или менее нефти в воде способна привести к гибели форели. Почти летальный эффект нефть оказывает на сердце, изменяет дыхание, увеличивает печень, замедляет рост, разрушает плавники, приводит к различным биологическим и клеточным изменениям, влияет на поведение. Личинки и молодь рыб наиболее чувствительны к воздействию нефти, разливы которой могут погубить икру рыб и личинки, находящиеся на поверхности воды, а молодь - в мелких водах. Разлив нефти в Балтийском море в 1969 г. привел к гибели многочисленных видов рыб, которые обитали в прибрежных водах. В результате исследований нескольких загрязненных нефтью мест и контрольного места в 1971г. было обнаружено, что популяции рыб, возрастное развитие, рост, состояние организма ненамного отличались друг от друга. Как и у птиц, быстрое влияние нефти на популяции рыб можно определить на местном, чем на региональном уровне или в течение длительного времени.

Беспозвоночные являются хорошими индикаторами загрязнения в силу своей ограниченности в передвижении. Влияние разливов нефти на беспозвоночные может длиться от недели до 10 лет. Это зависит от вида нефти; обстоятельств, при которых произошел разлив и его влияния на организмы. Колонии беспозвоночных (зоопланктон) в больших объемах воды возвращаются к прежнему (до разлива) состоянию быстрее, чем те, которые находятся в небольших объемах воды. Это происходит из-за большого разбавления выбросов в воде и большей возможности подвергнуться воздействию зоопланктон в соседних водах.

Отмечено влияние нефтепродуктов, как на водные растения, так и произрастающие на суше. Опубликованные данные о влиянии разливов нефти содержат факты гибели мангровых деревьев, морской травы, большинства водорослей, сильного длительного разрушения от соли живности болот и пресноводных; увеличение или уменьшение биомассы и активность к фотосинтезу колоний фитопланктона; изменение микробиологии колоний и увеличение числа микробов.

Попадание парафиновой нефти в почву способствует нарушению влагообмена почвы на долгий срок. По отношению тяжёлых и лёгких фракций нефти к содержанию парафина можно судить о скорости испарения, вымывания, опасности цементации почв. Пропитывание нефтью и нефтепродуктами почвенной массы приводит к активным изменениям химического состава, свойств и структуры почвы. Прежде всего, это сказывается на гумусовом горизонте: количество углерода в нём резко увеличивается, но ухудшается свойство почв как питательного субстрата для растений. Продукты трансформации нефти резко изменяют состав почвенного гумуса. На первых стадиях загрязнения это относится в основном к липидным и кислым компонентам. На дальнейших этапах за счёт углерода нефти и нефтепродуктов увеличивается нерастворимый углеродный остаток. В почвенном профиле идёт изменение окислительно-восстановительных условий, увеличение подвижности гумусовых компонентов и ряда микроэлементов. Гидрофобные частицы нефти и нефтепродуктов затрудняют поступление влаги к корням растений, что приводит к физиологическим изменениям последних.

Обволакивая корни растений, тяжёлые нефти и нефтепродукты резко снижают поступление влаги, что приводит к гибели растения. Эти вещества малодоступны микроорганизмам, процесс их деструкции идёт очень медленно, иногда десятки лет.

Нефтяное загрязнение подавляет фотосинтетическую активность растений. Это сказывается прежде всего на развитии почвенных водорослей. В зависимости от дозы Н, попавшей в почву, и сохранности почвенного и растительного покрова наблюдаются различные реакции почвенных водорослей: от частичного угнетения и замены одних группировок другими до выпадения отдельных групп и полной гибели всей альгофлоры. Индикационным признаком экстремальных условий, находящихся на грани зон толерантности и резистентности, является изменение видового состава водорослей. Динамика и степень самоочищения в пределах зоны толерантности хорошо отражается численностью водорослей.

Влияние разливов нефти на основные отдельные виды растений может продолжаться от нескольких недель до 5 лет в зависимости от типа нефти; обстоятельств разлива и видов, которые пострадали. Работа по механической очистке сырых мест может увеличить восстановительный период на 25%-50%. Например, для полного восстановления мангрового леса потребуется 10-15 лет.

Водные растения в толще воды большого объема возвращаются к первоначальному (до разлива нефти) состоянию быстрее, чем это происходит с растениями в меньших водоемах.

Роль микробов при загрязнении нефтью привело к огромному количеству исследований на этих организмах. Изучение в экспериментальных экосистемах, полевых испытаниях проводились с целью определить отношение микробов к углеводородам и различным условиям выбросов. В общем нефть может стимулировать или препятствовать активности микробов в зависимости от количества и типа нефти и состояния колонии микробов. Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами приводит к резкому нарушению в почвенном микробиоценозе. Комплекс почвенных микроорганизмов отвечает на нефтяное загрязнение после кратковременного ингибирования повышением своей валовой численности и усилением активности. Прежде всего, это относится к углеводородокисляющим микроорганизмам, количество которых резко возрастает по сравнению с незагрязнёнными почвами. Сообщество микроорганизмов почвы принимает неустойчивый характер. По мере разложения нефти и нефтепродуктов в почве общее количество микроорганизмов приближается к фоновым загрязнениям, но количество нефтеокисляющих бактерий (долго, например, в почвах южной тайги до 20-30 лет) значительно превышает те же группы в незагрязнённых почвах. Стойкие виды могут употреблять нефть как пищу.

Природные экосистемы, обладают большим потенциалом самоочищения от нефти и нефтепродуктов, в них действуют физико-химические и микробиологические процессы разрушения углеводородов нефти. Поэтому, если своевременно установить источник загрязнения, концентрация нефти и нефтепродуктов в окружающей среде будет снижаться, пока не достигнет безопасного уровня.

Подобные исследования проведены как в отношении водных экосистем, так и почв.

Попадающие в природные воды из различных источников, нефтяные загрязнения имеют тенденцию к рассеиванию и миграции. При этом в поверхностных водах состав нефтепродуктов под влиянием испарения и интенсивного протекания химического и биологического разложения претерпевает за короткий срок быстрые изменения, а в подземных водах, наоборот, процессы разрушения нефтепродуктов заторможены.

Так, согласно последним исследованиям, на сегодняшний день Мексиканский залив практически полностью оправился от понесённого ущерба 2010 г. Американские океанологи проследили за ростом рифообразующих кораллов, которые не могут жить в загрязнённой воде, и выяснили, что кораллы размножаются и растут в обычном для них ритме. Биологи же отмечают небольшое повышение средней температуры воды в Мексиканском заливе.

Важно выявить уровень содержания нефти и нефтепродуктов в экосистемах, выше которых процессы самоочищения резко замедляются и окружающая среда сама не может справиться с загрязнением и деградирует. Этот уровень можно назвать верхним допустимым уровнем, или пределом потенциала самоочищения.

Проведённые исследования позволили чётко дифференцировать территории России по потенциальной способности нефтезагрязнённых почв к самоочищению. Оказалось, что в холодных мерзлотно-тундрово-таёжных районах способность почв к самоочищению от нефти и нефтепродуктов очень низкая. Она несколько выше (средняя способность к самоочищению) в таёжно-лесных районах, а в лесостепных и степных районах степень самоочищения высокая, так же, как и в пустынных и полупустынных районах.

На основании опубликованных отечественных и зарубежных материалов можно условно принять следующие скорости самоочищения для нефтезагрязнённых почв разных природных зон при одинаковом одноразовом уровне загрязнения (5000 мг/кг) нефтью среднего состава (плотность 0,85-0,87):

- высокая – до 5 лет
- средняя – до 10 лет
- низкая – до 30 лет и больше.

Почвы, содержащие нефти и нефтепродуктов выше верхнего допустимого уровня самостоятельно не выйдут из стадии деградации и будут оказывать устойчивое негативное воздействие на контактирующие с ними компоненты окружающей природной среды. Естественно, что почвы с таким уровнем загрязнения подлежат санации и рекультивации.

В интервале загрязнения между нижним и верхним допустимыми уровнями негативные процессы в связи с загрязнением почв нефтью и нефтепродуктами уже ощутимы, но они не приводят к негативным необратимым изменениям в почве и окружающей среде. Растительность постепенно восстанавливается, вторичное загрязнение вод не достигает ПДК, процессы биodeградации нефтепродуктов происходят самопроизвольно. Специальных рекультивационных мероприятий не требуется. Однако время самовосстановления почв достаточно продолжительное – от 10 до 30 лет и более в зависимости от типа почв.

Особенности экологических последствий горения нефтепродуктов.

Значительное загрязнение окружающей среды, особенно атмосферы, происходит при горении нефти и нефтепродуктов. По данным немецких исследователей при горении нефти образуется больше 20 тыс. соединений. Не

все они идентифицированы, не говоря уже о количественном составе. Нефть и все нефтепродукты при горении образуют оксиды углерода, азота, серы, альдегиды, полиароматические углеводороды, сажу и др. Содержание в продуктах горения тем выше, чем больше плотность нефтепродукта. При горении мазута в атмосфере присутствуют больше сажи и полиароматических углеводородов, чем при горении нефти, керосина и бензина. Полиароматические углеводороды в продуктах горения имеют двойное происхождение в процессе горения и переходят в аэрозоль из сырой нефти. Вместе с тем, продукты горения всегда более токсичны, чем сами горючие жидкости.

Состав нефтяных фракций позволяет предположить, что при горении наиболее токсичные соединения будут образовываться у высококипящих фракций, имеющих большую плотность. Действительно, в них содержится больше серы и конденсированных полипропиленов, включая полиароматические углеводороды, многие из которых токсичны. Последние труднее пиролизуются и присутствуют в продуктах горения в виде аэрозоля.

У высококипящих нефтяных фракций выше химический недожог, на биохимическое разложение в естественных условиях расходуется большое количество кислорода. По сравнению с легкими тяжелые нефтепродукты так же более токсичны для экосистем суши и воды. Опасность загрязнения окружающей среды мазутом больше, чем сырой нефтью, так как в мазуте содержание полиароматических углеводородов в 2 раза больше, чем в нефти.

В воде и почве нефть и другие ГЖ, а также продукты горения сохраняются более длительное время, чем в воздухе, так как фотоокислительное разложение (основной вид распада большинства органических соединений) и рассеивание протекает медленнее.

При выжигании нефтяных разливов следует учитывать, что при горении сырой нефти на воде образуется много дыма: его масса достигает 11 % от количества выгоревшей нефти. Дымообразование снижается с уменьшением толщины слоя горючих жидкостей, что наблюдалось при горении на воде толуола, нефти, но концентрация полиароматических углеводородов в дыме в 20-30 раз выше, чем при горении в емкостях. Так как дым токсичен, то чем интенсивнее он рассеивается, тем безопаснее для экосистем. В связи с этим важны не только, объем дымовыделения, но и размер частиц дымового аэрозоля, а также условия тепло- и массообмена.

Присутствие газообразных продуктов горения и сажи в воздухе менее опасно, чем в почве и водных объектах, так как время нахождения токсикантов в атмосфере меньше, чем в почве и воде. Более 40 % продуктов горения находятся в воздухе относительно недолго. Так, ксилолы,

образующиеся при горении нефтепродуктов, существуют в воздухе около 15 ч, диоксиды серы - 5 дней, пропан - 7 дней. Только 25 % продуктов горения (оксиды углерода, азота и др.) имеют продолжительное время жизни в атмосфере - месяцы.

Ущерб, причиняемый при пожарах нефти и нефтепродуктов на нефтеперерабатывающих заводах, трубопроводах, в резервуарах, при аварийных выбросах горючих жидкостей на поверхность суши и водоемов, почти всегда носит локальный характер, так как количество сгоревшей нефти и нефтепродукта ограничено.

При горении же газовых и нефтяных фонтанов сгорают миллионы нефти в день, и такие пожары могут продолжаться не сутки, а месяцы. В этом случае загрязнение окружающей среды может принимать угрожающие масштабы и приводить к климатическим и биологическим катастрофам.

Показательным примером такого глобального загрязнения является горение нефтяных фонтанов в Кувейте.

По мощности газовые и газонефтяные фонтаны условно делятся на слабые с дебитом газа 500 тыс. м³/сут, средние до 1 млн. м³/сут и мощные - 1 млн. м³ и более в сутки. В нефтяных фонтанах дебит нефти составляет 200 т/сут и более. Считается, что 1 т нефти эквивалентна 1000 м³ газа. При пожарах газонефтяных фонтанов вся нефть, как правило, сгорает в воздухе, а на нефтяных фонтанах часть нефти разливается и горит на поверхности земли. Газовые фонтаны горят светло-желтым пламенем, высота факела на слабом фонтане 40-50 м, на мощном - 70-90 м. Газонефтяные и нефтяные фонтаны горят оранжевым пламенем и образуют большое количество дыма. Высота пламени на нефтяных фонтанах с небольшим дебитом - 20-30 м.

Во время Ирако-Кувейтской войны многие горящие фонтаны имели высоту более 100 м, а на одной скважине в сутки сгорало от 500 до 6000 т нефти. До этой войны нигде в мире не горело одновременно более 20 скважин. Многие скважины были взорваны. Нефть заливала устье скважин и песок. В отдельных случаях образовывались нефтяные озера глубиной до 1 м и длиной более километра. Они также горели. Согласно сообщениям официальных представителей нефтяной промышленности Кувейта, ежедневно сгорало примерно 0,8-1 млн. т нефти и выбрасывалось около 70 млн. м³ газа. В разгар войны в феврале 1991 г. по разным оценкам горело от 650 до 749 скважин.

Вследствие больших масс сгорающей нефти во время пожаров за семь месяцев войны в окружающую среду поступило большое количество вредных оксидов углерода, серы, азота, сажи, полиароматических углеводородов и т.д. Выбросы продуктов горения вызвали в регионе Персидского залива

климатические изменения, кислотные осадки, способствовали возникновению стихийных природных бедствий: ливневых дождей, селей и наводнений в Египте и т.д.

В целом объем продуктов горения, ежедневно поступавших в воздух (без учета азота), составлял около 2,5-10⁹ м³. В течение суток количество сажи, выделявшейся при горении, могло, по нашим расчетам, достигать сотен тысяч тонн, так как считается, что в сажу переходит около 11- 15 % углерода сгоревшей нефти. Пятна сажи появились на снежном покрове Гималаев.

На более близком расстоянии от пожарищ, в Бахрейне, островном государстве, расположенном у побережья Саудовской Аравии, во время войны небо покрывали темные облака дыма, и в мае была самая низкая за 35 лет температура воздуха. Климатические изменения, связанные с распространением дымового облака, привели к понижению температуры в 1991 г. в непосредственной близости от зоны пожаров (в Кувейте в среднем на 4-5 °С, иногда на 10 °С, в Бахрейне - на 1,5 °С), повышению температуры в районах, удаленных от зоны пожаров (Египет, Средняя Азия), а также отклонениям температуры воздуха в течение 1-3 лет от среднегодовых значений в Индии, Пакистане, Ираке, Иране.

Горение нефтяных скважин в Кувейте увеличивало выбросы «кислых» газов на Планете ежедневно в среднем на 10 %, что естественно должно было отразиться на атмосферных процессах. Выбросы диоксида серы вызывали кислотные дожди на удалении около 1200 миль от горевших скважин. Климатические изменения от действия атмосферных загрязнителей не приняли глобальных масштабов только потому, что из-за низкой начальной скорости дымовой аэрозоль не поднимался выше нижней атмосферы (тропосферы). Вместе с тем последствия социального и природно-климатического характера в результате пожаров в Кувейте имели место в ряде стран, в том числе далеко от Кувейта. Похолодание в регионах, находящихся в непосредственной близости к очагам горения, объясняется преобладающим действием на климатические изменения дымового аэрозоля, а потепление в дальних зонах - действием диоксида углерода, усиливающим парниковый эффект. Облачность и дымовой аэрозоль привели к уменьшению видимости в самом Кувейте настолько, что даже в дневное время автомашины двигались с включенными фарами.

Пожары в Кувейте вызвали стихийные бедствия: наводнения (Египет), засухи (Индия, Пакистан), песчаные бури (регион Персидского залива), кислотные осадки (Турция, Иран).

Горение нефтяных скважин в 1991 г. в Кувейте привело к увеличению в стране смертности среди населения, росту кожных, легочных и онкологических заболеваний.

Токсичные и канцерогенные вещества, попавшие в атмосферу, явились причиной заболеваний кожи, респираторных заболеваний (верхних дыхательных путей), увеличили в течение последующих трех-семи лет частоту специфических форм раковых заболеваний: дыхательных органов, кожи. Среди населения Кувейта и Ирака возросла смертность людей во всех возрастных группах, но особенно среди детей в возрасте от 1 года до 14 лет. Уменьшение солнечного света за счет задымления вызвало нехватку витаминов D и E и также способствовало некоторым заболеваниям кожи.

Ученые прогнозируют, что многомесячное горение нефти еще долго будет отражаться на здоровье людей.

Кувейтские пожары можно рассматривать как предварительную ступень «ядерной зимы». Так считает немецкий ученый К. Брюль. Война в Персидском заливе дала возможность серьезно оценить ущерб природной среде от современной войны. Уже через несколько дней после начала действий иракских войск произошел разлив кувейтской нефти в воды Персидского залива в объеме 1 млн. м³. Это самый крупный нефтяной разлив в морской среде. Для сравнения укажем, что при аварии танкера «Эксон Валдиз» в Залив Принца Уильяма вылилось 40 тыс. м³ нефти. В июне в Персидский залив продолжало поступать ежесуточно около 160 м³ нефти. Она затопила 300-мильную полосу северного побережья Саудовской Аравии.

В пустыне количество нефти, выбрасываемой в воздух и на поверхность земли из взорванных скважин, было значительно больше. За четыре дня бомбардировок Ирак взорвал большую часть из 1250 нефтяных скважин Кувейта. В результате возникли пожары почти на 700 нефтяных скважинах и были залиты нефтью огромные площади страны.

Цветущая и плодородная пустыня с богатой растительностью, в которой обитали различные виды рептилий, птиц и грызунов, превратилась в черную пустошь. Растения, покрывшиеся нефтяной пленкой, погибали, а семена под слоем сажи теряли всхожесть.

Эксперты установили, что кувейтская катастрофа сопровождалась такими явлениями:

1. Тепловое загрязнение (86 млн. кВт ежесуточно). Такое же количество тепла выделяется вследствие лесного пожара на площади 200 га.

2. Сажа от горящей нефти – 12 000 т ежесуточно.

3. Углекислый газ – 1,9 млн. тонн ежедневно (это составляет 2 % всего CO_2 , что выделяется в атмосферу Земли вследствие сжигания минерального топлива всеми странами мира).

4. SO_2 – 20 000 т ежедневно (что составляет 57 % количества SO_2 , которая ежедневно поступает из топок всех ТЭЦ США).

Сегодня можно с уверенностью говорить, что экологические последствия «Бури в пустыне» будут еще долго беспокоить человечество ростом числа онкологических заболеваний и оказывать канцерогенное и мутационное воздействия на окружающую среду.

Таким образом, к экологическим последствиям аварий на объектах нефтепереработки и нефтедобычи относятся:

Для литосферы

1. Массовая гибель почвенной мезофауны.

2. Повышается валовая численность и усиливается активность углеводородокисляющих бактерий.

3. Подавление фотосинтезирующей активности растительных организмов. В загрязненных почвах снижается активность большинства почвенных ферментов.

Процессы естественной регенерации биогеоценозов на загрязненных территориях идут очень медленно.

Для гидросферы

1. Гибель живых организмов.

2. Изменение кислородного баланса водоемов.

3. Изменение условий обитания живых организмов.

4. Изменение скорости течений.

Для атмосферы

1. Загрязнение атмосферы продуктами испарения ГЖ, продуктами их разложения, в том числе термического.

2.3. Экологические последствия использования огнетушащих составов

2.3.1. Экологические последствия использования пенных огнетушащих составов

Пена – дисперсная система, состоящая из ячеек – пузырьков воздуха, разделенных пленками жидкости, содержащий стабилизатор пены. Основными классификационными характеристиками пен является кратность, дисперсность и вязкость.

Для их получения применяются пенообразователи – концентрированные водные растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ).

В зависимости от химической природы ПАВ пенообразователи подразделяются на:

- синтетические углеводородные;
- фторсинтетические;
- протеиновые;
- фторпротеиновые.

В зависимости от применения пенообразователи согласно ГОСТ 4.99 классифицируются на пенообразователи общего и целевого назначения.

Степень опасности ПАВ для экологических систем суши и водных объектов зависит от их способности к разложению.

Использование пены при тушении пожаров приводит к отрицательным воздействиям на воду и почву. После разрушения пен в водоемы и грунтовые воды попадают ПАВ, входящие в состав пенообразователей. Действие ПАВ на воду состоит в следующем: у воды появляется вяжущий вкус, уменьшается прозрачность, увеличивается способность к пенообразованию, понижается концентрация кислорода, угнетается рост микрофлоры. ПАВ оказывают токсическое действие на водные и наземные экосистемы.

Чем дольше находятся ПАВ в водоемах, тем они опаснее, в то же время водная среда способна самоочищаться. Чем больше растворимость ПАВ, тем эффективнее самоочищаются водоемы.

Основным видом самоочищения водоемов от ПАВ является микробиологическое и химическое разложение. Биоразлагаемость является основным показателем экологической безопасности. Оптимальная температура протекания процессов биоразложения составляет 25-30 °С. Биохимическим путем ПАВ окисляются с различной скоростью.

Биоразлагаемость ПАВ – это способность молекул ПАВ подвергаться деструкции до CO_2 , мин. солей и воды.

В зависимости от способности разлагаться согласно ГОСТ Р 50595 ПО подразделяются на:

- быстро разлагаемые – менее 3 суток
- умеренно разлагаемые - 3 -10 суток
- медленно разлагаемые – 11 - 25 суток
- чрезвычайно медленно разлагаемые – 25 и выше.

По степени воздействия на организм человека пенообразователи синтетические углеводородные общего назначения относятся к 4–му классу опасности (вещества малоопасные); пенообразователи целевого назначения – к

4–му классу опасности (вещества малоопасные) или к 3–му классу опасности (вещества умеренно опасные).

Пенообразователи в концентрированном виде обладают слабыми кумулятивными свойствами, могут вызвать при контакте раздражение кожных покровов и слизистой оболочки глаз [36–38].

Рабочие растворы пенообразователей безвредны. Составы, содержащие фторированные соединения, обладают слабым кумулятивным и кожно-резорбтивным действием.

Технологический процесс производства пенообразователей должен быть механизирован, а оборудование терметизировано. Помещение, где проводится работа с продуктом, должно быть оборудовано общеобменной приточно–вытяжной вентиляцией.

Пенообразователи общего назначения используются главным образом для тушения пожаров класса А в виде раствора смачивателя, просты по составу, относятся к быстроразлагаемым и экологически безвредны.

Пенообразователи целевого назначения (созданные для определенной цели) изготавливаются как на основе синтетических углеводородных ПАВ (например, ПО-6ЦТ, ПО-6ТС-В, ПО-6ТС-М, Морпен, ПО-6ЦВУ и др.), так и на основе фторсинтетических ПАВ (Подслоный, ПО-6А3Ф, ПО-6ТФ, Меркуловский и др.) или фторпротеиновых ПАВ (Петрофили). Широкое использование пены низкой кратности из фторсодержащих пенообразователей обусловлено ее достаточной эффективностью, возможностью подать низкократную пену на большее расстояние по сравнению со среднекратной пеной, а также снижение стоимости пенообразователя за счет его разбавления. Все фторсодержащие пенообразователи являются экологически опасными.

Почти все выпускаемые в России пенообразователи, содержащие фторированные ПАВ, изготавливаются на зарубежном сырье. Проблемы экологии, связанные с применением фторсодержащих пенообразователей (их токсичность, канцерогенность), обсуждаемые в США и европейских странах, требуют решения и в России. Все фторированные поверхностно–активные вещества, входящие в состав пенообразователей, – биологически не разлагаемые продукты, которые попадают в почву и водоемы и, не подвергаясь биораспаду бактериями на очистных сооружениях, способны нанести вред окружающей среде.

Высокоэффективные фторсодержащие пенообразователи следует применять на тех объектах, где нельзя без них обойтись. Израсходованный на тушение пожара пенообразователь должен быть собран и отправлен на завод для переработки или на полигон химических отходов.

Подразделениям пожарной охраны запрещается использовать биологически «жесткие» пенообразователи ПО–6К, ПО–1, ПО–1Д.

2.3.2. Экологические последствия использования газовых огнетушащих составов

В соответствии с НПБ 88-2001 в установках газового пожаротушения могут применяться хладоны 23 (CF₃H), 125 (C₂F₅H), 218 (C₃F₈), 227ea (C₃F₇H), 318Ц (C₄F₈ц), а также CO₂, шестифтористая сера, азот, аргон и газовый состав «Инерген» (смесь газов, содержащая 52 % (об.) азота, 40 % (об.) аргона и 8 % (об.) двуокиси углерода).

По дополнительным нормам, разрабатываемым для конкретного объекта, возможно также применение других газовых огнетушащих веществ.

При определении токсичности ГОТВ необходимо учитывать следующие основные составляющие: токсичность самого вещества, токсичность продуктов его разложения.

Хладоны (галогенуглеводороды) стали применяться как средства пожаротушения в связи с развитием в 50-60-х гг. химической промышленности. Их применяют на автомобильном транспорте, в ручных и стационарных средствах тушения, в авиации, на флоте, на объектах с электронным оборудованием и т.д. Огнетушащее действие хладонов основано на их способности ингибировать химические реакции в пламени, в результате чего они обладают большей эффективностью, чем вода, пена, некоторые порошки.

Механизм огнетушащего действия заключается в торможении цепного процесса горения, что обусловлено связывающей активностью центров.

По эффективности ингибирования различные галогены в следующем порядке: F < Cl < Br < I и соотносятся как 1 : 2 : 10 : 16 (в расчете на молярные доли).

Высокая плотность хладонов в жидком и парообразном состоянии создает возможность проникновения капель непосредственно в пламя и удержания паров возле очага горения. Низкие температуры замерзания позволяют применять хладоны для тушения в условиях отрицательных температур. Малая коррозионная активность в сочетании с коротким временем создания огнетушащей концентрации делает хладоны удобными средствами пожаротушения.

Достоинства хладонов состоят и в отсутствии электропроводности, быстроте действия и способности тушить пожар без опасности повторных загораний.

При определении токсичности газовых огнетушащих составов необходимо учитывать следующие основные составляющие: токсичность самого вещества, токсичность продуктов его разложения.

Экологическая опасность хладонов связана с их токсичностью при высоких концентрациях, а продукты разложения хладонов в малых дозах очень опасны. Токсические эффекты хладонов наблюдаются при высокой концентрации. При этом токсичное действие хладонов может быть двух типов: действие на центральную нервную систему, вызывающее тремор, конвульсии, летаргию и потерю сознания, и действие на сердечно-сосудистую систему, вызывающее гипотензию, снижение частоты сердечных сокращений, снижение давления.

Продукты пиролиза хладонов обладают большей токсичностью, чем сами хладоны из-за свободных галогенов и галогенводородов, которые выделяются при температурах выше 480°. При соприкосновении с открытым пламенем, раскаленными или горячими поверхностями фторированные углеводороды разлагаются с образованием различных высокотоксичных продуктов деструкции – фтористого водорода, дифторфосгена, октафторизобутилена и др.

При этом, чем больше степень замещения в молекуле водорода фтором, тем выше термостабильность. Циклические фторированные углеводороды (хладон 318Ц) имеют гораздо меньшую термостойкость по сравнению с фторированными углеводородами с линейной молекулой.

Аналогичные процессы протекают при тушении пожара шестифтористой серой. В этом случае образуются высокотоксичный фтористый водород и пятифтористая сера.

Степень разложения фторированных углеводородов при тушении ими пожара в значительной степени зависит от его размера и времени контакта огнетушащего газа с пламенем. Поэтому для уменьшения токсичности продуктов, образующихся после тушения пожара фторированными углеводородами и элегазом, целесообразно обнаруживать пожар на более ранней стадии и снижать время подачи огнетушащего газа.

Следует отметить, что при пожарах современных горючих материалов (пластмассы и т.п.) высокотоксичные продукты деструкции могут выделяться в значительных количествах.

Первые хладоны являлись разрушителями озонового слоя.

За последние 15—20 лет количество озона в верхних слоях атмосферы на разных широтах уменьшилось целом на 3–7%. Ученые обнаружили так называемые «озоновые дыры» над Южным полюсом и в северном полушарии между 30 и 64° с.ш.

Отрицательные последствия этого явления заставили мировое сообщество предпринять ряд мер, направленных на сохранение озонового слоя. К их числу относятся исследования процессов, приводящих к разрушению озона, и мониторинг стратосферного озона. Кроме того, принят ряд правовых документов, направленных на защиту озонового слоя (Венская конвенция 1985 г. и Монреальский протокол 1987 г.). В них предусмотрено, в частности, сокращение производства, а затем и отказ от применения хладонов, в том числе и тех, которые являются эффективными средствами пожаротушения, но одновременно и активными озоноразрушающими агентами. В дальнейшем для отдельных стран, в частности России, были исключения, снимающие запрет на использование некоторых хладонов.

Разрушение озонового слоя находящегося на высоте 15-20 км галогенуглеводородами открыли в 70-х годах XX века Ш. Роулэнд, М.Молина и П. Крутцен. В 1995 г. они получили за это открытие Нобелевскую премию по химии.

Все галогенуглеводороды при нормальных условиях стабильны. При повышенных температурах или иных источниках энергетического воздействия на вещества, например УФ-излучения, их стабильность определяется энергией связи С-Х. В тропосфере при низких околоземных температурах хладоны устойчивы, и прочность связей С-Х достаточна, заметной диссоциации этих молекул не наблюдается. Вследствие этого хладоны инертны по отношению к основным компонентам воздуха и его антропогенным примесям. Этим определяется время пребывания галогенуглеводородов в атмосфере - десятки и сотни лет, способность достигать больших высот, в частности озонового слоя. Продолжительность жизни хладонов имеет большое значение, потому что они обладают большой молекулярной массой и считаются тяжелыми газами. Для их перемешивания турбулентными потоками в нижних слоях тропосферы и подъема через разрывы в тропосфере в стратосферу требуется продолжительное время. В стратосфере благодаря способности поглощать свет с определенной длиной волны хладоны диссоциируют, а затем галогенионы участвуют в разрушении озонового слоя.

Атомы брома более активно разрушают озон, чем атомы хлора. Один атом хлора способен разрушить 104, а атом брома 106 молекул озона.

К основным последствиям разрушения озонового слоя относятся:

- увеличение заболеваемости раком кожи и катарактой глаз;
- снижение урожайности сельскохозяйственных угодий и прироста лесных массивов;

- снижение производительности морей и океанов по съедобным сортам рыбы вследствие гибели планктона;
- разрушение строительных материалов;
- изменение климата и температуры земной поверхности, так как хладоны поглощают часть длинноволнового солнечного излучения в нижних слоях атмосферы и участвуют в создании «парникового эффекта». По некоторым данным «парниковый эффект» на 25 % обусловлен галогенуглеводородами.

В настоящее время успешное проведение работ по поиску и отработке производства озонобезопасных хладонов позволило выпустить на рынок озонобезопасные хладоны, разрешенные для применения в современных установках пожаротушения (23 (CF3H), 125 (C2F5H), 218 (C3F8), 227ea (C3F7H), 318Ц (C4F8ц)).

Используемые для пожаротушения азот, аргон, CO₂ и «Инерген» состоят из компонентов, входящих в состав воздуха. При тушении пожара они не разлагаются в пламени и не вступают в химические реакции с продуктами горения. Эти ГОТВ не оказывают химического воздействия на вещества и материалы, находящиеся в защищаемом помещении.

Азот и аргон нетоксичны. При их подаче в защищаемое помещение происходит снижение концентрации кислорода, что является опасным для человека.

Углекислый газ, шестифтористая сера, азот, аргон применяются для тушения методом разбавления газообразной среды помещения. Горение прекращается при снижении содержания кислорода в атмосфере до 12-15%. Это вызывает одышку, учащение пульса, ухудшений умственной деятельности, быстрое утомление. При концентрации кислорода 8% наступает коллапс, ниже 6% смерть в течение 6-8 мин. Особенность вредного воздействия CO₂ состоит в том, что он вызывает усиленную вентиляцию легких, и соответственно усиленное поступление токсичных веществ в организм. Смерть наступает при достижении концентрации CO₂ в помещении 20%.

Из азота в условиях повышенной температуры образуются оксиды азота. При попадании в кровь они образуют нитраты и нитриты, а те в свою очередь переводят гемоглобин крови в метгемоглобин, неспособный к переносу кислорода.

Газовый состав «Инерген» более безопасен для человека, чем азот и аргон. Это обусловлено присутствием небольшого количества CO₂, которое приводит к увеличению частоты дыхания человека в атмосфере, содержащей

«Инерген», и позволяет сохранить жизнедеятельность при недостатке кислорода.

2.3.3. Экологические последствия использования порошков при тушении пожаров

В зависимости от химического состава основного компонента огнетушащих порошков они предназначены для тушения пожаров классов: А, В, С, Е – на основе фосфорно-аммонийных солей; В, С, Е – на основе бикарбоната натрия; В, С, Е, Д (В, С, Д) - на основе хлорида калия.

В большинстве случаев тушение пожаров порошковыми составами происходит благодаря следующим факторам:

разбавлению горючей среды газообразными продуктами разложения порошков и самим порошком;

охлаждению зоны реакции за счет нагрева частиц порошка с последующим частичным испарением и разложением;

ингибированию химической реакции в пламени;

эффекту огнепреграждения.

Большинство огнетушащих порошков нетоксичные соединения. Однако, попадая в пламя, некоторые порошки разлагаются с образованием соединений, которые могут быть токсичны. (Могут образовываться аммиак, диоксид углерода, оксиды фосфора, азота).

По степени воздействия на человека огнетушащие порошки относятся к 3 классу опасности по ГОСТ 12.1.007-76. При попадании на слизистую оболочку носа, глаз, полости рта они вызывают незначительное раздражение, которое быстро проходит. Порошки можно применять даже для тушения горячей на людях одежды, не опасаясь вредного действия порошка на травмированную поверхность тела.

Попадание продуктов разложения в организм может вызвать раздражение и заболевание дыхательных путей. Так как большинство порошков в целом безвредно для окружающей среды, их рекомендуют использовать в качестве удобрений (на основе фосфорно-аммонийных солей и хлорида калия) или технических моющих средств (на основе бикарбоната калия).

Вопросы для самоконтроля:

1. Отличие техногенных пожаров от ландшафтных.
2. Экологическая опасность пожаров на объектах нефтедобычи и нефтепереработки.
3. Экологическая опасность пожаров на радиационно-опасных объектах.
4. Экологическая опасность пожаров на химически опасных объектах.
5. Экологическая опасность пожаров промышленных зданий.
6. Основные направления по снижению риска техногенных пожаров.
7. Экологическая опасность ЧС на химически опасных объектах.
8. Экологическая опасность ЧС на радиационно-опасных объектах.
9. Экологические последствия аварий, связанных с утечками, выбросами, разливами нефти
10. Экологические последствия военной деятельности.
11. Основные направления по снижению экологического риска техногенных аварий и катастроф.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экологические противоречия, достигшие глобального уровня, привели к осознанию того, что будущее развитие общества будет во многом зависеть от уровня экологической культуры и экологической предусмотрительности человека. Сложившаяся в мире ситуация с варварским использованием природных ресурсов, возрастающим количеством техногенных катастроф, критическая экологическая ситуация в России требует экологической грамотности от специалистов любой отрасли. В связи с этим экология как дисциплина входит в число обязательных дисциплин в ВУЗах. Особая экологическая опасность чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера настоятельно требует изучения экологии в учебных заведениях пожарно-технического профиля, где особое внимание должно уделяться экологической безопасности профессиональной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об охране окружающей среды: Закон РФ от 10.01.2002 N 7-ФЗ.
2. О пожарной безопасности: Закон РФ от 21.12.1994 N 69-ФЗ
3. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Закон РФ от 21.12.1994 N 68-ФЗ.
4. О радиационной безопасности населения: Закон РФ 09.01.1996 N 3-ФЗ (ред. от 23.07.2008)
5. ГОСТ 17.6.1.01-83 «Охрана природы. Охрана и защита лесов. Термины и определения».
6. ГОСТ Р 22.0.03-95 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения».
7. ГОСТ Р 22.1.09-99 «Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров».
8. Авиалесоохрана./Официальный сайт ФГУ «Авиалесоохрана» [электронный ресурс] <http://www.aviales.ru>
9. Башкин В.Н. Экологические риски: расчет, управление, страхование: учебное пособие./ В.Н. Башкин.- М.: Высшая школа, 2007. - 360 с.
10. Безопасность жизнедеятельности: учебник. /Под ред. проф. Э.А. Арустамова. - М.: «Дашков и К», 2009.-452с.
11. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник /С.В.Белов.-2-е изд., испр. и доп.- М.: Юрайт; 2011. - 680с.
12. Владимиров, В.А. Разливы нефти: причины последствия// Стратегии гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2014.-№ 1.
13. Воробьев, Ю.Л. Цунами: предупреждение и защита / Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов; МЧС России. – М.: , 2006. – 264 с.
14. Дорст, Ш. До того как умрет природа./Ш. Дорст - М.: Прогресс, 2008. - 415с.
15. Ермолина, М.А. Чрезвычайные меры при защите морской среды от загрязнений: Международно-правовые проблемы // Правоведение. - 2006. - № 6. - С.162-183.
16. Зейнетдинова, О.Г. Методические указания по прогнозированию и оценке химической обстановки при авариях с выбросом (проливом) АХОВ/ О.Г.Зейнетдинова, А.А. Лазарев.- Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2009. - 52с.
17. Зейнетдинова, О.Г. Регламенты работы в зоне радиоактивного заражения/ О.Г.Зейнетдинова, А.А. Лазарев, И.Ю.Шарабанова.-Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2010.-89 с.
18. Зейнетдинова, О.Г. Экологические последствия ландшафтных

пожаров./О.Г.Зейнетдинова, А.А. Лазарев. - Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2011.- 82 с.

19. Исаева, Л.К. Экология пожаров, техногенных и природных катастроф: Учеб. Пособие.- М.: Академия ГПС МВД России, 2000.- 301 с.

20. Лесные пожары на территории России: Состояние и проблемы./ Ю.Л.Воробьев, В.А.Акимов, Ю.И. Соколов. Под общ. Ред. Ю.Л.Воробьева; МЧС России.- М.: ДЭКС-ПРЕСС, 2004. – 312 с.

21. Коренева, И.Б. «Мексиканский залив. Экологические последствия разлива нефти с позиций экосистемного подхода в природопользовании».- Москва, 2010.

22. Методические рекомендации по ликвидации последствий радиационных и химических аварий /В.А. Владимиров, А.Г. Лукьянченков/- М.:ЗАО «Рекламно-издательская фирма» МТП-инвест, 2006-440с.

23. Методические указания по прогнозированию пожарной опасности в лесах по условиям погоды. - М.: Гидрометеиздат. 1975. - 15 с. Михайленко Е.М. Правовое регулирование ликвидации последствий техногенных аварий на примере разливов нефти // Административное право и процесс. - 2008. - №3. - С.44-59.

24. Михайлов, Л.А. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и социального характера и защита от них /Л.А. Михайлов, В.П.Соломин; Под ред.Л.А.Михайлова.-СПб.:Питер,2009.-235с.

25. Наследие Чернобыля: медицинские, экологические и социально-экономические последствия и рекомендации правительствам Белоруссии, Российской Федерации и Украины//Материалы Чернобыльского форума 2003-2005.

26. Питерс ,А. Разливы нефти и окружающая среда // Экология - 2006 - №4 - С.16-33.

27. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров. Методические рекомендации/ С.Н. Копылов, С.Г. Цариченко, В.А. Былинкин и др.: Москва, 2007.

28. Проблемы окружающей среды и природных ресурсов // Сборник статей №11. - М.: РАН, 2010. - 304 с.

29. Решетников, М. Психологические последствия Чернобыльской катастрофы.- СПб: Восточно-Европейский Институт психоанализа, 2014.- 40 с.

30. Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий в РСЧС. М.: ВНИИ ВНИИ ГОЧС, 1994

**ЗЕЙНЕТДИНОВА Ольга Геннадьевна
ШАРАБАНОВА Ирина Юрьевна
КОСТЫЛЕВ Дмитрий Николаевич
МОРОЗКИН Борис Сергеевич**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

**Учебное пособие по дисциплине «Экология»
по специальности 20.05.01 - «Пожарная безопасность»
по направлениям подготовки
20.03.01 – «Техносферная безопасность»
38.03.04 «Государственное и муниципальное управление»**

Подготовлено к изданию 08.06.2017 г.
Формат 60×84 1/16. Усл. печ. л. 7,0. Уч.-изд. л. 6,5. Заказ № 60
Отделение организации научных исследований
экспертно-консалтингового отдела
Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33