

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Владимирский государственный университет

О.Н. ХМАРУК

ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Учебное пособие

Владимир 2006

УДК 614.8.084

ББК 30.14

X64

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор зав. кафедрой
инженерной экологии и безопасности

Московского государственного технологического
университета «Станкин»

Л.Э. Шварцбург

Доктор технических наук, профессор
зав. кафедрой безопасности жизнедеятельности
Владимирского государственного университета

О.В. Веселов

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Владимирского государственного университета

Хмарук, О.Н.

X64

Опасные природные процессы : учеб. пособие / О. Н. Хмарук ;
Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. –
144 с. – ISBN 5-89368-640-3.

Разработано в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки дипломированных специалистов в сфере безопасности жизнедеятельности и представляет собой изложение вопросов обеспечения безопасности жизнедеятельности при возникновении опасных природных процессов.

Предназначено для студентов, изучающих дисциплину «Безопасность жизнедеятельности» и выполняющих этот раздел в дипломном проекте, и прежде всего, для студентов специальности 280201, изучающих дисциплину «Опасные природные процессы» на первом курсе.

Табл. 17. Ил. 9. Библиогр.: 5 назв.

УДК 614.8.084

ББК 30.14

ISBN 5-89368-640-3

© Владимирский государственный
университет, 2006

Оглавление

Введение.....	5
Глава 1. ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ.....	7
1.1. Характеристики и области возникновения землетрясений.....	7
1.2. Мероприятия по защите населения и территорий от землетрясений и ликвидации их последствий.....	14
Глава. 2. ИЗВЕРЖЕНИЕ ВУЛКАНОВ.....	24
2.1. Характеристики и области возникновения извержения вулканов.....	24
2.2. Профилактические мероприятия по борьбе с извержениями вулканов.....	27
Глава. 3. ЦУНАМИ.....	28
3.1. Характеристики и области возникновения цунами.....	28
3.2. Защита населения от цунами.....	30
Глава. 4. ОПАСНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ НА СУШЕ И НА МОРЕ.....	31
4.1. Наводнения.....	31
4.2. Защита от вредного воздействия вод.....	45
Глава. 5. МЕТЕООПАСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ.....	55
5.1. Ураганы и циклоны	60
5.2. Смерчи.....	68
5.3. Гроза.....	70
5.4. Сильные снегопады.....	75
5.5. Засуха.....	76
Глава. 6. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ.....	78
6.1. Оползень.....	78
6.2. Сель.....	82
6.3. Сход ледников.....	83
6.4. Обвал.....	83
6.5. Лавина.....	84

6.6. Эрозия.....	85
6.7. Пыльные бури.....	86
Глава 7. ПРИРОДНЫЕ ПОЖАРЫ.....	87
7.1. Пожар лесной.....	87
7.2. Пожар степной.....	89
7.3. Пожар торфяной.....	89
Вопросы для самоконтроля к главам 1 – 7	91
Глава 8. КОСМОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ.....	93
8.1. Виды космических воздействий на биосферу.....	93
8.2. Влияние солнечной активности на природные процессы и человека.....	94
8.3. Ионизирующая радиация Космоса.....	98
8.4. Опасность изменения физических констант Земли.....	100
8.5. Чрезвычайные ситуации, вызванные столкновением Земли с космическими телами	102
8.6. Космические воздействия на биосферу и пределы ее устойчивости.....	105
Вопросы для самоконтроля.....	108
Глава 9. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ.....	109
9.1. Понятия о природно-очаговых заболеваниях.....	109
9.2. Эпидемия.....	110
9.3. Краткая характеристика некоторых инфекционных заболеваний.....	110
9.4. Пути распространения инфекции.....	115
9.5. Профилактические мероприятия по защите населения и окружающей среды от вредного биологического воздействия	118
9.6. Массовые заболевания растений и их профилактика.....	130
9.7. Инфекционные заболевания животных и их профи- лактика.....	134
Вопросы для самоконтроля.....	137
Глава 10. СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ.....	138
Заключение.....	140
Рекомендательный библиографический список.....	142

Введение

Опасные природные процессы – стихийные бедствия (табл. 1), в силу их масштабности и распространенности сопровождающиеся нарушением условий жизнедеятельности населения и подчас огромными людскими и материальными потерями, давно находятся в центре внимания ученых, специалистов и общества в целом. Как следствие этого, при ЮНЕСКО создана специальная комиссия по их учету и анализу. В 1989 г. Генеральная ассамблея ООН приняла резолюцию № 44/236, в которой период с 1990 по 2000 гг. провозглашен Международным десятилетием по уменьшению опасности стихийных бедствий. Ныне подводятся итоги указанного десятилетия, что позволит дать заключение о глобальных тенденциях развития природных катастроф.

Согласно анализу количества катастроф за 1962 – 1992 гг., имеет место закономерный рост числа стихийных бедствий. Так, в 1990 – 1992 гг. среднее ежегодное количество катастроф выросло по отношению к 1965 – 1969 гг. в 3,2 раза. В последние годы (после 1992 г.) рост числа крупных природных катастроф продолжается. По данным страховой компании «Мюних Ре», в 1998 г. в мире их произошло 707, что в 1,3 раза больше, чем в 1990 – 1992 гг.

Среди всех стихийных бедствий, бушующих на нашей планете, наиболее значительными по своим экологическим последствиям следует считать наводнения, тропические штормы, эпидемии и землетрясения.

На планете нет ни одного региона, где бы не происходили крупные природные катастрофы. Наибольшее их число приходится на азиатский континент (39 % от общего количества), далее идут Северная и Южная Америка (25 %), Европа (14 %), Африка (12 %), Океания (10 %).

Постановлением Правительства РФ от 24. 07. 95 г. № 738 утвержден Порядок подготовки населения в области защиты от чрезвычайных ситуа-

ций (ЧС), который определяет основные задачи, формы и методы подготовки населения России в этом направлении.

Таблица 1

Основные виды стихийных бедствий

Стихийное бедствие	Основной критерий	Поражающий фактор и последствия
Землетрясение	Сила, или интенсивность, до 12 баллов	Сотрясения грунта, трещины, пожары, взрывы, разрушения, человеческие жертвы
Сель, оползень	Масса, скорость потока	Камнегрязевой поток, человеческие жертвы, уничтожение материальных ценностей
Пожар	Температура	Тепловое воздействие, жертвы, материальный ущерб
Сильный ветер (ураган, смерч)	Скорость ветра	Скоростной напор, человеческие жертвы, уничтожение материальных ценностей
Обледенение, снегопад	Количество осадков более 20 мм за 12 ч	Уровень заноса, обрывы проводов, поражение людей, человеческие жертвы
Пыльная буря	Скорость ветра	Скоростной напор, уничтожение посевов, плодородных почв
Наводнение	Подъем уровня воды	Затопление суши, разрушения, человеческие жертвы
Циклон, тайфун	Скорость ветра	Затопление суши, разрушения, человеческие жертвы
Цунами	Высота и скорость волны	Затопление суши, разрушения, человеческие жертвы

Основными задачами подготовки в области защиты от ЧС определены:

- обучение всех групп населения правилам поведения и основным способам защиты от ЧС;
- обучение приемам оказания первой медицинской помощи пострадавшим;
- ознакомление с правилами пользования коллективными и индивидуальными средствами защиты;
- подготовка учащихся образовательных учреждений и учреждений начального, среднего и высшего профессионального образования, осуществляемая в учебное время по образовательным программам защиты от чрезвычайных ситуаций.

По своему происхождению стихийные бедствия классифицируются по двум типам: эндогенные, связанные с внутренней энергией Земли (землетрясения, цунами, вулканическая деятельность), и экзогенные, обусловленные главным образом солнечной энергией и силой тяжести (наводнения, штормы, тропические штормы, оползни, засуха и др.).

Глава 1. ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

1.1. Характеристики и области возникновения землетрясений

Планета Земля представляет по форме трехосный эллипсоид со средним радиусом 6371 км. Земля состоит из нескольких различных по составу и физическим свойствам оболочек-геосфер. В центре Земли находится ядро, за ним следует мантия, затем земная кора, гидросфера и атмосфера. Верхняя граница мантии проходит на глубине от 5 до 70 км по поверхности Мохоровичича (рис. 1), нижняя – на глубине 2900 км по границе с ядром Земли. Мантия Земли делится на верхнюю толщиной около 900 км и нижнюю – около 2000 км. Верхняя мантия вместе с земной корой образуют литосферу. Температура в мантии считается равной 2000 – 2500 °С, а давление находится в пределах 1 – 130 ГН/м². Именно в мантии происходят тектонические процессы, вызывающие землетрясения. Наука, изучающая землетрясения, называется *сейсмологией*.

Землетрясения представляют собой колебания, сотрясения или смещения земной коры, вызванные глубинными тектоническими процессами, и возникают при внезапном освобождении энергии, которая долгое время накапливалась в результате тектонических процессов в относительно локализованных областях земной коры и верхней мантии. При этом происходит разрыв (разлом) горных пород, иногда на многие десятки километров.

Природа землетрясений до конца не раскрыта. Они происходят в виде серии толчков, которые включают *форшоки* (главный толчок) и *афтершоки* (последующие толчки). Число толчков и промежутки времени между ними могут быть самыми различными. Главный толчок характеризуется наибольшей силой. Продолжительность главного толчка обычно несколько секунд, но субъективно людьми толчок воспринимается как очень длительный. Согласно данным психиатров и психологов, изучавших землетрясения, афтершоки иногда производят более тяжелое психическое воздействие, чем главный толчок. У людей под воздействием афтершоков

возникало ощущение неотвратимости беды, и они, скованные страхом, бездействовали вместо того, чтобы искать безопасное место и защищаться.

Область возникновения подземного толчка (очаг землетрясения) представляет собой определенный объем в толще земли, и именно в его пределах происходит процесс высвобождения накопившейся энергии. В центре очага условно выделяется точка – *гипоцентр*, его проекция на поверхность земли называется *эпицентром*.

Глубина гипоцентра может достигать 30 км, а в отдельных случаях – до 750 км. Продолжительность колебаний грунта – 20 – 25 с (иногда до 90 с).

Важнейшими характеристиками землетрясения являются сейсмическая энергия и интенсивность землетрясения.

Сейсмическая энергия – это энергия, которая излучается из гипоцентра землетрясения в форме сейсмических волн. Она измеряется с помощью *шкалы Рихтера*, в которой за единицу измерения принимается *магнитуда*. Магнитуда соответствует десятичному логарифму максимальной амплитуды колебаний (в микронах) маятника специального прибора сейсмографа в 100 км от эпицентра землетрясения. Отметим, что максимальная энергия землетрясений за все время наблюдений за ними составила 8,9 магнитуды; таким образом, данные измерений по шкале Рихтера могут находиться в пределах от 1 до 8,9 магнитуд. За максимальный уровень магнитуды принята энергия возможного сильнейшего землетрясения, приблизительно равная 10^{18} Дж и соответствующая энергии разрыва самых прочных пород земной коры. Эта энергия в миллионы раз превышает энергию взрыва атомной бомбы.

Поскольку магнитуда характеризует выход сейсмической энергии только в эпицентре землетрясения, для более объективной оценки силы колебаний земной поверхности в точках, которые удалены от эпицентра, введено понятие *интенсивность землетрясения*. Она характеризует степень ущерба, нанесенного стихией в данном конкретном месте. Факторами, которые определяют интенсивность землетрясения, помимо собственно сейсмической энергии, являются расстояние до эпицентра, свойства грунта, качество строительства и другие.

Интенсивность землетрясения определяется с помощью 12-балльной шкалы Меркалли (табл. 2, с сокращениями). В России и странах Содруже-

ства Независимых Государств (СНГ) применяется ее модификация – шкала MSK-64.

Таблица 2

Краткая характеристика возможной интенсивности землетрясений по 12-балльной шкале Меркалли (MSK-64)¹

Балл	Краткая характеристика землетрясений
I	Отмечается только сейсмическими приборами
II	Ощущается отдельными людьми, находящимися в полном покое
III	Ощущается небольшой частью населения
IV	Легкое дребезжание и колебания предметов, посуды и оконных стекол
V	Общее сотрясение зданий, колебание мебели, трещины в оконных стеклах и штукатурке
VI	Пробуждение спящих, падение со стен картин, откалывание отдельных кусков штукатурки
VII	Трещины в стенах каменных домов, антисейсмические и деревянные постройки остаются невредимыми
VIII	Трещины на почве, сдвиг или опрокидывание памятников, сильное повреждение домов
IX	Сильное разрушение каменных домов, перекосы деревянных домов
X	Трещины в почве, иногда до метра шириной, оползни, обвалы со склонов, разрушение каменных построек, искривление железнодорожных рельсов
XI	Более широкие трещины в поверхностных слоях земли, многочисленные обвалы, совершенное разрушение каменных домов, выпячивание железнодорожных рельсов
XII	Большие изменения ландшафта, многочисленные трещины, обвалы, оползни, возникновение водопадов, подпруд на озерах, изменение течения рек, разрушение всех сооружений

¹ Магнитуду принято обозначать арабскими цифрами, а интенсивность – римскими.

Соотношение между сейсмической энергией и интенсивностью землетрясения показано в табл. 3.

Таблица 3

Соотношение между шкалой Рихтера и MSK-64

Магнитуда по Рихтеру	Интенсивность по шкале MSK-64
4,0 – 4,9	IV – V
5,0 – 5,9	VI – VII
6,0 – 6,9	VIII – IX
7,0 – 7,9	IX – X
8,0 – 8,9	XI – XII

В зависимости от интенсивности колебания грунта на поверхности землетрясения подразделяются: на слабые (I – III балла); умеренные (IV балла); сильные (V – VI баллов); очень сильные (VII баллов); разрушительные (VIII – X баллов); катастрофические (XI баллов); сильно катастрофические (XII баллов).

В табл. 4 приведены характеристики повреждений при землетрясениях.

Таблица 4

Характеристика повреждений при землетрясениях

Характеристика землетрясения	Характер повреждения строений
Слабое (до III баллов), умеренное (IV балла)	Большие трещины в стенах. Обрушение штукатурки, дымоходов, повреждение остекления
Сильное (V – VI баллов), очень сильное (VII баллов)	Трещины в наружных стенах несейсмостойких зданий, обрушение конструкций, заклинивание дверей
Разрушительное (VIII – X баллов)	Сейсмически стойкие здания получают слабые разрушения, прочие рушатся
Катастрофическое (XI – XII баллов)	Обрушение наружных конструкций и полное разрушение зданий

К большим разрушениям и жертвам приводят землетрясения в VI баллов и выше.

Большинство землетрясений происходит на глубине до 70 км, такие землетрясения называются *поверхностными*. Землетрясения, которые происходят на глубине от 70 до 300 км, называют *промежуточными*, а глубже 300 км – *глубокими*. До сих пор не было зарегистрировано ни одного землетрясения глубже 720 км.

Свыше 75 % энергии, выделенной при землетрясениях, принадлежит поверхностным и только 3 % – глубоким.

Землетрясения подразделяются на *тектонические*, *вулканические*, *обвальные*; они могут быть вызваны и падением метеоритов. Ежегодно на планете происходят сотни тысяч землетрясений (в одной Японии до 7500), из них одно катастрофическое и десять сильно разрушительных. Последние отличаются чрезвычайно высокой энергией. Подсчитано, что энергия землетрясений в высокогорной части Тибета 15 августа 1950 г. была эквивалентна энергии взрыва 100 тыс. атомных бомб. Поэтому вполне естественно, что землетрясениям принадлежат первые места по причиняемому экономическому ущербу и числу жертв.

Наиболее крупными по числу жертв были землетрясения в Китае (1556 г., 800 тыс. погибших) и в Индии (1737 г., 300 тыс. погибших). Информация о некоторых крупных землетрясениях приведена в табл. 5.

Общее число жертв от землетрясений с 1900 по 1989 гг. составляет около 1,2 млн чел. При этом наибольшее число пострадавших (82 % всех жертв) приходится на 6 стран мира: Китай – 650 тыс. чел., СССР – 135 тыс., Японию – 111 тыс., Италию – 97 тыс., Перу – 69 тыс., Иран – 67 тыс. чел. В среднем на Земле ежегодно от землетрясений гибнет около 14 тыс. человек.

Землетрясениям силой свыше 8 баллов подвержено более 20 % территории стран СНГ (бывшего Советского Союза). Это, прежде всего, горные районы Юга и Дальнего Востока: Тянь-Шань, Памир, Южная Сибирь, Камчатка и Курильские острова. В Карпатах и Горном Крыму регистрировались землетрясения в VI – VIII баллов.

Для горных районов Южной Сибири характерны землетрясения силой VI – IX баллов, причем большинство их приурочено к бассейну озера

Байкал и окружающей его рифтовой зоне. Разрушительные землетрясения наблюдались здесь в 1814, 1902, 1908, 1931, 1946 и 1959 гг.

Таблица 5

Последствия крупных землетрясений

Год, место	Число жертв, последствия
1556, Ганьсу, Китай	800 000 чел.
1737, Калькутта, Индия	300 000 чел.
1783, Калабрия, Италия	60 000 чел.
1896, Санрику, Япония	Цунами смыло в море 27 000 чел. и 1 060 зданий
1901, Ассам, Индия	На площади 23 000 км ² полные разрушения
1908, Сицилия, Италия	83 000 чел., разрушен г. Мессина
1948, Ашхабад, СССР	Погибло 27 000, ранено 55 457, больных более 7 000 чел.
1963, Скопье, Югославия	Погибло 2 000, ранено 33 853 чел., разрушена большая часть города
1965, Мехико, Мексика	Погибло 15 000, ранено 32 500 чел.
1966, Ташкент, СССР	Погибло более 100 000 чел. Сильные разрушения в центре города
1974, Пакистан	Погибло 4 700, ранено 15 000 чел.
1976, Таншань, Китай	Погибло 640 000, ранено 1 млн чел.
1978, Иран	Погибло 20 000, ранено 8 800 чел.
1980, Италия	Погибло 2 614, ранено 6 800 чел.
1988, Спитак, Армения	Полные разрушения, 25 000 чел. погибло, 31 000 чел. ранено
1999, Турция	Погибло около 16 000 чел.

Одним из сильнейших землетрясений в истории современной России стало Сахалинское (27 мая 1995 г.). Согласно официальным данным, общая площадь, которая подверглась катастрофическим сейсмическим толчкам, составила 215 тыс. км²; был полностью разрушен г. Нефтегорск, погибло около 2 тыс. чел.

При рассмотрении поражающих факторов землетрясения следует особо отметить, что основной ущерб населенным пунктам наносится вовсе не в результате воздействия первичных факторов, порожденных стихией (колебаниями грунта и образующимися в нем трещинами), а вследствие вторичных, обусловленных действием первичных. Это разрушения, пожары, наводнения и т.д.

Количество санитарных (временных) и безвозвратных потерь при землетрясениях зависит от сейсмической и геологической активности региона; конструктивных особенностей застройки; плотности населения и его полового и возрастного состава; особенностей расселения жителей населенного пункта; времени суток при возникновении землетрясения; местонахождения граждан (в зданиях или вне их) в момент толчков.

В качестве примера можно сравнить результаты землетрясений в Никарагуа (Манагуа, 1972 г., 420 тыс. жителей) и в США (Сан-Франциско, 1971 г., 7 млн жителей). Сила толчков составила соответственно 5,6 и 6,6 балла по шкале Рихтера, а продолжительность обоих землетрясений – порядка 10 с. Но если в Манагуа погибло 6 000 и было ранено 20 тыс. чел., то в Сан-Франциско погибло 60, а было ранено 2 450 чел. В Сан-Франциско землетрясение произошло рано утром (когда на дорогах мало автомобилей), и, что важно, здания города отвечали требованиям сейсмостойкости. В Манагуа землетрясение произошло на рассвете, постройки не отвечали требованиям сейсмостойкости, а территорию города пересекли 5 трещин, что вызвало разрушение 50 тыс. жилых домов (в Сан-Франциско пострадало 915 жилых зданий).

Соотношение погибших и раненых при землетрясениях в среднем составляет 1:3, а тяжело- и легко раненых примерно 1:10, причем до 70 % раненых получают травмы мягких тканей, до 21 % – переломы, до 37 % – черепно-мозговые травмы, а также травмы позвоночника (до 12 %), таза (до 8 %), грудной клетки (до 12 %). У многих пострадавших наблюдаются множественные травмы, синдром длительного сдавливания, ожоги, реактивные психозы и психоневрозы. Чаще жертвами землетрясений становятся женщины и дети. Например:

- Ашхабад (1948 г.), среди погибших – 47 % женщин, 35 % детей;
- Ташкент (1966 г.), среди санитарных потерь женщин было на 25 % больше, чем мужчин, а среди безвозвратных потерь преобладали дети в возрасте от года до 10 лет;

- Токио (1923 г.), до 65 % погибших женщин и детей имели ожоги.

Существует тесная взаимосвязь между стихийными бедствиями и техногенными катастрофами. В связи с увеличением концентрации промышленных предприятий и ростом численности городского населения такие стихийные бедствия, как землетрясения все чаще сопровождаются массовыми пожарами, взрывами, выбросами вредных газов и другими техногенными авариями.

Взаимосвязь существует и между самими стихийными бедствиями. В последние годы увеличилось число так называемых синергетических, или многоступенчатых катастроф, когда одно стихийное бедствие порождает другое, что еще более ухудшает состояние окружающей природной среды. Так, например, во время землетрясения 1976 г. в Гватемале образовалось более тысячи оползней. Извержение вулкана Эл-Руиз в Колумбии в 1985 г. явилось причиной возникновения мощного селя и т.д.

Только на основе научного прогноза и своевременного предупреждения возможно снизить экологический и экономический ущерб от стихийных бедствий.

1.2. Мероприятия по защите населения и территорий от землетрясений и ликвидации их последствий

Все необходимые мероприятия осуществляются в следующих режимах:

- 1) повседневной деятельности;
- 2) повышенной готовности;
- 3) чрезвычайной ситуации.

Мероприятия, проводимые в режиме повседневной деятельности

Они включают следующие виды деятельности: правовые мероприятия, организационные и инженерно-технические.

Правовые мероприятия в указанной системе мероприятий, осуществляемых в режиме повседневной деятельности, – важнейшие. Остановимся на них подробнее.

Вопросы обеспечения безопасности территорий и поселений, их защиты от воздействия ЧС предусмотрены в Федеральном законе от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычай-

ных ситуаций природного и техногенного характера». В Законе содержатся нормы общего характера в области защиты граждан Российской Федерации, иностранных граждан и лиц без гражданства, находящихся на территории России; всего земельного, водного, воздушного пространства в пределах страны или ее части; объектов производственного и социального назначения, а также окружающей природной среды (ОПС) от ЧС природного и техногенного характера.

Закон дает определения ряда основных понятий. Наряду с ранее рассмотренными в нем четко определяются такие важные понятия, как предупреждение ЧС и ликвидация их последствий.

Предупреждение чрезвычайных ситуаций – это комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения ЧС, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба ОПС и материальных потерь в случае их возникновения.

Ликвидация чрезвычайных ситуаций – это комплекс аварийно-спасательных и других неотложных работ, проводимый при возникновении ЧС и направленный на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба ОПС и материальных потерь, а также на локализацию зон ЧС, прекращение действия характерных для них опасных факторов.

Главные цели Закона: – предупреждение возникновения и развития чрезвычайных ситуаций; снижение размеров ущерба и потерь от чрезвычайных ситуаций; ликвидация чрезвычайных ситуаций.

В соответствии с законодательством и разрабатывается комплекс мероприятий по защите населения, территорий и ОПС от ЧС природного и техногенного характера, уменьшению их социально-экономических и экологических последствий. Такие мероприятия предусматриваются в федеральных целевых программах (ФЦП). Так, Постановлением Правительства РФ от 16 января 1995 г. № 43 утверждена ФЦП «Создание и развитие Российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях». Реализуется ФЦП «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2005 года», утвержденная Постановлением Правительства РФ от 29 сентября 1999 г. № 1098, и другие.

Постановлением Правительства РФ от 29 апреля 1995 г. № 444 (с изменениями от 24 июня 1996 г.) утвержден Порядок подготовки ежегодного государственного доклада о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Этот доклад – официальный правительственный документ, который подготавливается в целях обеспечения федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Федерации соответствующей систематизированной аналитической информацией.

Доклад служит основой для определения федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Федерации путей защиты населения и территорий от ЧС, а также для разработки мер, направленных на предупреждение, снижение масштабов последствий и ликвидацию чрезвычайных ситуаций.

В рамках *правового регулирования обеспечения сейсмологических наблюдений* Постановлением Совета Министров РФ от 25 декабря 1993 г. № 346 утверждено Положение о федеральной системе сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений. *Федеральная система сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений (ФССН)* создана в целях координации деятельности органов государственного управления РФ по обеспечению защиты населения, объектов и территорий от воздействия землетрясений и является подсистемой Российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях. Функционирование ФССН базируется на деятельности ведомственных служб министерств, ведомств, Российской академии наук и их взаимодействии, в результате чего комплексно анализируются сейсмологические и геофизические данные служб наблюдений и охранных сетей. Это позволяет осуществлять оперативный контроль за сейсмической обстановкой и обеспечить органы государственного управления РФ и заинтересованные организации информацией о возможных землетрясениях с оценкой их последствий. В круг задач ФССН входит:

- составление прогнозов землетрясений (включая прогноз землетрясений, приводящих к возникновению цунами) на основе проведения и анализа результатов сейсмологических наблюдений;
- оперативное определение места, времени и параметров происшедших землетрясений;

- оперативное обеспечение центральных органов федеральной исполнительной власти, органов исполнительной власти республик в составе РФ, краев, областей и автономных образований, территории которых расположены в сейсмоопасных районах, информацией о землетрясениях и возможных их последствиях;

- организация центрального банка данных ФССН и обеспечение межрегионального и международного обмена геофизической информацией;

- информационное обеспечение работ по сейсмическому районированию территории РФ, оценке потенциальной сейсмической опасности, сейсмостойкому строительству, а также фундаментальных и прикладных исследований, направленных на решение проблемы прогноза землетрясений;

- разработка карт сейсмического районирования территории РФ, нормативных актов по защите населения, объектов и территорий страны от воздействия землетрясений.

Координация работ по функционированию и развитию ФССН осуществляется межведомственной комиссией по сейсмическому мониторингу. Она создается совместным решением Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС), министерств, ведомств и Российской академии наук, службы которых входят в ФССН. Организация информационного взаимодействия ведомственных служб, входящих в ФССН, для решения задач комплексного анализа сейсмологических и геофизических данных в интересах обеспечения прогноза и оценки возможных последствий землетрясений осуществляется Вычислительным центром геофизической службы Российской академии наук.

Среди организационных мероприятий по защите населения и территорий от землетрясений важнейшие – планирование защиты и ликвидации возможных последствий ЧС.

Основа для осуществления таких работ – *сейсмическое районирование*, проводимое с целью выделения областей и районов, где могут произойти землетрясения. Районирование осуществляется на базе анализа сейсмических, геологических и геофизических данных и многолетних сейсмических наблюдений. В дальнейшем на специальных картах сейсми-

ческого районирования выделяются области, которым угрожают землетрясения интенсивностью VII и более баллов по шкале Рихтера. В таких районах в отношении опасных объектов предусматривается проведение специальных инженерно-технических мероприятий.

Организация постоянного контроля за сейсмической обстановкой заключается в проведении сейсмического мониторинга и прогнозировании возможных землетрясений.

Прогнозирование землетрясений – важнейшее мероприятие в системе контроля сейсмической обстановки, позволяющее своевременно принять меры к защите населения и территорий, резко снизить затраты на ликвидацию последствий землетрясений. К сожалению, из-за отсутствия надежных и относительно недорогих методик и аппаратуры точный краткосрочный (за несколько суток) и непосредственный (за несколько часов) прогноз в настоящее время проблематичен. В то же время по изменению характерных свойств поверхности Земли, а также необычному поведению некоторых живых организмов перед землетрясением (они носят название предвестников) специалисты способны составлять приблизительные прогнозы. Предвестники землетрясений:

- деформация земной коры, определяемая путем наблюдения из Космоса или съемки на поверхности Земли с помощью лазерных источников света;
- изменение отношения скоростей распространения продольных и поперечных волн накануне землетрясения;
- изменение электросопротивления горных пород, колебание уровня грунтовых вод в скважинах;
- быстрый рост частоты слабых толчков;
- повышение концентрации радона в воде и др.

Необычное поведение животных накануне землетрясения проявляется в том, в частности, что кошки покидают жилище и переносят котят на открытые участки; птицы в клетках за 10 – 15 мин до начала землетрясения начинают порхать; перед толчком слышатся необычные крики птиц; домашние животные в хлевах впадают в панику, режут и пытаются вырваться на свободу и др. Ученые предполагают наиболее вероятной причиной такого поведения животных возникновение аномалии электромагнитного поля перед землетрясением.

Ныне в России создается спутниковая система предупреждения о землетрясениях с помощью томографического зондирования атмосферы над сейсмоопасной территорией. Считают, что такая система сможет дать поэтапный прогноз землетрясения с высокой степенью точности за двое суток и за полчаса до его начала.

Обучение населения действиям в условиях землетрясения – важнейшая работа (которая, к сожалению, часто игнорируется). Ее специфика – детализация обучения правилам индивидуального и коллективного поведения в различных условиях:

- 1) подготовительные работы при отсутствии реальной угрозы;
- 2) действия при поступившем прогнозе и при внезапном землетрясении;
- 3) действия после землетрясения.

Очевидно, что главная цель обучения населения заключается в сведении до минимума числа человеческих жертв.

Обеспечение постоянной готовности системы оповещения об угрозе землетрясения и его возникновении достигается поддержанием в надлежащем порядке всех средств, включая мобильные.

Следует подчеркнуть, что, согласно Российскому законодательству, информация в области защиты населения и территорий от ЧС, включающая, в частности, сведения о прогнозируемых и возникающих ЧС, об их последствиях на соответствующих территориях, является *гласной и открытой*.

На федеральные органы государственной власти, органы государственной власти субъектов Федерации, органы местного самоуправления и администрацию организаций возложена обязанность оперативно и достоверно информировать население через средства массовой информации (СМИ) и по иным каналам о состоянии защиты населения и территорий от ЧС и принятых мерах по обеспечению их безопасности, о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях, о приемах и способах защиты населения от них.

Соккрытие, несвоевременное представление либо представление должностными лицами заведомо ложной информации в области защиты

населения и территорий от ЧС влечет за собой ответственность в соответствии с законодательством РФ.

Постоянная целенаправленная подготовка специальных формирований осуществляется с целью проведения ими аварийно-спасательных работ, поэтому формирования должны быть оснащены современной поисковой аппаратурой, специально обученными собаками (для нахождения людей под завалами) и средствами механизации. Так, акустическая аппаратура «Пеленг» и микроволновый детектор позволяют обнаружить живого человека под завалом на глубине до 10 – 15 м. Используются пневматические подушки, способные поднять на высоту около 0,5 м груз в несколько десятков тонн и освободить придавленного человека, гидравлические резак и ножницы, режущие стальную арматуру.

Инженерно-технические мероприятия предполагают:

- *строительство сейсмостойчивых зданий и сооружений и ограничение строительства потенциально опасных объектов (ПОО) в сейсмоопасных районах, где возможны землетрясения интенсивностью VII – IX баллов.* В таких случаях особо важным становится проведение тщательного и, по возможности, сплошного контроля за соблюдением строительных норм и правил, прежде всего в отношении жилых зданий. В зонах с интенсивностью прогнозируемого землетрясения более IX баллов строительство вообще не рекомендуется.

При проведении капитального ремонта ранее построенных зданий осуществляется усиление их сейсмостойкости;

- *рациональное размещение и рассредоточение объектов* при строительстве новых городов и населенных пунктов, а также реконструкции существующих (например, вывод потенциального объекта за пределы жилой зоны);

- *развитие специальной инфраструктуры сейсмоопасной территории*, обеспечивающей создание благоприятных условий для проведения аварийно-спасательных работ: строительство пожарных водоемов в населенных пунктах; прокладка достаточно широких автомагистралей (что исключает их заваливание); строительство мостов повышенной прочности и т.п.;

- *проведение инженерной паспортизации отдельных потенциально опасных объектов, населенных пунктов и городов.* Это мероприятие весьма важно, поскольку позволяет заблаговременно подготовить банк данных для оценки последствий возникших землетрясений, а также для рационального размещения надлежащих средств ликвидации последствий землетрясения на особо опасных объектах (атомной энергетики, нефтяной, химической промышленности и др.).

Мероприятия, проводимые в режиме повышенной готовности к землетрясению

Такой режим вводится на территории сразу после получения непосредственного прогноза землетрясения.

Население немедленно оповещается через СМИ (радио, телевидение) о возможности землетрясения и порядке действий в данной ситуации.

В том случае, когда компетентные органы принимают решение об упреждающей эвакуации населения, люди выводятся из зданий на ближайшие открытые площадки, которые расположены вне зон предполагаемых завалов. При невозможности такой эвакуации до населения доводят информацию, как подготовить свои жилища к вероятным толчкам (с полок снимают и ставят на пол все тяжелые предметы, кровати отодвигают от окон, высокую мебель прикрепляют к стенам, коридоры и лестничные пролеты освобождают от загромождающих вещей, обязательно создают запасы воды, продуктов питания, подготавливают аптечки).

Приводятся в готовность спасательные формирования, при этом спасатели и техника выводятся на открытые участки.

Опасные производства (особенно радиационные и химические) переводятся на аварийные режимы или вообще останавливаются. При этом персонал принимает надлежащие меры по минимизации возможного ущерба от их разрушения.

Мероприятия, проводимые в чрезвычайном режиме

Как только землетрясение началось, Комиссия по чрезвычайным ситуациям (КЧС) вводит (автоматически) режим чрезвычайной ситуации.

По возможности, сразу после прекращения сильных толчков собираются данные об обстановке в районе поражения, которые докладываются председателю КЧС. Последний принимает соответствующее решение, а органы управления незамедлительно доводят его до привлекаемых сил.

В целях организации и проведения спасательных работ зона разрушений Главаяется на районы, а сами районы – на участки работ. Назначаются руководители работ по ликвидации последствий землетрясения, которые при необходимости наделяются широкими полномочиями в пределах вверенных им участков и направлений, например в вопросах эвакуационных мероприятий.

В обязательном порядке и незамедлительно в вышестоящие органы управления передается информация с конкретными данными по землетрясению. Это необходимо в целях осуществления оперативного прогнозирования и определения размеров помощи.

При необходимости ограничивается доступ людей в зоны ЧС, привлекаются резервы материальных ресурсов (прежде всего транспорта, средств связи) организаций, расположенных в зоне, для ускорения ликвидации последствий землетрясения, а также нештатные и общественные аварийно-спасательные формирования и добровольцы из числа населения.

Следует подчеркнуть, что спасательные работы начинаются немедленно, причем всеми сохранившимися силами.

Советы специалистов: как уцелеть при землетрясении в городе

1. Не паниковать, действовать спокойно и осмотрительно.
2. При получении сигнала о приближающемся землетрясении или при первых толчках необходимо как можно дальше и быстрее удалиться от высоких зданий.
3. Если землетрясение застало на улице, отойти подальше от стен, столбов и проводов линий электропередач.
4. Если толчки застали в здании и уже нет возможности выбежать из него, следует переждать землетрясение, расположившись в проеме окон и дверей. Это дает весомый шанс не попасть под обломки потолка.
5. Остерегаться близости окон, застекленных дверей и стен, угловых комнат.
6. Если землетрясение застало дома, самое безопасное место на полу ванных комнат или под кроватью.
7. Категорически запрещается во время землетрясения пользоваться лифтом или лестничным пролетом, выходить на балкон и спускаться по пожарной лестнице или водосточной трубе.

8. После того как прекратятся толчки, немедленно покинуть здание, перед этим выключить свет, газ и воду. Не рекомендуется вновь входить в здание, поскольку возможны повторные толчки, которые могут вызвать новые разрушения.

Рекомендации по извлечению пострадавшего из-под обломков и завалов

При землетрясении большое количество людей может оказаться придавленными под обломками зданий и завалами. В таких случаях неопытные спасатели, особенно когда это касается близких и детей, стараются как можно быстрее освободить человека из-под обломков. Этого делать нельзя, так как у пострадавшего может возникнуть *синдром длительного сдавливания* и как следствие этого – смерть.

Указанный синдром возникает при сдавливании конечности в течение более 15 мин. Она резко увеличивается в объеме, отек становится плотным, исчезает рельеф мышц ног или рук, пульс у лодыжек не прощупывается.

Врачи неотложной медицинской помощи предлагают следующую последовательную схему оказания помощи на месте происшествия:

1. Обложить придавленные конечности пакетами со льдом, снегом или холодной водой (если есть возможность).
2. Провести обезболивание всеми возможными средствами, например дать 2 – 3 таблетки анальгина.
3. Предложить обильное теплое питье.
4. Сразу же после освобождения пострадавшего туго забинтовать поврежденную конечность (ногу – от пятки до паховой складки, руку – до плечевого пояса), создав тем самым своеобразный сдерживающий футляр.
5. Наложить импровизированные шины для облегчения транспортировки, причем даже при отсутствии повреждений костей.
6. Повторно приложить холод к поврежденным конечностям.
7. Продолжать давать обильное теплое питье до прибытия врачей.

Категорически запрещается:

- освобождать сдавленную конечность до наложения защитных жгутов и приема пострадавшим большого количества жидкости;
- согревать поврежденные (придавленные) конечности.

Такая методика позволила спасти от гибели или от инвалидности тысячи людей.

Глава 2. ИЗВЕРЖЕНИЕ ВУЛКАНОВ

2.1. Характеристики и области возникновения извержения вулканов

Совокупность явлений, связанных с перемещением магмы в земной коре и на ее поверхности, называется *вулканизмом*.

Магма (от греч. *магма* – густая мазь) – это расплавленная масса преимущественно силикатного состава, которая образуется в глубинных зонах Земли. Очаги магмы находятся в мантии на глубине 50 – 70 км или в глубине земной коры. Достигая земной поверхности, магма извергается в виде лавы через трещины или жерла вулканов (рис. 1).

Лава отличается от магмы отсутствием газов, улетающих при извержении.

Вулканы представляют собой геологические образования, возникающие над каналами и трещинами в земной коре, по которым извергается на земную поверхность магма. Обычно вулканы – это отдельные горы, сложенные из продуктов предшествующих извержений.

Вулканы подразделяются на *действующие*, *дремлющие* и *потухшие*.

К дремлющим относятся вулканы, об извержениях которых нет сведений, но они сохранили свою конусовидную форму и под ними происходят локальные землетрясения. Потухшие – это вулканы без какой-либо вулканической активности.

Извержения вулканов бывают длительными и кратковременными. Продукты извержения (газообразные, жидкие, твердые) выбрасываются на высоту 1 – 5 км и переносятся на большие расстояния. Концентрация вулканического пепла бывает настолько большой, что возникает темнота подобно ночной. Объем излившейся лавы достигает десятков км³.

Существует три главных типа извержений: эффузивный (гавайский), смешанный (стромболианский), экструзивный (купольный).

Всего в мире насчитывается 4 тыс. вулканов, из них действующих 540. Большинство ныне действующих вулканов расположены вдоль крупных разломов и тектонически подвижных областей, в основном на островах и берегах Тихого и Атлантического океанов: Камчатско-Курильская гряда, Гавайские острова, Центральная Америка и др. На Японских островах сосредоточено около 200 вулканов, из них примерно 80 действующих.

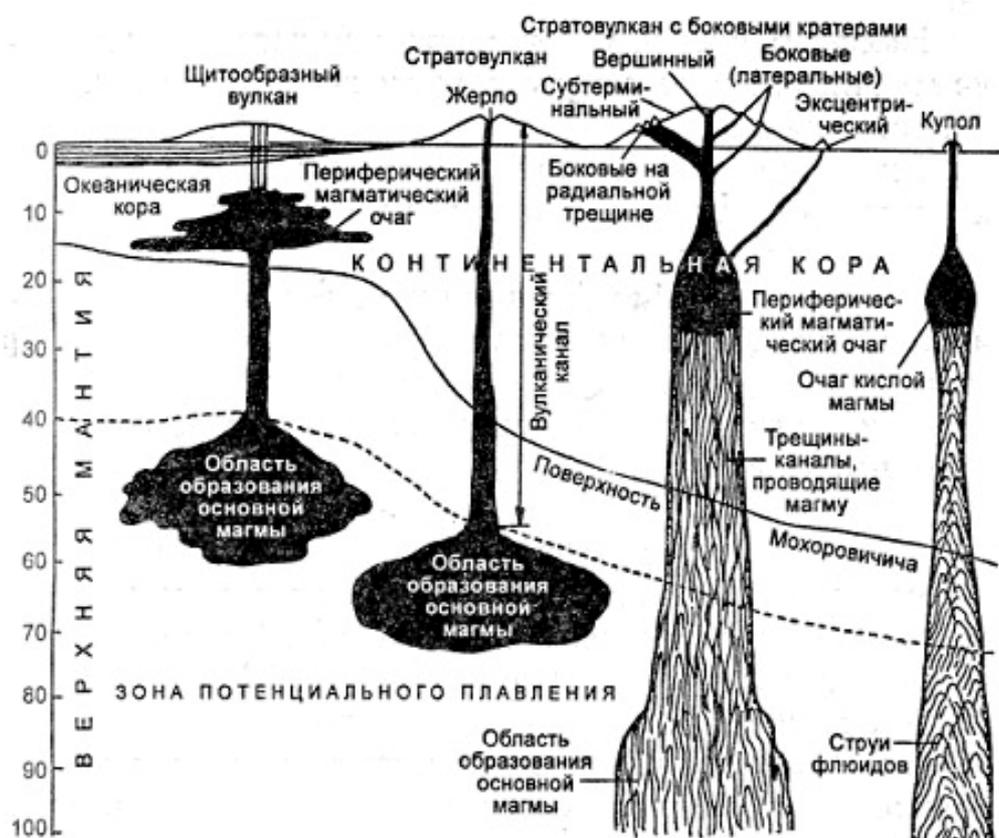


Рис. 1. Строение вулкана

Первичные поражающие факторы при извержении вулканов – ударная воздушная волна, летящие осколки (камни, деревья, части конструкций), пепел, вулканические газы (диоксид углерода, диоксид серы, водород, сероводород, иногда фтор, отравляющий источники воды), тепловое излучение, лава, движущаяся по склону со скоростью до 80 км/ч при температуре до 1000 °С и сжигающая все на своем пути.

Вторичные поражающие факторы – цунами, пожары, взрывы, завалы, наводнения, оползни. Наиболее часто люди и животные в районах извержения вулканов гибнут от травм, ожогов (часто верхних дыхательных путей), асфикции (кислородного голодания), поражения глаз. В течение

значительного промежутка времени после извержения вулкана среди населения наблюдаются повышение заболеваемости бронхиальной астмой, бронхитами, обострение ряда хронических заболеваний. В районах извержения вулканов устанавливается эпидемиологический надзор.

Около 200 млн чел. проживают в опасной близости к действующим вулканам. При их извержениях за последние 400 лет погибло свыше 300 тыс. чел. (табл. 6).

Таблица 6

Количество человеческих жертв при извержении ряда вулканов

Год, страна	Число погибших	Год, страна	Число погибших
1783, Испания	10 000	1815, Индонезия	88 000
1883, Индонезия	40 000	1902, о. Мартиника	29 000
1911, Филиппины	1 300	1919, Индонезия	5 000
1963, о. Бали, Индонезия	3 000	1985, Колумбия	23 000

Извержения вулканов происходят реже, чем землетрясения, но также становятся гигантскими катаклизмами, имеющими планетарные последствия. Взрыв вулкана на о. Санторин (Эгейское море, 1470 г. до н.э.) стал причиной упадка процветающей на Восточном Средиземноморье цивилизации. Извержение Везувия (79 г. н. э.) привело к гибели Помпеи. Толщина пепла, покрывшего этот город, достигала 8 м.

Извержение вулкана Кракатау 27 августа 1883 г. (Индонезия) явилось крупнейшей экологической катастрофой XIX в. Извержение носило взрывной характер. Взрыв уничтожил 2/3 острова, образовался гигантский подводный кратер глубиной до 300 м. Грохот извержения был слышен в Центральной Австралии на расстоянии 3600 км. Вулканический пепел (до 50 млн т) поднялся на высоту 80 км, облетел весь земной шар и держался в атмосфере несколько лет. Это привело к снижению среднегодовой температуры на Земле на 0,5 °С. Цунами, которые возникли при взрыве вулкана, произвели колоссальные разрушения на островах Ява и Суматра и погубили более 36 тыс. чел.

Однако самым сильным извержением исторического времени считается извержение вулкана Тамбора на острове Сумбава в Индонезии в 1815 г. Первоначальная высота вулкана (≈ 4000 м) после взрыва уменьшилась до 2850 м. В атмосферу было выброшено более 100 км^3 горных пород, обра-

зовался кратер размером 6×6,5 км и глубиной 700 м. В течение трех дней территория, равная Франции, на которой проживали миллионы людей, была во власти кромешной тьмы. Общее число погибших составило несколько десятков тысяч человек.

Одна из последних вулканических катастроф – извержение вулкана Аренас (Колумбия, 1985 г.). Потоки лавы способствовали образованию мощного селевого потока, который покрыл слоем многометровой грязи более 3 000 га сельхозугодий. Был уничтожен город Армеро и разрушены 17 населенных пунктов, погибло около 23 тыс. чел. Ущерб составил 212 млн долларов.

На территории России действующие вулканы (всего 38) находятся на Камчатке и Курильских островах. Наиболее известен Ключевский (4850 м) – самый высокий действующий вулкан Евразии, расположенный на востоке Камчатки. Очень активны по частоте и силе извержения вулканы Шивелуг, Безымянный, Нарымский, Ксудач.

Крупные, но потухшие вулканы находятся на Кавказе – Эльбрус (5642 м), Казбек, Арарат.

В XX в. самая крупная вулканическая катастрофа произошла в марте 1956 г. Извержение также носило взрывной характер, в результате чего была снесена вершина вулкана Безымянный и выброшено на высоту до 45 км количество пепла, превышающее 6,5 млрд м³. На расстоянии свыше 10 км толщина слоя вулканического песка и пепла достигала 0,5 м. Образовался раскаленный лавовый поток шириной в 20 – 30 м и длиной в 18 км. Раскаленный пепел покрыл около 500 км², под его покровом снег растаял, что привело к образованию грязевых потоков длиной до 90 км.

2.2. Профилактические мероприятия по борьбе с извержениями вулканов

Они состоят в изменении характера землепользования, строительстве дамб, отводящих потоки лавы, в бомбардировке лавового потока для перемешивания лавы с землей и превращения ее в менее жидкую (и соответственно малоподвижную) массу и других способах. Тем не менее, опыт борьбы с извержениями вулканов, потоками лавы, селями весьма незначителен. Практически невозможно в настоящее время точно предсказать начало извержения любого вулкана и интенсивность извержения. Уроки прошлого, которые могли бы помочь предотвратить гибель людей, снизить экологический и материальный ущерб от стихии, не учтены надлежащим образом.

Глава 3. ЦУНАМИ

3.1. Характеристики и области возникновения цунами

Цунами – это сейсмические колебания в толще воды в океане или море в виде длиннопериодных волн. Они возникают главным образом при подводных землетрясениях (90 % случаев) с относительно небольшой глубиной очага (40 – 60 км), при этом происходит быстрое смещение блоков горных пород на дне (эффект, подобный действию поршня). Вызывают цунами и извержения подводных и надводных вулканов.

Цунами возникают внезапно; при этом по поверхности цунами распространяется со скоростью 400 – 500 км/час (иногда до 1000 км/час), длина волны составляет 400 и более км, высота в открытом море – до 3 м. При приближении к берегу волна образует серию валов (3 – 7) со средней высотой 5 – 10 м. На небольших участках береговой линии, в основном в заливах типа фьордов, возникают волны, достигающие высоты 20 – 30 м. Вглубь суши цунами могут распространяться до 3 км.

Экологические последствия цунами могут быть самыми различными:

- массовая гибель и поражения людей и животных, нарушение устойчивости природных экосистем;
- разрушение и затопление прибрежных населенных пунктов волнами цунами;
- резкое ухудшение санитарной обстановки, возможное возникновение эпидемий;
- сильное психологическое воздействие на людей, тяжкие психические травмы со смертельным исходом.

Сила цунами определяется в баллах: 1 – очень слабое: побережье немного затоплено; 2 – слабое: побережье затоплено, слабые разрушения в

портах; 3 – среднее: побережье затоплено, заметны разрушения в портах; 4 – сильное: побережье затоплено, небольшие суда выброшены на берег, возможны человеческие жертвы; 5 – очень сильное: побережье затоплено, крупные суда выброшены на берег, портовые сооружения разрушены, большие человеческие жертвы.

Наибольшее количество цунами зарегистрировано в Тихом океане (в основном по периферии) – 75 %.

Далее идут:

Атлантический океан – 9 %;

Индийский океан – 3 %;

Средиземное море – 12 %;

Прочие моря – 1 %.

Начиная с VII в., отмечено около 150 цунами, в основном в Тихом океане. При этом наиболее сокрушительное цунами имело место у побережья Японии (1986 г.): погибло 27 122 чел., уничтожено 10 617 домов и 7 032 судна.

Многие большие города, расположенные в цунамиопасных районах, находятся под постоянной угрозой катастрофы. Так, столица Португалии Лиссабон в 1775 г. от совместного действия землетрясения и вызванного им цунами подверглась сильному разрушению. При этом погибла четвертая часть ее жителей – около 60 тыс. чел. В феврале 1963 г. примерно в том же районе возникло цунами, принесшее также большие разрушения, правда, без больших жертв среди населения. Экономический ущерб от цунами, поражающего густонаселенные побережья, как правило, очень велик. Так, в 1964 г. пострадал г. Кесент-Сити у берегов Калифорнии (США). Он был затоплен в полосе шириной 0,5 км, ущерб оценен в 104 млн долларов.

В России воздействию цунами подвержены только Камчатка, Курильские и Командорские острова и частично Сахалин. Здесь за последние 200 лет отмечены 14 цунами, 4 из них были катастрофическими. Последнее катастрофическое цунами произошло 5 ноября 1952 г. в районе острова Парамушир, на котором располагался город Северокурильск.

До сих пор надежной защиты от цунами не имеется. Частично защищают волнорезы, молы, насыпи, лесные полосы, гавани. Для судов в открытом море цунами не опасно.

3.2. Защита населения от цунами

Большое значение для защиты населения от цунами имеют службы предупреждения о приближении волн, которые регистрируют с опережением землетрясения береговыми сейсмографами.

Теоретически с помощью уравнений, учитывающих поле тяжести в «твердой земле», упругость гидросферы, удастся предсказать силу цунами в зависимости от глубины и характеристик очага землетрясения и определить параметры спектрального состава и интенсивности поверхностных сейсмических и гидроакустических волн, опережающих волны цунами.

Распоряжением Правительства РФ от 6 марта 1998 г. № 331-р «Об организации многостороннего сотрудничества по созданию международной системы комплексных наблюдений за предвестниками землетрясений и цунами в северной части Тихого океана» Росгидромету, Минобороны России, ФСБ России совместно с администрациями Камчатской и Сахалинской областей было поручено определить пункты установки трех автоматических станций для наблюдений за уровнем моря с аппаратурой сбора и передачи данных, поставляемых Межправительственной океанографической комиссией ЮНЕСКО и Национальной службой погоды США, в международную систему предупреждения о цунами через геостационарный искусственный спутник Земли.

Глава 4. ОПАСНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ НА СУШЕ И НА МОРЕ

Чрезвычайные ситуации гидрологического характера подразделяются на стихийные бедствия, которые вызываются:

- высоким уровнем воды (наводнением), при котором происходит затопление пониженных частей городов и населенных пунктов, посевов сельскохозяйственных культур, повреждение объектов экономики;
- низким уровнем воды, при котором нарушается судоходство, водоснабжение городов и объектов экономики, оросительных систем;
- селями (при прорыве завальных и моренных озер, угрожающих населенным пунктам, дорожным и другим сооружениям);
- оползнями, сходом ледников, снежными лавинами (при угрозе населенным пунктам, автомобильным и железным дорогам, линиям электропередачи, объектам промышленности и сельского хозяйства);
- ранним ледоставом и появлением льда на судоходных водоемах, а также ледоходом.

4.1. Наводнения

Наводнение – значительное затопление водой местности в результате подъема уровня воды в реке, озере или море, вызываемое различными причинами. Это наиболее распространенное стихийное явление. За XX в. наводнения унесли около 10 млн жизней (табл. 7).

Последствия ряда наводнений

Место катастрофы, год	Число погибших	Примечание
Россия (р. Нева), 1824	569	4 000 больных
Китай, 1887 (два случая)	3 000 000	
Россия (Темрюк), 1914	3 000	
Китай, 1931 (два случая)	6 700 000	
Нидерланды, 1953	1 795	
Германия, 1962	500	
Италия, 1963	1 996	80 раненых
Бразилия, 1967	2 000	
Португалия, 1967	450	
Индия, 1967...1979	30 000	3 плотины разрушены
Китай, 1970	200 000	Плюс циклон
Индия, 1970	300 000	Плюс циклон
Бангладеш, 1970	72 000	
Бангладеш, 1985	10 000	

Поражающими факторами наводнения являются поток воды и загрязнение гидросферы и почвы (механическое, химическое, биологическое и микробиологическое).

В качестве **критериев, характеризующих наводнение**, выступают скороподъемность, глубина, скорость движения и температура потока, площадь затопления и скоростной напор воды (динамическая нагрузка массы движущегося потока).

Площадь территории на Земном шаре, подверженная наводнениям, составляет в настоящее время около 3 млн км². На ней проживает 1 млрд чел., а ущерб от наводнений в последние годы превышает 200 млрд долларов.

Наводнения на реках

Следует отметить, что реки, вода в которых возобновляется намного быстрее, чем в любой другой составляющей гидросферы, являются быстрыми транспортерами воды. Поэтому, несмотря на сравнительно небольшой мгновенный ее запас в руслах, реки в течение года доставляют к устьям массу воды, равную $4,5 \cdot 10^{13}$ т.

Реки весьма разнообразны по своим размерам, глубинам и скоростям течения. Так, Амазонка, крупнейшая река мира, имеет длину, почти рав-

ную радиусу Земли. Количество воды, проносимое ею через поперечное сечение, в устье составляет около 200 тыс. м³/с. Амазонка собирает воду с территории 6,915 млн км², что лишь не намного меньше такого континента, как Австралия. Характеристики десяти крупнейших рек мира приведены в табл. 8.

Наводнения на реках происходят от резкого возрастания количества воды вследствие таяния снега или ледников, расположенных в их бассейнах (зимние наводнения), а также в результате выпадения обильных осадков (летне-осенние наводнения). Наводнения часто вызываются загромождением русла льдом при ледоходе (*затор*) или закупориванием русла внутренним льдом под неподвижным ледяным покровом и образованием ледяной пробки (*зажор*). Нередко наводнения возникают под действием ветров, нагоняющих воду с моря и вызывающих повышение уровня вследствие задержки в устье приносимой рекой воды. Такие наводнения называют *погонными*, они часто имеют место в дельте Невы, в Голландии, Гамбурге и других регионах планеты.

Таблица 8

Характеристики десяти крупнейших рек мира

Название	Длина, км	Площадь бассейна, млн км ²	Расход воды в устье, м ³ /с	Континент
Амазонка (с Мараньоном)	6 437	6,915	200 000	Южная Америка
Миссисипи (с Миссури)	5 971	3,268	18 000	Северная Америка
Нил	6 670	2,870	3 000	Африка
Янцзы	5 800	1,808	34 000	Азия
Обь (с Иртышом)	5 410	2,990	12 800	Азия
Хуанхэ	4 845	0,771	1 500	Азия
Меконг	4 500	0,810	14 800	Азия
Амур	4 440	1,855	10 900	Азия
Лена	4 400	2,490	16 800	Азия
Конго	4 370	3,820	41 000	Африка

При изучении такого стихийного бедствия, как наводнение, необходимо различать понятия «половодье» и «паводок».

Половодье – это ежегодно повторяющееся в один и тот же сезон, относительно длительное во времени увеличение водоносности рек, сопровождающееся повышением уровня воды.

Паводок – фаза водного режима реки, которая может многократно повторяться в различные сезоны года, характеризующаяся интенсивным, обычно кратковременным увеличением уровня воды. Паводок вызывается дождями (дождевой паводок) или снеготаянием во время оттепелей. В процессе перемещения паводка по реке образуется паводочная волна. Значительный паводок может вызвать наводнение. Особенно большой и редкий по повторяемости паводок, способный вызвать жертвы и разрушения, называется катастрофическим.

Наводнения на реках по высоте подъема воды, площади затопления и величине ущерба делят на *низкие* (малые), *высокие* (средние), *выдающиеся* (большие) и *катастрофические*.

В различных регионах Земли частота наводнений различна. Так, низкие наводнения повторяются через 5 – 10 лет, высокие – через 20 – 25 лет, выдающиеся – через 50 – 100 лет, катастрофические не чаще одного раза в 100 – 200 лет. Продолжительность наводнений составляет от нескольких до 80 – 90 дней и более, что отличает этот вид стихийных бедствий от других.

Наводнения на реках оказывают большое воздействие на жизнедеятельность человека. Люди издавна селились на берегах рек, особенно крупных. Именно с реками связано зарождение и развитие ряда великих цивилизаций. Это относится, прежде всего, к таким крупным рекам, как Нил, Тигр, Евфрат, Инд, Ганг, Янцзы и Хуанхэ; на их берегах возникли государства Древнего Египта, Шумера, Вавилона, Древней Индии и Китая. Однако с реками связаны и многие бедствия, вплоть до гибели целых поколений и даже древних цивилизаций, которые сохраняются в памяти народов в виде легенд (Всемирный потоп, гибель Атлантиды и Хараппской цивилизации на полуострове Индостан и др.).

В структуре санитарных потерь при наводнениях преобладают травмы (переломы, повреждения суставов, позвоночника, мягких тканей). Зафиксированы случаи заболеваний в результате переохлаждения (пневмония, ОРЗ, ревматизм, утяжеление течения хронических болезней), появления жертв от ожогов (из-за разлитых и загоревшихся на поверхности воды

легковоспламеняющихся горючих жидкостей (ЛВГЖ). О последствиях наводнений можно судить по данным табл. 9.

К числу стран, особенно страдающих от наводнений, относится Китай, для которого паводки являются поистине национальным бедствием.

Наиболее остро проблема наводнений стоит в бассейнах двух крупнейших рек: Янцзы (длина 5800 км, площадь бассейна 1808 тыс. км²) и Хуанхэ (длина 4845 км, площадь бассейна 771 тыс. км²).

С ростом населения, сведения лесов и развитием других видов хозяйственной деятельности человека наводнения, в том числе и разрушительные, стали происходить чаще. Так, согласно исследованиям китайских ученых, с XXI по XVI вв. до н. э. наводнения на р. Хуанхэ происходили примерно раз в 50 лет, в течение двух веков до н. э. – раз в 20 лет, в настоящее время ежегодно в среднем отмечается два наводнения. В 1998 г. в Китае было зафиксировано 13 наводнений, которые затронули всю страну. От них пострадало 240 млн чел., свыше 56 млн чел. пришлось временно эвакуировать, тысячи людей погибли.

Среди пострадавших больше всего детей, а наиболее частые последствия для населения – психоневрозы, кишечные инфекции, малярия, желтая лихорадка. Особенно велики человеческие жертвы на побережьях при ураганах и цунами, а также при разрушении плотин и дамб (более 93 % утонувших). В качестве примера можно привести последствия наводнения 1970 г. в Бангладеш: на большинстве прибрежных островов погибло все население; из 72 тыс. рыбаков в прибрежных водах погибло 46 тыс. Более половины из числа погибших составили дети до 10 лет, хотя на них приходилось лишь 30 % населения зоны бедствия. Высокой оказалась и смертность среди лиц старше 50 лет, женщин и больных.

Частыми спутниками наводнений являются крупномасштабные отравления. Из-за разрушения очистных сооружений, складов с активными химическими отравляющими веществами (АХОВ) и другими вредными веществами происходит отравление источников питьевой воды. Не исключено развитие обширных пожаров при разлинии легковоспламеняющихся горючих жидкостей (ЛВГЖ).

Об увеличении ущерба свидетельствуют и данные о наводнениях в США. Так, в начале XX в. среднегодовой ущерб от наводнений в этой

стране составлял 100 млн долл.; в 80-х гг. он превышал 4 млрд, а в последнее время в отдельные годы превышает 10 млрд долларов.

Таблица 9

Наводнения в мире в последние годы XX в.

Континент	Наводнения		Жертвы		Число временно эвакуированных		Ущерб	
	число	%	чел.	%	тыс. чел	%	млн долларов	%
<i>1997 г.</i>								
Северная Америка	11	17	485	11,2	13 090	87,4	500	5,3
Центральная и Южная Америка	7	11	100	2,3	39	0,3	—	32
Европа	10	16	174	4,0	216	1,4	3 093	5
Азия	24	39	1 492	34,3	1 228	8,2	5 910	62,2
Африка	9	14	2 080	47,8	337	2,3	—	—
Австралия и Океания	2	3	18	0,4	60	0,4	—	—
<i>Итого</i>	63	100	4 349	100	14 970	100	9 503	100
<i>1998 г.</i>								
Северная Америка	32	17	578	0,4	469	0,4	4 116	1,80
Центральная и Южная Америка	13	7	12153	7,8	79 038	67,7	3 271	1,43
Европа	20	11	285	0,2	180	0,2	1 497	0,65
Азия	81	43	10 066	6,5	35 423	30,3	21 974	96,03
Африка	27	15	102 817	65,9	1 593	1,3	85	0,04
Австралия и Океания	13	7	30 080	19,2	79	0,1	103	0,05
<i>Итого</i>	186	100	155 979	100	116 782	100	22 881	100
<i>1999 г.</i>								
Северная Америка	16	15	531	1,2	54	0,2	6033,4	21,5
Центральная и Южная Америка	12	12	30 275	68,9	1 657	5,8	2100,7	7,5
Европа	13	13	88	0,2	28	0,1	1244,6	4,4
Азия	37	36	12 494	28,5	25 441	88,4	18235,9	65,1
Африка	14	14	268	0,6	1 006	3,5	76,4	0,3
Австралия и Океания	10	10	257	0,6	594	2,0	323,4	1,2
<i>Итого</i>	102	100	43 913	100	28 780	100	28014,4	100

Из всех стран мира более всего страдает от наводнений Бангладеш, где равнинные территории, затопляемые реками (Ганг, Брахмапутра,

Мегхна и др.), составляют $\approx 80\%$ всей территории страны. Наводнения в Бангладеш стали регулярными. В это время жизнь страны полностью парализуется, людям приходится спасаться на возвышенностях, на крышах домов и даже на деревьях и оставаться там без еды и питьевой воды до тех пор, пока не придет помощь. С 1950 по 1988 гг. на территории Бангладеш произошло 25 сильнейших наводнений. В 1970 г. от наводнения погибло 300 тыс. чел. Внимание всего мира привлекли к себе наводнения 1987 и 1988 гг. По официальной оценке в 1988 г. было затоплено более половины (82 тыс. км^2) территории страны ($144,8 \text{ тыс. км}^2$). От наводнения пострадало 7,2 млн домов, погибло 2 379 чел., 172 тыс. голов крупного рогатого скота, было безвозвратно утрачено 2 млн т риса и затоплено 3 000 км магистральных и 10 тыс. км сельских дорог, 898 мостов и подземных трубопроводов, 1 300 км железных дорог и 270 железнодорожных мостов. Пострадали 1 990 км противопаводковых дамб, 283 км оросительных каналов, 18 электростанций, 2 000 км линий электропередачи, более 1 000 промышленных предприятий, 1 400 больниц, 19 тыс. школ.

Страдают от наводнений и отдельные страны Европы. Огромный ущерб и большое количество жертв, вызываемых наводнениями, связаны с большой площадью их распространения. В 1937 г. во время наводнения на Миссисипи в США угрожающее положение возникло в полосе протяженностью 2 500 и шириной 160 км. Непосредственному затоплению подверглись 72 тыс. км^2 . Немногим меньше по площади было наводнение в 1973 г. в Пакистане. От переполнения Инда и его притоков осадками, выпавшими в их верховьях, была затоплена территория площадью 50 тыс. км^2 , составлявшая основной сельскохозяйственный район страны. Наиболее крупный разлив речных вод (300 тыс. км^2) зафиксирован в 1931 г. в Китае в результате катастрофического паводка на Янцзы.

Отмечено, что в промышленно развитых странах наводнения, как правило, сопровождаются меньшим числом жертв, однако материальный ущерб от них весьма значителен, иногда даже от небольших наводнений. Примером может служить паводок на небольшой итальянской реке Арно в 1966 г. В результате сильных осадков в бассейне этой реки были переполнены два противопаводковых водохранилища, из-за чего вода была срочно спущена. В результате этого произошло катастрофическое наводнение во Флоренции. Был нанесен огромный ущерб многим зданиям горо-

да, сокровищам архитектуры, повреждены и испорчены многие редкие картины, книги, исторические документы.

В Российской Федерации от наводнений, в первую очередь, страдают низменные районы центральной части европейской территории, Южного Урала, Юго-Западной Сибири, Поволжье, Северный Кавказ и др. Общая площадь затоплений в разные годы колеблется от 50 до 400 тыс. км². Катастрофическое наводнение случилось летом 2002 г. на Северном Кавказе. Тогда погибли сотни людей, были разрушены десятки тысяч домов, экономический ущерб составил многие миллиарды рублей.

Крупные летние и осенние половодья имеют место после сильных продолжительных муссонных дождей в бассейнах Амура, Зеи и других рек Дальнего Востока, при этом катастрофические паводки повторяются здесь примерно раз в 7 лет.

Остановимся подробнее на заторах и зажорах льда на реках, которые часто являются причиной наводнений в России.

Затор – это скопление льда в русле, которое ограничивает нормальное течение реки и способствует подъему воды и ее разливу. Затор образуется обычно в конце зимы и в весенний период при вскрытии рек во время разрушения ледяного покрова.

Главная причина образования затора – задержка процесса вскрытия льда на тех реках, где кромка ледяного покрова весной смещается сверху вниз по течению. Движущийся сверху раздробленный лед встречает на пути еще не нарушенный ледяной покров. Последовательность вскрытия реки сверху вниз по течению необходимое, но недостаточное условие возникновения затора льда. Он создается только тогда, когда поверхностная скорость течения воды при вскрытии значительна (0,6 – 0,8 м/с и более). Различные препятствия, например крутые повороты, сужения, острова, изменение уклона поверхности от большего к меньшему, усиливают процесс.

Зажор – явление, сходное с затором льда. Однако, во-первых, зажор состоит из скопления рыхлого льда (шуга, небольшие льдинки), тогда как затор есть скопление крупных и, в меньшей степени, небольших льдин. Во-вторых, зажор льда наблюдается в начале зимы, в то время как затор – в конце зимы и весной.

Зажоры возникают на реках в период формирования ледяного покрова. Необходимым условием образования является возникновение в русле внутриводного льда и его вовлечение под кромку ледяного покрова. Опре-

деляющее значение имеет поверхностная скорость течения (более 0,4 м/с), а также температура воздуха в период замерзания. Зажоры образуются на островах, отмелях, валунах, крутых поворотах, в местах сужения русла.

Мощность является главным критерием при классификации заторов или зажоров. Они подразделяются на катастрофически мощные, сильные, средние и слабые. Катастрофически мощный затор или зазор определяется так: к рассчитанному максимальному уровню весеннего половодья добавляются 5 м и более; для сильных – от 3 до 5 м, средних – 3 м и меньше. При слабых заторах и зазорах в величины наивысших уровней воды весеннего половодья поправки не вводятся.

Данные о наибольших заторных и зазорных подъемах воды на реках РФ приведены в табл. 10.

Таблица 10

Наибольшие заторные и зазорные подъемы воды в реках России

Название реки	Подъем, м	Название реки	Подъем, м
Заторные подъемы		Зажорные подъемы	
Воронеж	4 – 6	—	—
Сясь, Великая	4,5 – 6,5	Нева, Свирь, Нарва	3 – 4
Томь, Иртыш, Енисей	7 – 10	Томь, Енисей, Ангара, Катунь	5 – 7
Нижняя Тунгуска	10 – 20	—	–
Оленек, Лена, Алдан, Витим	7,5 – 10	Мамакан	4 – 4,5
Колыма, Мамакан	5 – 7	—	—
Амур, Буряя	7 – 9	Амур, Буряя, Зея	3 – 4
Онон, Анадырь, Ула, Зея, Шилка, Аргунь	3 – 4	—	–
Тым, Поронай	2 – 3,5	Тым, Тумнин	2 – 3

Затор льда – явление кратковременное. Высокий уровень держится обычно от 0,5 до 1,5 сут. Бывали случаи и более длительного стояния, но они всегда связаны с похолоданием и сокращением стока воды. Период подъема зазорного уровня более длительный, до 3 сут. Спад уровня обычно происходит за 10 – 15 сут.

Непосредственная опасность этих явлений заключается в резком подъеме воды и в значительных пределах. Она выходит из берегов и затопляет прилегающую местность, кроме того, опасность представляют и навалы льда на берегах (иногда высотой до 15 м), которые часто разрушают прибрежные сооружения.

Зажоры вызывают более тяжелые последствия, так как они происходят в начале, а иногда и в середине зимы и могут длиться до 1,5 месяцев. Разлившаяся вода замерзает на полях и в других местах, усложняя тем самым ликвидацию последствий такого стихийного бедствия.

Мощные и частые заторы льда бывают на реках, текущих с юга на север, вскрытие которых происходит сверху вниз по течению, например Северная Двина, Печора, Лена, Енисей, Иртыш.

По частоте зажорных наводнений и величине подъема воды первенство принадлежит двум самым крупным озерным рекам – Ангаре и Неве. *Нагон* – это подъем уровня воды, вызванный воздействием ветра на водную поверхность, что случается в морских устьях крупных рек, а также на больших озерах и водохранилищах.

Ветровой нагон, также, как половодье, затор, зажор, является стихийным бедствием, если уровень воды настолько высоко поднимается, что происходит затопление городов и населенных пунктов, повреждение промышленных и транспортных объектов, посевов сельскохозяйственных культур.

Условием возникновения нагонов является сильный продолжительный ветер, который характерен для глубоких циклонов. Основной характеристикой, по которой можно судить о величине нагона, является нагонный подъем уровня воды, обычно выражающийся в метрах. Другими величинами служат глубина распространения нагонной волны, площадь и продолжительность затопления.

На величину нагонного уровня влияют скорость и направление ветра. Для морских устьев рек общее – это совпадение нагона по времени с приливом или отливом. Соответственно уровень повысится или понизится. Чем меньше уклон водной поверхности и больше глубина реки, тем на

большее расстояние распространяется нагонная волна. Вот почему на крупных реках с малым уклоном волна распространяется на значительно большие расстояния, чем на малых.

Город Гамбург, который отстоит на 100 км от устья р. Эльбы, периодически затопляется в результате штормовых нагонов в Северном море. Так, в 1981 г. подъем воды составил 5,8 м. Катастрофические подъемы воды в р. Темзе происходили многократно за все время существования Лондона, сопровождаясь человеческими жертвами. Острова дельты р. Невы, на которых был основан Санкт-Петербург, с 1703 г. более 260 раз заливались водой. Нагонные наводнения наблюдались здесь в 1824 и в 1924 гг.

Нагонные наводнения нередко охватывают большие территории. Продолжительность затопления обычно колеблется от нескольких десятков часов до нескольких суток. Чем крупнее водоем и меньше его глубина, тем больших размеров достигают нагоны.

Величины подъема уровня при нагонах с повторяемостью примерно один раз в 15 – 20 лет следующие: на озерах Сегозеро, Сайма, Байкал – 0,20 – 0,25 м; Белое, Чудское, Ильмень – 0,5 – 0,6 м; Онежское – 0,7 – 1,0 м; Азовское море – 1,0 – 1,5 м; Каспийское море – 2,0 – 2,5 м. А в 1952 г. в районах Каспийское, Махачкала, Сулак вода поднималась до 4,5 м.

По величине подъема уровня, повторяемости и материальному ущербу нагонные наводнения в устье реки Невы в пределах Санкт-Петербурга занимают первое место в России. Наводнения здесь возникают во все времена года, в том числе и зимой, но самые опасные – осенние. На них приходится до 70 %, включая и катастрофические.

Иногда и при полном безветрии происходят наводнения. Причиной их становятся так называемые длинные волны, которые возникают в море под влиянием циклона (зоны пониженного давления). Такая волна со скоростью 5 – 60 км/час движется со стороны моря в Финский залив, становясь на мелководье и в сужающемся заливе более высокой, тем самым препятствуя нормальному стоку речной воды. В случае одновременного действия всех возможных факторов подъем уровня воды в дельте Невы достигает 5,5 м.

Колебания уровней морей и океанов и их последствия

Моря и океаны сыграли, как известно, важнейшую роль в развитии и процветании многих государств: Финикии, Греции, Турции, Италии, Великобритании, России, США и др. Однако морские побережья, особенно густо населенные, всегда испытывали и воздействие морской стихии.

Морские побережья периодически подвергались кратковременным затоплениям во время штормов, а также в результате развития цунами. Кроме того, прибрежные районы осушались или затоплялись из-за медленных колебаний уровня моря. Во многих густонаселенных районах Земли низменные побережья издавна подвергались катастрофическим морским наводнениям, которые имели разное происхождение. Одни из них возникали вследствие подъема морской воды во время муссонов. Вместе с юго-западными муссонами (сильнейшими воздушными течениями), следующими к берегам Индии и Пакистана, происходил резкий подъем уровня прибрежных вод и затопление побережий.

Циклонические вихри, сопровождаемые штормами, вызывали подъем воды в Северном море. В историческом прошлом здесь многократно происходило затопление современных побережий Голландии, северной Германии и Дании. Так, в 1099 г. в юго-восточной Англии и Голландии погибло 100 тыс. жителей; в 1164 г. в северо-западной Германии – 100 тыс., в 1200 г. во Фрисландии – 100 тыс.; в 1212 г. в северной Голландии – 306 тыс.; в 1412 г. во Фрисландии и Германии – 100 тыс. чел., было разрушено 72 деревни.

Изменение уровня воды в озерах

Наличие пресной воды, плодородной почвы и близость подземных вод – вот преимущества, которые получали люди, расселяясь по берегам озер. Озера являлись, кроме того, удобными транспортными артериями, источниками рыбы, способствовали ведению сельского хозяйства. В то же время жизнедеятельность многих людей сильно зависела от колебаний уровня озер, сопутствующей им миграции береговой линии и, тем более, от исчезновения озер. Весьма показательным в этом отношении является китайское озеро Лобнор. В свое время по побережью этого озера проходил Великий шелковый путь. На его побережье в период с I в. до н.э. и до IV в. н.э. возникли и расцвели оазисы Лулан и Миран. Примерно в 330 г. н.э. в результате поворота питающих озеро рек, произошло высыхание водоема

Лобнор, а также дельты рек, впадающих в него. Следствием нехватки пресной воды стало засоление земель, невозможность ведения эффективного сельского хозяйства. Оазисы Лулан и Миран были занесены пришедшими в движение песками и погибли.

Напротив, быстрое повышение уровня Каспия в X – XI вв. н.э. способствовало, по одной из версий, упадку крупного прикаспийского государства – Хазарии.

Из-за изменения береговой линии, усыхания водоема или, напротив, увеличения в нем объема воды вынуждены были менять свое местоположение многие города. К таковым, например, относится г. Белозерск, который дважды менял свое местоположение (в X и XIV вв.). Ныне он располагается на южном берегу Белого моря.

Повышение уровня грунтовых вод

Важной проблемой, существенно обострившейся в последнее время, стало подтопление населенных мест и сельскохозяйственных угодий, связанное с повышением уровня грунтовых вод. По имеющимся оценкам, подтапливается до 75 % всех городов, около 9 млн га земель хозяйственного назначения. Площадь подтапливаемых земель за последние 15 лет увеличилась на 50 % .

По происхождению различают два типа подтопления: естественное, обусловленное проявлением природных процессов, и техногенное – результат хозяйственной деятельности.

Естественное подтопление является следствием паводков, разливов, нагонов воды. В результате этого происходит ряд негативных процессов:

- недопустимое увлажнение, заболачивание и засоление территорий в районе подтопления;
- разрушение почв, ухудшение качества земель;
- вырождение растительности со всеми негативными последствиями для человека и животного мира;
- ухудшение санитарно-эпидемиологической обстановки на подтопленной территории;
- загрязнение подпочвенных вод тяжелыми металлами, нефтепродуктами и другими вредными химическими веществами;
- разрушение вследствие ускоренной коррозии емкостей, трубопроводов и других заглубленных конструкций;
- нарушение герметичности свалок и скотомогильников;

- загрязнение подземных и поверхностных вод – источников питьевого водоснабжения для населения;
- затопление подвалов и технических подполий, что приводит к разрушению коммуникаций, появлению грибков, комаров, сырости в жилых помещениях и, соответственно, повышению уровня заболеваемости людей;
- деформация зданий, провалы, набухание и просадка почвы с последующим обрушением сооружений.

Техногенное подтопление наиболее опасно из-за латентного (скрытого) характера, оно может способствовать возникновению и развитию опасных процессов (карстовых явлений, оползней). Его провоцирует необдуманная хозяйственная деятельность:

- чрезмерное орошение сельскохозяйственных земель;
- утечка из водонесущих коммуникаций, емкостей, водоемов и технологических накопителей воды;
- нарушение естественных условий поверхностного стока воды, что часто имеет место при развитии городского хозяйства, особенно ливневой канализации;
- ликвидация естественных систем дренажа, разрушение путей движения грунтовых вод заглубленными конструкциями, экранирование испаряющей поверхности территории непроницаемыми покрытиями;
- подпор грунтовых вод за счет подъема уровня воды в водохранилищах.

Подтопление неизбежно происходит при устройстве водохранилищ, наливных прудов, на реках при строительстве гидротехнических сооружений. Длительное подтопление отрицательно сказывается на плодородии почв, а при сильной степени его (0 – 0,3 м от поверхности) урожай полностью гибнет.

Для устранения подтопления по границе территории устраивают осушительные системы с механическим водоподъемом или, если позволяет рельеф местности, самотечные. Регулирование уровня грунтовых вод осуществляют с помощью горизонтального дренажа, вертикального дренажа, подпорных сооружений на водотоках и т.д.

Горизонтальный дренаж – система закрытых искусственных водотоков (труб), расположенных на небольшой глубине параллельно поверхности земли с определенным уклоном для сбора и отвода за пределы осушаемых территорий избыточных почвенно-грунтовых вод.

Вертикальный дренаж – вид дренажа, позволяющий с помощью дренажных скважин управлять водным режимом почвы. Он представляет собой линейную систему скважин, в которых при помощи всасывающей или сифонной системы поддерживается заданный уровень воды.

Зоны разрушений большой протяженности целесообразно осушать продольным дренажем в виде лотка, тубы, канавы или галереи, уложенных с уклоном в сторону сбросного канала или насосной станции.

Ранний ледостав – образование на поверхности водоема или водотока (реки, канала) неподвижного льда. На замерзание, кроме температуры, значительное влияние оказывают водность реки, скорость течения воды, ширина, глубина и извилистость русла.

Наращение льда идет с нижней поверхности. Наиболее интенсивный прирост происходит в первые 2 – 3 декады после установления устойчивого ледостава. В период оттепелей прирост происходит за счет таяния и смерзания снежного покрова. При ледоставе максимальный прирост льда достигает 1 – 3 см/сут., толщина льда изменяется от 21 до 63 см, максимальная толщина на отдельных водотоках – 100 – 120 см.

В период оттепелей случается временное вскрытие рек и озер, а в суровые зимы и при засушливой осени – промерзание.

Ледоход – движение льдин и ледяных полей на реках и водохранилищах под влиянием течений. Различают осенний и весенний ледоход. При осеннем ледоходе *шуга* (всплывший на поверхность водный лед), *сало* (мелкий лед или пропитанный водой снег на поверхности воды перед ледоставом), *снежница* (талая вода на поверхности льда) и оторвавшиеся *забереги* образуют льдины. С наступлением весеннего ледохода движутся льдины, образовавшиеся в результате разрушения ледяного покрова. На реках ледоходы сопровождаются заторами, они могут нанести серьезные повреждения гидротехническим сооружениям. Для избежания этого сооружают ледорезы, ледосбросы, шугосбросы. Весной при необходимости ледяной покров разрушают взрывами.

4.2. Защита от вредного воздействия вод

В настоящее время единой общепринятой концепции защиты от наводнений паводкоопасных территорий в стране не имеется. Ее разработка является одной из приоритетных задач государства, поскольку наводнения

ежегодно наносят ущерб, исчисляемый миллиардами рублей. Угроза наводнений на территории России существует более чем в 40 городах и нескольких тысячах других населенных пунктах.

Защита населения и территорий от наводнений, как и от землетрясений (см. разд. 1), проводится в трех режимах:

- 1) повседневной деятельности;
- 2) повышенной готовности;
- 3) чрезвычайном.

Мероприятия, проводимые в режиме повседневной деятельности

Под *правовыми мероприятиями* понимается соблюдение должностными лицами положений основных документов в области защиты населения и территорий применительно к наводнениям, а также ряда специальных документов таких, как, например Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» и других.

Ряд вопросов по предупреждению и ликвидации вредного воздействия вод урегулирован в ст. 117 Водного кодекса РФ. Так, федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов РФ (краев, областей) и водопользователи обязаны принимать меры для предупреждения и ликвидации последствий вредного воздействия вод: наводнения, затопления и подтопления; разрушения берегов, плотин, дамб и других сооружений; заболачивания и засоления земель; эрозии почв, образования оврагов, оползней, селевых потоков и других явлений. В целях предупреждения и ликвидации последствий вредного воздействия вод Правительство РФ или органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации создают специальные комиссии, решения которых (в пределах их полномочий) являются обязательными для всех граждан и юридических лиц.

Все водопользователи в случае стихийных бедствий и аварий на водных объектах обязаны принимать участие в проведении мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий вредного воздействия вод. Такие мероприятия проводятся по согласованию со специально уполномо-

ственным государственным органом управления использованием и охраной водного фонда и с органами местного самоуправления.

Организация контроля за состоянием рек и водоемов – основа системы предупреждения о надвигающемся наводнении. В первую очередь, это касается повышения эффективности условной цепочки: станции слежения за речным стоком и атмосферными осадками – прогнозные центры – потребители информации. При этом очень важен надлежащий уровень технического обеспечения этой цепочки как для сбора и обработки информации, так и для ее своевременной передачи.

Правильный прогноз позволяет определить опасный район, произвести подготовку инженерных сооружений, а в необходимых случаях осуществить эвакуацию людей. Наводнения успешно прогнозируются и соответствующие службы дают предупреждения в опасные районы, что снижает ущерб. Так, в результате заблаговременного прогноза и оперативных действий в 1954 г. в Китае был спасен от катастрофического паводка г. Ухань. В короткое время вокруг него было построено множество защитных дамб. Согласно замерам, уровень воды в окрестностях Уханя поднялся до 30 м, тем не менее дамбы устояли. Аналогично была спасена от затопления Тюмень во время случившегося в 1987 г. почти катастрофического наводнения из-за разливов рек Иртыша, Тобола и других.

В США реализована программа создания так называемых прогнозных карт наводнений в основных районах страны, а также для 26 городов, расположенных в затапливаемых поймах крупных рек.

При планировании защиты населения и территории особое внимание уделяется организации упреждающей и экстренной эвакуации из районов, где возможно наводнение, определению районов эвакуации, маршрутов движения, порядку размещения в них эвакуируемых, уточнению степени обеспеченности транспортом.

Заблаговременное создание и поддержание в готовности сил и средств для проведения спасательных работ предусматривает обязательное наличие формирований на плавсредствах, инженерных подразделений для механизации работ по укреплению гидротехнических сооружений, мобильных разведывательных подразделений на быстроходных судах. Сюда

же следует отнести и обеспечение населения надлежащим количеством спасательных средств (плотами, жилетами, сигнальными средствами).

Очень важно поддержание в постоянной готовности системы оповещения о наводнении. Надлежащее внимание следует уделять подготовке населения к действиям в условиях наводнения и, прежде всего, вопросам эвакуации различными способами из районов возможного затопления.

Инженерно-технические мероприятия весьма важны в системе защиты населения и территорий от наводнений.

Проектирование и строительство жилых районов и промышленных объектов вне мест, где прогнозируются опасные уровни паводка, проводятся с учетом норм запаса их прочности и в расчете на экстремальные условия.

Регулирование паводкового стока с помощью различных гидротехнических сооружений (плотин, дамб) – достаточно эффективное мероприятие, даже в условиях крупных наводнений. Так, протяженность береговых дамб и защитных валов для борьбы с паводками на берегах Хуанхэ и ее притоках даже в далеком прошлом достигала многих сотен километров. Ныне длина дамб, сооруженных на этой реке, составляет около 5000, а на р. Янцзы – 2700 км.

Заслуживает восхищения система инженерных сооружений, созданных для защиты от морской стихии в Голландии – относительно маленькой (41 тыс. км²) стране с населением 14 млн человек. В результате реализации плана «Дельта», который выполнялся в течение 30 лет (с 1956 по 1986 гг.), вся береговая линия от Роттердама до бельгийской границы была защищена от натиска моря. На протяжении 450 км была укреплена полоса дамб, сооружены 8 плотин и несколько искусственных островов. Основным звеном в этой системе инженерных сооружений стала плотина, перегораживающая залив вблизи устья реки Шельды. Своеобразный щит из 2 островов и 62 подъемных ворот протянулся почти на 3 км. Высота каждой ворот – около 10 м, толщина – 5 м, ширина – более 40 м, масса – около 300 т. При угрозе наводнения каждые из таких ворот с помощью гидравлических устройств закрываются, и в течение часа прекращается поступле-

ние морской воды. В остальное время все ворота открыты. Основное отличие этой дамбы от других сооружений подобного рода, в том числе и от строящейся ленинградской дамбы, состоит в количестве водопропускных ворот, обеспечивающих свободный водообмен между морем и отгороженной частью устья реки.

Помимо дамб и строительства плотин углубляются и спрямляются русла, сооружаются водосливные бассейны и специальные водохранилища для сбора паводковых вод.

Необходимы в системе инженерно-технических мероприятий работы по обеспечению устойчивости дорожных покрытий, линий связи и электропередачи в условиях возможного затопления, а также накопление резервных запасов строительных материалов для укрепления гидротехнических сооружений, строительства дамб и т.п. К примеру, миллионы мешков с песком, заблаговременно заготовленные, сыграли важную роль в борьбе с крупномасштабными наводнениями, которые имели место летом 2002 г. в ряде стран Европы.

Считается целесообразным в зонах возможных наводнений использовать нижние этажи жилых зданий только для административных целей.

Мероприятия, проводимые в режиме повышенной готовности

При введении указанного режима принимается решение на осуществление спасательных и других неотложных работ, проводится *комплекс превентивных (упреждающих) мероприятий*. Они имеют целью снижение ущерба от наводнения и сокращение времени на проведение спасательных работ.

К указанным мероприятиям относятся:

- усиление контроля за подъемом воды и уточнение прогноза масштабов наводнения;
- принятие мер к укреплению гидротехнических сооружений, строительству (при необходимости) дамб, водоотводных каналов и пр.;
- приведение в повышенную готовность к действиям спасательных формирований, оснащение их плавсредствами и другой техникой;
- оповещение населения об угрозе затопления;

- подготовка эвакуационных мероприятий, а с достижением уровнем воды опасных значений проведение упреждающей эвакуации населения;
- подготовка опасных производств к остановке процесса либо переход их на аварийные режимы работ.

Особую опасность представляют наводнения, возникающие при авариях на гидротехнических сооружениях, так как здесь действует фактор внезапности и возможен огромной силы напор *волны прорыва*, которая, достигая 10 – 15 м и более в высоту, может перемещаться со скоростью до нескольких десятков метров в секунду. Так, например, в 1963 г. в Италии в водохранилище Вайонт обрушился горный массив. В результате 25 млн т воды перелились через плотину, создав в долине р. Пьяве волну высотой 70 м, которая уничтожила 4 поселка, погибло 4400 чел. В 1994 г. в Башкирии в результате прорыва плотины Тирлянского водохранилища было снесено несколько поселков (148 домов) и погибло около 90 чел.

При угрозе прорыва плотин проводится ряд специфических мероприятий. В частности, прогнозируются границы затопления глубиной 1,5 м и более со скоростью потока более 2 м/с; определяются возвышенные участки, на которых в случае затопления могут укрыться люди (при невозможности эвакуации). Информация о таких участках обязательно доводится до населения.

Мероприятия, проводимые в чрезвычайном режиме

К таковым относятся, в первую очередь, следующие:

- 1) с началом затопления территории производится оперативная оценка сложившейся обстановки;
- 2) исходя из сделанных выводов, руководством КЧС принимается решение на проведение экстренной эвакуации населения, спасательных и других неотложных работ;
- 3) ставятся задачи соответствующим исполнителям;
- 4) население немедленно оповещается о начале подъема воды, при этом в случае прорыва плотин оповещение осуществляется на расстояние добегания волны прорыва за 6 часов;
- 5) силы и средства ликвидации последствий наводнения приводятся в полную готовность и выдвигаются на соответствующие участки работ.

Ликвидация последствий наводнения по возможности проводится немедленно, она включает:

- 1) проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- 2) локализацию зоны чрезвычайной ситуации;
- 3) мероприятия по прекращению действия опасных факторов наводнения.

Целью спасательных работ являются поиск людей на затопленной территории, оказание им необходимой помощи и эвакуация в безопасные места. Для этого привлекаются специальные формирования (в т.ч. воинские), которые оснащены вертолетами, плавсредствами, санитарные формирования, формирования механизации работ, а также охраны общественного порядка. При обнаружении небольших групп людей им сбрасываются спасательные средства, после чего пострадавших поднимают на борт и доставляют в пункт сбора.

При отсутствии плавсредств и вертолетов экстренная эвакуация с началом затопления может осуществляться по бродам, но только в достаточно теплое время года. При этом (во избежание смыва людей) высота воды на бродах должна быть не более 1 м, а скорость течения – 1,5 м/с, обязательно присутствие проводников, оснащенных веревками, спасательными поясами и т.п.

При невозможности вывода людей посуху и по бродам об их местонахождении разведгруппы сообщают в органы управления гражданской обороны и чрезвычайной ситуации (ГОЧС). Последние обязаны выслать туда надлежащим образом оснащенные спасательные отряды.

Мероприятия по *локализации района наводнения* и прекращению действия опасных факторов осуществляются силами формирования механизации работ для защиты наиболее важных элементов инфраструктуры. С этой целью строят дамбы, водоотводные каналы, перекрывают шлюзы водохранилища.

Рекомендации специалистов по действиям во время наводнения

При получении сигнала оповещения об эвакуации (начале наводнения) необходимо упаковать документы и ценные бумаги в непромокаемый пакет, забрать с собой необходимые вещи и запас продуктов на 3 дня и, выключив газ, воду и электроэнергию, закрыв плотно окна и двери, следовать на сборный эвакуационный пункт;

- при невозможности эвакуации подняться на верхний этаж здания, чердак или крышу либо на возвышенный участок местности, имея с собой предметы, пригодные для самоэвакуации (автомобильную камеру, пустые канистры, надувной матрас и т.п.), а также для обозначения местонахождения (яркий кусок ткани, фонарик);

- если вода продолжает прибывать, а скорость потока превышает 2 м/с – закрепиться за прочные предметы;

- до прибытия спасателей оставаться на месте, подавая сигналы о помощи;

- самоэвакуацию предпринимать только при непосредственной угрозе жизни, при этом, прежде чем плыть, проследить направление течения и наметить маршрут движения;

- плыть только по течению под углом к его направлению, приближаясь к намеченному пункту;

- внезапно оказавшись в воде, сбросить с себя тяжелую одежду и обувь и, используя любые плавающие предметы, экономить силы и ждать помощи.

Вопросы управления хозяйственной деятельностью в зонах риска наводнений

Поскольку инженерно-технические мероприятия по защите населения и территорий не могут обеспечить полную защиту от наводнений, следует уделить внимание и неинженерным мероприятиям. При этом последние должны быть направлены главным образом на стимулирование землепользователей организовать хозяйство в паводкоопасных зонах таким образом, чтобы в случае стихийного бедствия свести ущерб к минимуму.

Под управлением хозяйственного использования поймы подразумевается, в первую очередь, ограничение или полное запрещение таких видов

хозяйственной деятельности, в результате которых возможно провоцирование и усиление наводнений. Кроме того, обязательны мероприятия, направленные на создание условий для уменьшения максимального стока. На территориях, которые подвержены периодическим затоплениям, должны ограничиваться или полностью запрещаться *сплошная рубка* леса, проводиться лесовосстановительные работы.

При развитии земледелия необходимо использовать такие агротехнические приемы обработки земли, при которых сток с полей (в зависимости от географических условий) меньше, чем со стерни или с залежи в 20 – 30 раз. По мнению специалистов, в районах с сильно развитой эрозией следует осуществлять контурную вспашку или же вообще отказаться от пахотной обработки почвы, переходя на безотвальную.

С учетом данных прогнозирования и районирования по степени затопления следует выбирать и осуществлять такие виды хозяйственной деятельности, которым при затоплении будет нанесен наименьший ущерб (например, целесообразно ограничивать размещение капиталоемких производств и ценных объектов). В крайнем случае, если строительство защитных инженерных сооружений связано с неприемлемыми затратами средств, а прохождение (в перспективе) катастрофического паводка – с особо тяжелыми последствиями, следует рассмотреть вопрос о выводе территории из хозяйственного пользования с превращением ее в национальный парк, заповедную зону и т.п. В целях обоснования наиболее рациональных видов хозяйственной деятельности следует применять математические модели речного стока, использующие данные об обеспеченности и повторяемости паводков и половодий в различных условиях, об эффективности разных защитных мероприятий, а также критерии социально-экономических условий (состав и численность населения, структура занятости и т.д.).

Согласно мнению ряда специалистов, эффективным инструментом достижения этого может быть программа по страхованию от наводнений. Основной принцип ее состоит в следующем: в случае рационального, с точки зрения противопаводковой защиты, использования территории при прохождении наводнения выплачивается гораздо большая страховая сум-

ма, чем в случае игнорирования соответствующих законодательных постановлений и норм.

Подобная программа по страхованию от наводнений (NFIP) была принята в США еще в 1968 г. При этом страховые взносы поступают федеральному правительству, которое, в свою очередь, принимает на себя ответственность за все выплаты по страховкам и другие расходы.

Чтобы стимулировать внедрение такой программы в России, необходимо определить зоны паводковой опасности в пределах территорий области, края, республики и издать карты, на которых должны быть выделены границы возможного затопления паводками, различной обеспеченности.

Пойма должна подразделяться на зоны риска в соответствии с содержанием карты уровней страховки от наводнения. При этом выплачиваемая страховая сумма должна изменяться в зависимости от степени риска затопления, типа собственности и высотной отметки местности.

Все это можно осуществить лишь при условии создания единой системы планирования и управления противопаводковой защитой в масштабах всей страны. Необходимо создать специализированную организацию в Министерстве природных ресурсов, например, Главное управление противопаводковой защитой, которая должна координировать действия всех государственных и прочих органов, ответственных за такую защиту. В ее подчинении должны находиться все структуры с задачей прогнозирования и предупреждения о наводнениях, а также органы власти, ответственные за проведение в экстренных случаях спасательных мероприятий.

Особое внимание необходимо уделять повышению уровня знаний населения об угрозе, которую представляют собой наводнения. Для этого следует использовать средства массовой информации, издавать специальные брошюры, информационные листовки и т.д. Все государственные структуры, а также каждый житель паводкоопасных территорий должны ясно представлять себе, что им надлежит делать до начала, в период и после прекращения наводнения.

Глава 5. МЕТЕООПАСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Газовая среда вокруг Земли, вращающаяся вместе с нею, называется атмосферой.

Состав ее у поверхности Земли: 78,1 % азота, 21 % кислорода, 0,9 % аргона, в незначительных долях процента углекислый газ, водород, гелий, неон и др. газы. В нижних 20 км содержится водяной пар (3 % в тропиках, 2×10^{-5} % в Антарктиде). На высоте 20 – 25 км расположен слой озона, который предохраняет живые организмы на Земле от вредного коротковолнового излучения. Выше 100 км молекулы газов разлагаются на атомы и ионы, образуя ионосферу. В зависимости от распределения температуры атмосферу подразделяют на *тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу, экзосферу*.

Неравномерность нагревания способствует общей циркуляции атмосферы, которая влияет на погоду и климат Земли. Сила ветра у земной поверхности оценивается по шкале Бофорта (табл. 11).

Атмосферное давление распределяется неравномерно, что приводит к движению воздуха относительно Земли от высокого давления к низкому. Это движение называется ветром. Область пониженного давления в атмосфере с минимумом в центре называется циклоном.

Циклон в поперечнике достигает нескольких тысяч километров. В Северном полушарии ветры в циклоне дуют против часовой стрелки, а в Южном – по часовой. Погода при циклоне преобладает пасмурная, с сильными ветрами (рис. 2).

Антициклон – это область повышенного давления в атмосфере с максимумом в центре. Поперечник антициклона составляет несколько тысяч километров. Антициклон характеризуется системой ветров, дующих по часовой стрелке в Северном полушарии и против – в Южном, малооблачной и сухой погодой и слабыми ветрами.

В результате естественных процессов, происходящих в атмосфере, на Земле наблюдаются явления, которые представляют непосредственную опасность для человека. К таким атмосферным опасностям относятся туманы, гололед, молнии, ураганы, бури, смерчи, град, метели, торнадо, ливни и др.

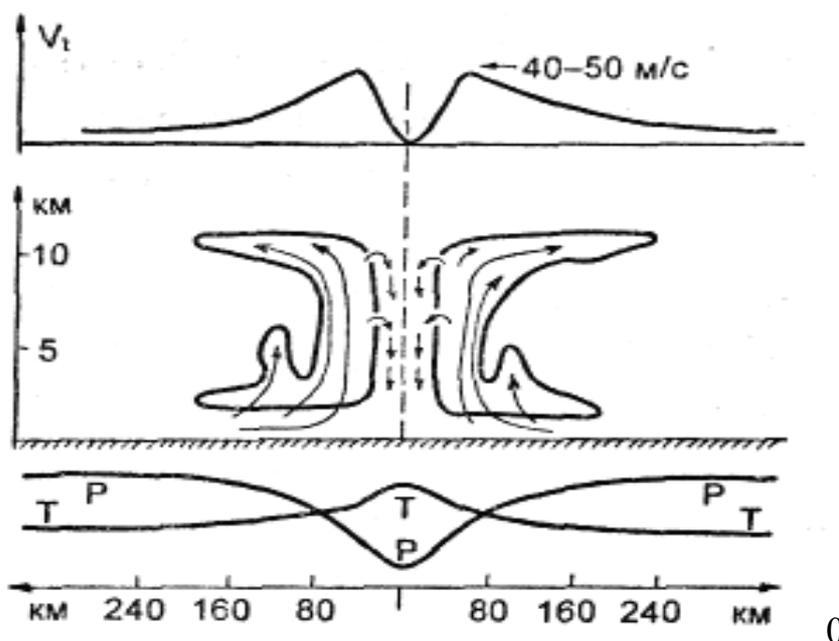


Рис. 2. Структура тропического циклона

Гололед – слой плотного льда, образующийся на поверхности земли и на предметах (проводах, конструкциях) при замерзании на них переохлажденных капель тумана или дождя.

Обычно гололед наблюдается при температурах воздуха от 0 до -3 °C, но иногда и более низких. Корка намерзшего льда может достигать толщины нескольких сантиметров. Под действием веса льда могут разрушаться конструкции, обламываться сучья. Гололед повышает опасность для движения транспорта и людей.

Туман – скопление мелких водяных капель или ледяных кристаллов, или тех и других в приземном слое атмосферы (иногда высотой в несколько сотен метров), понижающее горизонтальную видимость до 1 км и менее.

В очень плотных туманах видимость может понижаться до нескольких метров. Туманы образуются в результате конденсации или сублимации

водяного пара на аэрозольных (жидких или твердых) частицах, содержащихся в воздухе (т. н. ядрах конденсации). Туман из водяных капель наблюдается главным образом при температурах воздуха выше $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. При температуре ниже $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ преобладают ледяные туманы. Большинство капель тумана имеет радиус $5 - 15\text{ мкм}$ при положительной температуре воздуха и $2 - 5\text{ мкм}$ при отрицательной температуре. Количество капель в 1 см^3 воздуха колеблется от $50 - 100$ в слабых туманах и до $500 - 600$ в плотных. Туманы по их физическому генезису подразделяются на туманы охлаждения и туманы испарения.

По синоптическим условиям образования различают туманы внутримассовые, формирующиеся в однородных воздушных массах, и туманы фронтальные, появление которых связано с фронтами атмосферными. Преобладают туманы внутримассовые.

В большинстве случаев это туманы охлаждения, причем их делят на радиационные и адвективные. Радиационные туманы образуются над сушей при понижении температуры вследствие радиационного охлаждения земной поверхности, а от нее и воздуха. Наиболее часто они образуются в антициклонах. Адвективные туманы образуются вследствие охлаждения теплого влажного воздуха при его движении над более холодной поверхностью суши или воды. Адвективные туманы развиваются как над сушей, так и над морем, чаще всего в теплых секторах циклонов. Адвективные туманы устойчивее, чем радиационные.

Фронтальные туманы образуются вблизи атмосферных фронтов и перемещаются вместе с ними. Туманы препятствуют нормальной работе всех видов транспорта. Прогноз туманов имеет важное значение.

Град – вид атмосферных осадков, состоящих из сферических частиц или кусочков льда (градин) размером от 5 до 55 мм , встречаются градины размером 130 мм и массой около 1 кг . Плотность градин $0,5 - 0,9\text{ г/см}^3$. В 1 мин на 1 м^2 падает $500 - 1000$ градин. Продолжительность выпадения града обычно $5 - 10\text{ мин}$, очень редко – до 1 ч .

Разработаны радиологические методы определения градоносности и градоопасности облаков и созданы оперативные службы борьбы с градом. Борьба с градом основана на принципе введения с помощью ракет или снарядов в облако реагента обычно йодистого свинца или йодистого серебра, способствующего замораживанию переохлажденных капель. В ре-

зультате появляется огромное количество искусственных центров кристаллизации. Поэтому градины получаются меньших размеров и они успевают растаять еще до падения на землю.

Гром – звук в атмосфере, сопровождающий разряд молнии. Вызывается колебаниями воздуха под влиянием мгновенного повышения давления на пути молнии.

Молния – это гигантский электрический искровой разряд в атмосфере, проявляющийся обычно яркой вспышкой света и сопровождающим ее громом.

Наиболее часто молнии возникают в кучево-дождевых облаках. В раскрытие природы молнии внесли вклад американский физик Б. Франклин (1706 – 1790), русские ученые М. В. Ломоносов (1711 – 1765) и Г. Рихман (1711 – 1753), погибший от удара молнии при исследованиях атмосферного электричества.

Молнии делятся на внутриоблачные, т. е. проходящие в самих грозовых облаках, и наземные, т. е. ударяющие в землю. Процесс развития наземной молнии состоит из нескольких стадий (рис. 3).

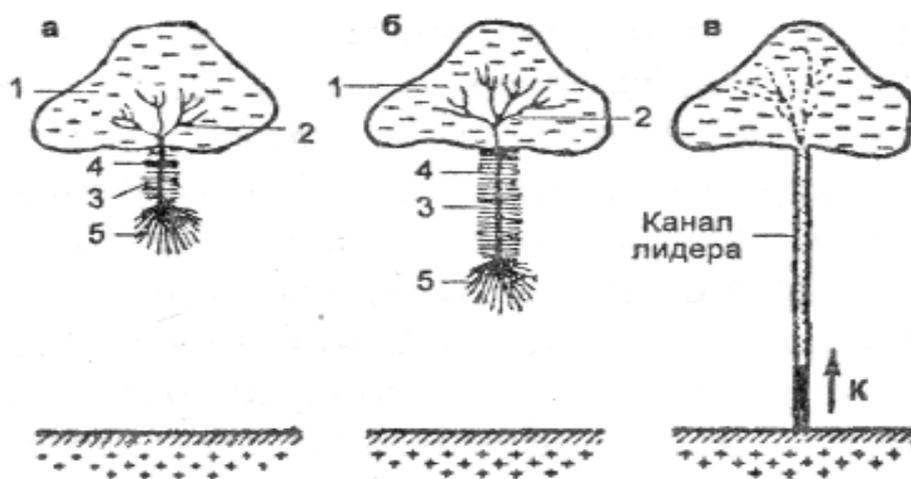


Рис. 3. Схема развития наземной молнии
а, б – две ступени лидера; 1 – облако; 2 – стримеры; 3 – канал ступенчатого лидера; 4 – корона канала; 5 – импульсная корона на головке канала; *в* – образование главного канала молнии (К)

На первой стадии в зоне, где электрическое поле достигает критического значения, начинается ударная ионизация, создаваемая вначале свободными электронами, всегда имеющимися в небольшом количестве в

воздухе, которые под действием электрического поля приобретают значительные скорости по направлению к земле и, сталкиваясь с атомами воздуха, ионизируют их. Таким образом возникают электронные лавины, переходящие в нити электрических разрядов – стримеры, представляющие собой хорошо проводящие каналы, которые, соединяясь, дают начало яркому термоионизированному каналу с высокой проводимостью – ступенчатому лидеру (рис. 3, а, б). Движение лидера к земной поверхности происходит ступенями в несколько десятков метров со скоростью 5×10^7 м/с, после чего его движение приостанавливается на несколько десятков мкс, а свечение сильно ослабевает. В последующей стадии лидер снова продвигается на несколько десятков метров, яркое свечение при этом охватывает все пройденные ступени. Затем снова следует остановка и ослабление свечения. Эти процессы повторяются при движении лидера до поверхности земли со средней скоростью 2×10^5 м/с. По мере продвижения лидера к земле напряженность поля на его конце усиливается, и под его действием из выступающих на поверхности земли предметов выбрасывается ответный стример, соединяющийся с лидером. На этом явлении основано создание молниеотвода. В заключительной стадии по ионизированному лидером каналу (рис. 3, в) следует обратный, или главный разряд молнии, характеризующийся токами от десятков до сотен тысяч ампер, сильной яркостью и большой скоростью продвижения $\approx 10^7 \dots 10^8$ м/с. Температура канала при главном разряде может превышать 25000 °С, длина канала молнии 1 – 10 км, диаметр – несколько сантиметров. Такие молнии называются затяжными. Они наиболее часто бывают причиной пожаров. Обычно молния состоит из нескольких повторных разрядов, общая длительность которых может превышать 1 с. Внутриоблачные молнии включают в себя только лидерные стадии, их длина от 1 до 150 км. Вероятность поражения молнией наземного объекта растет по мере увеличения его высоты и с увеличением электропроводности почвы. Эти обстоятельства учитываются при устройстве молниеотвода. В отличие от опасных молний, называемых линейными, существуют шаровые молнии, которые нередко образуются вслед за ударом линейной молнии. Молнии, как линейная, так и шаровая, могут быть причиной тяжелых травм и гибели людей. Удары молний могут сопровождаться разрушениями, вызванными ее термическими и электродинамическими воздействиями. Наибольшие разрушения вызывают удары молний в наземные объекты при отсутствии хороших токопроводящих путей между местом удара и землей. От электрического пробоя в материале образуются узкие каналы, в которых создается очень высокая тем-

пература, и часть материала испаряется со взрывом и последующим воспламенением. Наряду с этим возможно возникновение больших разностей потенциалов между отдельными предметами внутри строения, что может быть причиной поражения людей электрическим током. Весьма опасны прямые удары молний в воздушные линии связи с деревянными опорами, так как при этом могут возникать разряды с проводов и аппаратуры (телефон, выключатели) на землю и другие предметы, что может привести к пожарам и поражению людей электрическим током. Прямые удары молнии в высоковольтные линии электропроводов могут быть причиной коротких замыканий. Опасно попадание молнии в самолеты. При ударе молнии в дерево могут быть поражены находящиеся вблизи него люди.

5.1. Циклоны и антициклоны, ураганы

Ураган – это циклон, у которого давление в центре очень низкое, а ветры достигают большой и разрушительной силы. Скорость ветра может достигать 32 м/с. Иногда ураганы на суше называют бурей, а на море – штормом, тайфуном (рис. 4).

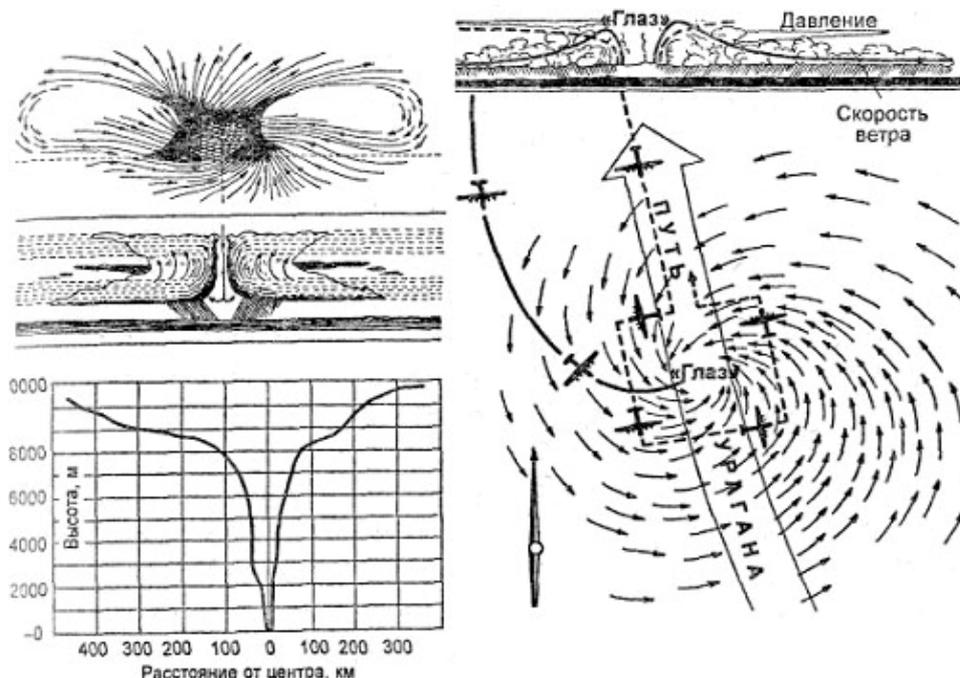


Рис. 4. Схема строения урагана

Ураганы представляют собой явление морское, и наибольшие разрушения от них бывают вблизи побережья. Но они могут проникать и далеко на сушу, сопровождаться сильными дождями, наводнениями, образо-

ванием в открытом море волны высотой более 10 м, штормовыми нагонами. Особой силой отличаются тропические ураганы, радиус ветров которых может превышать 300 км. Ураганы возникают, как правило, внезапно над теплыми водами тропической зоны. Вода, испаряясь, скапливается в огромные облака с большой плотностью. Вращаясь с огромной скоростью вокруг центра, который называют «глазом урагана», ураганы могут бушевать на территории в сотни тысяч км².

Ураганы – явление сезонное. Ежегодно на Земле развивается в среднем 70 тропических циклонов. Средняя продолжительность урагана около 9 дней, максимальная – 4 недели.

Буря – это очень сильный ветер, приводящий к большому волнению на море и к разрушениям на суше. Буря может наблюдаться при прохождении циклона, смерча.

Скорость ветра у земной поверхности превышает 20 м/с и может достигать 100 м/с. В метеорологии применяется термин «шторм», а при скорости ветра больше 30 м/с – ураган. Кратковременные усиления ветра до скорости 20 – 30 м/с называются *шквалами*.

Скорость бури меньше скорости урагана. Убытки и разрушения от них существенно ниже, чем от ураганов. Сильную бурю иногда называют *штормом*.

Таблица 11

Сила ветра у земной поверхности по шкале Бофорта
(на стандартной высоте 100 м над открытой ровной поверхностью)

Баллы Бофорта	Словесное определение силы ветра	Скорость ветра, м/с	Действие ветра	
			на суше	на море
0	Штиль	0 – 0,2	Штиль. Дым поднимается вертикально	Зеркально гладкое море
1	Тихий	0,3 – 1,5	Направление ветра заметно по отношению дыма, но не по флюгеру	Рябь, пены на гребнях нет

Продолжение табл. 11

Баллы Бофорта	Словесное определение силы ветра	Скорость ветра, м/с	Действие ветра	
			на суше	на море
2	Легкий	1,6 – 3,3	Движение ветра ощущается лицом, шелестят листья, приводится в движение флюгер	Короткие волны, гребни не опрокидываются и кажутся стекловидными
3	Слабый	3,4 – 5,4	Листья и тонкие ветви деревьев колеблются, ветер развеивает верхние флаги	Короткие, хорошо выраженные волны. Гребни, опрокидываясь, образуют стекловидную пену, изредка видны малые белые барашки
4	Умеренный	5,5 – 7,9	Ветер поднимает пыль и бумажки, приводит в движение тонкие ветви деревьев	Волны удлиненные, белые барашки видны во многих местах
5	Свежий	8,0 – 10,7	Качаются тонкие стволы деревьев, на воде появляются волны с гребнями	Хорошо развитые в длину, но не очень крупные волны, повсюду видны белые барашки (в отдельных случаях образуются брызги)
6	Сильный	10,8 – 13,8	Качаются толстые сучья деревьев, гудят телеграфные провода	Начинают образовываться крупные волны, белые пенистые гребни занимают значительные площади (вероятны брызги)
7	Крепкий	13,9 – 17,1	Качаются стволы деревьев, идти против ветра трудно	Волны громоздятся, гребни срываются, пена ложится полосами по ветру
8	Очень крепкий	17,2 – 20,7	Ветер ломает сучья деревьев, идти против ветра очень трудно	Умеренно высокие длинные волны. По краям гребней начинают взлетать брызги. Полосы пены ложатся рядами по направлению ветра
9	Шторм	20,8 – 24,4	Небольшие повреждения: ветер срывает дымовые колпаки и черепицу	Высокие волны. Пена широкими плотными полосами ложится по ветру. Гребни волн начинают опрокидываться и рассыпаться в брызги, которые ухудшают видимость

Баллы Бофорта	Словесное определение силы ветра	Скорость ветра, м/с	Действие ветра	
			на суше	на море
10	Сильный шторм	24,5 – 28,4	Значительные разрушения строений, деревья вырываются с корнем. На суше бывает редко	Очень высокие волны с длинными, загибающимися вниз гребнями. Образующаяся пена выдувается ветром большими хлопьями в виде густых белых полос. Поверхность моря белая от пены. Сильный грохот волн подобен ударам. Видимость плохая
11	Жестокий шторм	28,5 – 32,6	Большие разрушения на значительном пространстве. На суше наблюдается очень редко	Исключительно высокие волны. Суда небольшого и среднего размера временами скрываются из вида. Море все покрыто длинными белыми хлопьями пены, располагающимися по ветру. Края волн повсюду сдуваются в пену. Видимость плохая
12	Ураган	32,7 и более		Воздух наполнен пеной и брызгами. Море все покрыто полосами пены. Очень плохая видимость

За ширину урагана обычно принимают ширину зоны катастрофических разрушений. К этой зоне часто прибавляют территорию ветров штормовой силы со сравнительно небольшими разрушениями. В результате ширина урагана измеряется сотнями километров, достигая иногда 1000 км. Для тайфунов полоса разрушений обычно 15 – 45 км. Средняя продолжительность урагана составляет 9 – 12 дней.

Являясь одной из самых мощных сил стихии, ураганы по своему негативному воздействию не уступают таким стихийным бедствиям, как землетрясения. Это объясняется колоссальной энергией урагана. Ее количество, выделяемое средним по мощности ураганом в течение часа, равно энергии ядерного взрыва в 36 мегатонн.

Ураганный ветер разрушает прочные и сносит легкие строения, опустошает засеянные поля, обрывает провода и валит столбы линий электропередачи и связи, повреждает транспортные магистрали и мосты, ломает и вырывает с корнями деревья, повреждает и топит суда, вызывает аварии на

коммунально-энергетических сетях и на производстве. Зафиксированы случаи, когда ураганный ветер разрушал дамбы и плотины, что приводило к большим наводнениям, сбрасывал с рельсов поезда, срывал мосты с опор, валил фабричные трубы, выбрасывал на сушу корабли.

Часто ураганы сопровождаются сильными ливнями, которые подчас могут быть опаснее самого урагана, так как служат причиной селевых потоков и оползней.

Ураганы подразделяют на *тропические и внетропические*. Тропическими называют ураганы, зарождающиеся в тропических широтах, а внетропическими – соответственно во внетропических. Кроме того, тропические ураганы часто подразделяются на ураганы, зарождающиеся над Атлантическим океаном и над Тихим. Последние принято называть *тайфунами*. В случае зарождения урагана в юго-западной части Индийского океана его называют *циклоном*. Во время тропических циклонов скорость ветра часто превышает 50 м/с.

Последствия тропических ураганов

Основные районы, подверженные действию тропических циклонов, – страны Южной и Юго-Восточной Азии (Индия, Пакистан, Бангладеш, Япония, Вьетнам, Бирма, Китай), восточное и особенно юго-восточное побережье США, Центральная Америка, Мадагаскар и смежные побережья Африки, северная, северо-западная и северо-восточная части Австралии. Во всех случаях опустошению, прежде всего, подвергаются прибрежные зоны. Его масштаб зависит от размера циклона и может достигать нескольких сотен километров (диаметр тропического циклона составляет 480 – 960 км).

Наибольшие бедствия, связанные с затоплением, происходят на низменных побережьях, в устьях рек и дельтах. Зона затопления морского побережья достигает нескольких десятков километров. Это происходит в результате выпадения большого количества осадков (от 500 до 2500 мм), выхода из берегов рек в нижнем течении и смыкания зон морских и речных наводнений. Как следствие, высота морской волны, обрушивающейся на побережье, может достигать 6 – 8 и даже 10 – 12 м. На низменных побережьях под водой оказываются сотни, тысячи, десятки тысяч км² территории, что особенно характерно для таких стран, как Индия, Бангладеш.

Большие разрушения наносятся ураганскими ветрами, скорость которых иногда достигает 250 км/ч.

Они разрушают здания, инженерные сооружения, создают зоны опустошения, которые тянутся на десятки километров в глубь побережий. Тропические ураганы – частое явление природы: только над Атлантикой ежегодно зарождается до 110 тропических ураганов, из которых около 10 обладают огромной силой (табл. 12).

Таблица 12

Последствия воздействия некоторых ураганов

Место катастрофы, год	Число погибших	Число раненых	Сопутствующие явления
Гаити, 1963	5 000	Не фиксировалось	—
США, 1967	18	8 000	—
США, 1970	250	Не фиксировалось	—
Гондурас, 1974	6 000	Не фиксировалось	—
Австралия, 1974	49	1 140	—
США, 1976	450	200	—
Оман, 1977	105	48	—
Шри-Ланка, 1978	905	Не фиксировалось	—
Доминиканская республика, 1979	2 000	4 000	—
США, 1980	272	Не фиксировалось	—
Индокитай, 1981	300 000	Не фиксировалось	Наводнение
Бангладеш, 1985	20 000	Не фиксировалось	Наводнение

Крупный материальный урон от урагана был нанесен экономике США в 1972 г. во время прохождения тропического циклона «Агнес». Сильные ветры, обильные дожди, наводнения на реках имели место в полосе от Джорджии до Нью-Йорка. Меньше чем за сутки на площади 92 тыс. км² выпало 28 см осадков. Водой были покрыты обширные территории сельскохозяйственных угодий. И хотя жертв было относительно немного (118 чел.), материальный ущерб составил 3 млрд долларов.

Среди районов мира, особенно подверженных воздействию разрушительных циклонов, печальное первое место принадлежит побережью Бенгальского залива, где происходили и происходят наиболее крупные катастрофы. Прежде всего, это связано с природными и социальными особенностями района. Низменное плоское побережье способствует проникновению морской воды далеко в глубь суши, где она сливается с речными разливами, вызываемыми обильными осадками и ураганскими ветрами. Когда волна, обусловленная ураганом, совпадает с приливной, ее высота нередко достигает 11 м. Из-за уплощенного рельефа вал воды легко передвигается по суше. Добавим к этому высокую плотность населения (свыше 110 чел. на 1 км²) и множество населенных пунктов.

Следует отметить характерную особенность последствий катастроф, вызванных сильными тропическими циклонами: большее количество жертв от них наблюдается в слаборазвитых и развивающихся странах, в частности, в Бангладеш, Пакистане, Индии. Напротив, число погибших от ураганов на побережье промышленно развитых стран, в частности США, Японии, обычно невелико. Что касается материального ущерба от ураганов, он обычно гораздо выше именно в промышленно развитых странах. Это объясняется высокой насыщенностью их побережий различного рода инженерными сооружениями (дорогами, мостами, зданиями), которые разрушаются или повреждаются во время штормов. Особенно велик материальный ущерб от ураганов в США.

Внетропические ураганы, наводнения и их последствия

Крупные и даже катастрофические наводнения происходят на морских побережьях и в умеренных широтах. Они вызываются внетропическими циклонами, штормовыми ветрами. Подобного рода затопления побережий наиболее часто встречаются в странах Северо-Западной Европы – в Англии, Бельгии, Голландии, Германии. Высота волны, обрушивающейся на берег во время внетропических ураганов, обычно меньше, чем при тропических, тем не менее она достигает 3 – 4 м. Однако и такие ураганы являются грозным бедствием. Из берегов выходят реки, затопляющие обширные площади, ширина которых достигает иногда десятков километров. Так, во время наводнения на побережье ФРГ в 1962 г. вода вблизи Гамбурга проникла в глубь страны на 100 км.

Число погибших от сильных внетропических циклонов и вызываемых ими наводнений – десятки и очень редко – сотни человек. 540 человек, в частности, погибли в 1962 г. в Гамбурге. Значительно ощутимее от таких наводнений материальный ущерб. Это касается, прежде всего, стран Европы, где под водой оказываются густонаселенные районы, на территории которых находятся многочисленные инженерные сооружения, большие города, такие, например, как Санкт-Петербург.

Систематически атакуются морской стихией низменные приморские части Голландии. Рельеф здесь чрезвычайно плоский, поэтому при нагонах ветрами вода глубоко проникает в глубь побережья. Жители этих мест с давних пор строили защитные сооружения – земляные дамбы, которые под мощным ударом морских волн иногда прорывались, в результате чего происходили катастрофические затопления местности. В XX в., несмотря на трагический опыт встреч с морскими наводнениями, ущерб от них, гибель многих людей, продолжалось завоевание новых участков моря – морских заливов, которые отгораживались от моря перемычками. После осушения участков днищ заливов они активно использовались в сельскохозяйственных целях. Земли на месте осушенных заливов, а также озер (так называемые польдеры) находятся, как правило, на уровне моря, иногда на несколько метров ниже него. Из-за этого даже при небольших прорывах дамб и несильных нагонах морской воды они быстро затапливаются.

В результате сильных штормов в 1953 г. произошли нагоны воды в Северное море у берегов Голландии. Прилив морской воды был настолько большим, что волны перекатывались через многие высокие дамбы, часть их была прорвана. В результате было затоплено 100 тыс. га сельскохозяйственных угодий. Наводнение продолжалось около 24 недель. И только благодаря тому, что была оперативно проведена эвакуация свыше 100 тыс. чел. погибло сравнительно немного жителей (1,5 тыс.). Под угрозой затопления были даже внутренние районы страны. В затопленной же зоне пострадали не только сельскохозяйственные угодья, но было разрушено 47 тыс. зданий. Ущерб от катастрофы оценивался в 250 млн долларов.

5.2. Смерчи

Смерч – это атмосферный вихрь, возникающий в грозовом облаке и затем распространяющийся в виде темного рукава или хобота по направлению к поверхности суши или моря (рис. 5).



Рис. 5. Типичная хоботообразная мощная воронка, ещё не коснувшаяся земли, каскада нет (Небраска, 24 июня 1930 г.)

В верхней части смерч имеет воронкообразное расширение, сливающееся с облаками. Когда смерч опускается до земной поверхности, нижняя часть его тоже иногда становится расширенной, напоминающей опрокинутую воронку. Высота смерча может достигать 800 – 1500 м. Воздух в смерче вращается и одновременно поднимается по спирали вверх, втягивая пыль или воду. Скорость вращения может достигать 330 м/с. В связи с тем, что внутри вихря давление уменьшается, происходит конденсация водяного пара. При наличии пыли и воды смерч становится видимым.

Диаметр смерча над морем измеряется десятками метров, над сушей – сотнями метров.

Смерч возникает обычно в теплом секторе циклона, и воронка, еще не коснувшаяся земли, движется вместе с циклоном со скоростью 10 – 20 м/с.

Смерч проходит путь длиной от 1 до 40 – 60 км, сопровождается грозой, дождем, градом и, если достигает поверхности земли, почти всегда производит большие разрушения, всасывает в себя воду и предметы, встречающиеся на его пути, поднимает их высоко вверх и переносит на большие расстояния. Предметы в несколько сотен килограммов легко поднимаются смерчем и переносятся на десятки километров. Смерч на море представляет опасность для судов.

Смерчи над сушей называются *тромбами*, в США их называют *торнадо*.

Как и ураганы, смерчи опознают со спутников погоды.

Причиной разрушения зданий является вращение воронки смерча, направленное вверх. Здание разрушается вследствие «взрыва», так как в воронке давление сильно понижено по сравнению с нормальным, и тогда здание, наполненное воздухом при обычном давлении, как бы разрывается изнутри. У погибших наблюдались опустошение организма, разбитые пустые черепа, сдавленные грудные клетки.

В России смерчи чаще всего происходят в Центральных областях, Поволжье, на Урале, в Сибири, на побережье и акваториях Черного, Азовского, Каспийского и Балтийского морей. Зарегистрированы смерчи вблизи городов Арзамаса, Муром, Курска, Вятки и Ярославля.

Огромной силой обладал смерч, который зародился 8 июля 1984 г. на северо-западе Москвы и прошел почти до Вологды (около 300 км). Ширина полосы разрушений достигала 300 – 500 км, выпал крупный град.

Тяжелыми были последствия другого смерча, получившего название «Ивановское чудище». Он возник южнее г. Иваново и прошел зигзагообразно около 100 км, вышел к Волге и затих в лесах близ Костромы. Только в Ивановской области пострадало 680 жилых домов, 200 объектов промышленного и сельского хозяйства, 20 школ. Без крова остались 416 семей, было разрушено 500 садово-дачных строений, более 20 чел. погибли.

Страдает от смерчей население многих стран. В частности, за последние 50 лет от смерчей в США погибло почти 10 000 чел.

Место и время появления смерча прогнозировать весьма сложно, поэтому большей частью они возникают для людей внезапно и предсказать их последствия тем более невозможно.

Защита населения и территорий от ураганов, смерчей, бурь должна осуществляться весьма оперативно. Необходимо провести следующие мероприятия: наблюдения за перемещением урагана, смерча или бурана, прогнозирование времени их подхода и оперативное оповещение населения об их угрозе; приведение в готовность органов управления ГО ЧС, сил и средств ликвидации ЧС; усиление надзора за соблюдением мер безопасности; укрытие населения в защитных сооружениях, подвалах или прочных зданиях; подготовку медицинских учреждений к приему пострадавших и оказанию им помощи.

Получив штормовое предупреждение, необходимо немедленно укрепить недостаточно прочные конструкции и элементы техники, закрыть двери зданий, чердачных помещений, вентиляционные отверстия. Витрины и окна обшить досками, на стекла наклеить полоски бумаги или ткани. С крыш, балконов и лоджий убрать предметы, которые при падении могут нанести травмы. Следует позаботиться об аварийных источниках освещения (фонарях, лампах), о запасах воды, продуктов, медикаментов, иметь работоспособные средства вещания (радио, телевизор, рацию) для получения информации от органов ГО ЧС.

5.3. Гроза

Гроза – это атмосферное явление, при котором между мощными кучево-дождевыми облаками и землей возникают сильные электрические разряды – молнии. Напряжения таких разрядов достигают миллионы вольт, а общая мощность «грозовой машины» Земли составляет 2 млн киловатт. Подсчитано, что при одной грозе расходуется энергия, достаточная для обеспечения ежегодных потребностей небольшого города в электроэнергии. Скорость разряда достигает 100 тыс. км/с, а сила тока — 180 тыс. ампер. Температура в канале молнии в 6 раз выше, чем на поверхности Солнца (из-за протекающего там огромного тока), поэтому многие предметы, пронизанные молнией, сгорают. Ширина разрядного канала молнии достигает 70 см. Из-за быстрого расширения воздуха, нагревающегося в указанном канале, раздаются раскаты грома.

На земном шаре бывает до 44 тыс. гроз в год продолжительностью в пределах часа. Обычно молния ударяет в возвышенные места, отдельно стоящие деревья, технику. Опасно находиться в воде или вблизи нее, нельзя ставить палатки у самой воды. *Иногда после сильного разряда линейной молнии появляется шаровая – светящийся шар диаметром от 5 до 30 см, путь движения которого непредсказуем.*

Уже в древности люди пытались защититься от молнии. Так, Иерусалимский храм был окружен высокими мачтами, обитыми медью (за тысячелетнюю историю он ни разу не был поврежден молнией, хотя располагался в грозоопасном районе). Для защиты используют молниеотводы различных конструкций: а) стержневые, б) антенные, в) сетчатые. При этом любой молниеотвод состоит из трех элементов: молниеприемника, токоотвода и заземлителя.

Защита от молний

Разряды атмосферного электричества способны вызвать взрывы, пожары и разрушения зданий и сооружений, что привело к необходимости разработки специальной системы молниезащиты.

Молниезащита – комплекс защитных устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, сохранности зданий и сооружений, оборудования и материалов от разрядов молнии.

Молния способна воздействовать на здания и сооружения прямыми ударами (первичное воздействие), которые вызывают непосредственное повреждение и разрушение, и вторичными воздействиями, т.е. посредством явлений электростатической и электромагнитной индукции. Высокий потенциал, создаваемый разрядами молнии, может заноситься в здания также по воздушным линиям и различным коммуникациям. Канал главного разряда молнии имеет температуру 20 000 °С и выше, вызывающую пожары и взрывы в зданиях и сооружениях.

Здания и сооружения подлежат молниезащите в соответствии с СН 305-77. Выбор защиты зависит от назначения здания или сооружения, интенсивности грозовой деятельности в рассматриваемом районе и ожидаемого числа поражений объекта молнией в год.

Интенсивность грозовой деятельности характеризуется средним числом грозовых часов в году ($n_{\text{ч}}$) или числом грозовых дней в году ($n_{\text{д}}$).

Определяют ее с помощью соответствующей карты, приведенной в СН 305-77, для конкретного района.

Применяют и более обобщенный показатель – среднее число ударов молнии в год (n) на 1 км^2 поверхности земли, который зависит от интенсивности грозовой деятельности (табл. 13).

Таблица 13

Интенсивность грозовой деятельности

Интенсивность грозовой деятельности, число/год	10 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 и более
n	1	3	6	9	12

Ожидаемое число поражений молнией в год зданий и сооружений (N), не оборудованных молниезащитой, определяется по формуле

$$N = (S + 6h_x) (L + 6h_x) n \cdot 10^{-6},$$

где S и L – соответственно ширина и длина защищаемого здания (сооружения), имеющего в плане прямоугольную форму, м; для зданий сложной конфигурации при расчете N в качестве S и L принимают ширину и длину наименьшего прямоугольника, в который может быть вписано здание в плане; h_x – наибольшая высота здания (сооружения), м; n – среднегодовое число ударов молнии в 1 км^2 земной поверхности в месте расположения здания.

Для дымовых труб, водонапорных башен, мачт, деревьев ожидаемое число ударов молнии в год определяют по формуле

$$N = 9 \cdot 10^{-6} h_x^2.$$

В незащищенную от молнии линию электропередачи протяженностью L км со средней высотой подвеса проводов $h_{\text{ср}}$ число ударов молнии за год составит при допущении, что опасная зона распространяется от оси линии в обе стороны на $3 h_{\text{ср}}$,

$$N = 0,42 \cdot 10^{-3} \cdot L h_{\text{ср}} \cdot n.$$

В зависимости от вероятности вызванного молнией пожара или взрыва, исходя из масштабов возможных разрушений или ущерба, нормы установлены три категории устройства молниезащиты.

В зданиях и сооружениях, отнесенных к I категории молниезащиты, длительное время сохраняются и систематически возникают взрывоопас-

ные смеси газов, паров и пыли, перерабатываются или хранятся взрывчатые вещества. Взрывы в таких зданиях, как правило, сопровождаются значительными разрушениями и человеческими жертвами.

В зданиях и сооружениях II категории молниезащиты названные взрывоопасные смеси могут возникнуть только в момент производственной аварии или неисправности технологического оборудования, взрывчатые вещества хранятся в надежной упаковке. Попадание молнии в такие здания, как правило, сопровождается значительно меньшими разрушениями и жертвами.

В зданиях и сооружениях III категории от прямого удара молнии может возникнуть пожар, механические разрушения и поражения людей. К этой категории относятся общественные здания, дымовые трубы, водонапорные башни и др.

Здания и сооружения, относимые по устройству молниезащиты к I категории, должны быть защищены от прямых ударов молнии, электростатической и электромагнитной индукции и заноса высоких потенциалов через наземные и подземные металлические коммуникации по всей территории России.

Здания и сооружения II категории молниезащиты должны быть защищены от прямых ударов молнии, вторичных ее воздействий и заноса высоких потенциалов по коммуникациям только в местностях со средней интенсивностью грозовой деятельности $n = 10$.

Здания и сооружения, отнесенные по устройству молниезащиты к III категории, должны быть защищены от прямых ударов молнии и заноса высоких потенциалов через наземные металлические коммуникации в местностях с грозовой деятельностью 20 ч и более в год.

Здания защищаются от прямых ударов молнии молниеотводами. *Зоной защиты молниеотвода* называют часть пространства, примыкающую к молниеотводу, внутри которого здание или сооружение защищено от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности. Зона защиты А обладает степенью надежности 99,5 % и выше, а зона защиты Б – 95 % и выше.

Молниеотводы состоят из молниеприемников (воспринимающих на себя разряд молнии), заземлителей, служащих для отвода тока молнии в землю, и токоотводов, соединяющих молниеприемники с заземлителями.

Молниеотводы могут быть отдельно стоящими или устанавливаться непосредственно на здании или сооружении. По типу молниеприемника их подразделяют на стержневые, тросовые и комбинированные. В зависимости от числа действующих на одном сооружении молниеотводов, их подразделяют на одиночные, двойные и многократные.

Молниеприемники стержневых молниеотводов устраивают из стальных стержней различных размеров и форм сечения. Минимальная площадь сечения молниеприемника – 100 мм^2 , чему соответствует круглое сечение стержня диаметром 12 мм, полосовая сталь 35×3 мм или газовая труба со сплюснутым концом.

Молниеприемники тросовых молниеотводов выполняют из стальных многопроволочных тросов сечением не менее 35 мм^2 (диаметр 7 мм).

В качестве молниеприемников можно использовать также металлические конструкции защищаемых сооружений: дымовые и другие трубы, дефлекторы (если они не выбрасывают горючие пары и газы), металлическую кровлю и другие металлоконструкции, возвышающиеся над зданием или сооружением.

Токоотводы устраивают сечением $25 - 35 \text{ мм}^2$ из стальной проволоки диаметром не менее 6 мм или стали полосовой, квадратного или иного профиля. В качестве токоотводов можно использовать металлические конструкции защищаемых зданий и сооружений (колонны, фермы, пожарные лестницы, металлические направляющие лифтов и т. д.), кроме предварительно напряженной арматуры железобетонных конструкций. Токоотводы следует прокладывать кратчайшими путями к заземлителям. Соединение токоотводов с молниеприемниками и заземлителями должно обеспечивать непрерывность электрической связи в соединяемых конструкциях, что, как правило, обеспечивается сваркой. Токоотводы нужно располагать на таком расстоянии от входов в здания, чтобы к ним не могли прикасаться люди во избежание поражения током молнии.

Заземлители молниеотводов служат для отвода тока молнии в землю, и от их правильного и качественного устройства зависит эффективная работа молниезащиты.

Конструкция заземлителя принимается в зависимости от требуемого импульсного сопротивления с учетом удельного сопротивления грунта и удобства его укладки в грунте. Для обеспечения безопасности рекомендуется ограждать заземлители или во время грозы не допускать людей к за-

землителям на расстояние менее 5 – 6 м. Заземлители следует располагать вдали от дорог, тротуаров и т. д.

Град представляет серьезную опасность для посевов и насаждений сельскохозяйственных культур, человека, животных. Известны случаи, когда град убивал домашний скот и повреждал самолеты и автомобили. Прежде всего, страдают от града фруктовые сады, посеvy табака и ряда овощных культур. Посевы кукурузы, зерновых, сои и хлопка могут настолько повреждаться от града, что становятся непригодными для механизированной уборки. Град способен приносить огромный материальный ущерб экономике. Так, убытки от града в Канаде оцениваются в 75 – 100 млн долларов ежегодно, а в США – до 280 млн долларов.

Относительно эффективны те мероприятия, которые препятствуют развитию градообразующих облаков, например, расстрел их специальными снарядами и ракетами.

5.4. Сильные снегопады

Сильные снегопады относят к стихийным бедствиям, они сопровождаются длительным переносом и переотложением больших масс снега. Снегопады могут продолжаться до нескольких суток, заноса дороги, населенные пункты, приводя к жертвам, нарушению движения и прекращения снабжения.

Особенно часты снегопады, увеличивающие высоту снежного покрова более чем на 10 см/сут., на Камчатке. Большая высота (90 см) и продолжительность снежного покрова характерны для северной части Западной Сибири (особенно для Таймыра и побережья Карского моря), а также для южных районов Западной Сибири и Казахстана.

Неблагоприятные последствия сильных снегопадов особенно ощущаются в городах, на транспортных коммуникациях. К счастью, указанное явление природы достаточно точно прогнозируется, и обычно своевременно выдается предупреждение в районы возможного бедствия.

Резкие перепады температур при снегопаде приводят к появлению наледи и налипаний мокрого снега, что особенно опасно для ЛЭП и сети городского электрического транспорта. Для ликвидации последствий привлекается максимальное количество грузового транспорта и средств погрузки снега. Принимаются меры по очистке основных магистралей и на-

лаживанию бесперебойной работы основных предприятий жизнеобеспечения (хлебопекарен, водоканала, канализации).

5.5. Засуха

Засуха – длительная (от нескольких недель до нескольких лет) сухая погода, часто при повышенной температуре воздуха, без осадков (или при их крайне незначительном количестве). Она приводит к истощению запасов влаги в почве и резкому снижению относительной влажности воздуха. Все это вызывает невозможность роста и развития растений, усыхание водоемов, водопоев. Как следствие, катастрофически падают урожаи сельскохозяйственных культур, деградируют луга, снижается прирост древесины, происходит падеж скота и резко сокращается численность других животных организмов.

Интенсивность засух характеризует величина потери урожая: до 20 % – незначительная засуха, 20 – 50 % – засуха средней силы и свыше 50 % – сильная засуха. За последние годы наиболее жестокие засухи были зарегистрированы южнее Сахары и в Эфиопии. Там произошло опустынивание более 65 млн га земель.

Засухи часто усугубляются *суховеями* (сильными сухими ветрами), которые сопровождаются исключительно высоким дефицитом влажности воздуха и истощением запасов продуктивной почвенной влаги.

На территории европейской части России засухи, вызываемые устойчивыми антициклонами, возникают 2 – 3 раза за столетие в лесной полосе и до 30 и более раз в лесостепи и степи.

Согласно данным, среди стихийных бедствий для людей наиболее опасны именно засухи: из общего числа жертв природных катастроф в 1965 – 1992 гг. – 3,61 млн чел. На долю засух приходится 51 %, тайфунов и штормов – 22 %, землетрясений – 16 %, наводнений – 9 %, других природных катастроф – 2 %. Только в 70-е гг. в Африке погибло от засух около 1,2 млн чел.

Опустыниванием называют процесс, который приводит к потере природным комплексом (экосистемой) сплошного растительного покрова с дальнейшей невозможностью его восстановления (по крайней мере, без участия человека).

Потери продуктивных земель в результате опустынивания на всей планете ныне составляют 50 – 70 тыс. км² в год, а общая площадь «искусственных пустынь», возникших в результате деятельности человека, – более 8 млн км². Пустыни ведут наступление на степи, степи, в свою очередь, – на саванны, саванны – на тропические леса. Ученые подсчитали, что за период активной человеческой деятельности необратимые потери земельных ресурсов достигли 20 млн км², это почти в полтора раза превышает современную пахотную площадь планеты.

Главными причинами роста пустыни остаются перегрузка ландшафта сельскохозяйственными культурами, неумеренный выпас скота, а также вырубка лесов. Огромна площадь земель, выделяемая под всевозможные застройки. Ежегодно из сельскохозяйственного пользования исключается 5 – 7 млн га различных угодий, которые передаются под городские и иные строения, коммуникации, водохранилища и т.д. Под угрозой опустынивания находится порядка 30 млн км² (19 %) суши планеты.

Борьбу с опустыниванием ведут в нескольких направлениях. Во-первых, после прекращения горных разработок и строительных работ проводят *рекультивацию* – искусственное восстановление плодородия почвы и растительного покрова. Во-вторых, с особой тщательностью выбирают земли для сельскохозяйственного производства и, там, где почвенный покров тонок, отказываются от глубокой вспашки (сохраняют стерню под зиму, что увеличивает влагозадержание, а весной осуществляют безотвальную вспашку). Вместо запахивания больших пространств в одном направлении применяют контурную обработку полей на холмистых территориях (т.е. по горизонтали, следуя изгибам холмов), а также «лоскутную» пахоту на равнинных территориях (в разных направлениях: вдоль поля, поперек, наискосок).

Огромную роль в борьбе с опустыниванием играет *агролесомелиорация* – система лесохозяйственных мероприятий, направленных на улучшение почвенно-гидрологических и климатических условий местности, делающих ее более благоприятной для ведения сельского хозяйства. В арсенале агромелиорации – степное лесоразведение, выращивание поле- и почвозащитных лесных полос, закрепление песков (в т.ч. химическими веществами), улучшение пастбищ, облесение сильно деградированных земель.

Глава 6. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

6.1. Оползень

Оползень – скользящее смещение вниз по уклону под действием сил тяжести масс грунта, формирующих склоны холмов, гор, речные, озерные и морские террасы (рис. 6).

Скорость движения оползней сильно колеблется: от 0,06 м/год (исключительно медленные оползни) до 0,3 м/мин (исключительно быстрые). По *механизму оползневого процесса* выделяют такие типы оползней: сдвиг, выдавливание, гидравлический вынос и др.

По *глубине залегания поверхностного скольжения* различают оползни поверхностные – до 1 м, мелкие – до 5 м, глубокие – до 20 м, очень глубокие – свыше 20 м.

По *мощности, вовлекаемой в процесс массы горных пород*, оползни распределяют на малые – до 10 тыс. м³, крупные – от 101 до 1000 тыс. м³, очень крупные – свыше 1000 тыс. м³. По *скорости движения* оползни бывают быстрые (время развития измеряется секундами или минутами), средней скорости (минуты, часы), медленные (дни, годы) (табл. 14).

Оползни формируются, как правило, на участках, сложенных чередующимися водоупорными и водоносными породами грунта. Оползни возникают вследствие нарушения равновесия пород. Когда силы сцепления на поверхности скольжения становятся меньше составляющей силы тяжести, масса начинает движение. Опасность оползней заключается в том, что огромные массы почвогрунтов, внезапно смещаясь, могут привести к разрушению зданий, сооружений и большим жертвам.

Побудителями оползневых процессов являются землетрясения, вулканическая деятельность, строительные работы и др. (табл. 15).

Таблица 14

Классификация оползней по мощности

Наименование групп оползней	Масса пород, вовлеченных в оползневый процесс
Малые	до 10 тыс. м ³
Средние	от 11 до 100 тыс. м ³
Крупные	от 101 до 1000 тыс. м ³
Очень крупные	свыше 1000 тыс. м ³



Рис. 6. Строение оползня

Предупреждение и защита от оползней предусматривает ряд пассивных и активных мероприятий. К пассивным относят мероприятия охранно-ограничительного вида: запрещение строительства, производства взрывных работ, надрезки оползневых склонов.

К активным мероприятиям причисляют устройство различных инженерных сооружений: подпорных стенок, свайных рядов и т. п. В опасных местах создается система наблюдения и оповещения населения, а

также действия соответствующих служб по организации аварийно-спасательных работ.

Таблица 15

Результаты влияния основных природных факторов
на оползневые процессы

Природные факторы	Характер воздействия факторов на пласты земных пород					
	Обводнение пород пластов	Подмыв основания пластов	Перегрузка пластов	Подсечка пластов	Выветривание и рыхление	Толчки и сотрясения
Атмосферные осадки	В	В	В	Сп	Сп	--
Подземные воды	В	В	В	В	В	--
Вода водотоков и водоёмов	В	В	В	В	В	В
Температура породы	Сп	Сп	Сп	Сп	В	--
Растительность на поверхности	Сп	Сп	Сп	Сп	В	--
Сейсмичность района	Сп	Сп	В	В	В	В

Примечание. В – влияет; Сп – способствует

Наиболее часто оползни возникают вследствие увеличения крутизны (19° и более) склонов гор, речных долин, высоких берегов морей, озер, водохранилищ и рек при их подмыве водой. В какой-то момент времени сила связанности грунтов или горных пород оказывается меньше силы тяжести, и вся масса приходит в движение. Подавляющее большинство оползней приходится на районы, которые находятся на абсолютной высоте от 1000 до 1700 м.

Основными причинами возникновения оползней считаются избыточное насыщение подземными водами глинистых пород до текучего состояния, воздействие сейсмических толчков, неразумная хозяйственная деятельность без учета местных геологических условий (в частности, из-

менение вида насаждений, уничтожение растительного покрова). Согласно международной статистике, до 80 % оползней в настоящее время обусловлено деятельностью человека. При этом по склону сползают огромные массы грунта вместе с постройками, деревьями и всем, что находится на поверхности земли. Последствия оползней – жертвы (табл. 16), завалы, запруды, уничтожение лесов, наводнения.

Таблица 16

Число погибших при лавинах и оползнях

Место катастрофы, год	Вид катастрофы	Число погибших
США (шт. Вашингтон), 1910	Лавина	Более 100
Австрия (Тироль), 1916	Оползень и лавина	10 000
Россия (Хибины), 1931	Лавина	100
Россия (Северная Осетия), 1932	Лавина	112
Перу, 1941	Лавина	4 000
Италия, 1963	Оползень	3 000
Перу (г. Юнгай), 1970	Оползень и лавина	20 000

Сильные землетрясения всегда сопровождаются оползнями. Причиной крупных катастроф со многими жертвами могут стать только быстрые оползни.

В России оползни возникают на побережье Черного моря, по берегам Оки, Волги, Енисея, на Северном Кавказе.

Примером результатов действия оползня является трагедия 6 июня 1997 г. в Днепропетровском жилом массиве (Украина). Земная твердь поглотила детсад и 9-этажный жилой дом, стоявший у кромки глубокого оврага. Прибывшие спасатели успели вывести жителей дома в условиях столпотворения и паники. В 6.40 утра панельная девятиэтажка взорвалась, развалилась на части и 72 квартиры ушли под землю. На ее месте образовалась воронка шириной 150 и глубиной 30 м, на дне которой клокотала масса мокрой жирной глины вперемешку с остатками дома.

В результате оползней в Чечне и Ингушетии (1989 и 1998 гг.) без крова остались около 27 тыс. человек. Все это говорит о том, что гравитационный перенос материала – грозное природное явление, способное принести огромные экономические потери и привести к многочисленным жертвам.

Предупредить оползни можно регулированием стока вод (талых и ливневых), контролем за состоянием склонов, выполнением на них укрепительных мероприятий (забивкой свай, лесонасаждениями, возведением стен).

6.2. Сель

Сель – это внезапно возникающий в руслах горных рек грязевой или грязекаменный поток. Такая смесь воды, грязи, камней (весом до 10 т), деревьев и других предметов несется со скоростью до 15 км/ч, сметая, заливая или увлекая с собой мосты, постройки, разрушая дамбы, плотины, заваливая селения. Объем перемещаемой породы составляет миллионы кубометров. Длительность «жизни» селевых потоков достигает 10 ч при высоте волны до 15 м.

Сели развиваются в крутосклонных (не менее 10°) долинах; толчком для их движения служат продолжительные ливни, интенсивное таяние снега (ледников), прорывы плотин, неосторожно проведенные взрывные работы. Частая причина возникновения селя – уничтожение лесной растительности на водосборных площадях.

По *мощности* селевые потоки делятся на группы: мощные – с выносом более 100 тыс. м³ смеси пород и материалов (средняя частота повторения раз в 6 – 10 лет); средней мощности – с выносом от 10 тыс. до 100 тыс. м³ смеси (раз в 2 – 3 года); слабой мощности – с выносом менее 10 тыс. м³ смеси.

Мощные грязекаменные селевые потоки, вызванные извержением вулкана в Колумбии (1985 г.), погубили 23 тыс. жителей г. Армеро.

Основные районы появления селей в России находятся в Забайкалье (периодичность мощных селей 6 – 12 лет), в зоне БАМа (раз в 20 лет), на Дальнем Востоке и Урале.

Примером опустошительных последствий может служить результат прохождения селя в Узбекистане (4 мая 1927 г.). Через полтора часа после ливня с градом в горах послышался шум, подобный артиллерийской канонаде. Через 30 мин в ущелье хлынул грязекаменный поток высотой до 15 м, который поглотил более 100 арб с грузами и людьми, находившимися в селении. Через 10 ч уже ослабленный сель достиг Ферганы, там погибло более 800 голов скота.

Селевые потоки в мае 1998 г. в Таджикистане разрушили 130 школ и дошкольных учреждений, 12 поликлиник и больниц, 520 км автодорог, 115 мостов, 60 км ЛЭП. Пострадали посевы хлопчатника на площади 112 тыс. га, селом были сметены сады, виноградники, погибло значительное количество скота.

В целях борьбы с селевыми потоками возводят различные плотины для задержки твердого стока и пропуска смеси воды и мелких фракций пород, устраивают каскад запруд для разрушения селевого потока и освобождения его от твердого материала, подпорные стенки для укрепления откосов, нагорных стокоперехватывающих и водосборных каналов для отвода избыточной воды в ближайшие водотоки. Перспективны лесопосадочные работы, регулирование рубки леса и др. В селеопасных районах создают автоматические системы оповещения о селевой угрозе и разрабатывают соответствующие планы мероприятий. Сооруженная вблизи г. Алма-Ата плотина высотой 100 м и шириной 400 м предотвратила в 1973 г. подход к городу селея, остановив поток высотой 30 м и скоростью около 10 м/с. В результате этого появилось озеро Медео объемом 6,5 млн м³.

К сожалению, методов прогноза селей пока не существует. Однако для некоторых селеопасных районов установлены определенные критерии, которые позволяют оценить вероятность возникновения селей.

6.3. Сход ледников

Грозным стихийным бедствием может стать сход ледников, что обостряется и практической невозможностью определить точное его время. Так, 21 сентября 2002 г. произошел сход ледника в Северной Осетии с горных вершин с высоты 4000 м. Отколовшаяся часть ледника длиной около 33 км, шириной 8 км, толщиной до 100 м и общей массой порядка 3 млн т ринулась в долину и буквально стерла с лица земли село Нижний Кармадон.

6.4. Обвал

Обвал – отрыв и падение больших масс горных пород или почвы, их опрокидывание, дробление и скатывание по склону. Этот вид стихийного бедствия, как и *просадка* земной поверхности, имеет место не только вследствие землетрясений, оползней, проливных дождей и вымывания карстовых пород (с образованием подземных пустот), но и в результате хозяйственной деятельности человека, особенно в районах разработки полезных ископаемых.

6.5. Лавина

Лавины бывают водные, снежные, каменные и газовые (при извержении вулкана). Наблюдаются в горной местности.

Каменные лавины встречаются редко. В Китае, где они чаще всего имеют место, их называют «ползучим драконом». Каменные лавины – мощная и разрушительная сила. Они начинаются с вершины обрушением некоторого количества камней, которые при продвижении по склону увлекают за собой все большее количество камней, крупные обломки горных пород и грязь. В Китае известны случаи, когда каменная лавина обрушилась на площадь более 10 км², причиняя крупный ущерб населению.

Водные лавины возникают после обильного снеготаянья, продолжительных дождей, вызывающих переполнение горных рек, прорывы дамб и т.п.

Снежная лавина, т.е. снежный обвал масса снега: падает или сползает с горных склонов в результате каких-либо воздействий и увлекает при этом новые массы снега.

Снежные лавины образуются на безлесных склонах гор крутизной от 15° до 50°. При большей крутизне снег осыпается к подножию склона, и лавина не успевает сформироваться.

Сход лавины начинается при слое свежеснег выпавшего снега в 30 см, а старого (слежавшегося) – более 70 см. Скорость движения сухой (зимней) лавины 80 – 100 м/с, мокрой (весенней) – 10 – 20 м/с. При этом масса снега, вовлеченного в движение, составляет от нескольких десятков до нескольких млн м³; давление в момент удара достигает 60 – 100 т/м² (сухая лавина) или до 200 т/м² (лавина из плотного мокрого снега).

По *характеру движения* лавины делятся на склоновые, лотковые и прыгающие. Точный прогноз времени схода лавин пока невозможен.

Движущаяся масса сметает все на своем пути, приводя к жертвам (в одной Европе ежегодно гибнет около 100 чел.), обрывам ЛЭП, разрушениям коммуникаций, что еще более увеличивает тяжесть их последствий. Отмечены случаи, когда просуществовавшие сотни лет селения (Швейцария, Кавказ) были погребены вместе с жителями под лавинами. Возникающая при сходе лавины ударная воздушная волна (УВВ) также представляет серьезную опасность. Так, зафиксирован случай переброса железнодорожного вагона на расстояние 80 м. В Японии (1938 г.) УВВ, образо-

вавшаяся при сходе крупной сухой лавины, сорвала второй этаж жилого дома, перенесла его на расстояние 800 м и разбила о скалы.

Признаки возможного схода лавин: резкое возрастание количества снега на склоне, выпадение сухого снега при низкой температуре либо перенасыщение его водой при оттепели. В качестве причин схода можно назвать пересечение лавиноопасных участков людьми или крупными животными, звуковые волны, землетрясения и вулканические извержения.

Профилактические мероприятия против схода лавин подразделяются на пассивные и активные.

Пассивные заключаются в применении дамб, лавинорезов, снегоудерживающих щитов, опорных сооружений, в посадках и восстановлении леса.

Активные состоят в осуществлении схода лавины искусственным путем в заранее выбранное время и при соблюдении надлежащих мер безопасности. В этих целях производят обстрел артиллерийскими снарядами, авиационными бомбами и ракетами головных частей лавины, находящихся в критическом состоянии, организуют наземные взрывы направленного действия, а также используют источники звука высокой мощности.

6.6. Эрозия

Эрозия – процесс разрушения горных пород (выветривание), почвы и любых других образований поверхности земли водой, ветром, ледниками. Вследствие эрозии разрушается плодородный слой почвы, возникают овраги, балки и др. Эрозия в естественных условиях протекает весьма медленно: например, снос поверхностными водами 20 см почвы под пологом леса происходит за 174 тыс. лет, под лугом – за 29 тыс. лет. Но даже при правильных севооборотах поля теряют указанное количество почвы за 100 лет, а при возделывании монокультуры кукурузы – всего за 15 лет, что намного превышает скорость почвообразования в природных условиях.

Эрозия почв привела к полной или частичной потере плодородия у более половины всей пашни мира (1,6 – 2 млн км²). Ежегодно из-за эрозии выбывает из сельскохозяйственного использования от 50 до 70 тыс. км², т.е. более 3 % эксплуатируемой пашни в год. Этому способствуют бессистемная вырубка леса, неумеренный выпас скота на пастбищах (особенно в горной местности), распашка легких почв в засушливых зонах. Эрозия ведет также к заилению рек, водохранилищ, прудов и др., ухудшению состояния пойменных земель.

Абразия – эрозионный процесс размывания берегов морей и водохранилищ под воздействием ударов волн, выветривания или хозяйственной деятельности человека.

Обвал, *просадка земной поверхности* и абразия характеризуются причинением ограниченных потерь, но они разрушают здания, дороги, гидротехнические и другие сооружения, выводят из строя линии связи и электропередач, уничтожают сельхозугодия, приводят к гибели людей и животных и тем самым могут вызвать еще более серьезные последствия.

6.7. Пыльные бури

Пыльные бури (ветер до 10 – 11 баллов по шкале Бофорта) – это атмосферные возмущения, при которых в воздух поднимается большое количество пыли с переносом ее на значительные расстояния. Так, в 1969 г. пыльными бурями на Северном Кавказе было вынесено до 25 км³ пыли, которая затем выпала на территории Западной Украины и Молдавии.

Как правило, пыльная буря (ее часто называют черной) возникает в засушливое время года (обычно при почвенной засухе) при пересыхании почвы, в условиях слабого развития растительности или ее отсутствия, при нерациональной распашке земель. Имеются предвестники, предупреждающие о надвигающейся пыльной буре. Вначале спасаются бегством животные, всегда в противоположном буре направлении. Затем у горизонта появляется черная полоса, которая расширяется на глазах и за несколько минут затягивает весь небосвод. Внутри бури видимость резко падает, понижается и температура, а за несколько минут до бури обычно начинается дождь.

Пыльная буря засыпает посевы, вызывает заносы, разрушение верхнего слоя почвы, гибель посевов. У человека и животных возникают удушье, а затем различные болезни; бури могут переносить опасных паразитов.

Пыльная буря часто служит показателем нарушения поверхности почвы неправильными агроприемами. Размеры охваченной пыльными бурями территории изменяются в широких пределах от сотен м² до тысяч км². Пыльным бурям подвержены несколько областей Земли, в основном это пустыни.

Пыльные бури предупреждают посадкой полезащитных лесных полос, регулированием снеготаяния, задержанием талых вод и другими противозерозионными мероприятиями.

Глава 7. ПРИРОДНЫЕ ПОЖАРЫ

7.1. Пожар

Пожар – это неконтролируемое, стихийное распространение огня по лесу (лесной пожар), степи (степной пожар), торфяному болоту (торфяной пожар). Из них наиболее распространенными и приносящими колоссальные убытки являются лесные пожары.

Грозовые разряды и самовозгорание торфяной крошки относительно редко являются причиной возгораний; в 90 – 97 % виновниками возникновения пожаров оказываются люди, проявляющие беспечность при пользовании огнем в местах отдыха или работы. На долю молний приходится не более 2 % общего числа пожаров.

В ряде районов страны основной причиной возникновения пожаров (по крайней мере в весенний период) служат так называемые сельскохозяйственные *палы*. Их проводят с целью уничтожения прошлогодней сухой травы и обогащения почвы элементами питания, содержащимися в золе. При этом огонь часто проникает в лес. На территориях, где происходят лесозаготовки, пожары возникают весной, когда производят очистку лесосек огнем способом, т.е. сжиганием остатков порубки. Вблизи населенных пунктов в середине лета – начале осени огромное число пожаров возникает в местах массового сбора лесных ягод и грибов.

По характеру горения *лесные пожары* бывают:

- в виде отдельных пожаров, рассредоточенных по времени и по площади;
- массовых пожаров, т.е. отдельных пожаров, возникающих одновременно;
- сплошных пожаров, характеризующихся быстрым развитием и распространением огня, наличием высокой температуры, задымленности и загазованности;
- огненного шторма, или особо интенсивного пожара, в зоне сплошного пожара; в его центре возникает восходящая колонна в виде огненного

вихревого столба, куда устремляются сильные ветровые потоки. Огненный шторм потушить практически невозможно.

По месту распространения лесные пожары подразделяются:

- на низовые, при которых горят сухой торфяной покров, лесная подстилка, валежник, кустарник, молодой лес;
- верховые, когда горит лес снизу доверху или кроны деревьев. Огонь движется быстро, искры разлетаются далеко. Верховой пожар обычно развивается от разряда молнии или низового пожара;
- торфяные (подпочвенные), когда беспламенно горит торф на глубине.

Почти все пожары в начале развития носят характер низовых и при определенных условиях переходят в верховые или почвенные (торфяные).

По скорости распространения огня низовые и верховые пожары подразделяются на *устойчивые* и *беглые*. Слабый низовой пожар распространяется со скоростью не более 1 м/мин, средний – от 1 до 3 м/мин, сильный – свыше 3 м/мин. Верховой пожар имеет скорость гораздо большую: слабый верховой пожар – до 3 м/мин, средний – до 100 м/мин, сильный – свыше 100 м/мин. Поскольку интенсивность горения зависит от состояния запаса горючих материалов, степени их горючести, уклона местности, времени суток и особенно силы ветра, при одном и том же пожаре скорость распространения огня на лесной территории может значительно различаться.

Для *беглых низовых* пожаров характерно быстрое продвижение огня, так как горят сухая трава и опавшие листья. При этом, как правило, не повреждаются взрослые деревья, но зато создается угроза возникновения верхового пожара. При *устойчивых низовых* пожарах, типичных для второй половины лета, кромка огня имеет относительно малую скорость продвижения, но образуется много дыма.

По площади, охваченной огнем, лесные пожары классифицируются таким образом: первый класс – *загорание* (0,1 – 0,2 га); второй класс – *малый пожар* (0,2 – 2,0 га); третий класс – *небольшой* (2,1 – 20 га); четвертый класс – *средний* (21 – 200 га); пятый класс – *крупный* (20 – 2 000 га); *катастрофический* (более 2 000 га).

Продолжительность крупных лесных пожаров в среднем составляет 10 – 15 сут., при этом выгоревший массив леса достигает площади 4 – 5 км², при периметре от 8 до 16 км.

Для тушения лесных пожаров используют ряд приемов. Захлестывание кромки пожара – самый простой и достаточно эффективный способ тушения пожаров средней интенсивности. Группа из четырех человек, используя связки проволок или прутьев (в виде метлы), молодые деревья лиственных пород длиной до 2 м, способна за час сбить пламя пожара на кромке до 1 км.

Забрасывание кромки пожара грунтом или песком. Устройство заградительных полос и канав путем механического удаления лесных насаждений и горючих материалов до уровня минерального слоя почвы. При сильном ветре необходимая ширина полосы может превысить 100 м, что достигается с помощью техники, шнуровых подрывных зарядов или отжигом (заблаговременным пуском встречного огня по надпочвенному покрову).

При тушении пожаров наиболее часто применяют воду или растворы специальных химикатов. В ряде случаев требуется прокладка временных водоводов, доставка емкостей с водой воздушным транспортом и отжиг. Его начинают от опорных полос (рек, дорог, ручьев) или искусственно созданных минерализованных полос.

7.2. Пожар степной

Пожар степной – это естественно возникающий или искусственно вызываемый пал в степях. Последний производят в целях вытеснения нежелательных растений и уничтожения мертвой ветоши для улучшения пастбищного травостоя. Часто практикуемое выжигание травяной и лесной растительности приводит к их деградации, а в степях провоцирует опустынивание.

7.3. Пожар торфяной

Пожар торфяной – явление самовозгорания торфа в болоте при перегреве его поверхности солнечными лучами или в результате небрежного обращения с огнем. При этом огонь распространяется под поверхностью в слое до 3 м, выделяется большое количество угарного газа, что весьма затрудняет борьбу с ним.

Торфяные пожары часто бывают следствием низовых или верховых. После того как сгорит верхний (надпочвенный) покров, огонь углубляется в торфянистый горизонт.

Торфяной пожар может возникнуть и в результате искрения двигателей мелиоративных, сельскохозяйственных и других машин (при относительной влажности низинного торфа менее 69 % и верхового 72 %).

В тихую погоду торф горит медленно вертикальной стенкой на глубину слоя, подсохшего до горящего состояния. В ветреную погоду происходит переброска искр, и пожар развивается лавинообразно. Минимальная скорость ветра для начала переброски искр, образующих очаги, зависит от влажности торфа, его зольности и характера растительного покрова (на торфянике без растительности она изменяется от 2,6 до 3,5 м/с, с растительностью – от 2,8 до 5,2 м/с).

В районе пожара возникают завалы от деревьев, упавших из-за выгорания их корней и появления пустот под слоем почвы. В эти пустоты могут проваливаться техника и люди, что затрудняет тушение торфяных пожаров и делает их особенно опасными. Такие пожары часто приводят к значительным экономическим потерям и человеческим жертвам. Так, в результате длительных торфяных пожаров в Московской области летом и осенью 2002 г. происходило сильное задымление столицы, что способствовало резкому ухудшению работы автотранспорта и аэропортов, массовым заболеваниям населения. На выгоревшей площади на многие годы снижается урожайность сельхозкультур вследствие улетучивания азота из почвы, гибели микроорганизмов и других явлений.

Для тушения подземных пожаров используют различные приемы.

Первый – традиционный – заключается в обильном поливании горящего участка водой, часто со специально оборудованных самолетов. Такой прием не всегда достигает цели, и торфяной пожар прекращается только после начала затяжных дождей.

При втором способе вокруг торфяного пожара на расстоянии 8–10 м от его кромки роют траншею (канаву), глубиной до уровня грунтовых вод.

Третий способ состоит в устройстве вокруг очага пожара полосы, насыщенной растворами негорючих химикатов. С этой целью с помощью мотопомп, оснащенных специальными стволами длиной до 2 м, в слой торфа нагнетают водный раствор химически активных веществ – смачивателей (сульфатные стиральные порошки). Последние ускоряют процесс

проникновения влаги в торф в сотни раз. Введение этих растворов осуществляют на расстоянии 5 – 8 м от предполагаемой кромки подземного пожара и через 25 – 30 см друг от друга.

С целью предотвращения пожаров и снижения ущерба от них на опасном объекте экономики проводятся:

- строительство пожарных водоемов, бассейнов и других водных хранилищ;
- поддержание в надлежащем порядке огнезащитных полос;
- обеспечение состояния готовности связи, систем оповещения, средств разведки;
- контроль готовности средств пожаротушения.

Согласно статистике, в 1998 г. на территории РФ было зарегистрировано около 28 тыс. очагов пожаров, которыми пройдено 4 268,8 га лесных и 1 070,9 га нелесных площадей, что почти в 6 раз превышает показатели 1997 г. Одни лесные пожары нанесли экономике России ущерб в 1 143,8 млн рублей.

В результате массовых пожаров летом 2002 г. выгорело около 1 млн. га лесов.

Вопросы для самоконтроля к главам 1 – 7

1. Перечислите виды эндогенных стихийных бедствий. Что является причинами их возникновения?
2. Какие основные характеристики землетрясений вы знаете? Что такое шкала Рихтера?
3. Охарактеризуйте поражающие факторы землетрясения. Какие районы России наиболее подвержены землетрясениям?
4. Перечислите основные мероприятия по защите населения и территорий от землетрясений и ликвидации их последствий.
5. Какие меры по обеспечению личной безопасности следует предпринять при начале землетрясения?
6. Какие факторы вызывают вулканическую деятельность? Что такое стихийные бедствия экзогенного характера? Назовите их причины и экологические последствия.
7. Увеличивается ли вероятность стихийных бедствий экзогенного характера по мере снижения устойчивости биосферы и почему?

8. Перечислите опасные гидрологические явления. Чем они вызваны?
9. Перечислите основные мероприятия, направленные на защиту населения и территорий от наводнения.
10. В чем состоит опасность подъема уровня грунтовых вод в городах и сельскохозяйственных районах? Укажите причины, вызывающие эти явления. Что необходимо предпринять для устранения подтопления?
11. Что необходимо предпринять для обеспечения личной безопасности при получении сигнала о начале наводнения?
12. Что такое метеопасные стихийные явления? Чем они обусловлены? Какие из них наиболее характерны для района вашего проживания?
13. Что нужно предпринять при получении штормового предупреждения?
14. Какие причины вызывают засухи и опустынивание? Расскажите о методах борьбы с ними.
15. Перечислите геологические опасные явления. Какое из них, по вашему мнению, наиболее опасно?
16. В результате каких причин возникают пыльные бури? Характерны ли они для региона, где вы живете?
17. Почему на Кавказе так часты оползни, сели и снежные лавины? Какие проводятся профилактические мероприятия для борьбы с ними?
18. По каким признакам классифицируются природные пожары?
19. Охарактеризуйте способы тушения лесных пожаров.
20. Перечислите и охарактеризуйте способы тушения торфяных пожаров. Какой из них, по вашему мнению, наиболее эффективный?
21. Перечислите и охарактеризуйте поражающие факторы извержения вулкана. Где на территории России происходит вулканическая деятельность?
22. Что такое цунами? Каков механизм зарождения цунами?
23. Назовите основные районы образования цунами на планете и в России. Чем опасны цунами?
24. Имеется ли какая-то связь между вулканической деятельностью, землетрясением и цунами?
25. Перечислите мероприятия, осуществляемые в цунамиопасных районах для борьбы с этим стихийным бедствием.

Глава 8. КОСМОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ

8.1. Виды космических воздействий на биосферу

Парадоксально: Космос, образно говоря, породил Землю, он же несет в себе опасность для ее существования.

К границе биосферы подходят различные виды космических (прежде всего солнечных) потоков вещества и энергии. Это видимый свет, тепловые инфракрасные лучи, ультрафиолетовое и радиоактивное излучение, а также коротковолновое и рентгеновское излучение (рис. 7). Большая их часть задерживается в высоких слоях атмосферы и на границе ее с космическим пространством, что предотвращает их губительное действие на живые компоненты биосферы, меньшая – достигает биосферы.

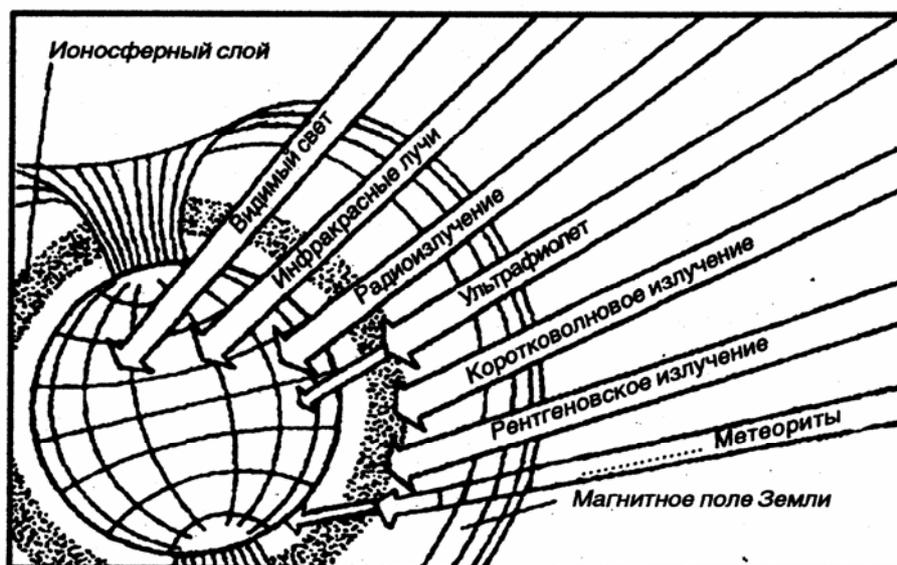


Рис. 7. Космические воздействия на Землю

Планета Земля представляет собой, как известно, своеобразный огромный магнит, его воображаемая ось лежит относительно близко к оси вращения планеты. Магнитные силовые линии окружают земной шар и образуют вокруг него *магнитосферу*, которая защищает живые организмы

от солнечного ветра. Некоторые частицы солнечной плазмы с высокой энергией могут проникать сквозь радиационные пояса и даже достигать биосферы. В случае высокой солнечной активности, когда к Земле подходят частицы с очень высокой энергией, возникают магнитные бури, которые ломают структуру магнитосферы.

Магнитное поле Земли, образующее земную магнитосферу, простирается на расстояние 70 – 80 тыс. км по направлению к Солнцу и на многие млн км в противоположном направлении.

Геомагнитное поле удерживает электроны и протоны (ядра водорода), образующие так называемый радиационный пояс Земли. Вероятно, эти частицы захватываются геомагнитным полем из числа частиц, непрерывно выбрасываемых Солнцем и образующих корпускулярный поток – солнечный ветер.

С колебаниями солнечной активности связаны возмущения геомагнитного поля; последние могут иметь периодический и спорадический (случайный) характер. При этом циклические возмущения геомагнитного поля достигают минимума одновременно с минимумом солнечной деятельности или на год позже. Вспышки на Солнце порождают более мощные корпускулярные потоки, возмущающие магнитное поле Земли.

Геомагнитное поле, будучи (как и гравитационное поле) всепроникающим и всеохватывающим физическим фактором, неизбежно оказывает огромное влияние на процессы, происходящие на Земле и в окружающем ее пространстве. Оно воздействует на все живое, в том числе и на человека. Известно, что в периоды магнитных бурь резко возрастает число сердечно-сосудистых заболеваний, ухудшается состояние больных, страдающих гипертонией (повышенным давлением крови); повышение интенсивности геомагнитной бури вызывает адекватное увеличение числа сосудистых кризов у людей. Несомненно, что магнитные бури оказывают влияние и на животный мир, особенно его высших представителей.

8.2. Влияние солнечной активности на природные процессы и человека

Активность Солнца, оказывающая огромное влияние на все процессы, происходящие в биосфере, определяется совокупностью явлений, которые имеют место на светиле. К ним относятся солнечные пятна, факелы, протуберанцы (от лат. *protubero* – вздуваюсь), солнечные вспышки и возмущения в солнечной короне.

Интенсивность явлений солнечной активности характеризуется числом Вольфа (W), которое представляет собой число солнечных пятен и их групп; оно может быть выражено в форме условного показателя:

$$W = k(m + 10n),$$

где m – общее число всех пятен, которое оформлено в виде групп или расположено изолированно;

n – число групп пятен или отдельных пятен, не включенных в состав какой-либо группы;

k – множитель, характеризующий условие наблюдения и применяемую аппаратуру.

Среднегодовые числа Вольфа изменяются периодически, со средним периодом около 11 лет (сам период может колебаться от 7,5 до 16 лет). Величина максимума 11-летнего цикла изменяется с периодом около 80 лет.

Излучение Солнца, имеющее электромагнитную и корпускулярную (в виде очень мелких частиц) природу, называется *солнечной радиацией*; она является главным источником энергии для большинства процессов на Земле. Основная часть электромагнитного излучения лежит в видимой части спектра.

Корпускулярная компонента солнечной радиации состоит в основном из протонов, обладающих вблизи Земли скоростями 300 – 1 500 км/с. Их концентрация около Земли составляет 5 – 80 ионов/см³, но способна резко возрасти при повышении солнечной активности: после больших вспышек до тысячи ионов/см³. В случае солнечных вспышек образуются частицы (в основном положительно заряженные протоны), характеризующиеся большой энергией от $5 \cdot 10^7$ до $2 \cdot 10^{10}$ эВ. Они составляют солнечную компоненту космического излучения.

Количество лучистой энергии Солнца, которая поступает за 1 мин на площадку в 1 см², поставленную вне земной атмосферы перпендикулярно к солнечным лучам на среднем расстоянии от Земли до Солнца, называется солнечной постоянной. Солнечная постоянная равна 1,36 кДж/(м²·с) или 1,95 кал/(см²·мин). Предполагают, что при максимуме солнечной активности излучение Солнца несколько увеличивается, однако оно не превышает долей процента.

Солнечная активность существенно влияет на земные процессы, проявляющиеся через солнечно-земные связи в ответной реакции Земли (ее внешних оболочек, включая биосферу) на изменение указанной активности. 11-летний цикл прослеживается на Земле на большом числе явлений неорганической и органической природы: это возмущения магнитного

поля, полярные сияния, возмущения ионосферы, изменение скорости роста деревьев с периодом 11 лет (установлено по чередованию толщины годовых колец) и т.д. Отдельные компоненты солнечного излучения от активных образований на ограниченных участках поверхности Солнца могут оказывать значительное влияние на многие физические, биофизические и биохимические процессы на Земле. Степень солнечной активности связывают с рядом общеземных гидрометеорологических явлений, с некоторыми инфекционными заболеваниями (вспышками холеры, чумы, гриппа и др.), урожайностью сельскохозяйственных культур, массовыми размножениями вредных организмов, числом сердечно-сосудистых заболеваний и другими событиями в природе и существенными для хозяйства процессами. В частности, установлена связь между хромосферными вспышками на Солнце и возрастанием смертельных исходов при инфарктах и инсультах, обострением симптомов хронических заболеваний или увеличением легочных обострений и т.д. На рис. 8 представлены кривые, которые характеризуют взаимозависимость солнечной активности и последующих засух в Казахстане за относительно большой период времени.

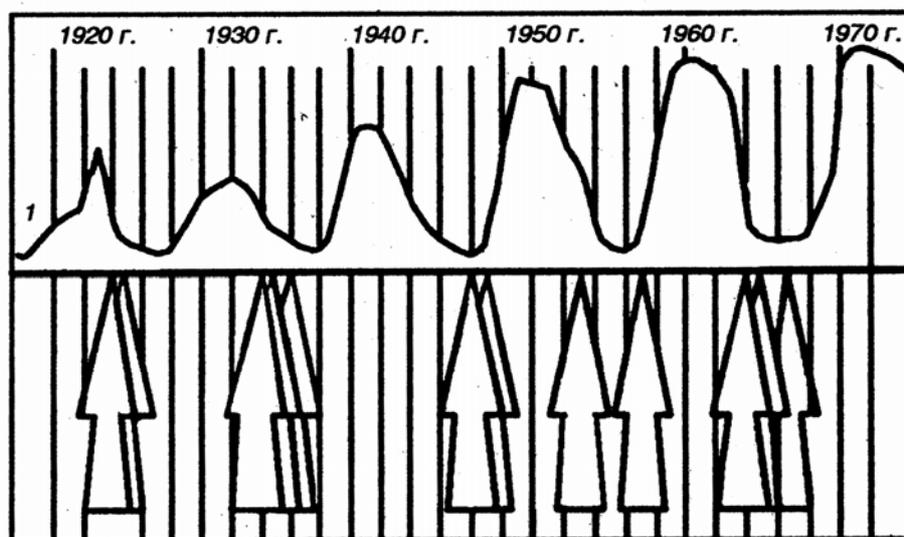


Рис. 8. Периодичность солнечной активности (1) и засух (стрелки) в Казахстане

На основе многочисленных исследований была установлена закономерность между циклами солнечной активности и такими явлениями в ионосфере, как миграция животных, изменения численности популяций, сообществ и т.п.

Ученым хорошо известна ритмика массового размножения саранчи – бича многих сельскохозяйственных растений – которая совпадает с колебаниями солнечной активности такой же периодичности. При исследовании причин периодического интенсивного прироста древесных пород в разных странах, а также урожая полевых культур (например, ржи и картофеля) была обнаружена 11-летняя ритмичность, которая совпадала с циклами солнечной периодичности.

Следует отметить, что во время мощных хромосферных вспышек на Солнце доза облучения живых организмов может резко, хотя и на краткое время, возрасти. Так, известно, что 23 ноября 1956 г. через 10 мин после начала вспышки интенсивность космических лучей на уровне моря увеличилась по нейтронной составляющей в 50 раз.

Солнечная радиация, подобно геомагнитному полю, является всепроникающим и всеохватывающим абиотическим фактором среды, определяющим в значительной степени климат всех регионов Земли. Она определяет тепловой баланс и термический режим биосферы. Так, суммарная солнечная радиация, поступающая на поверхность планеты, в направлении от экватора к полюсам, снижается примерно в 2,5 раза (от 180 – 220 до 60 – 80 кал/см²·год). Именно радиационный режим и характер циркуляции атмосферы способствовали выделению на поверхности Земли климатических поясов. Существование на поверхности нашей планеты крупных зональных типов растительности (тундра, тайга, степи, пустыни, саванны, влажные тропические леса и др.) обусловлено, как известно, в основном климатическими причинами; при этом все они тесно связаны с климатической зональностью.

В то же время солнечная радиация, в свою очередь, служит и важнейшим экологическим фактором, который влияет на физиологию и морфологию живых организмов.

Фотобиологические процессы, т.е. совокупность биохимических и физиологических реакций, которые протекают при участии энергии света, по своей функциональной роли условно выделяются в три группы.

Первая группа обеспечивает синтез биологически необходимых соединений. Здесь, в первую очередь, следует выделить фотосинтез как важ-

нейший процесс в биосфере, определяющий ее высокий кислородный потенциал и создающий необходимые условия для существования всех живых организмов.

Вторая группа включает в себя те фотобиологические процессы, которые служат для получения информации об окружающем мире и позволяют ориентироваться в нем (зрение, фототаксиз, фотопериодизм).

К третьей группе относятся фотобиологические процессы, которые сопровождаются вредными последствиями для организма: разрушение белков, витаминов, ферментов, появление опасных мутаций и т.д. Здесь необходимо отметить прежде всего, ультрафиолетовую часть солнечного спектра, которая у поверхности Земли представлена потоком волн в диапазоне от 290 до 400 нм. Как известно, интенсивность УФ-излучения определяется географической широтой местности, временем года, погодой, степенью прозрачности атмосферы, т.е. не является постоянной величиной. Так, при облачной погоде интенсивность УФ-излучения у поверхности Земли может снижаться до 80 %; запыленность атмосферного воздуха снижает интенсивность УФ-излучения от 11 до 50 %.

Чрезмерное солнечное облучение, имеющее место, например, при длительном пребывании под лучами Солнца, особенно на территориях, над которыми образовалась озоновая «дыра», приводит к развитию серьезных заболеваний кожи, прежде всего рака.

8.3. Ионизирующая радиация Космоса

В Космосе ионизирующая радиация создается несколькими источниками: галактическим космическим излучением, излучением солнечных вспышек и излучением радиационного пояса Земли.

Галактическое космическое излучение состоит из протонов, т.е. ядер атомов водорода (85 %), α -частиц – ядер атомов гелия (13 %) и тяжелых ядер (2 %). К тяжелым относят ядра элементов с атомным номером от 3 до 26 (группа железа). Это излучение содержит и «сверхтяжелую» компоненту, состоящую из частиц с очень большими атомными номерами, вплоть до урана.

Интенсивность галактического излучения не постоянна: в период максимума; солнечной активности она уменьшается, а в период мини-

мума – увеличивается. В зависимости от фазы 11-летнего цикла активности Солнца она может варьировать от 2 до 4,5 частиц $\text{см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$.

Вблизи Земли доза галактического космического излучения значительно ниже вследствие защитного эффекта геомагнитного поля и экранирующего действия Земли. Для орбит высотой до 250 – 300 км, при наклоне 65° к плоскости экватора, мощность поглощенной дозы галактического излучения $8\cdot 10^{-5} - 10\cdot 10^{-5}$ Гр в день.

Излучение солнечных вспышек состоит главным образом из протонов с различной энергией и небольшой доли α -частиц. Хотя очень большие солнечные вспышки случаются редко (примерно раз в 4 года), их доза излучения может быть весьма значительной. Во время интенсивной солнечной вспышки космонавт, находящийся в лунном отсеке, может получить на кожу грудной клетки дозу ионизирующего излучения 3,5 – 8 Дж/кг, на глаза и на кроветворные органы соответственно до 1,8 и 0,03 – 0,12 Дж/кг. Кроме того, поверхностные части тела будут подвергаться действию замедленных частиц (протонов, α -частиц и тяжелых ионов), а космонавт в открытом космосе, без защиты корабля, может получить измеримую дополнительную дозу на кожу от высокоэнергетичных электронов.

Радиационные пояса Земли представлены внутренним и внешним поясом. Внутренний радиационный пояс состоит из высокоэнергетичных протонов, опасность облучения которыми существенно зависит от времени пересечения космическим кораблем этого пояса, траектории полета корабля и толщины защиты. При непродолжительном полете (10 – 20 мин) доза излучения радиационного пояса Земли не превышает нескольких сотых Дж/кг. Вклад протонов радиационного пояса Земли в суммарную дозу космического излучения становится существенным при использовании челночных космических аппаратов и космических платформ, осуществляющих перелеты с околоземной орбиты на межпланетную траекторию.

Внешний радиационный пояс Земли состоит из потоков электронов и протонов. Электроны внешнего радиационного пояса имеют небольшую проникающую способность. В центре пояса при защите 1 г/см^2 алюминия доза ионизирующего излучения составляет около 0,40 Дж/кг в сутки. Толщина защиты около 5 г/см^2 алюминия достаточна для того, чтобы снизить дозу до допустимого уровня.

С точки зрения радиационной проницаемости, наибольшую опасность представляют *ускоренные ядра*, которые имеются и в составе галактического космического излучения, и в излучении солнечных вспышек.

Каждую секунду на площадку в 1 м^2 через границу земной атмосферы из космоса в направлении земной поверхности влетают более 10 тыс. заряженных частиц (протонов и электронов), движущихся с огромными скоростями: протоны – 300 – 1500 км/с, электроны – около скорости света. Эта корпускулярная радиация практически нацело улавливается магнитосферой Земли. Планета защищена от интенсивной космической радиации магнитным полем. Если бы его не было, космическая радиация смогла бы за короткий срок разложить на ионы и электроны весь воздух атмосферы. Жизнь на Земле стала бы невозможна.

Биологическое действие легких ядер высоких энергий практически не отличается от воздействия других известных видов излучения, т.е. рентгеновских и γ -лучей. Однако тяжелые частицы и легкие ядра на излете вызывают, по-видимому, более глубокие и, возможно, необратимые изменения. Биологическое действие тяжелых ядер изучено недостаточно ввиду больших методических трудностей, встречающихся на пути экспериментатора.

Существует теория о периодических (30 – 32 млн лет) вспышках уровней радиации на поверхности Земли в течение последних 500 млн лет. Последний всплеск произошел 10 млн лет тому назад. По-видимому, ураганные отравления обуславливают те мучительные «эксперименты», в результате которых неживая природа периодически уничтожает высокоорганизованные виды живых существ и выводит на сцену новые виды. Отметим, что указанная периодичность связана с обращением Солнечной системы вокруг ядра Галактики.

8.4. Опасность изменения физических констант Земли

Результаты космических исследований последних лет показывают, что строение и эволюция биосферы и, естественно, ее живых компонентов предопределены начальными условиями (константами), существовавшими до современного состояния Земли. Напомним некоторые такие константы Земли. Расстояние от Земли до Солнца в январе – 147 млн км (в периге-

лии), в июле – 152 млн. км (в афелии). Длина орбиты – более 930 млн км, скорость движения Земли – около 30 км/с, время обращения – 365 сут. 6 ч. 9 мин. 9 с. Ось вращения Земли наклонена к плоскости орбиты под углом 66,5°.

Движение Земли вокруг Солнца вызывает закономерные и периодические изменения её освещенности и соответственно обуславливает длительность дня и ночи по сезонам года. Растения и большинство животных активно реагируют на соотношение между продолжительностью периодов освещенности и температуры в течение суток, т.е. организмы способны как бы «измерять время», определять количественные параметры освещенности. Такое свойство организмов воспринимать соотношение длительности дня и ночи получило, как известно, название *фотопериодизма*.

Сущностью фотопериодизма являются ритмичные изменения морфологических, биохимических и физиологических свойств и функций организмов под влиянием чередования и длительности периодов освещенности и темноты. Именно продолжительность дня и ночи строго закономерно и очень точно изменяется в течение года, не подвергаясь случайным колебаниям. Именно регулярность и неизменная повторяемость из года в год этого явления позволила организмам в ходе эволюции согласовать, а точнее, приспособить свои важнейшие жизненные процессы к ритмам этих временных интервалов. Вышеизложенное позволяет понять, что изменение характера движения Земли вокруг Солнца, особенно если оно по какой-то причине будет происходить относительно быстро, приведет к катастрофическим последствиям для биосферы и, прежде всего, ее живых компонентов.

Аналогичные последствия имели бы изменения наклона земной оси, удаленности Земли от Солнца. Известно, что наклон земной оси – причина неравенства дня и ночи и смены времен года на Земле. По мнению специалистов, имеет место тенденция изменения угла наклона земной оси, что может привести к постепенному смещению климатических зон.

Гравитация. Жизнь на Земле возникла в условиях постоянного действия силы тяжести; иначе говоря, гравитация является константой среды жизни, одним из важнейших ее условий. Гравитационное поле Земли на относительно небольших расстояниях от ее поверхности характеризуется

ускорением свободного падения. В среднем для Земли на уровне моря оно равно $9,8 \text{ м/с}^2$.

Организмы всех позвоночных, включая человека, состоят преимущественно из скелета, мягких тканей и жидкости. Так как влияние гравитационных сил на эти структуры различно, достижение физиологического гомеостаза обеспечивалось в процессе эволюции установлением определенных соотношений между основными компонентами тела. Известно, что постоянство внутренней среды организма в существенной степени определяется способностью опорных структур противостоять действию гравитационных сил. Воздействие силы тяжести проявляется и в особенностях распределения жидкости в организме наземных животных, что обусловлено наличием гидростатического давления жидкости или, иначе говоря, ее массой.

Поскольку сила тяжести служит фактором, который оказывает заметное влияние на регуляцию внутренней среды организма, есть основания считать, что возникнет целый ряд функциональных и морфологических перестроек при ее изменении. Об этом четко свидетельствуют результаты исследований в околоземном космическом пространстве по влиянию невесомости на организм млекопитающих животных и человека. В частности, отмечено, что в результате длительных космических полетов у космонавтов отмечались быстрая утомляемость, затруднения при ходьбе, мышечные боли, снижение физической работоспособности (следствие гиподинамики), а также снижение иммунитета, что увеличивает опасность инфекционных заболеваний во время и после полета.

Катастрофические последствия для биосферы Земли может оказать изменение траектории Луны вокруг нашей планеты, если таковое произойдет по той или иной причине, например, в случае столкновения ее с крупным небесным телом.

8.5. Чрезвычайные ситуации, вызванные столкновением Земли с космическими телами

Среди серьезных опасностей, которые угрожают человеку и всему живому на Земле, следует выделить те, которые связаны со встречами

(столкновениями) планеты с космическими телами: астероидами, кометами и метеоритами.

Астероиды – это малые планеты, обращающиеся вокруг Солнца, в основном между орбитами Марса и Юпитера. Их диаметр колеблется в пределах 1 – 1000 км.

Комета – относительно небольшое, по сравнению, например с астероидом, небесное тело. Большинство комет движется вокруг Солнца по удлиненным эллипсам: при приближении к светилу под действием его тепла они выделяют газы, которые образуют светящуюся оболочку вокруг ядра – голову кометы, и развивают хвост, направленный в противоположную от солнца сторону. При удалении кометы от Солнца хвост постепенно рассеивается в космическом пространстве.

Метеорит – малое твердое тело, влетевшее со скоростью в десятки км/с в земную атмосферу и не успевшее целиком испариться (в случае ледяной глыбы) или распылиться в атмосфере Земли.

Болид – очень яркий метеор с длинным светящимся хвостом; полет болида иногда сопровождается сильным звуком и заканчивается выпадением на земную поверхность метеорита.

В настоящее время известно и описано около 300 космических тел, которые могут пересекать орбиту Земли, а всего, по мнению астрономов, в Космосе находится примерно 300 тыс. астероидов и комет.

В прошлые геологические эпохи имели место столкновения Земли с довольно крупными космическими телами. Доказательством таких столкновений являются остатки кратеров, а также высокое содержание различных элементов (осмия, иридия и др.) в соответствующих по времени слоях литосферы.

Подобное столкновение представляет огромную угрозу для всей биосферы. Согласно расчетам, удар астероида диаметром около 1 км сопровождается выделением энергии, которая в десятки раз превосходит весь накопленный ядерный потенциал (более 10 млрд т тринитротолуола). Во времена глобальных катастроф происходили относительно внезапные исчезновения многих форм организмов. Так, согласно одной из гипотез, причиной исчезновения динозавров, имевшего место около 70 млн лет тому

назад, было как раз столкновение Земли с космическим телом. Здесь следует отметить, что такие катастрофы всегда приводят к существенным эволюционным перестройкам; они, как правило, являются в целом прогрессивными для природы, так как она, а точнее, её экологические системы, адаптируются к новым условиям среды. Резкие изменения среды ведут сначала к снижению разнообразия живых организмов (вследствие их гибели или угнетения), а затем к взрыву формообразования. Разумеется, это является слабым утешением для человечества как биологического вида, возможности адаптации которого невысоки.

Наиболее крупным небесным телом, с которым столкнулась Земля в недалеком прошлом, является Тунгусский метеорит (1908 г.). Энергия взрыва, эквивалентная взрыву очень крупной термоядерной бомбы, вызвала массовый лесоповал на площади многих тысяч км² в Сибири.

Хотя вероятность столкновения Земли с относительно крупными небесными телами невелика, многие страны проводят исследования по проблеме астероидной опасности, направленные на прогнозирование и предотвращение таких столкновений. Однако очевидно, что борьба с такой опасностью может быть успешной только при объединении усилий всего человечества.

В основе проекта разработки системы планетарной защиты от астероидов, комет и метеоритов, траектории движения которых могут пересекаться с орбитой Земли, лежат два принципа:

- 1) изменение траектории опасного космического объекта;
- 2) заблаговременное разрушение его на несколько частей, что может либо полностью исключить столкновение, либо уменьшить последствия, если таковое произойдет. Дело в том, что чем меньше геометрические размеры космического пришельца, тем больше гарантии его сгорания в атмосфере Земли.

Для реализации первого этапа глобальной защиты необходимо создать службу разветвленного наблюдения за движением опасных объектов. Ее задача – суметь обнаружить потенциально опасный объект за год – два до его подлета к Земле, т.е. на расстоянии около 100 млн км от Земли. С этой целью необходимо организовать двухступенчатую систему обнару-

жения: на Земле с помощью радиотелескопов и иных средств космического зондирования и в ближнем космосе (искусственные спутники, постоянно действующие космические станции, а также базы на Луне и некоторых планетах Солнечной системы).

На втором этапе необходимо рассчитать траекторию опасного объекта и оценить вероятность его столкновения с Землей. При высокой вероятности такового должно быть принято решение по уничтожению объекта или изменению его траектории. В этих целях могут быть использованы тяжелые баллистические ракеты, снаряженные термоядерными зарядами огромной мощности (в СССР еще в 60-е гг. прошлого века была создана термоядерная бомба с эквивалентом 100 млн т тринитротолуола), или аэрокосмические возвращаемые комплексы с экипажем на борту типа «Шатл» (США) и «Энергия» (Россия) для выполнения специальных операций вблизи или даже на поверхности опасного объекта. Успех подобных операций, конечно, определяется временем обнаружения и точностью определения характеристик опасного космического объекта; по мнению специалистов, это время может сузиться в некоторых случаях до нескольких суток.

8.6. Космические воздействия на биосферу и пределы ее устойчивости

Так как глобальной экосистемой Земли является биосфера, которая подвержена огромным природным и антропогенным воздействиям, следует подробнее остановиться на пределах ее устойчивости. В биосфере при отсутствии антропогенных возмущений потоки вещества, образуемые за счет синтеза, и, напротив, разложение органических веществ естественной биотой, почти совпадают. Это обстоятельство делает окружающую среду достаточно устойчивой в геологических масштабах времени. Как следствие, биосфера должна подчиняться принципу Ле Шателье-Брауна: при возникновении внешних возмущений, выводящих систему из состояния устойчивого равновесия, равновесие смещается в том направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется. Иными словами, в биоте должны возникнуть процессы, в той или иной степени компенси-

рующие это возмущение. При этом указанная компенсация происходит в биосфере за счет определенным образом направленного соотношения между синтезом и разложением органических веществ. Однако следует *учитывать правило одного процента*, согласно которому изменение энергетики природной системы в пределах 1 % выводит последнюю из равновесного (квазистационарного) состояния. Переход энергетики процесса за это значение (что может быть вызвано мощными циклонами, извержениями вулканов, землетрясениями, инициированными, например, столкновением Земли с крупным метеоритом) с неизбежностью приведет к существенным аномалиям – резким изменениям климата, крупным пожарам, переменам в характере растительности и т.п. В свою очередь, это серьезно повлияет на условия существования человечества.

Тесное взаимодействие биосферы Земли с космической средой дает основание утверждать, что происходящие во Вселенной процессы оказывают огромное и, по-видимому, до конца не осознанное воздействие на нашу планету.

Известно, что все планетарные процессы на Земле теснейшим образом связаны с глобальным круговоротом веществ, перераспределяющим энергию, полученную от Солнца. Имеющая место цикличность климатических изменений подчеркивает их прямые связи с космическими факторами. Гравитационные взаимодействия планет создают приливные эффекты, которые совпадают с климатическими циклами в 80 – 90, 50, 30 – 40, 22 и 11 лет. Правда, долгое время не обращали никакого внимания на связь между метеорологическими элементами и орбитами планет, периодической изменчивостью уровня мирового океана и приливными силами Солнца и Луны, холодными зимами и определенным положением Земли и Венеры в зимнее время.

К.Э. Циолковский считал, что выход в космос и его заселение позволят в будущем избежать катастроф, угрожающих нашей планете. Именно эта экологическая функция и перспектива развития космонавтики имеют огромное значение, так как речь идет о возможности сосуществования биосферы и человека на нашей планете. По мнению великого ученого, биосфера Земли весьма неустойчива, она может погибнуть в любое время в

результате воздействия на нее не только человека, но и неблагоприятных космических факторов.

Совершенно очевидно, что до сих пор не выявлен весь спектр неблагоприятных для жизни на Земле, реально угрожающих ее существованию космических факторов, но ясно одно: для своего спасения человечество будет вынуждено постоянно развивать и совершенствовать космическую деятельность.

Однако, рассматривая вопросы негативного воздействия Космоса на биосферу Земли и, в первую очередь, на человечество, следует объективно оценить и обратный эффект. Так, известно, что в результате изучения поверхности Луны и окололунного пространства с помощью американских космических кораблей «Аполлон» произошло заметное загрязнение лунной атмосферы ингредиентами, содержащимися в выхлопных газах ракет. Их масса стала сопоставимой с массой лунной атмосферы (около 10 т), т.е. по сути образовался новый атмосферный слой. Очевидно, что такое вмешательство в развитие планет может иметь самые нестандартные последствия в будущем. Наконец, в случае недостаточно продуманного освоения планет, в принципе благоприятных для существования (или зарождения) жизни, например таких, как Марс, Венера, на них могут быть занесены земные микроорганизмы. Это неизбежно приведет, в случае адаптации последних к новой среде обитания, к изменению поверхностных оболочек планет вплоть до уничтожения естественной природы указанных планет.

Перечень некоторых международно-правовых нормативных актов, посвященных проблемам взаимодействия человечества и Космоса:

1. Декларация правовых принципов деятельности государств по использованию космического пространства (1963 г.);
2. Договор о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела (1963 г.);
3. Конвенция 1972 г. о международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами;
4. Договор о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, космическом пространстве и под водой (1963 г.);
5. Конвенция 1977 г. о запрещении военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду.

Вопросы для самоконтроля

1. Найдите те законы, правила и принципы, которые указывают на возможность возникновения ЧС, обусловленной космическим воздействием.
2. Перечислите и охарактеризуйте естественных защитников жизни на Земле. Можно ли сказать, что живое вещество планеты не только формирует свою среду обитания, но и формирует защитные механизмы? Если да, приведите примеры.
3. Какие угрозы существованию человечества таит в себе Космос?
4. В чем состоит негативное влияние солнечной активности на живые организмы? Какие фотобиологические процессы могут быть нарушены?
5. Как формируется космическая ионизирующая радиация? Какую опасность она представляет для человека? Что защищает живые организмы от космической радиации?
6. Почему нарушения так называемых земных констант могут обернуться для всего живого на Земле, и особенно человечества, катастрофой?
7. Перечислите возможные последствия столкновения Земли с крупным метеоритом. Какие физические константы при этом могут измениться?
8. Какие методы борьбы с метеоритной опасностью могут быть осуществлены на современном этапе научно-технического прогресса?
9. Охарактеризуйте экологическую функцию космонавтики.
10. В чем состоит опасность для естественной среды планет при их колонизации человеком в будущем?

Глава 9. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

9.1. Понятия о природно-очаговых заболеваниях

Экосистемы природной среды населены множеством живых существ, прямо или косвенно влияющих на здоровье человека. Некоторые живые существа, являющиеся возбудителями болезней, могут существовать в природе в пределах определенной территории вне связи с людьми или домашними животными. Они могут, например, паразитировать в организме диких животных-хозяев. Возбудители таких *природно-очаговых заболеваний* непрерывно циркулируют среди диких животных, чаще грызунов, а также птиц. Они передаются от животного к животному и от животного к человеку. Чаще всего они передаются через кровососущих насекомых и клещей.

Чума, туляремия, клещевой и комариный энцефалит, клещевой сыпной тиф – примеры природно-очаговых заболеваний. Люди и домашние животные могут заражаться природно-очаговыми болезнями, попадая на территории, где имеются места обитания переносчиков и возбудителей.

Особо опасными заразными (контагиозными) заболеваниями являются чума, холера, оспа, которые передаются при контакте с больными.

Все инфекционные заболевания подразделяются на 4 группы:

- 1) кишечные инфекции;
- 2) инфекции дыхательных путей (аэрозольные);
- 3) кровяные (трансмиссивные);
- 4) инфекции наружных покровов (контактные).

Инфекционные болезни классифицируют и по виду их возбудителя: вирусные болезни, риккетсиозы, бактериальные инфекции, протозойные болезни, гельминтозы, тропические микозы, болезни системы крови.

К биологическим чрезвычайным ситуациям относятся эпидемии, эпизоотии и эпифитотии, которые в ряде случаев могут иметь крайне не-

благоприятные последствия для населения, а также растительного и животного мира.

9.2. Эпидемия

Эпидемия – быстрое и непрерывное распространение инфекционной болезни в пределах какой-то совокупности организмов или определенного региона, уровень которой гораздо выше обычно регистрируемого на данной территории. Эпидемия часто усиливается под воздействием факторов окружающей среды (плотность популяции человека или животных, воздушные потоки, температура атмосферного воздуха). Для инфекционных болезней характерен *инкубационный период* (период от момента попадания микроба в организм и до появления первых признаков заболевания).

Необычно большое распространение заболеваемости как по уровню, так и по масштабам распространения, когда оно охватывает ряд стран, целые континенты и даже всю планету, называется *пандемией*.

9.3. Краткая характеристика некоторых инфекционных заболеваний

Чума – острая инфекционная природно-очаговая болезнь диких грызунов – хищников и зайцеобразных; человеку передается преимущественно при посредстве паразитов грызунов (блох), от человека к человеку – воздушно-капельным путем.

Распространяют чуму блохи, зараженные чумными микробами. Блохи обычно заражаются от грызунов (мышей, сусликов, сурков), являющихся естественными носителями чумы.

При чуме инкубационный период в среднем длится два – три дня, максимально он может достигать девяти суток.

Существуют две формы чумы – *бубонная* и *легочная*.

Легочная форма чумы (чумное воспаление легких) развивается при попадании возбудителя в органы дыхания. Заболевание наступает через 1 – 3 дня после заражения, характеризуется поражением легких (кашель с мокротой, смешанной с кровью, температура 38 – 39 °С), протекает очень тяжело и в большинстве случаев заканчивается смертью.

Бубонная форма чумы развивается при проникновении возбудителя через поврежденную кожу. В естественных условиях эта форма заболева-

ния возникает при укусе человека блохами, зараженными бактериями чумы. Заболевание характеризуется высокой температурой, помрачением сознания. Лимфатические узлы, расположенные вблизи места внедрения инфекции, набухают и становятся резко болезненными. Образуются характерные для чумы бубоны. В случае благоприятного течения болезни через четыре – пять дней бубон нагнаивается и размягчается. Заболевание длится три – шесть недель.

Бубонная форма может переходить в легочную; больной бубонной формой чумы также опасен для окружающих.

В историю чума вошла как тяжелое народное бедствие под названием «великой» или «черной» смерти. Человечеству известны три пандемии чумы (в VI, XIV и XIX вв.). Развивающееся судоходство способствовало пассивной миграции крыс и завозу с ними чумы в различные страны. Так, например, в 1347 г. в Европе началась эпидемия бубонной чумы, которая была занесена крысами с кораблей, пришедших из заморских стран. Когда, спустя три года, эпидемия кончилась, оказалось, что она унесла с собой четверть европейского населения – 25 млн жизней.

По территориальному распределению инфекции к настоящему времени известно около 50 стран, в которых обнаружены или предполагаются природные очаги чумы. В странах СНГ насчитывается 14 природных очагов чумы, активность которых постоянно меняется: на Кавказе, в Прикаспии, среднеазиатских республиках, Алтайском крае и др.

Холера – острая инфекционная болезнь, для которой характерно сильное обезвоживание. Возбудитель холеры хорошо переносит низкие температуры и замораживание.

Заражение человека происходит при попадании в желудочно-кишечный тракт возбудителя с водой или пищей. Инкубационный период длится в среднем один – три дня. Распространителями холеры могут явиться мухи.

Заболевание характеризуется неукротимой рвотой и поносом. При отсутствии лечения процент смертности от холеры может быть очень высоким. Больной холерой очень опасен для окружающих, так как в его испражнениях находится большое количество возбудителей холеры.

Холера относится к числу древнейших болезней человека. До начала XIX в. она была эндемична для районов, расположенных в долине р. Ганг

и ее притоков. В дальнейшем холера периодически распространялась на многие страны мира и континенты и уносила миллионы человеческих жизней. Всего в литературе описаны семь опустошительных пандемий холеры. Начало седьмой пандемии относят к 1961 г. Общее число только бактериологически подтвержденных случаев заболеваний, по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), к началу 1984 г. превысило 1,3 млн чел.

Брюшной тиф – острая инфекционная болезнь, которой подвержен только человек. Источником возбудителя является больной или бактериовыделитель, который выделяет бактерии с калом, мочой, реже со слюной и молоком.

Брюшной тиф в XIX – начале XX столетия являлся одной из наиболее распространенных и тяжелых инфекционных болезней во всех странах мира, особенно в городах, в связи с их бурным ростом, скученностью населения и низким санитарно-гигиеническим уровнем. Почти каждое стихийное бедствие (неурожай, голод, землетрясения), а также войны сопровождались эпидемиями брюшного тифа. В настоящее время заболеваемость брюшным тифом регистрируется почти во всех странах мира; она широко варьируется: от 0,5 – 0,6 в экономически развитых странах, до 30 – 70 случаев на 100 тыс. чел. и выше в развивающихся странах.

Эпидемический сыпной тиф – острая инфекционная болезнь, вызываемая риккетсиями (своеобразными микроорганизмами) и передаваемая вшами.

Эпидемический сыпной тиф распространен на всех континентах, за исключением Австралии. В России болезнь появилась около 800 лет назад и всегда сопровождала народные бедствия – голод, войны и т.д. (с 1900 по 1906 гг. в Петербурге среди бедных слоев населения было 95 % заболевших). В 1918 – 1922 гг. в нашей стране переболело сыпным тифом около 20 млн. человек.

Натуральная оспа – острая высококонтагиозная болезнь вирусной природы, оставляющая после себя рубцы.

Эпидемии оспы, носившие опустошительный характер, описаны в VI в. н. э. в Италии, Франции и других странах. В XVII – XVIII вв. в Европе ежегодно болели оспой 10 млн чел., и около полутора миллионов из них умирали. В XVI в. испанскими колонизаторами болезнь была завезена в Америку, где вызвала тяжелые эпидемии среди индейцев. Позже она поя-

вилась в Австралии и Океании. В СССР оспа была ликвидирована к 1937 г. благодаря обязательному оспопрививанию.

В 1980 г. на XXXIII сессии Всемирной ассамблеи здравоохранения объявлено о ликвидации оспы на Земле. Однако вследствие существования так называемой обезьяньей оспы, которая среди неиммунизированного населения может привести к вспышке оспы у людей, проблема не может быть полностью закрыта.

Сибирская язва – острая инфекционная болезнь, характеризующаяся лихорадкой, поражением лимфатического аппарата, интоксикацией организма.

Особенностью сибирской язвы является то, что возбудитель ее способен образовать споры, которые обладают высокой устойчивостью во внешней среде. К сибирской язве восприимчивы почти все домашние животные.

В зависимости от способа проникновения в организм возбудителя может возникнуть легочная, кожная или кишечная форма сибирской язвы. Инкубационный период обычно длится два – семь дней.

При легочной форме заболевания происходит поражение легких. Болезнь характеризуется тяжелым общим состоянием, высокой температурой (40°), кашлем с кровянистой мокротой. Заболевание часто заканчивается смертью.

При кожной форме на месте внедрения инфекции образуется характерный безболезненный карбункул, представляющий собой черный струп, вокруг которого развивается обширный отек ткани.

При лечении кожная форма, как правило, заканчивается выздоровлением.

При кишечной форме развивается тяжелое язвенное поражение кишечника, сопровождающееся высокой температурой и сильными болями в животе. Заболевание протекает очень тяжело и часто заканчивается смертью.

Заражение человека происходит также при уходе за больными животными, при обработке кожсырья, зараженного спорами сибирской язвы, при употреблении в пищу мяса больных животных.

Заболевания сибирской язвой людей наблюдаются практически во всех странах мира. В прошлом сибирская язва относилась к числу наиболее распространенных инфекционных заболеваний. В настоящее время это положение относится лишь к экономически отсталым, аграрным странам. В развитых странах болезнь встречается в виде отдельных случаев, связанных в основном с обработкой привозного сырья животного происхождения. Внимание мировой общественности к этому заболеванию, имевшее место в начале XXI в., обусловлено рядом террористических актов, происшедших в 2001 г. в США.

Туляремия – острое инфекционное заболевание, надолго выводящее человека из строя. Возбудитель туляремии долго сохраняется в воде, почве, пыли. Человек заражается туляремией через дыхательные пути, пищеварительный тракт, слизистые оболочки и кожу (при соприкосновении с больными грызунами или зараженными предметами).

Главными распространителями туляремии являются грызуны (водяная крыса, полевка, домовая мышь). Переносчиками туляремии могут быть комары, слепни и клещи. Инкубационный период длится в среднем 3 – 7 сут.

Заболевание начинается внезапно, резким повышением температуры. Появляется сильная головная боль и боли в мышцах. В зависимости от путей проникновения микроба в организм развиваются легочная, кишечная или бубонная форма туляремии. Легочная форма протекает по типу воспаления легких; кишечная форма характеризуется сильными болями в кишечнике, тошнотой, рвотой. Заболевание может длиться от трех недель до двух месяцев.

Бруцеллез вызывают бактерии, обладающие значительной устойчивостью во внешней среде. Инкубационный период длится в среднем две – три недели.

Заболевание характеризуется лихорадкой, обильной потливостью и сильными болями в суставах. Болезнь длится несколько недель и даже месяцев.

От больного человека здоровому бруцеллез, как правило, не передается.

У людей заболевание может быть вызвано употреблением в пищу молока, молочных продуктов и мяса больных животных, а также непосредственным контактом с больными животными и зараженными предметами.

На территории бывшего СССР заболевания бруцеллезом были зарегистрированы в республиках Средней Азии и Закавказья, на Северном Кавказе, в Поволжье. В этих районах эпидемическое состояние по бруцеллезу определяется главным образом наличием этой инфекции у мелкого рогатого скота (прежде всего овец).

Ботулизм (от лат. *botulus* – колбаса) – тяжелая инфекционная болезнь, возникающая в результате употребления в пищу продуктов, содержащих определенные токсины и самих возбудителей, характеризующаяся интоксикацией организма с преимущественным поражением центральной и вегетативной нервной системы.

Токсин ботулинуса проникает в организм через дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт (при употреблении зараженной пищи) и через поврежденную кожу. Инкубационный период длится от 2 до 24 часов.

Заболевание характеризуется резкой слабостью, тошнотой, болями в кишечнике, двоением в глазах, нарушением движения глазных яблок и век. В тяжелых случаях смерть может наступить в первые сутки, в более легких случаях заболевание длится около двух – трех недель.

9.4. Пути распространения инфекции

Любая эпидемия возникает при наличии так называемой «эпидемической цепи», которая состоит из следующих звеньев: источник инфекции, пути передачи, восприимчивый к данной инфекции человеческий коллектив. Рассмотрим указанные звенья.

Первое звено. Здесь источником инфекции являются, прежде всего, люди, которые страдают тем или иным инфекционным заболеванием, а также бациллоносители. К последним относятся здоровые люди, в организмах которых находятся патогенные микробы. Самому человеку этот микроорганизм не причиняет вреда, но во внешнюю среду он способен по-

ступать и часто может служить причиной распространения инфекции. Обычно бациллоносительство возникает после перенесения человеком острой инфекционной болезни или же вследствие контакта здоровых людей с больными. В последнем случае люди, не заболевшие благодаря иммунитету, все-таки являются носителями возбудителя инфекции.

Второе звено. Патогенные микроорганизмы передаются через внешнюю среду следующими путями:

а) *водным* – питье зараженной воды, мытье ею фруктов и овощей, мытье посуды, умывание и купание в бактериально-загрязненных водоемах и т.д.;

б) *алиментарным* (от лат. *alimentum* – пища) – употребление в пищу зараженных пищевых продуктов;

в) *аэрогенным* – вдыхание воздуха, содержащего частицы пыли или аэрозоли, которые содержат патогенные микроорганизмы;

г) *трансмиссионным* (от лат. *transmissio* – переправлять) – посредством насекомых (комары, вши, клещи и т.д.);

д) *контактным* – посредством прямого контактирования с больным или же с предметами, с которыми он соприкасался.

Третье звено – восприимчивость людей к данной инфекции. В случае возникновения в каком-либо коллективе инфекционного заболевания обычно заболевают не все люди. В силу наличия врожденного или приобретенного иммунитета некоторая часть населения не заболевает. Указанная различная восприимчивость зависит от вида инфекции, проведения профилактических мероприятий (прививки, выявление бациллоносителей и т.д.), а также, причем в большой степени, от условий жизни людей, их материального благосостояния.

Так как любая эпидемия возникает лишь при наличии указанных трех звеньев, то при «разрыве» цепи, при отключении одного из звеньев, прекращается и сама эпидемия. Работники санитарно-эпидемиологической службы имеют возможность «нейтрализовать» второе звено – пути передачи, в том случае, конечно, если инфекция, вызывающая заболевание, распространяется водным путем.

В воде и в атмосфере особенно распространены патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы и прочие), которые являются возбудителями инфекционных заболеваний (табл. 17).

Таблица 17

Болезни, вызываемые обитающими в воде патогенными микроорганизмами

№ п/п	Патогенные микроорганизмы	Болезни
1	Морские водоросли	Гастроэнтериты
2	Бактерии	Холера, дизентерия, брюшной тиф, паратиф
3	Паразиты	Малярия, солитер, шистосомоз
4	Простейшие	Дизентерия
5	Вирусы	Инфекционный гепатит, полиомиелит, желтая лихорадка

Считается доказанным, что водным путем распространяются и такие заболевания, как бруцеллез, амёбная дизентерия, полиомиелит.

Заражение воды болезнетворными микробами может происходить самыми различными путями: в результате попадания в источники водоснабжения населения неочищенных хозяйственно-фекальных стоков, сточных вод скотобоен, мясокомбинатов, ветеринарных лечебниц, предприятий кожевенной промышленности и всех предприятий, обрабатывающих животное сырье; при перегоне скота через реки, купание его и водопой в водоемах и водотоках; загрязнение воды дикими животными, переносчиками ряда человеческих болезней; аварии на водопроводных и канализационных сооружениях и т.д. Кроме того, косвенным образом распространению инфекционных заболеваний может способствовать и ограничение водопотребления населения, вызванное различными техническими причинами (перерывы в подаче воды всему населенному пункту, подача воды лишь в нижние этажи домов и т.д.).

9.5. Профилактические мероприятия по защите населения и окружающей среды от вредного биологического воздействия

Состояние проблемы вредного биологического воздействия

Охрана окружающей природной среды (ОПС) от вредного биологического воздействия – это система организационных и правовых мер, осуществление которых позволяет предотвратить заражение ОПС опасными микроорганизмами, животными и растениями, являющимися источниками заболеваний человека и объектов животного и растительного мира, и иные формы негативного воздействия на природную среду.

В настоящее время в данном направлении возник ряд проблем. Во-первых, это проблема охраны ОПС от биологического воздействия, которое может иметь место при проведении соответствующих научных исследований, в микробиологической промышленности, при использовании методов биотехнологии. Здесь важно не допустить попадания исследуемых опасных микроорганизмов (микробов, грибов, вирусов и т.д.) в окружающую среду и тем самым предотвратить вред, который может быть нанесен здоровью людей и животному миру.

Во-вторых, имеется проблема обеспечения охраны ОПС от выбросов и сбросов вредных биологических веществ, являющихся, например, ингредиентами сточных вод, образующихся в процессе хозяйственной деятельности, прямо не связанной с обращением с микробами, грибами и вирусами.

Наконец, в-третьих, в последние годы возникла проблема, связанная с искусственным разведением биологических объектов, которых нет в природной среде. Иначе говоря, речь идет о регулировании генно-инженерной деятельности, которая ныне стремительно развивается.

Закон «Об охране окружающей природной среды» (ст. 52) установил, что при размещении, проектировании, строительстве, вводе в эксплуатацию и в ходе самой эксплуатации предприятий, сооружений и иных объектов, реализации технологий, оказывающих вредное воздействие на ОПС, должны соблюдаться *нормативы предельно допустимой концентрации* (ПДК) в природной среде микробов, грибов, вирусов и иных видов опасных микроорганизмов и биологических веществ. Эти нормативы утвер-

ждаются специально уполномоченными на то государственными органами Российской Федерации. На них же возлагается обязанность наблюдения, учета источников и контроля за уровнем биологического воздействия на ОПС.

Обеспечение экологически безвредного обращения с опасными микроорганизмами

Согласно Федеральному закону «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ), опасные микроорганизмы и биологические вещества допускаются к производству, транспортировке, закупке, хранению, реализации и применению только после их *государственной регистрации*. Такая регистрация потенциально опасных для здоровья человека и ОПС биологических веществ осуществляется по единой для Российской Федерации системе *федерального регистра потенциально опасных химических и биологических веществ*. Последний включает следующую информацию: о номенклатуре, производстве и применении этих веществ, об их назначении, о свойствах, биологическом действии и поведении в окружающей среде.

Проведение государственной регистрации потенциально опасных биологических веществ возложено на Министерство здравоохранения РФ, а ведение федерального регистра – на указанное министерство при участии Министерства природных ресурсов РФ.

В соответствии с законодательством Российской Федерации определенные виды деятельности, представляющие потенциальную опасность для человека, подлежат *лицензированию*. При этом условием для выдачи лицензии служит наличие *санитарно-эпидемиологического заключения* о соответствии санитарным правилам таких работ или услуг (например, работы с возбудителями инфекционных заболеваний и их токсинами, ядами и т.п.).

При организации транспортирования или хранения микробиологической продукции должны быть соблюдены надлежащие условия, которые обеспечивают сохранность исходного качества препаратов.

Обязательный структурный элемент любого предприятия или других объектов, могущих быть источниками биологического воздействия на ОПС и здоровье людей, – *санитарно-защитная зона*. Размеры таких зон

устанавливаются в зависимости от класса опасности предприятий микробиологической промышленности (всего их четыре).

В целях осуществления научных исследований, которые связаны с изучением природы возбудителей опасных инфекционных заболеваний, создаются специальные *коллекции микроорганизмов* при научно-исследовательских центрах или институтах. В них обеспечиваются все условия для сохранения их жизнеспособными при соблюдении надлежащих мер предосторожности. При этом ни один орган по хранению (депонированию) опасного микроорганизма не должен предоставлять никому информацию о факте его хранения.

Экологические требования к созданию биологических объектов, не свойственных природе

Бурное развитие генной инженерии все в большей степени становится стимулом возникновения экологической опасности, вплоть до ЧС. Генно-инженерная деятельность, использующая методы генной инженерии и генетически модифицированные организмы, представляет собой совокупность приемов, методов и технологий получения рекомбинантных (перераспределенных) рибонуклеиновых (РНК) и дезоксирибонуклеиновых (ДНК) кислот, по выделению генов из организма, осуществлению манипуляций с ними и введению их в другие организмы. При этом могут быть созданы новые организмы со свойствами, отличными от ожидаемых, и, более того, крайне опасными для человека.

Федеральный закон «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности» от 5 июля 1996 г. № 86-ФЗ (с изменениями от 12 июля 2000 г.) установил, что генно-инженерная деятельность должна базироваться на принципах безусловной безопасности граждан и ОПС, общедоступности сведений о безопасности подобной деятельности, обязательной сертификации продукции, содержащей результаты генно-инженерной деятельности, при обеспечении полной информации о методах получения и свойствах данного продукта.

Закон требует подвергать лицензированию определенные виды генно-инженерной деятельности, среди которых:

- генетические манипуляции на молекулярном, клеточном уровнях с участием рекомбинантных рибонуклеиновых и дезоксирибонуклеиновых кислот для создания генно-инженерно-модифицированных организмов

(вирусов, микроорганизмов, трансгенных растений и трансгенных животных, а также их клеток);

- все виды испытаний генно-инженерно-модифицированных организмов, в том числе лабораторные, клинические, полевые, опытно-промышленные;
- выпуск генно-инженерно-модифицированных организмов в окружающую среду;
- производство препаратов, получаемых с применением генно-инженерно-модифицированных организмов;
- хранение, захоронение, уничтожение генно-инженерно-модифицированных организмов и их продуктов; утилизация отходов генно-инженерной деятельности;
- покупка, продажа, обмен, другие сделки и иная деятельность, связанная с генно-инженерными технологиями, генно-инженерно-модифицированными организмами и их продуктами, которые не имеют сертификата качества или знака соответствия, выданных или признанных уполномоченным на то органом, в том числе в сфере международной деятельности.

Продукция (услуги), полученная с применением методов генно-инженерной деятельности, должна соответствовать требованиям экологической безопасности, санитарных норм, фармакопейных статей, обязательным требованиям государственных стандартов РФ и иметь *сертификат качества* и *знак соответствия*, выданные или признанные уполномоченным на то органом в соответствии с федеральными законами.

Охрана вод от вредного биологического воздействия.

Сущность охраны вод от вредного биологического воздействия состоит в обеспечении предотвращения в водных объектах, используемых для питья, купания, занятий спортом, отдыха и в лечебных целях, появления возбудителей опасных инфекционных заболеваний.

Как правило, источником такого биологического воздействия на состояние водных объектов является сброс сточных вод.

Водный кодекс РФ (ст. 106) запрещает осуществлять сброс сточных вод, содержащих возбудителей инфекционных заболеваний. Правила ох-

раны поверхностных вод, утвержденные Госкомприроды СССР от 21 февраля 1991 г., запрещают сбрасывать в водные объекты сточные воды, которые оказывают токсическое действие на живые организмы по результатам биотестирования, и возвратные воды, содержащие вещества, концентрации которых превышают ПДК и их фоновые значения в водном объекте. Критерии безопасности или безвредности для человека водных объектов, включая ПДК в воде биологических веществ, микроорганизмов, устанавливаются *санитарными правилами*.

В соответствии с законодательством РФ в целях охраны водных объектов, предотвращения их загрязнения и засорения установлены нормативы предельно допустимых сбросов (ПДС) биологических веществ и микроорганизмов в водные объекты, а также зоны санитарной охраны источников водоснабжения (ЗСО).

Границы ЗСО и разработка комплекса необходимых гигиенических и противоэпидемических мероприятий зависят от вида источника водоснабжения (подземного или поверхностного), проектируемых или используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, от степени их естественной защищенности и возможного микробного или химического загрязнения.

Охрана атмосферного воздуха от вредного биологического воздействия

Подобно водному законодательству, законодательство об охране атмосферного воздуха регулирует вопросы его химического и биологического загрязнения в комплексе.

Основным средством охраны атмосферного воздуха является *нормирование*. Согласно Федеральному закону «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (ст. 20), критерии безопасности и безвредности для человека атмосферного воздуха в городских и сельских поселениях, на территориях промышленных предприятий и организаций, а также воздуха в местах постоянного или временного пребывания человека, в том числе ПДК (ПДУ) биологических веществ и микроорганизмов в воздухе, устанавливаются санитарными правилами. При этом нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ) биологических веществ и микроорга-

низмов в воздух, проекты ЗСО могут быть утверждены только при наличии *санитарно-эпидемиологического заключения* о соответствии указанных нормативов и проектов санитарным правилам.

Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.695-98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», утвержденные Постановлением главного государственного санитарного врача РФ от 29 апреля 1998 г. № 14, содержат специальный Глава «Вещества, выброс которых в атмосферный воздух запрещен». В него включены 38 веществ, которые имеют чрезвычайно высокую биологическую активность.

Охрана почв от вредного биологического воздействия

Главным профилактическим рычагом охраны почв от вредного биологического воздействия также является *нормирование*. Это подтверждается ст. 21 Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», указывающей, что в почвах городских и сельских поселений и сельскохозяйственных угодий содержание потенциально опасных для человека биологических веществ, биологических и микробиологических организмов не должно превышать ПДК (ПДУ). Последние также устанавливаются санитарными правилами и нормами (СанПиН).

Учитывая относительно широкое применение для целей орошения сточных вод различных предприятий и создание специально предназначенных для этого *земледельческих полей орошения* (ЗПО), которые обеспечивают естественную биологическую очистку сточных вод, особое значение имеет соблюдение СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения». Указанные санитарные правила и нормы определяют санитарно-гигиенические требования не только к качеству сточных вод и их осадков, используемых для орошения и удобрения земель, но и к выбору территории ЗПО и осуществлению надлежащего контроля за их эксплуатацией.

В целях орошения тех или иных сельскохозяйственных культур на ЗПО могут быть использованы хозяйственно-бытовые, производственные и смешанные сточные воды городов, поселков, фермерских хозяйств, предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции после соответствующей их подготовки на сооружениях механической и биологиче-

ской очистки. Запрещается использование на ЗПО сточных вод отдельно стоящих предприятий по обработке сырья животного происхождения, боен, биофабрик (по производству вакцин и сывороток), лечебно-профилактических учреждений, предприятий по производству пестицидов, стоков, содержащих радионуклиды, и стоков гальванических производств.

При этом качество сточных вод и их осадков, используемых для орошения, регламентируется по химическим, бактериологическим и паразитологическим показателям.

Мероприятия в очаге бактериологического поражения

Очаг бактериологического поражения – это территория, где по тем или иным причинам произошло резкое ухудшение эпидемиологической обстановки. Такими причинами могут быть: утечка в крупных размерах биологически опасных веществ и возбудителей, вызывающих опасные инфекционные заболевания; транспортная авария, имевшая место при перевозке биологических материалов и опасных микроорганизмов; террористический акт; применение противником бактериологического оружия и др.

Размеры такого очага определяются видом и способами распространения возбудителей опасных инфекционных заболеваний, метеоусловиями (особенно температурой и ветром), рельефом местности, характером застройки, быстротой идентификации (установления) вида возбудителя и уровнем проводимых противоэпидемических мероприятий. Для определения границ очага поражения используются данные лабораторных анализов, выявление расположения больных, изучение маршрутов перемещения людей, их контактов и т.п.

В выявленном очаге поражения осуществляются следующие мероприятия:

- проведение массовых предохранительных прививок;
- санитарная обработка населения и технического персонала предприятий и объектов, лечение и при необходимости изоляция больных, спецобработка одежды, помещений и местности;
- оперативное выявление и учет заболевших или подозреваемых на заболевание;
- наложение запрета (ограничения) на вывоз из очага отдельных видов продукции или имущества граждан, а также запрета (ограничения) на ввоз определенных товаров;

- установление такого режима работы предприятий общественного питания и торговли, который исключает возможность заноса инфекций;
- введение особого режима работы органов правопорядка. Мероприятия по ликвидации очага бактериологического поражения включают в себя:
 - установление режима карантина или обсервации (медицинского наблюдения за населением);
 - осуществление надлежащей разведки, выявление и локализацию возбудителя инфекционной болезни;
 - проведение санитарной экспертизы, контроля уровня зараженности продовольствия, воды, фуража и их обеззараживание, а при необходимости – уничтожение;
 - осуществление лечебно-эвакуационных, противоэпидемических и санитарно-гигиенических мероприятий;
 - проведение разъяснительной работы среди населения во избежание паники и с целью привлечения добровольцев.

При введении карантина осуществляется строгая изоляция района бактериологического поражения с пресечением передвижения людей за ее пределы и, наоборот, посещения. При необходимости район оцепляется под руководством МВД или Вооруженных Сил РФ.

Важнейшими мероприятиями в деле борьбы с заразными болезнями являются дезинфекция, дезинсекция и дератизация.

Дезинфекция, в прямом значении этого слова означающая устранение заразного начала, имеет задачу уничтожения болезнетворных микробов во внешней среде: в выделениях больного организма, на предметах, с которыми больной соприкасался, в воздухе, в воде, на поверхности тела людей, на одежде и других предметах.

Дезинфекцию проводят при помощи физических (огонь, горячий воздух, кипячение, водяной пар) и химических методов. Наиболее употребительными из химических веществ являются лизол, хлорная известь, фенол, формалин, хлорамины, известковое молоко.

Дезинсекция означает уничтожение насекомых – передатчиков инфекционных заболеваний. Мухи, тараканы, пачкая лапки в выделениях больных, могут переносить заразу брюшного тифа, дизентерии, холеры,

туберкулеза, чумы; вши передают сыпной и возвратный тифы; блохи – чуме; комары – малярию.

Дератизация – истребление грызунов, распространяющих инфекции и приносящих, кроме того, большой экономический вред. Так, крысы передают более 20 заразных болезней. При этом они очень плодовиты: от одной пары крыс через год может народиться до 800 особей, так как родившиеся крысята способны давать потомство уже через 3 месяца.

Санитарно-эпидемиологическая разведка очага поражения

Большое значение в системе профилактических мероприятий по предотвращению широкого распространения опасных инфекционных заболеваний имеет санитарно-эпидемиологическая разведка, проводимая в рамках деятельности службы *медицины катастроф*.

Целью санитарно-эпидемиологической разведки является сбор информации об условиях обстановки, которые влияют (или могут повлиять) на санитарно-эпидемиологическое состояние зоны ЧС и организацию санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий.

В перечень ее задач входят:

- выявление наличия и активности природных очагов инфекций, а также эпизоотии среди диких и домашних животных в районе бедствия;
- заблаговременное выявление в режиме повседневной деятельности наличия, характера и распространенности острых инфекционных заболеваний среди населения территории, а в режиме чрезвычайной ситуации – среди различных контингентов в районах размещения пострадавшего населения;
- определение санитарно-гигиенического состояния региона (территории, населенных пунктов) и водоисточников, отбор проб воды;
- учет и обследование местных санитарно-технических учреждений (санитарные пропускники, бани, прачечные, инфекционные больницы, лаборатории, водоочистные сооружения и т.п.);
- изучение оперативной информации об инфекционной заболеваемости, поступившей от сотрудников сохранившихся медицинских учреждений, органов местного самоуправления, которые расположены в районе ЧС.

Непрерывность ведения санитарно-эпидемиологической разведки обеспечивает постоянную осведомленность об обстановке и позволяет руководству службы медицины катастроф:

- объективно оценить реальную санитарно-эпидемиологическую обстановку на закрепленной территории и определить состояние всех потенциально-опасных объектов и возможные последствия в случае возникновения ЧС;

- своевременно разработать план медицинского обеспечения населения в чрезвычайной ситуации, наиболее вероятной для закрепленной территории, рассчитать возможную величину и структуру санитарных и безвозвратных потерь, силы и средства, которые необходимы для ликвидации медико-санитарных последствий в очаге поражения, наметить основные лечебно-эвакуационные мероприятия;

- определить в режиме ЧС границы зон и масштабы загрязнений, типы и сроки появления возможных косвенных (наведенных) последствий;

- более реально обосновать решения по организации медицинского обеспечения пораженного населения и принять надлежащие меры по предотвращению неблагоприятного влияния отдельных факторов на спасателей и деятельность медицинских формирований, которые участвуют в ликвидации медико-санитарных последствий ЧС.

С целью эффективного проведения разведки в режиме происшедшей ЧС используются различные методы: непосредственное обследование районов и отдельных объектов; отбор проб воздуха, почвы, воды, продовольствия и их лабораторное исследование; получение, анализ и проверка сведений, поступивших от сохранившихся медицинских, ветеринарных учреждений и населения; изучение документов, касающихся, например, медико-географических описаний районов и др.

Собранная информация должна быть незамедлительно представлена в различные органы и учреждения здравоохранения субъектов РФ, службу медицины катастроф, которая непосредственно в ней заинтересована. Достоверность представляемых сведений достигается их систематической проверкой посредством сопоставления с данными, поступившими из других источников, тщательным подбором и инструктированием лиц, которые привлекаются к медико-санитарной разведке.

Экстренная профилактика и лечение опасных инфекционных заболеваний

Экстренная профилактика и этиотропное лечение опасных инфекционных заболеваний является составной частью системы биологической защиты гражданского населения России и личного состава Вооруженных Сил, направленной на предупреждение, ограничение распространенности единичных заболеваний и формирования эпидемических очагов путем применения лекарственных средств (антибиотиков, сывороток и т.п.).

Экстренная профилактика (ЭП) включает в себя два последовательных этапа: общую профилактику и специальную.

Общая ЭП направлена на предупреждение инфекций неизвестной этиологии (т.е. причин и условий возникновения болезни) путем применения лекарственного средства широкого спектра действия, обладающего защитным действием по отношению к возбудителям нескольких острых инфекционных заболеваний. Ее проводят незамедлительно после выявления в коллективе первого заболевшего или установления факта применения противником бактериологического оружия.

Специальная ЭП направлена на предупреждение инфекционного заболевания установленной этиологии путем применения лекарственного средства, обладающего наибольшим защитным действием в отношении возбудителя конкретного острого инфекционного заболевания.

В ряде случаев сочетают средства ЭП и *превентивной профилактики* (ПП); целесообразность такого мероприятия определяется видом возбудителя острого инфекционного заболевания. При этом в обязательном порядке учитывают степень контагиозности (заразности) инфекции, опасности вторичного заражения, наличие и степень напряженности иммунитета, эффективность лекарственного средства ЭП и т. д.

В эпидемических очагах высококонтагиозных инфекций (чума, натуральная оспа) и сибирской язвы, возбудитель которой в споровой форме длительно сохраняется во внешней среде, применение средств ЭП и ПП является обязательным.

Особенность ЭП при чуме заключается в использовании антибиотиков и химиопрепаратов в возможно более ранние сроки после заражения, желательно в первые 6 ч после инфицирования. При этом особое значение сроки применения средств ЭП имеют для лиц, которые не иммунизированы против чумы и соответственно более восприимчивы к инфекциям. В

других эпидемических очагах применение средств ЭП и ПП целесообразно при туляремии, лихорадке и сыпном тифе (при наличии завшивленности в коллективе).

В заключение отметим, что в настоящее время в России вновь возникли болезни, с которыми, как считалось ранее, было покончено навсегда. Это относится прежде всего к туберкулезу, распространение которого ныне приобрело характер инфекции. Так, за 1998 г. зарегистрировано свыше 86 тыс. впервые выявленных больных туберкулезом, показатель заболеваемости составил 58,5 на 100 тыс. населения и превысил аналогичный показатель 1997 г. на 6 %. Ежегодно от туберкулеза умирает более 22 тыс. чел., а на учете в тубдиспансерах состоит в настоящее время около 3 млн чел., т.е. 2 % населения России.

Крайне опасная обстановка складывается с заболеванием СПИДом. С марта 1987 г., когда в России был выявлен первый больной СПИДом, в 73 субъектах РФ зарегистрировано (на 1998 г.) 10 631 ВИЧ-инфицированных граждан, включая 439 детей, из них 329 больных СПИДом, в т.ч. 115 детей. За этот период от данной болезни умерло 224 больных, в т.ч. 77 детей. Более 90 % выявленных больных зарегистрировано среди лиц, употребляющих наркотики внутривенно. Указывается при этом, что причинами заражения являются использование общих шприцов и игл, а также инфицирование (заражение) наркотиков в процессе их приготовления и употребления. Наибольшее число ВИЧ-инфицированных зарегистрировано в Краснодарском крае, Калининградской, Нижегородской, Тверской, Ростовской, Саратовской, Московской, Тюменской областях, Москве и Санкт-Петербурге.

К настоящему времени ВИЧ-инфекция приобрела размах широко-масштабной эпидемии в самых развитых странах мира. Так, согласно СМИ, в 1998 г. в США зарегистрировано более 400 тыс., во Франции – свыше 48 тыс., в Испании – 46 тыс., Италии – более 40 тыс. чел. и т.д. Естественно, эти цифры к настоящему времени подросли.

Носителями ВИЧ-инфекции являются, по последним данным, около 100 млн жителей планеты, а уже умерло от СПИДа более 10 млн человек. К сожалению, Россия переместилась на одно из первых мест в мире по темпам распространения ВИЧ-инфекции.

9.6. Массовые заболевания растений и их профилактика

В целях оценки масштаба заболеваний растений применяют такие понятия, как эпифитотия и панфитотия.

Эпифитотия – массовое инфекционное заболевание растений, охватывающее большие территории. Такие заболевания обусловлены ржавчинными, эризифовыми грибами, филлоксерой и др. В виде эпифитотий проявляются, например, ржавчина и головня злаковых культур, а также фитофтороз картофеля.

Панфитотия – массовые заболевания растений, могущие охватить несколько стран или континентов.

Восприимчивость растений к фитопатогену – это неспособность противостоять заражению и распространению фитопатогена в тканях. Восприимчивость зависит от устойчивости районированных сортов, времени заражения и погоды. В зависимости от устойчивости сортов меняется способность патогена вызывать заражение, плодовитость грибов, скорость развития возбудителя и соответственно опасность заболевания.

Чем раньше происходит заражение посевов, тем выше уровень поражения растений, значительнее потери урожая. Наиболее опасными болезнями являются стеблевая (лишайная) ржавчина пшеницы, ржи, желтая ржавчина пшеницы и фитофтороз картофеля.

Болезни растений классифицируются по следующим признакам:

- место или фаза развития растений (болезни семян, всходов, рассады, взрослых растений);
- место проявления (местные, локальные, общие);
- течение (острые, хронические);
- поражаемая культура;
- причина возникновения (инфекционные, неинфекционные).

Все патологические изменения в растениях проявляются в разнообразных формах и делятся на гнили, мумификации, увядание, некрозы, налеты, наросты.

Охрана территории России от завоза и распространения особо опасных инфекционных заболеваний растений регулируется Федеральным законом «О карантине растений» от 15 июля 2000 г. № 99-ФЗ. Установление

карантинного режима растений является одной из основных мер защиты от биологического воздействия в результате завоза и распространения опасных растений.

Карантин растений, согласно указанному закону (ст. 2), – это правовой режим, предусматривающий систему мер по охране растений и продукции растительного происхождения от карантинных объектов на территории России.

В целях санитарной охраны территории страны в пунктах пропуска через Государственную границу РФ вводится *санитарно-карантинный контроль*.

Карантин растений вводится на территории России, соответствующего субъекта Федерации (край, область), в городских и сельских поселениях, в организациях и на объектах хозяйственной деятельности в случае угрозы возникновения и распространения инфекционных заболеваний.

Закон «О карантине растений» регулирует порядок установления карантина растений, во-первых, для предотвращения завоза в страну *подкарантинной продукции* (растений, продукции растительного происхождения, тары, упаковки, почвы либо других организмов, объектов или материалов, которые могут стать носителями вредных организмов или способствовать распространению вредных организмов), и, во-вторых, для борьбы с *карантинными объектами*, т.е. вредными организмами, отсутствующими или ограниченно распространенными на территории России.

В случае выявления заражения или засорения подкарантинных объектов карантинными объектами устанавливается *карантинная фитосанитарная зона*, на территории которой вводится *карантинный фитосанитарный режим*. При этом проводятся мероприятия по борьбе с карантинными объектами, локализации, ликвидации их очагов, вводятся запреты на использование и вывоз с этой территории подкарантинной продукции и иные запреты и ограничения. После ликвидации очагов карантинных объектов карантинная фитосанитарная зона упраздняется, карантинный фитосанитарный режим отменяется и карантин снимается.

Ввоз на территорию России подкарантинной продукции разрешается, если на указанную продукцию имеется *фитосанитарный сертификат*,

удостоверяющий ее соответствие требованиям правил и норм обеспечения карантина растений.

Если продукция, ввозимая на территорию России, заражена карантинными объектами (например, мука содержит личинки долгоносика), она подлежит обеззараживанию в пунктах пропуска через Государственную границу РФ (где организуется первичный государственный карантинный контроль) или в местах назначения. Транспортные средства, которые использованы для перевозки этой продукции, подлежат обязательной очистке или обеззараживанию.

Следует подчеркнуть, что в целях предотвращения проникновения на территорию России или распространения на ее территории карантинных объектов подкарантинная продукция может быть изъята, уничтожена или возвращена отправителю.

Осуществление организационных мер по обеспечению карантина растений возлагается на Государственную службу по карантину растений в России, которая является составной частью единой федеральной централизованной системы государственных органов и организаций, обеспечивающих карантин растений.

В состав указанной службы входят Государственная инспекция по карантину растений Министерства сельского хозяйства (МСХ) РФ; Всероссийский научно-исследовательский институт карантина растений с его периферийной сетью; пограничные государственные и государственные инспекции по карантину растений в субъектах Федерации, карантинные лаборатории, фумигационные отряды, экспедиции, государственные городские и межрайонные инспекции по карантину растений, пограничные пункты по карантину растений в морских и речных портах (на пристанях), на железнодорожных станциях, в аэропортах, на почтамтах и шоссейных дорогах, районные и межрайонные пункты по карантину растений.

Положением определены основные задачи Государственной службы по карантину растений:

- проведение карантинного досмотра и лабораторной экспертизы продукции растительного происхождения и других материалов, завозимых из зарубежных стран, в том числе растительных вложений, поступающих в

багаже, почтовых отправлениях и в ручной клади пассажиров, а также транспортных средств, прибывающих в Россию из других государств;

- организация оздоровления и карантинного обеззараживания продукции растительного происхождения и других материалов, а также транспортных средств, прибывающих из других государств и из зон, объявленных под карантином;

- проведение карантинного досмотра продукции растительного происхождения и других материалов, отгружаемых на экспорт;

- проведение контрольных обследований сельскохозяйственных и других угодий; мест хранения и переработки продукции растительного происхождения с целью своевременного выявления карантинных вредителей, болезней растений и сорняков;

- установление карантинного районирования и микрорайонирования территории РФ;

- осуществление государственного контроля за выполнением карантинных мероприятий министерствами, ведомствами, учреждениями, предприятиями, объединениями, организациями и гражданами;

- разработка условий ввоза из других государств растительной продукции и других подкарантинных материалов, условий перевозки такой продукции внутри страны из зон, объявленных под карантином, а также условий ее использования и др.

Государственная инспекция по карантину растений МСХ России выдает *импортные карантинные разрешения* на семена, посадочный материал и иную подконтрольную карантину растительную продукцию, завозимую из других государств, а также на подкарантинные грузы, следуемые транзитом через территорию России. К числу импортных растительных грузов относятся семена и посадочный материал сельскохозяйственных, лесных и декоративных культур, растения и их части (черенки, отводки, луковицы, корневища, клубни, корнеплоды, горшечные растения, срезы цветов и т.п.); культуры живых грибов, бактерий, вирусов, нематод, клещей, насекомых, являющихся возбудителями и переносчиками болезней растений и повреждающих живые растения, продукцию растительного происхождения; коллекции насекомых – возбудителей болезней растений, гербарии и коллекции семян.

Государственные инспекции по карантину растений выдают *сертификаты* и другие документы на продукцию, отправляемую на экспорт, на право перевозки и использования отечественных и импортных семян, посадочного материала и другой подкарантинной продукции растительного происхождения, а также тары, используемой при перевозке растительной продукции; организуют проведение и контроль за обеззараживанием подкарантинной продукции растительного происхождения.

9.7. Инфекционные заболевания животных и их профилактика

Инфекционные болезни животных – это группа болезней, которая имеет общие признаки: наличие специфического возбудителя, цикличность развития, способность передаваться от зараженного животного к здоровому и способность принимать эпизоотическое распространение.

Эпизоотия – одновременное распространение заболевания среди большого числа животных (диких или домашних) одного или многих видов, например среди мышевидных грызунов.

В зависимости от способа передачи инфекционные болезни подразделяются на 5 групп: *алиментарные* (передаются через почву, корма, воду): ящур, сибирская язва, сеп, бруцеллез; *респираторные*, или аэрогенные (передаются воздушно-капельным путем): парагрипп, оспа овец и коз, чума плотоядных; *трансмиссивные* (передаются кровососущими насекомыми): туляремия, инфекционная анемия лошадей; четвертая группа – инфекции, *возбудители которых передаются через наружные покровы* без участия переносчиков: столбняк, бешенство, оспа коров; пятая – инфекции с *невыявленными путями заражения*.

Место пребывания источника возбудителя инфекции на определенном участке местности, где при данной ситуации возможна передача возбудителя болезням восприимчивым животным, называется *эпизоотическим очагом*. Таким очагом могут быть помещения и территории с находящимися там животными, у которых обнаружена данная инфекция.

По широте распространения эпизоотический процесс встречается в трех формах: спорадическая заболеваемость, эпизоотия, панзоотия.

Спорадия – самая низкая степень интенсивности эпизоотического процесса, это единичные или нечастые случаи проявления инфекционной болезни, обычно не связанные между собой единым источником возбудителя инфекций.

Эпизоотия – средняя степень интенсивности (напряженности) эпизоотического процесса.

Панзоотия – высшая степень развития эпизоотии, она характеризуется необычайно широким распространением инфекционной болезни, охватывающей одно государство, несколько стран, материк.

Примером такой панзоотии является массовое заболевание крупнорогатого скота губчатым энцефалитом в Англии. Пришлось принять экстренные меры, чтобы инфекция не перекинулась на европейский континент: сотни тысяч животных были уничтожены, стране был нанесен огромный ущерб, исчисляемый миллиардами долларов.

Охрана территории России от завоза и распространения особо опасных инфекционных заболеваний животных регулируется Федеральным законом «О ветеринарии» (14 мая 1993 г.), в котором прописаны меры по установлению и отмене на территории страны карантина, других ограничений, предотвращению и ликвидации очагов заразных и массовых незаразных болезней животных.

Разрешение на закупку и ввоз в Россию животных и продукции животноводства дает *главный государственный ветеринарный инспектор РФ*. К ввозу допускаются здоровые животные, а также продукты животноводства, полученные от здоровых животных из благополучных по разным болезням животных иностранных государств, с соблюдением требований ветеринарного законодательства России. Так, в 2002 г. был введен запрет на поставку в страну куриных окорочков из США по причине обнаружения в них консервантов, не разрешенных на территории России.

В целях предупреждения заноса заразных болезней животных из иностранных государств МСХ РФ на Государственной границе организует *пограничные ветеринарные контрольные пункты*. Они располагаются на железнодорожных и автомобильных вокзалах, станциях, в морских и речных портах, аэропортах, в иных местах, где осуществляется пограничный контроль.

При возникновении очагов заразных и массовых незаразных болезней животных специально уполномоченными органами власти вводятся карантин или другие ограничения, которые направлены на предупреждение распространения и ликвидацию очагов указанных болезней животных. В целях оперативного руководства и координации деятельности в этом направлении создаются в установленном порядке *чрезвычайные противоэпизоотические комиссии*, которые наделяются надлежащими полномочиями.

Реализация требований ветеринарного законодательства возложена на Государственную ветеринарную службу Российской Федерации. В качестве органов государственного ветеринарного надзора выступают органы управления, учреждения и организации Государственной ветеринарной службы:

- Департамент ветеринарии МСХ РФ и непосредственно ему подчиненные ВНИИ контроля, стандартизации и сертификации ветеринарных препаратов, центральные лаборатории (научно-производственная и радиологическая), зональные управления государственного ветеринарного надзора на государственной границе и транспорте;
- управления ветеринарии в составе органов исполнительной власти субъектов Федерации (краев, областей и республик);
- управления (отделы) ветеринарии в составе администраций районов и городов;
- станции по борьбе с болезнями животных, ветеринарные лаборатории субъектов Федерации, районов и городов;
- участковые ветеринарные лечебницы, ветеринарные участки, пункты;
- пограничные и транспортные ветеринарные контрольные пункты, лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы на рынках, подразделения государственного ветеринарного надзора на предприятиях по переработке и хранению продуктов животноводства.

Органы государственного ветеринарного надзора обязаны проводить контроль всех видов животноводческих грузов, которые ввозятся любым видом транспорта: животные всех видов (включая пушных зверей, птиц, лабораторных, зоопарковых и домашних животных, морских зверей, пчел, рыб, эмбрионы животных); ветеринарные препараты, биологические материалы и предметы коллекционирования животного происхождения (шкуры, рога) и т.п.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое природно-очаговые заболевания?
2. Чем отличается эпидемия от пандемии? Перечислите инфекционные болезни, которые развились в пандемии.
3. Охарактеризуйте пути распространения инфекций. В чем состоит суть профилактики природно-очаговых болезней?
4. Какие проблемы возникли в настоящее время в области охраны окружающей природной среды от вредного биологического воздействия? Охарактеризуйте их.
5. В чем заключается экологически безвредное обращение с опасными микроорганизмами? Какой закон регулирует деятельность государственных органов в этом направлении?
6. Почему нормирование является основным средством охраны атмосферного воздуха, вод и почв от вредного биологического воздействия?
7. Что такое очаг бактериологического поражения и какие мероприятия в нем необходимо осуществить?
8. Дайте определение дезинфекции, дезинсекции и дератизации.
9. Какие задачи выполняет санитарно-эпидемиологическая разведка очага бактериологического поражения?
10. В чем заключается экстренная профилактика и превентивная профилактика?
11. Что такое эпифитотия и панфитотия? Охарактеризуйте профилактические мероприятия по борьбе с инфекционными заболеваниями растений.
12. Что такое эпизоотия?

Глава 10. СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ

Для специалистов по экологии человека наиболее важная сторона стихийных бедствий – их последствия для жизнедеятельности людей (рис. 9).

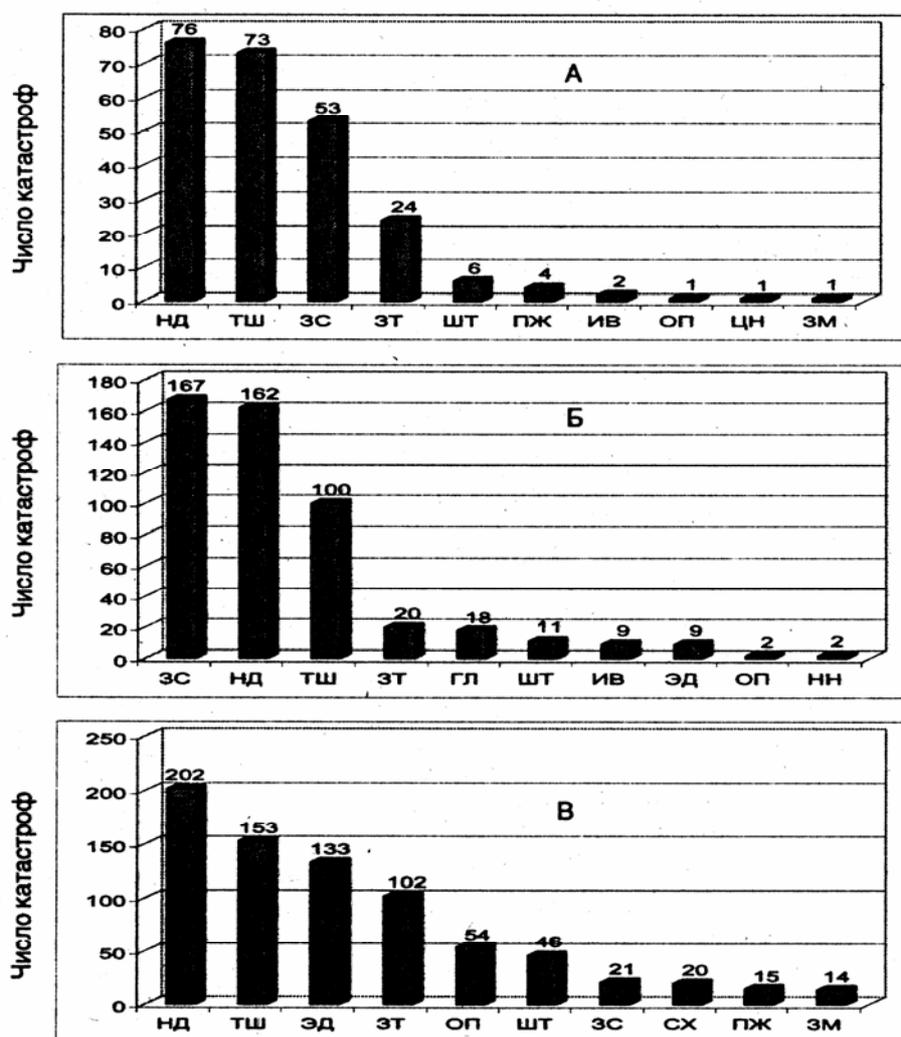


Рис. 9. Число различных типов стихийных бедствий в мире за 30 лет (1962 – 1992), выделяемых по величине ущерба (А), количеству пострадавших (Б) и погибших (В):

ЗТ – землетрясения, НД – наводнение, ТШ – тропические штормы, ЦН – цунами, ЗС – засуха, ГЛ – голод, ИВ – извержение, ЗМ – заморозки, ЭД – эпидемия, ОП – оползни, СХ – суховеи, ПЖ – пожары, ШТ – штормы, НН – нашествие насекомых

По данным отдела катастроф Смитсоновского института (США), число погибших на планете в результате стихийных бедствий за период с 1947 по 1970 гг. было ориентировочно следующим:

Циклоны, тайфуны, штормы на побережье.....	760 тыс.
Землетрясения.....	190 тыс.
Наводнения.....	180 тыс.
Грозы, цунами, извержения вулканов и др.....	62 тыс.
<i>Всего.....</i>	<i>1192 тыс.</i>

Таким образом, в течение почти четверти века от стихийных бедствий ежегодно в среднем погибали около 50 тыс. чел. После 1970 г. статистика пополнилась обширным списком природных катастроф. Напомним только о землетрясении в Америке в 1988 г. Тогда погибли, по различным оценкам, от 25 до 50 тыс. чел. Подсчитано, что 9/10 стихийных бедствий в мире относится к четырем типам: наводнения (40 %), тропические циклоны (20 %), землетрясения (15 %), засухи (15 %). По числу жертв тропические циклоны занимают первое место, наводнения же более часты и причиняют большой материальный ущерб. Считается, что ущерб, наносимый мировой экономике стихийными бедствиями, составляет около 30 млрд долларов США ежегодно 20 млрд из них – чистый ущерб, а остальные 10 млрд – расходы на превентивные действия и мероприятия по смягчению последствий разгула стихии.

В антропологическом аспекте определение стихийных бедствий может быть сформулировано следующим образом: стихийные катастрофы – это разрушительные природные процессы, вызывающие гибель людей в результате воздействия на них ядовитых раскаленных газов и лавы при извержениях вулканов, приливной волны при цунами и тайфунах, водно-грязевых потоков при селях и т.д., а также в результате травматизма при разрушении жилых и общественных зданий, производственных объектов и технических сооружений; уничтожение сельскохозяйственной продукции на полях и плантациях, в хранилищах и на складах; гибель сельскохозяйственных животных; разрушение коммунально-санитарной инфраструктуры, в том числе электросетей, систем связи, водопровода и канализации. Последнее обстоятельство часто приводит к массовым вспышкам инфекционных заболеваний после стихийных бедствий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За много веков человечество выработало достаточно стройную систему мер защиты от стихийных бедствий, осуществление которой в различных районах мира могло бы значительно снизить число человеческих жертв и величину материального ущерба. Но до сегодняшнего дня мы, к сожалению, можем говорить только об отдельных примерах успешного противостояния стихиям. Тем не менее целесообразно еще раз перечислить главные принципы защиты от стихийных бедствий и компенсации их последствий. Необходимо четкое и своевременное прогнозирование времени, места и интенсивности стихийного бедствия. Это дает возможность своевременно оповестить население об ожидаемом ударе стихии. Правильно понятое предупреждение позволяет людям подготовиться к опасному явлению путем либо временной эвакуации, либо строительства защитных инженерных сооружений, либо укрепления собственных домов, помещений для скота и т.д. Должен быть учтен опыт прошлого, и его тяжелые уроки должны быть доведены до сведения населения с разъяснением, что подобное бедствие может повториться. В некоторых странах государство скупает земли в ареалах возможных стихийных бедствий и организует субсидируемые переезды из опасных зон. Важное значение для снижения убытков в результате стихийных бедствий имеет страхование. В бывшем СССР было налажено государственное страхование личного и колхозно-совхозного имущества и жизни людей от следующих стихийных бедствий: землетрясений, наводнений, ударов молнии, ураганов, селей, снежных лавин, обвалов, оползней, засух, грязевых потоков, ливней, града, ранне-осенних и поздневесенних заморозков. Сельскохозяйственные угодья страховались не только от этих явлений, но и от заиления почв, инея, без-

ветренной погоды в период опыления растений; животные на крайнем севере и юге страны страховались от гололеда, глубокого снега, снежного наста, низких температур. Государство выплачивало компенсации колхозам и совхозам за все виды ущерба, связанные с падежом скота, неурожаем или разрушением построек, которые были вызваны необычными для данного района природными процессами. В настоящее время в России в связи с появлением частных страховых компаний и изменением форм собственности принципы страхования меняются. Важная роль в предотвращении ущерба от стихийных бедствий принадлежит инженерно-географическому районированию зон возможного стихийного бедствия, а также разработке строительных норм и правил, которые строго регламентируют тип и характер строительства. В различных странах разработано достаточно гибкое законодательство о хозяйственной деятельности в зонах стихийных бедствий. Если стихийное бедствие произошло в населенном районе и население не было заранее эвакуировано, производятся аварийно-спасательные работы, вслед за ними следуют ремонтно-восстановительные.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Безопасность жизнедеятельности / под ред. С. В. Белова. – М. : Высш. шк., 1999. – 448 с. – ISBN 5-06003-605-7.

2. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий при чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие / В. В. Денисов [и др.]. – М. : МарТ, 2003. – 608 с. – ISBN 5-241-00271-5.

3. *Русак, О. Н.* Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для студентов всех специальностей / О. Н. Русак, К. Р. Малаян, Н. Г. Занько ; под ред. О. Н. Русака. – СПб. : Лань, 2001. – 448 с. – ISBN 5-8114-0284-8.

4. *Хван Т.А.* Безопасность жизнедеятельности : учеб. для студентов вузов / Т. А. Хван, А. А. Хван. – Ростов на/Д.: Феникс , 2001. – 352 с. – ISBN 5-222-01424-X.

5. *Шлендер, П. Э.* Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие / П. Э. Шлендер, В. М. Маслова, С. И. Подгаецкой ; под ред. проф. П. Э. Шлендера. – М. : Вузовский учебник, 2003. – 208 с. – ISBN 5-9558-0004-2.

Учебное издание

ХМАРУК Олег Николаевич

ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Учебное пособие

Редактор Е.В. Невская
Технический редактор Н.В. Тупицына
Корректор Т.В. Климова
Компьютерная верстка С.В. Павлухиной
Дизайн обложки Е.В. Невской

ЛР № 020275. Подписано в печать 16.02.06.

Формат 60x84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.
Печать на ризографе. Усл. печ. л. 8,37. Уч.-изд. л. 8,41. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.