

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ И.А. БУНИНА»

**А. В. ШАХСУВАРОВ**

# **ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЛИТОСФЕРЕ**

**Учебное пособие**

**Елец – 2016**

УДК 504.5.06

ББК 20.1

**Ш 31**

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина  
от 29.01.2016, протокол №1

**Рецензенты:**

*Колбасин П.Н., доктор медицинских наук, профессор кафедры гигиены общей  
с экологией Медицинской академии имени С.И. Георгиевского  
ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» (г. Симферополь)*

**А.В. Шахсуваров**

**Ш 31** Опасные природные процессы в литосфере: учебное пособие. – Елец:  
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2016. – 59 с.

В учебном пособии рассмотрены причины и механизмы формирования опасных природных процессов в литосфере. Дана оценка физических полей основных поражающих факторов землетрясений, оползней, обвалов, снежных лавин, вулканических извержений, ландшафтных пожаров. Приведены рекомендации по защите населения в условиях чрезвычайных ситуаций, обусловленных опасными природными процессами в литосфере. Учебное пособие предназначено для студентов бакалавриата по направлению подготовки 44.03.01 - Педагогическое образование (профиль - Безопасность жизнедеятельности) изучающих дисциплину «Безопасность и защита в ЧС» и подготовки 280700.62 - Техносферная безопасность (профиль - Защита в чрезвычайных ситуациях), изучающих дисциплину «Опасные природные процессы».

УДК 504.5.06

ББК 20.1

© Елецкий государственный  
университет им. И.А. Бунина, 2016

В учебном пособии рассмотрены причины и механизмы формирования опасных природных процессов в литосфере. Дана оценка физических полей основных поражающих факторов землетрясений, оползней, обвалов, снежных лавин, вулканических извержений, ландшафтных пожаров. Приведены рекомендации по защите населения в условиях чрезвычайных ситуаций, обусловленных опасными природными процессами в литосфере. Учебное пособие предназначено для студентов бакалавриата по направлению подготовки 44.03.01 - Педагогическое образование (профиль - Безопасность жизнедеятельности) изучающих дисциплину «Безопасность и защита в ЧС» и подготовки 280700.62 - Техносферная безопасность (профиль - Защита в чрезвычайных ситуациях), изучающих дисциплину "Опасные природные процессы".

## **ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЛИТОСФЕРЕ**

### **Общие сведения о литосфере**

Литосфера - внешняя твердая оболочка Земли, которая включает всю земную кору с частью верхней мантии Земли и состоит из осадочных, изверженных и метаморфических пород. Нижняя граница литосферы нечеткая и определяется резким уменьшением вязкости пород, изменением скорости распространения сейсмических волн и увеличением

электропроводности пород. Толщина литосферы на континентах и под океанами различается и составляет в среднем соответственно 25 - 200 и 5 - 100 км.

Рассмотрим в общем виде геологическое строение Земли. Третья за отдаленностью от Солнца планета - Земля имеет радиус 6370 км, среднюю плотность - 5,5 г/см<sup>3</sup> и состоит из трех оболочек - коры, мантии и ядра. Мантия и ядро делятся на внутренние и внешние части.



#### Строение литосферы (разрез).

Земная кора - тонкая верхняя оболочка Земли, которая имеет толщину на континентах 40-80 км, под океанами - 5-10 км и составляет всего около 1 % массы Земли. Восемь элементов — кислород, кремний, водород, алюминий, железо, магний, кальций, натрий — образуют 99,5 % земной коры. На континентах кора трехслойная: осадочные породы укрывают гранитные, а гранитные залегают на базальтовых. Под океанами кора «океанического», двухслойного типа; осадочные породы залегают просто на базальтах, гранитного пласта нет. Различают также переходный тип земной коры (островно-дуговые зоны на окраинах океанов и некоторые участки на материках, например Черное море). Наибольшую толщину земная кора имеет в горных районах (под Гималаями - свыше 75 км), среднюю - в районах платформ (под Западно-Сибирской низиной - 35-40, в границах Русской платформы - 30-35), а наименьшую - в центральных районах океанов (5-7 км). Преобладающая часть земной поверхности - это равнины континентов и океанического дна. Континенты окружены шельфом - мелководной полосой глубиной до 200 м и средней шириной близко 80 км, которая после резкого обрыва часто изгиба дна переходит в континентальный склон (уклон изменяется от 15-17 до 20-30°). Склоны постепенно выравниваются и переходят в абиссальные равнины (глубины 3,7-6,0 км). Наибольшие глубины (9-11 км) имеют океанические желоба, подавляющее большинство которых расположенные на северной и западной окраинах Тихого океана.

Основная часть литосферы состоит из изверженных магматических пород (95 %), среди которых на континентах преобладают граниты и гранитоиды, а в океанах - базальты.

Актуальность экологического изучения литосферы обусловленная тем, что литосфера есть средой всех минеральных ресурсов, одним из основных объектов антропогенной деятельности (составных природной среды), через значительные изменения которого развивается глобальный экологический кризис. В верхней части континентальной земной коры развиты грунты, значение которых для человека тяжело переоценить. Грунты - органо-минеральный продукт многолетней (сотни и тысячи лет) общей деятельности живых организмов, воды, воздуха, солнечного тепла и света есть одними из важнейших природных ресурсов. В зависимости от климатических и геолого-географических условий грунты имеют толщину от 15-25 см до 2-3 м.

Грунты возникли вместе с живым веществом и развивались под влиянием деятельности растений, животных и микроорганизмов, пока не стали очень ценным для человека плодородным субстратом. Основная масса организмов и микроорганизмов литосферы сосредоточенная в грунтах, на глубине не больше нескольких метров. Современные грунты являются трехфазной системой (разнозернистые твердые частицы, вода и газы, растворенные в воде, и порах), которая состоит из смеси минеральных частиц (продукты разрушения горных пород), органических веществ (продукты жизнедеятельности биоты ее микроорганизмов и грибов). Грунты играют огромную роль в кругообороте воды, веществ и углекислого газа.

С разными породами земной коры, как и с ее тектоническими структурами, связанные разные полезные ископаемые: горючие, металлические, строительные, а также такие, что есть сырьем для химической и пищевой промышленности.

Глубинные толщи литосферы, которые исследуют геофизическими методами, имеют довольно сложную и еще недостаточно изученное строение, так же, как мантия и ядро Земли. Но уже известно, что с глубиной плотность пород возрастает, и если на поверхности она составляет в среднем 2,3-2,7 г/см<sup>3</sup>, то на глубине близко 400 км - 3,5 г/см<sup>3</sup>, а на глубине 2900 км (граница мантии и внешнего ядра) - 5,6 г/см<sup>3</sup>. В центре ядра, где давление достигает 3,5 тыс. т/см<sup>2</sup>, она увеличивается до 13-17 г/см<sup>3</sup>. Установлен также и характер возрастания глубинной температуры Земли. На глубине 100 км она составляет приблизительно 1300°C градусов, на глубине близко 3000 км — 4800°C, а в центре земного ядра — 6900°C.

Преобладающая часть вещества Земли находится в твердом состоянии, но на границе земной коры и верхней мантии (глубины 100—150 км) залегает толща смягченных, тестообразных горных пород. Эта толща (100—150 км) называется астеносферой. Геофизики считают, что в разреженном состоянии могут находиться и другие участки Земли (за счет разуплотнения, активного радиораспада пород и т.п.), в частности - зона внешнего ядра. Внутреннее ядро находится в металлической фазе, но относительно его вещественного состава единого мнения на сегодня нет.

Литосфера не есть единое целое. Она расколота на отдельные куски, части, которые называют плитами, а древние мудрецы называли Китами. Сейчас литосфера Земли состоит из семи больших плит и нескольких более мелких плит. Литосферные плиты скользят в определенных направлениях, наезжая при этом друг на друга. В границах литосферы периодически происходили и происходят грозные экологические процессы (сдвиги, сели, обвалы, эрозия), которые имеют огромное значение для формирования экологических ситуаций в определенном регионе планеты, а иногда приводят к глобальным экологическим катастрофам.

Литосферные опасности – это опасные природные явления геофизического и геологического происхождения, которые характеризуются внезапным нарушением жизнедеятельности населения, разрушениями уничтожением материальных ценностей травмами и жертв среди людей.

### **Классификация опасных природных процессов в литосфере**

Типы ЧС	Виды ЧС
1. Геофизические опасные процессы	Землетрясения, Извержение вулканов
2. Геологические опасные процессы	Оползни. Сели. Обвалы. Осыпи. Лавины. Склоновый смыв. Просадка лесовых пород. Просадка (провал) земной поверхности в результате карста. Абразия, эрозия. Курумы. пыльные бури

3. Природные пожары	Лесные пожары. Пожары лесных и хлебных массивов. Торфяные пожары. Подземные пожары горючих ископаемых.
---------------------	--

## **ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ОПАСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ**

К опасным природным процессам геофизического происхождения относятся землетрясения и извержения вулканов. Силы глубинной энергии приводят к подвижкам больших участков земной коры, в результате могут подниматься и опускаться материки, наступать или отступать моря. К числу наиболее грозных проявлений внутренней силы Земли относятся землетрясения и извержения вулканов.

Районы землетрясений и проявления вулканизма находятся в основном по обоим побережьям Тихого океана, а также в поясе от Средиземноморья до Гималаев. На Тихоокеанский пояс приходится 80—90% всех землетрясений и проявлений вулканизма

### **ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ.**

#### **Понятие землетрясения**

По данным ЮНЕСКО, землетрясениям принадлежит первое место по причиняемому ими экономическому ущербу и одно из первых мест по числу унесенных ими человеческих жизней.

Ежегодно в мире фиксируется около 500 тысяч землетрясений. Из них 400 тысяч настолько слабы, что человек их даже не замечает, а ощутимые разрушения приносят лишь около сотни землетрясений в год.

Землетрясения — это подземные удары и колебания земной поверхности, вызванные в основном тектоническими движениями в земной коре или верхней части мантии Земли и когда практически мгновенно происходит смещение больших участков литосферы относительно друг друга. Подземные толчки и колебания земной поверхности передаются на большие расстояния в виде упругих колебаний.

Ежегодно сейсмографы фиксируют несколько сотен тысяч землетрясений. Люди ощущают лишь около 10 тыс. землетрясений, из них примерно 100 бывают разрушительными.

#### **Причины возникновения землетрясений и их классификация**

В недрах земли постоянно происходят сложные процессы накопления энергии, высвобождение которой и вызывает сейсмический толчок. Момент высвобождения этой энергии, которую принято называть энергией тектонических процессов, связывают с движением плит, на которые разбита земная кора. На границах между плитами могут происходить три явления: в одних случаях плиты раздвигаются, в других — сдвигаются или скользят одна относительно другой.

#### **Классификация землетрясений**

Землетрясения		
по месту возникновения:	по причине возникновения:	по характеру возникновения:
- краевые; - внутриплитовые (внутренние)	- тектонические; - вулканические; - обвальные;	- колебания грунта; - трещины, разломы; - цунами;

	- взрывные	- вторичные поражающие факторы;
--	------------	---------------------------------

В месте столкновения двух плит происходит деформация земной поверхности с выделением накопленной энергии. Землетрясения подобного типа называются **тектоническими**. Иногда случаются землетрясения во внутренних частях плит — так называемые **внутриплитовые землетрясения**. Они возникают из-за развития деформации (накопления энергии) в плитах, вызванной давлением на их краях.

Основными плитами земной коры являются Американская, Антарктическая, Африканская, Евразийская, Индийская и Тихоокеанская. Всего насчитывается около 20 плит, на которых расположены целые страны, континенты, моря и океаны. Зоны стыков этих плит известны. Именно там расположены области наиболее активных сейсмических явлений.

Землетрясения возникают и в результате вулканической деятельности. В местах, где раздвигаются плиты, за счет тепловой конвекции возникают восходящие потоки, извергающие лаву. Данный процесс сопровождается выделением энергии и порождает **вулканические землетрясения**.

По сравнению с тектоническими и внутриплитовыми землетрясениями сейсмические толчки, вызванные вулканической деятельностью, гораздо слабее, так как большая часть энергии разряжается в атмосферу, и, кроме того, слабые вулканические породы разрушаются раньше, чем в них успевают накопиться значительные запасы энергии.

Ещё одну категорию образуют **обвальные землетрясения**, когда обрушение кровли шахты или подземных пустот вызывают образование упругих волн. К обвальным землетрясениям относятся и землетрясения, возникающие при развитии крупных оползней.

Землетрясения могут также вызываться и техногенной деятельностью человека (взрывы, артиллерийская стрельба, искусственное обрушение горных пород, движение тяжелого автотранспорта). Известно, что в некоторых районах мира землетрясения возникают в результате заполнения больших водохранилищ или закачки воды в скважины. Землетрясения в этом случае, как правило, слабые и происходят в непосредственной близости от скважины или водохранилища. Наиболее вероятной причиной этих землетрясений является возрастание порогового давления в породах, вызванного нагнетанием воды.

Наиболее сильны и опасны тектонические и внутриплитовые землетрясения. Эти наиболее сильные землетрясения часто влекут за собой повторные толчки.

Землетрясения возникают в определенных зонах. Зона землетрясений, окружающая Тихий океан, называется Тихоокеанским поясом; здесь происходит около 90% всех землетрясений земного шара. Другой район — это Альпийский пояс, протянувшийся от Средиземноморья на восток через Турцию, Иран и северную Индию, где происходит около 5—6% всех землетрясений. Остальные 4—5% землетрясений случаются вдоль срединно-океанических хребтов или внутри плит.

Для обнаружения и регистрации сейсмических волн используются специальные приборы — сейсмографы.

Современные сейсмографы представляют собой сложные электронно-механические устройства. В них используется свойство инерции. Главная часть сейсмографа — инерционное тело — груз на пружине. Он подвешен к кронштейну, который жёстко закреплён в твёрдой горной породе и поэтому приходит в движение при землетрясении. Барабан с бумажной лентой также прикреплен к корпусу сейсмографа. Когда почва колеблется, груз маятника отстаёт от её движения. Сейсмические волны регистрируются пером на движущейся бумажной ленте. Запись сотрясений почвы называется сейсмограммой.

Ежедневно сейсмографы регистрируют на Земле более тысячи землетрясений. К счастью, многие из них настолько слабы, что не причиняют никакого вреда. Записи с двух или большего количества сейсмографов помогают сейсмологам определить место, где произошло землетрясение, и измерить его силу.

### Основные характеристики землетрясений

Рассмотрим основные показатели измерения силы землетрясений.

**Магнитуда** землетрясения является мерой общего количества энергии, излучаемой при сейсмическом толчке в виде упругих волн. Эта относительная энергетическая характеристика землетрясения была введена Рихтером.

Магнитуда землетрясения измеряется по максимальной амплитуде записи, полученной сейсмографом стандартного типа. Она является отражением максимальной амплитуды смещения частиц почвы.

Оценка интенсивности землетрясений производится по сейсмической шкале, которая бывает двух видов: для оценки энергии очагов землетрясений (магнитуд) и для оценки интенсивности проявления землетрясения на поверхности земли.

Энергия землетрясений оценивается в относительных единицах (от 1 до 9) по шкалам магнитуд (шкала Рихтера).

Для оценки интенсивности проявления землетрясения на поверхности земли применяется двенадцатибалльная международная сейсмическая шкала MSK-86 (шкала Меркалли).

#### Последствия землетрясений в зависимости от интенсивности (по международной шкале Меркалли)

Баллы	Интенсивность землетрясения	Характеристика последствий
1	Незаметное	Отмечается только сейсмическими приборами
2	Очень слабое	Отмечается сейсмическими приборами. Ощущается только отдельными людьми, находящимися в состоянии полного покоя
3	Слабое	Ощущается лишь небольшой частью населения
4	Умеренное	Распознается по легкому дребезжанию и колебанию предметов, посуды и оконных стекол, скрипу дверей и стен
5	Довольно сильное	Под открытым небом ощущается многими, внутри домов всеми. Общее сотрясение здания, колебание мебели. Маятники часов останавливаются. Трещины в оконных стеклах и штукатурке. Пробуждение спящих
6	Сильное	Ощущается всеми. Многие в испуге выбегают на улицу. Картины падают со стен. Отдельные куски штукатурки откалываются
7	Очень сильное	Повреждения (трещины) в стенах каменных домов. Антисейсмические, деревянные и плетневые постройки остаются невредимыми
8	Разрушительное	Трещины на крутых склонах и на сырой почве. Памятники сдвигаются с места или опрокидываются. Дома сильно повреждаются
9	Опустошительное	Сильное повреждение и разрушение каменных домов. Старые деревянные дома несколько кривятся. Трещины в почве, иногда до метра шириной. Оползни и обвалы со склонов. Разрушение каменных построек. Искривление железнодорожных рельсов

10	Уничтожающее	Широкие трещины в поверхностных слоях земли. Многочисленные оползни и обвалы. Каменные дома почти совершенно разрушаются. Сильное искривление и выпучивание железнодорожных рельсов
11	Катастрофа	Изменения в почве достигают огромных размеров. Многочисленные трещины, обвалы, оползни. Возникновение водопадов, подпруд на озерах, отклонение течения рек. Ни одно сооружение не выдерживает
12	Сильная катастрофа	Изменения в почве достигают огромных размеров. Многочисленные трещины, обвалы, оползни, возникают отклонения в течении рек, ни одно сооружение не выдерживает

**Очаг землетрясения**, то есть точка под землей, которая является источником землетрясения, называется **гипоцентром**. Глубина очага (гипоцентр) может колебаться в различных сейсмических районах от 0 до 730 км.

Прямо над гипоцентром на поверхности земли находится **эпицентр землетрясения**, вокруг которого располагается область, испытывающая наибольшие колебания грунта.

Размеры очага землетрясения — от нескольких десятков метров до сотни километров.

Располагаются очаги в основном в земной коре, а также в верхней мантии земли.

**Сейсмическая область (зона)** — территория, охватывающая области известных и ожидаемых очагов землетрясений и подверженная их воздействию.

**Сейсмическое районирование** — деление территории на районы разной сейсмической активности, оценка и составление карт потенциальной сейсмической опасности, которую необходимо учитывать при строительстве, принятии мер по предотвращению и снижению ущерба от землетрясений и подготовке к ликвидации их последствий. На картах выделяются зоны ожидаемых землетрясений с указанием в баллах предполагаемой интенсивности, а также частоты повторения в определенное количество лет.

В нашей стране районы возможных 9-балльных землетрясений находятся в Прибайкалье, на Камчатке и Курильских островах, 8-балльных — в Южной Сибири и на Кавказе.

Интенсивность землетрясения на поверхности земли зависит от магнитуды и глубины очага. Чем больше магнитуда, тем сильнее землетрясение, чем глубже очаг — тем слабее.

### Прогноз землетрясений

Прогноз землетрясений - актуальная задача сейсмологии и сейсмогеологии. Карты сейсмического районирования показывают, какие районы могут быть наиболее опасными и какой проектной силы следует ожидать здесь землетрясения. Необходимо выделять сейсмогенные зоны - зоны возникновения опасных землетрясений.

Однако всех интересует наиболее трудный и важный вопрос, - когда оно произойдет? Ответить на него, конечно, нелегко, но работы в этом направлении ведутся усиленно и уже есть обнадеживающие примеры.

**Прогноз может быть:**

- долгосрочный,
- краткосрочный
- и оперативный.

Первый дается на ближайшие десятки - сотни лет, второй - на годы, месяцы, дни и даже часы.

Предвестников землетрясений очень много и они совершенно разные. Когда речь идет о долгосрочном прогнозе, то в областях сильных землетрясений, происходящих раз в

десятки лет, важным показателем является длительное отсутствие землетрясений. Чем это время больше, тем вероятность сильного землетрясения возрастает. В некоторых случаях важную роль играет периодичность землетрясений по данным многолетних наблюдений. Для краткосрочных прогнозов большое значение имеет непрерывное наблюдение за изменением уровня земной поверхности и наклонов, измеряемых с помощью наклономеров. Увеличивающееся напряженное состояние массивов горных пород, чреватое его скорой разрядкой, должно сказываться на упругих свойствах пород, их электропроводности, скорости прохождения сейсмических волн.

Перед землетрясением часто изменяются магнитное поле, акустические свойства среды и электрический потенциал атмосферы, гидрогеохимические параметры вод, животные ведут себя необычно и т.д. Некоторые прогнозы были неудачными. Сейсмическое районирование - основной метод предсказания землетрясений.

### **Последствия землетрясений**

Последствия землетрясений чрезвычайно опасны. Если к первичным факторам поражения при землетрясениях практически можно отнести только резкие толчки и колебания земной поверхности, то вторичные факторы очень разнообразны. Условно их можно разделить на природные и связанные с человеческой деятельностью.

#### **Поражающие факторы землетрясений**

Первичные	Вторичные
<ul style="list-style-type: none"> <li>- смещение, коробление, вибрация почвогрунтов;</li> <li>- коробление, уплотнение, проседание, трещины;</li> <li>- разломы в скальных породах;</li> <li>- выброс природных подземных газов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- активизация вулканической деятельности;</li> <li>- камнепады;</li> <li>- обвалы, оползни;</li> <li>- обрушение сооружений;</li> <li>- обрыв линий электропередач, газопроводных и канализационных сетей;</li> <li>- взрывы, пожары;</li> <li>- аварии на опасных объектах, транспорте.</li> </ul>

Землетрясения вызывают опасные геологические явления — растяжение, течение и проседание грунта, широкие трещины в нем, обвалы, камнепады, большие оползни, снежные лавины, грязевые потоки, цунами и сели.

К последствиям, связанным с человеческой деятельностью, можно отнести повреждения и разрушения зданий, пожары, взрывы, выбросы вредных веществ, транспортные аварии, выход из строя систем жизнеобеспечения. В результате прорыва гидротехнических и водопроводных сооружений возможны наводнения, в том числе катастрофические.

Оценивая степень воздействия землетрясений на человека, необходимо прежде всего сказать, что сильные землетрясения влекут за собой массовую гибель людей. Так, в результате землетрясения в г. Нефтегорске из примерно 2700 жителей погибло более 1800 человек. Другими тяжелыми последствиями сильных землетрясений являются травмы (ушибы, переломы, порезы, сдавливания). Кроме того, под влиянием пережитых опасностей, потери близких, жилья и имущества многие из пострадавших испытывают сильные психические потрясения и расстройства, не могут правильно (адекватно) реагировать на происходящие события, теряют работоспособность.

Зачастую непосредственным следствием землетрясения является паника, во время которой люди в страхе совершают нелепые и опасные для них и окружающих поступки и не могут осмысленно принять меры к самоспасению и взаимопомощи. Паника особенно опасна в местах скопления людей: на предприятиях, в лечебных, учебных и детских заведениях, общежитиях, местах общего пользования.

Травмирование и гибель людей происходят в основном за счет поражения обломками разрушенных зданий, сооружений, конструкций и падающими предметами, а также в результате нахождения в завалах и из-за отсутствия своевременной помощи. Возможно также поражение при сопровождающих землетрясение опасных геологических явлениях и от вторичных факторов (цунами, пожаров, промышленных и транспортных аварий, поврежденных инженерных и энергетических сетей).

Повреждение зданий начинается при землетрясениях в 6—7 баллов. При 8 баллах мелкоблочные здания получают трещины в капитальных стенах, обвалы штукатурки; крупноблочные — широкие трещины по периметру блоков, трещины в блоках; панельные — трещины в стыках панелей, тонкие трещины в местах примыкания навесных панелей к каркасу, а также между этими панелями; во всех зданиях происходит повреждение перегородок.

Пожары возникают вследствие разрушения печей, повреждений электрических сетей, хранилищ и коммуникаций топлива и газа, повреждения технологического оборудования, на котором используются легковоспламеняющиеся вещества.

Выбросы радиоактивных, химически опасных и вредных веществ происходят из-за разрушения или повреждения их хранилищ, коммуникаций, технологического и исследовательского оборудования на объектах атомной энергетики, химической промышленности и других отраслей, в научных учреждениях и коммунальном хозяйстве.

Транспортные аварии и катастрофы происходят в результате непосредственного воздействия сейсмических волн на транспортные средства и разрушения элементов транспортных коммуникаций.

Нарушение функционирования систем жизнеобеспечения, разрушение или повреждение объектов и коммуникаций канализации, тепло-, энерго- и водоснабжения, объектов материального снабжения и торговой сети, систем связи приводит сразу после землетрясения к кризису в обеспечении населения и сохранившихся предприятий всем минимально необходимым для жизни и деятельности.

Напомним, что рекомендации по выживанию в условиях автономии, в том числе по строительству временных укрытий, очистке воды, питанию, даны в учебнике ОБЖ для 6 класса.

### **Меры по снижению потерь и ущерба от землетрясений**

С абсолютной точностью предсказать место и время землетрясения пока не удастся. Поэтому основными становятся заблаговременные меры — комплекс экономических, технических и организационных мероприятий, направленных на уменьшение тяжести и масштабов возможных последствий землетрясения. К ним могут быть отнесены:

- создание специальной сети сейсмического наблюдения и прогноза землетрясений. Сейсмическая служба — организованные на основе сети сейсмических станций мероприятия по постоянному наблюдению за землетрясениями и обработке результатов этих наблюдений. Их главная задача — систематическое определение основных параметров очагов землетрясений. Практика прогноза позволяет лишь предположить, где и когда следует ожидать землетрясение;
- определение сейсмоопасных районов;
- разработка эффективных способов повышения сейсмостойкости зданий и сооружений к воздействию сейсмических волн;
- запрещение строительства в сейсмоопасных районах особо опасных производств;
- проведение мер по снижению опасности возникновения вторичных факторов поражения (пожаров, взрывов, утечек опасных веществ);
- обучение населения способам самоспасения, взаимопомощи и выживания в условиях землетрясения.

В сейсмоопасных районах предпринимаются меры по подготовке к ликвидации последствий возможных землетрясений. Они направлены на обеспечение специально

предназначенными для ликвидации чрезвычайных ситуаций силами и средствами проведения спасательных и других неотложных работ сразу после землетрясения.

Как правило, первыми к месту стихийного бедствия вместе с медиками и пожарными прибывают спасатели. Именно на их плечи ложится основная часть работы по поиску и извлечению пострадавших из-под завалов.

Как показывает практика ликвидации последствий землетрясений последних лет, вместе с местными спасателями в работах по поиску людей в завалах принимают участие и зарубежные специалисты, в том числе и спасатели международного класса МЧС России.

### **Правила безопасного поведения во время землетрясения**

Существенной особенностью землетрясения является то, что поражающее воздействие на людей, разрушение зданий и сооружений происходит в очень короткие сроки (десятки секунд). Большинство людей гибнет из-за вторичных факторов — падения стен, тяжелых предметов, стекол, камней и др.

Учитывая прочность здания, в котором вы находитесь в данное время, и запас времени (15—20 с), следует выбрать разумный способ поведения во время сильного землетрясения: либо занять относительно безопасное место внутри здания, либо попытаться быстро его покинуть.

Все жители сейсмоопасных районов заблаговременно должны выполнить ряд мероприятий:

- заранее наметить план действий в чрезвычайной ситуации;
- научиться проводить самопомощь и оказывать первую медицинскую помощь нуждающимся в ней;
- подготовить самые необходимые вещи, документы, деньги, ценные бумаги и хранить их в месте, известном всем членам семьи;
- мебель в квартире прикрепить к стенам и полу и разместить так, чтобы она не могла упасть на спальные места;
- не располагать спальные места у оконных проемов;
- определить наиболее безопасные места в квартире, где можно переждать толчки (например, в многоэтажном здании можно распахнуть дверь на лестницу и стать в дверной проем).

С началом толчков, если есть хотя бы небольшой запас времени, необходимо погасить огонь, закрыть кран подачи газа, отключить электричество.

Школьникам, если они в момент толчков находятся в классе, следует выполнять указания администрации, но если нет возможности выбраться из школы, то необходимо забраться под парты, закрыть лицо и голову руками и отвернуться от окон.

Вообще в любом здании необходимо держаться ближе к внутренним капитальным стенам и подальше от окон.

Если есть возможность покинуть здание, то необходимо это сделать. Нельзя пользоваться лифтом. Выбежав из здания, следует сразу отойти от него на открытое место.

Оказавшись рядом с рухнувшим домом, не следует пытаться самостоятельно разобрать завал. Это задача спасателей, которые имеют соответствующую квалификацию, опыт, необходимые технические средства и способны учитывать возможность обрушения обломков здания.

Если землетрясение застало вас на улице, не подходите близко к разрушенным зданиям, опорам и линиям электропередач, одиноко стоящим деревьям, рекламным щитам.

Помните! Надо быть готовым к повторным толчкам. Наиболее опасны первые несколько часов после землетрясения. В связи с этим, по крайней мере в первые 2—3 часа, нельзя входить в здание без крайней нужды. Если это действительно необходимо, то находиться внутри здания нужно как можно меньше времени. Следует надеть обувь на толстой подошве, чтобы уберечься от повреждения колющими и режущими предметами.

Если эпицентр землетрясения находится в море, то лучше покинуть прибрежную полосу, так как возможен приход большой волны.

Самое важное при землетрясении — не поддаваться панике.

Если человек оказался под обломками рухнувшего дома, то главное для него — обуздать страх, не пасть духом. Следует оценить ситуацию и понять, как можно приспособиться к создавшейся обстановке. Надо обязательно верить, что помощь придет, и в ожидании ее постараться привлечь внимание спасателей, например ударами по металлической трубе. Если есть возможность, лучше занять положение лежа на животе, тем самым вы защитите от сдавливания живот и грудную клетку. Надо постараться найти, чем можно укрыться, утеплиться. Для этого могут пригодиться старые газеты, тряпки, засунутые под одежду. Если почувствуете запах газа или дыма — дышите через тряпку (лучше влажную).

Экономьте силы и не тратьте их попусту, они еще пригодятся. Без пищи и воды человек может продержаться несколько дней.

Если есть возможность выхода из завала через узкий лаз, то прежде чем это сделать, надо убедиться, что сверху на вас ничего не рухнет. Необходимо расслабить мышцы, прижать локти к бокам и, осторожно двигая ногами, лезть вперед.

## ИЗВЕРЖЕНИЕ ВУЛКАНОВ

### Основные характеристики вулканических извержений

**Вулкан** (от лат. *vulcanus* – огонь, пламя) – геологическое образование, возникающее над каналами и трещинами в земной коре, по которым на земную поверхность извергается лава, пепел, горячие газы, пары воды и обломки горных пород. Извержение вулкана – это выход на поверхность планеты расплавленного вещества земной коры и мантии Земли, называемого **магмой**.

Извержения не одинаковы: одни происходят относительно спокойно: жидкая магма, достигнув поверхности, изливается на нее лавовыми потоками, распространяющимися на большие расстояния; другие, помимо излияния лав, сопровождаются рядом взрывов, происходящих через определенные промежутки времени; третьи характеризуются мощнейшим взрывом и отсутствием лавовых потоков. Характер извержения зависит от состояния магмы, ее температуры, состава и содержания газов. Последнее особенно важно. Ведь газы находятся в магме под большим давлением. Поднимаясь к поверхности Земли по так называемому подводящему каналу и попадая в область низкого давления, газы, растворенные в магме, начинают выделяться из нее, переходя в нормальное газообразное состояние и многократно увеличиваясь в объеме. Если выделение газа совершается быстро или даже мгновенно, то происходит мощный взрыв, если же постепенно, то извержение протекает более спокойно. Вот поэтому можно сказать, что вулканическое извержение есть процесс «дегазации» магмы. Именно газы, заключенные в магме, служат тем «двигателем», который вызывает извержение.

Если газы выделяются из магмы относительно спокойно, то она изливается на поверхность, образуя лавовые потоки. Такое извержение получило название **эффузивного** (от лат. *effusio* – «излияние»). Если газы выделяются быстро, происходит мгновенное вскипание магматического расплава, и он разрывается расширяющимися газовыми пузырьками. Происходит мощное взрывное, или **эксплозивное, извержение** (от лат. *explosio*, фр. *explosion* – «взрыв»). Если магма очень вязкая и ее температура невелика, то она медленно выдавливается, как бы выжимается на поверхность. Такое извержение называется **экструзивным** (от лат. *extrusio* – «выдавливание»).

Способ и скорость отделения газовых компонентов от магмы и определяют три главных типа извержений: эффузивное, эксплозивное и экструзивное. Но, конечно же, причиной вулканической деятельности является, прежде всего, магма. Нет магмы – нет и извержений. Магма – это расплавленное вещество, которое образуется при высоких давлениях и температурах в земной коре и верхней мантии. Она состоит из различных

химических соединений, в основном кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ) и оксидов некоторых других веществ (алюминия, железа, марганца и др.), находящихся в растворенном состоянии или в виде пузырьков газа.

Любая магма, поднимаясь к поверхности, – это сложная система, состоящая из жидкости, газа и твердых кристаллов минералов. Их соотношение все время изменяется: одни кристаллы, сформировавшиеся ранее, растворяются, вместо них возникают новые; при этом состав магмы также меняется, поскольку и газы, и кристаллы, и сама жидкость стремятся к равновесию между собой. Важную роль играют растворенные в магме газы. Когда их в расплаве мало, говорят, что магма «сухая». Она застывает при более высокой температуре, нежели магма, содержащая много газов.

Кристаллизация магмы по пути вверх, т. е. превращение ее в горную породу, происходит постепенно. Сначала при понижении температуры появляются первые кристаллы, которые существуют одновременно с жидкостью, т. е. расплавом, и как бы плавают в нем. Дальнейшее охлаждение приводит к появлению новых кристаллов, находящихся в окружении оставшегося расплава. Расплав, в конце концов, застывает, кристаллизуясь полностью, и тогда уже возникает твердая горная порода.

Продукты извержений вулканов бывают **жидкими, твердыми и газообразными**.

**Жидкие вулканические продукты.** Это, прежде всего, сама магма, изливающаяся в виде лавы. Форма, размеры, особенности внутреннего и внешнего строения лавовых потоков зависят от характера магмы. Шире всего распространены потоки базальтовых лав. Первоначально нагретые до 1000–1200 °С базальтовые лавы сохраняют текучесть даже при 700 °С. Базальтовые «реки» текут со скоростью до 40–50 км/ч. Выходя на ровное место, они растекаются на обширной площади.

Лава на воздухе начинает быстро остывать, и покрывается тонкой корочкой. При дальнейшем движении потока она сморщивается и окончательно затвердевает, напоминая лежащие толстые канаты. Поэтому такая лава называется «канатной». Горячая лава иногда полностью вытекает из-под застывшей корки и тогда под ней возникает своеобразный туннель с сосульками застывшей лавы, свисающими с «потолка». Если лавовый поток течет медленно, то корка на нем застывает быстрее и становится толще. Под собственной тяжестью она часто неоднократно ломается и вновь застывает. На поверхности потока, в конце концов, образуется хаотическое скопление угловатых обломков различного размера, носящих гавайское название «аа». Лавовые потоки типа «аа» распространены очень широко и характерны не только для базальтов, но и для андезитов.

При соприкосновении с водой лава остывает очень быстро, превращаясь в стекловатую породу (напоминающую стекло), потому что расплав, затвердев, не успевает раскристаллизоваться, т. е. в нем не сформировались многочисленные кристаллы минералов. Когда базальтовые лавы изливаются на большой глубине в океане, то они, как правило, выдавливаются из трещин, образуя гигантские «валики», напоминающие подушки, которые так и называются – «пиллоу» – лавы (от англ. *pillow* – «подушка»).

Если лава вязкая и температура ее сравнительно невысокая, что характерно для магмы, содержащей много кремнезема (более 65 %), то лавовые потоки короче – несколько километров, а их поверхность покрывается более мощной глыбовой коркой типа «аа». Глыбы, перемещаясь с потоком, обрушиваются с его крутого переднего края и перекрываются самим потоком, наползающим на них. Поэтому в поперечном разрезе такая застывшая лава представляет собой монолитную горную породу, окаймленную сверху и снизу скоплением глыб-брекчий – сцементированных горных пород, сложенных угловатыми обломками размером 1 см и более. В средней же, внутренней части застывшего лавового потока, нередко образуются шестигранные или пятигранные столбы. Они возникают в результате охлаждения и последующего растрескивания потока лавы, причем всегда располагаются перпендикулярно той поверхности, на которую излился лавовый поток. Вязкие потоки лав, застывая, создают своеобразные формы рельефа. Борта

потока возвышаются над его поверхностью. На ней возникают напорные валы, состоящие из глыб лавы и обращенные выпуклой стороной по течению потока, которые как бы «наползают» друг на друга. Передняя часть потока возвышается над его основной массой и круто обрывается вниз. Вся эта удивительная картина напоминает разлитую густую сметану.

Иной рельеф возникает в тех случаях, когда из жерл вулканов фонтанирует жидкая лава. Жидкая магма, разбрызгиваясь в виде «капель», «лепешек» и «хлопьев», образует небольшие вулканические конусы. Они так и называются – конусы разбрызгивания.

**Твердые вулканические продукты** выбрасываются на землю из жерла вулкана при мощных взрывных извержениях.

Наиболее распространены вулканические бомбы – обломки длиной более 7 см. При выбросе из жерла они еще находились в расплавленном состоянии, но, пролетев сотни метров, остывали в воздухе и падали на склоны вулкана уже сильно отвердевшими. Форма этих бомб разнообразна. Они бывают похожи на куски плоской или закрученной ленты, на крупные «капли», которые, вращаясь в воздухе, приобретают веретенообразную форму. Встречаются округлые бомбы с поверхностью, напоминающей корку свежее испеченного хлеба (бомбы типа «хлебной корки»), а также пористые куски лавы типа шлаков. Еще не остывшие куски магмы, падая на склоны вулкана, сплюсываются, а потому называются бомбами типа «коровьих лепешек». Иногда выбрасываются и крупные глыбы – длиной более 1 м.

Вулканические обломки меньше 7 см называют лапилли (от лат. *lapillus* – «шарик», «маленький камень»). Очень интересны капли базальтовой расплава, застывшие в воздухе в виде причудливых маленьких (не более 1–2 см) черных стекловатых полумесяцев, груш и других фигур. В честь гавайской богини вулканов они называются «слезами Пеле», а тонкие нити из стекловатой лавы получили наименование «волосы Пеле».

Вулканические частицы размером менее 2 мм называются пеплом. Но этот пепел не продукт сгорания. Он похож на скопление пыли. Под микроскопом при большом увеличении видно, что пепловые частицы – это осколки вулканического стекла в виде рогулек и треугольников. Они представляют собой мгновенно застывшие при взрывном извержении тоненькие перегородки из магмы между расширяющимися газовыми пузырьками. Будучи выброшенными вверх, они потом упадут на землю в виде стекловатого пепла. Иногда пепел возникает при сильном дроблении более древних вулканических пород; в других случаях он может состоять только из обломочков кристаллов. Наиболее распространен стекловатый пепел. Мощные извержения выбрасывают мелкий пепел в верхние слои атмосферы, где он может находиться очень долго. Кроме жидких и твердых продуктов вулканических извержений всегда выделяются различные газы, доля которых в общем объеме вулканических продуктов очень велика. Именно горячие газы поднимают пепловые частицы на высоту в десятки километров. Газы являются неременным спутником вулканических процессов и выделяются не только во время бурных извержений, но и в периоды ослабления вулканической деятельности. Через трещины в кратерах или на склонах вулканов спокойно или бурно холодные или нагретые до 1000 °С газы вырываются наружу. Каков же состав вулканических газов? Многочисленные пробы показывают, что в любых вулканических газах преобладает водяной пар, составляющий 95–98 %. Часть этой воды является **ювенильной** (от лат. *juvenilis* – «юный»), т. е. водой, выделившейся из магмы, где она ранее входила в состав различных химических соединений, а при уменьшении давления и понижении температуры перешла в знакомый нам водяной пар. Другая часть водяного пара является **вадозной** (от лат. *vadosus* – «неглубокий»), т. е. атмосферной, водой, проникшей внутрь вулканической постройки по трещинам и нагретой там теплом магмы. Второе место после водяного пара в составе вулканических газов занимает двуокись углерода (CO<sub>2</sub>); далее следуют газы, содержащие серу (S, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>), хлористый водород

(HCl) и другие менее распространенные газы типа фтористого водорода (HF), аммиака (NH<sub>3</sub>), окиси углерода (CO) и т. д.

Места выходов вулканических газов на поверхность называют **фумаролами** (от лат. *fumus* – «дым»). Температура газов в них колеблется от 40–50 до 1000 °С. Иногда фумаролы действуют в течение тысяч лет. Нередко фумаролы выделяют «холодный» газ с температурой около 100 °С и ниже. Такие выделения холодных газов называют **мофеттами** (от лат. *mofeta* – «испарение»). Для их состава характерен углекислый газ. Скапливаясь в понижениях, он представляет смертельную опасность для всего живого, так как в нем можно сразу же погибнуть от удушья.

Основные части вулканического аппарата: **магматический очаг** (в земной коре или верхней мантии); **жерло** – выводной канал, по которому магма поднимается к поверхности; **конус** – возвышенность на поверхности земли из продуктов выброса вулкана; **кратер** – углубление на поверхности конуса вулкана.

Всего на суше имеется от 450 до 600 действующих и около тысячи «спящих» вулканов. В опасной близости от активных вулканов находится около 7 % населения Земли. На срединно-океанических хребтах имеется несколько десятков крупных подводных вулканов. В России опасности вулканических извержений и цунами подвергаются Камчатка, Курильские о-ва и Сахалин. Потухшие (или «спящие») вулканы есть на Кавказе. Наиболее активные вулканы извергаются в среднем раз в несколько лет, все активные ныне – в среднем один раз в 10–15 лет. В деятельности каждого вулкана имеются периоды относительного понижения и повышения активности, измеряемые тысячами лет. По группам вулканов повышенная активность наблюдается в периоды усиления и учащения землетрясений на соответствующих участках сейсмических поясов. Вулканические извержения по своим последствиям опасны для людей, проживающих в близости к действующим вулканам.

#### Поражающие факторы вулкана

Первичные	Вторичные
<ul style="list-style-type: none"><li>- лавовые фонтаны;</li><li>- потоки вулканической грязи, лавы;</li><li>- раскаленные газы;</li><li>- пепел, песок, кислотные дожди;</li><li>- ударная волна взрыва;</li><li>- вулканические бомбы (застывшие кусочки лавы);</li><li>- каменная пена (пемза);</li><li>- лапилли (мелкие кусочки лавы);</li><li>- палящая туча (раскаленные пыль, газы)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- нарушение системы землепользования;</li><li>- лесные пожары;</li><li>- разрушение сооружений и коммуникаций;</li><li>- наводнения из-за запруживания рек;</li><li>- обвалы;</li><li>- селевые потоки;</li><li>- взрывы и пожары на опасных объектах.</li></ul>

К числу наиболее опасных явлений относятся **лавовые потоки, выпадения тефры, вулканические грязевые потоки, вулканические наводнения, палящая вулканическая туча и вулканические газы.**

**Лавовые потоки** состоят из лавы – расплава горных пород, разогретых до температуры 900–1000 °С. В зависимости от состава горных пород лава может быть жидкой или вязкой. При извержении вулкана лава изливается из трещин в склоне вулкана, либо переливается через край кратера вулкана и стекает к его подножию. Лавовый поток передвигается тем быстрее, чем мощнее сам лавовый поток, больше уклон конуса вулкана и жиже лава. Диапазон скоростей лавовых потоков достаточно широк: от нескольких сантиметров в час до нескольких десятков километров в час. В отдельных случаях,

скорость лавовых потоков может достигать 100 км в час. Чаще всего скорость движения не превышает 1 км в час. Лавовые потоки при смертоносных температурах представляют опасность лишь тогда, когда на их пути оказываются населенные пункты. Однако и в этом случае остается время на эвакуацию населения и проведение защитных мероприятий.

**Тефра** состоит из обломков застывшей лавы, более древних подповерхностных горных пород и раздробленного вулканического материала, образующего конус вулкана. Тефра образуется при вулканическом взрыве, сопровождающем извержение вулкана. Наиболее крупные обломки тефры именуются вулканическими бомбами, несколько меньшие по размеру – лапиллами, еще более мелкие – вулканическим песком, а мельчайшие – пеплом. Вулканические бомбы отлетают на несколько километров от кратера. Лапиллы и вулканический песок могут распространяться на десятки километров, а пепел в высоких слоях атмосферы может несколько раз обогнуть земной шар. Объем тефры при некоторых вулканических извержениях значительно превосходит объем лавы; иногда выбросы тефры составляют десятки кубических километров. Выпадение тефры приводит к уничтожению животных, растений, возможна гибель людей. Вероятность выпадения тефры на населенный пункт в значительной степени зависит от направления ветра. Мощные слои пепла на склонах вулкана находятся в неустойчивом положении. Когда на них ложатся новые порции пепла, они соскальзывают со склона вулкана. В некоторых случаях пепел пропитывается водой, в результате чего образуются **вулканические грязевые потоки**. Скорость грязевых потоков может достигать нескольких десятков километров в час. Такие потоки обладают значительной плотностью и могут во время своего движения увлекать крупные глыбы, что увеличивает их опасность. Из-за большой скорости движения грязевых потоков затрудняется проведение спасательных работ и эвакуации населения.

При таянии ледников во время вулканических извержений может сразу образоваться огромное количество воды, что приводит к **вулканическим наводнениям**. Точно подсчитать, какое количество воды спустил ледник, трудно, хотя это весьма важно для планирования мер защиты от вулканического наводнения. Это объясняется тем, что ледники имеют много внутренних полостей, заполненных водой, которая добавляется к воде, возникающей при таянии ледников во время вулканического извержения.

**Палящая вулканическая туча** представляет собой смесь раскаленных газов и тефры. Поражающее действие палящей тучи обусловлено образующейся при ее возникновении ударной волной (ветром у краев тучи), распространяющейся со скоростью до 40 км/ч, и валом жара (температура до 1000 °С). Кроме того, сама туча может передвигаться с большой скоростью (90–200 км/ч).

**Вулканические газы** представляют собой смесь сернистого и серного окислов, сероводорода, хлористоводородной и фтористоводородной кислот в газообразном состоянии, а также углекислого и угарного газов в больших концентрациях, смертельно опасных для человека. Выделение газов может продолжаться десятки миллионов лет даже после того, как вулкан перестал выбрасывать лаву и пепел. Резкие колебания климата обусловлены изменением теплофизических свойств атмосферы за счет ее загрязнения вулканическими газами и аэрозолями. При крупнейших извержениях вулканические выбросы распространяются в атмосфере над всей планетой. Примесь углекислого газа и силикатных частиц может создавать парниковый эффект, ведущий к потеплению земной поверхности; большинство же аэрозолей в атмосфере приводит к похолоданию. Конкретный эффект извержения зависит от химического состава, количества выброшенного материала и от расположения его источника.

При извержениях островных и подводных вулканов часто возникают цунами. Кроме того, образующиеся при подводных извержениях облака вспыхивающих газов и пара могут служить причиной гибели морских судов. Газ способен выделяться не только в точках извержения, но и на соседних с ним больших пространствах морского дна, покрытого отложениями с высоким содержанием газогидратов. Последние могут распадаться на воду и газ при довольно малых изменениях давления, температуры, химического состава вышележащей толщи воды.

## Классификация вулканов

Классификация вулканов производится по условиям их возникновения и по характеру вулканической деятельности.

**По условиям возникновения** различают четыре типа вулканов.

**1-й тип** – вулканы в зонах субдукции. Верхние слои Земли ведут себя как твердые, пригнанные друг к другу плиты, которые сидят на теле Земли и имеют возможность перемещаться: раздвигаться, сдвигаться или скользить одна относительно другой. Существует смесь главных плит, которые идут вдоль срединно-океанических хребтов, пересекающих почти каждый из океанов, и по активным краям континентов, совпадая с поясами сейсмической активности. У срединно-океанических хребтов силами, возникающими за счет тепловой конвекции, плиты раздвигаются, и на их границах накапливается лава, которую приносят восходящие конвекционные потоки. При этом океаническое дно затягивается вниз, образуя подводную впадину, а континентальный материал, состоящий из более легких пород, не погружается, а надвигается поверху на океаническую плиту. Образуется зона субдукции или зона подвига океанической плиты под материковую. Накопленная на границах материковых плит магма устремляется к земной поверхности, что приводит к вулканическим извержениям и образованию вулканов.

**2-й тип** – вулканы в рифтовых зонах, – зонах, возникающих в связи с ослаблением земной коры и выпучиванием границы между корой и мантией Земли. Рифтовые зоны образуются в срединно-океанических хребтах.

**3-й тип** – вулканы в зонах крупных разломов. Во многих местах земной коры имеются разрывы. Когда породы по обе стороны от разрыва смещены настолько, что отдельные ее слои не соответствуют друг другу, разрыв земной коры переходит в разлом. Такие разломы могут возникать как на материках, так и на дне океанов. В районах разломов происходит медленное накопление тектонических сил, которые могут превратиться во внезапный сейсмический взрыв с вулканическими проявлениями.

**4-й тип** – вулканы зон «горячих точек». В отдельных областях под океаническим дном в земной коре образуются «горячие точки», где сосредоточивается особенно высокая тепловая энергия (например, из-за высокой концентрации радиоактивных веществ). В этих зонах горные породы расплавляются и в виде базальтовой лавы выходят на поверхность океанического дна, в результате чего наблюдаются вулканические проявления.

**По типу вулканической деятельности** выделяют пять основных типов вулканов

### Основные типы вулканов

Тип вулкана	Основные признаки извержения
Гавайский	Жидкая базальтовая лава медленно вытекает по трещинам земной коры. Образуются мощные базальтовые покровы
Стромболианский	Вулкан, образуемый последовательными напластованиями тефры. Лава выбрасывается в виде шлаков газовыми взрывами. Чередование большей и меньшей активности
Вулканский	Вулкан с центральным куполом. Вязкие лавы забивают подводящий канал. Время от времени происходит прорыв кратера давлением газов. Осуществляется извержение и выброс тефры. После эксплозии лава вытекает спокойно
Плинианский	Из глубоко расположенного магматического очага на земную поверхность изливается лава, насыщенная газами. Сильными эксплозиями она выбрасывается в атмосферу на высоту нескольких километров и выпадает в виде пепла. Активность эпизодическая, наблюдаются долгие

	периоды покоя
Пелейский	Очень вязкая лава забивает подводный канал и образует вулканический столб. К подножию вулкана сваливается палящая туча

Все ныне существующие вулканы разделены на три группы:

Действующие	Уснувшие	Потухшие
<ul style="list-style-type: none"> <li>- извергаются в настоящее время, постоянно или периодически;</li> <li>- об извержениях есть исторические сведения;</li> <li>- нет сведений об извержениях, но которые выделяют горячие газы и воды.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- нет сведений об извержениях, но они сохранили свою форму и под ними происходят локальные землетрясения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сильно размытые и разрушенные без признаков вулканической активности.</li> </ul>

### Прогноз вулканических извержений

Катастрофические извержения вулканов сопровождаются большими жертвами среди населения. Предвестником извержения являются вулканические землетрясения, которые связаны с пульсацией магмы, продвигающейся вверх по подводному каналу. Специальные приборы – наклонометры – регистрируют изменение наклона земной поверхности вблизи вулканов. Перед извержением меняются местное магнитное поле и состав вулканических газов, выделяющихся из фумарол. На вулканических территориях действует ряд вулканических станций. Как и для землетрясений, составляются карты вулканической опасности (риска). Подробная карта такого рода составлена для Камчатки в РФ, для Гавайских островов и района Каскадных гор в США. В Российской Федерации непосредственное наблюдение за вулканами осуществляется институтом вулканологии Дальневосточного отделения АН РФ.

Прогноз извержений основан на двух группах методов. Первые основаны на изучении жизни самого вулкана: отдельные вулканы извергаются с определенными интервалами времени, другие свое пробуждение знаменуют звуковыми эффектами; знание вулканов может помочь в предупреждении извержений. Другую группу методов составляют сложные статистические вычисления и исследования признаков готовящегося извержения с помощью точных приборов. Вокруг опасных вулканов размещают, как правило, сейсмические станции, регистрирующие толчки. Когда лава расширяется на глубине, заполняя трещины, это вызывает сотрясение земной поверхности. Землетрясения с очагами под вулканами являются, таким образом, надежным признаком готовящегося извержения.

Надежным является метод прогноза вулканических извержений на основе измерения изменений наклонов земной поверхности вблизи вулкана. Изменение наклона показывает, что готовится извержение. По скорости нарастания изменений можно вычислить примерное время извержения.

Новый метод прогноза извержений представляет собой аэрофотографирование вулканов в инфракрасных лучах, и позволяет определить нагревание земной поверхности и подъем горячих расплавов.

Поведение воды в кратере также может служить надежным показателем готовящегося извержения. Иногда температура воды повышается до кипения, иногда она перед извержением меняет свой цвет (становится бурой или красноватой). Перед извержением часто увеличивается концентрация серосодержащих газов и паров хлористоводородной кислоты, в то время как проценты водяных паров уменьшаются и повышается отношение S/Cl.

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

**Краткосрочный прогноз** – наиболее точный. Вывод о времени предстоящего извержения делают на основе совокупности результатов всех методов. Физической основой прогноза является постепенное и непрерывное возрастание давления в магматическом очаге и выводном канале вулкана перед извержением. Возрастание давления в выводном канале вызывает напряжения и упругие деформации в окружающих его твердых породах, изменение их физических свойств, что отражается в физическом поле в районе вулкана. Установления закономерностей связи изменений физического поля вулкана с его деятельностью и непрерывные наблюдения за этими изменениями и составляют суть краткосрочного прогноза извержений. К характерным явлениям, предвещающим извержения, относятся: деформации земной поверхности, вулканические землетрясения; изменения гравитационного, магнитного и электрического полей в окрестностях вулкана; разогрев вулкана; изменение температуры и химического состава фумарольных газов и вод горячих источников. Наиболее перспективными считаются методы, основанные на наблюдениях за вулканическими землетрясениями, за деформациями земной поверхности и за газогидрохимическими явлениями на вулканах.

**Долгосрочный прогноз** может быть выполнен с достаточной точностью лишь для тех вулканов, в деятельности которых существует периодичность. Для остальных вулканов этот прогноз не является точным, а лишь позволяет установить причинно-следственные связи в тектонической деятельности в каком-либо определенном районе. На основе подобных расчетов можно получить вероятностные характеристики, которые являются важными данными для краткосрочного и среднесрочного прогноза.

**Среднесрочный прогноз** является достаточно точным для вулканов с определенной периодичностью активности. Для других вулканов он позволяет лишь сделать вывод о том, что в определенном месте готовится извержение. Для прогнозов используются методы, основанные на показаниях сейсмографов, установленных вблизи вулкана, приборов, измеряющих изменение наклона земной поверхности, постоянных аэрофотографических наблюдений.

## **Профилактические мероприятия вулканических извержений**

### **Защитные мероприятия от лавы**

1. Бомбардировка лавового потока с самолета. Охлаждаясь, лавовый поток создает заградительные валы и течет в лотке. Когда же удастся эти валы прорвать, лава разливается, скорость ее течения замедляется и приостанавливается.
2. Отвод лавовых потоков с помощью искусственных желобов.
3. Бомбардировка кратера. Лавовые потоки по большей части возникают за счет того, что лава переливается через край кратера, если же удастся разрушить стенку кратера раньше, чем образовалось лавовое озеро, скопится немного меньше лавы и ее излияние по склону не принесет вреда. Сток лавы, кроме того, можно направить в нужном направлении.
4. Возведение предохранительных дамб.
5. Охлаждение поверхности лавы водой. На охлажденной поверхности образуется корка и поток останавливается.

**Защита от выпадения тефры:**

- создание и использование в случае извержения специальных укрытий. Возможно проведение эвакуации населения.

**Защита от вулканических грязевых потоков**

От слабых грязевых потоков можно защититься дамбами или сооружением желобов. В некоторых индонезийских селениях у подножия вулканов насыпают искусственные холмы. При серьезных опасностях люди вбегают на них и таким образом могут избежать опасности. Существует еще один способ – искусственное понижение кратерного озера. Наилучшим способом является запрещение заселения опасной территории или эвакуация при первых признаках вулканического извержения.

**Рекомендации по поведению при извержении вулканов**

**Лавовый поток.** При начале извержения не оставаться вблизи языков лавы.

**Извержение тефры.** Против бомб и лапиллей предпочтительно применение пассивной защиты, при этом нужно быть внимательным и отклоняться от них. Однако когда их падает слишком много, необходимо спрятаться в укрытие. Пепел наносит значительно больший ущерб. В непосредственной близости от вулкана необходимо надевать маски. Необходимо постоянно убирать пепел с крыш (чтобы предотвратить обрушение), в садах стряхивать пепел с деревьев, закрывать резервуары с питьевой водой. Рекомендуется защищать чувствительные приборы. Пока не наступит подходящий момент, лучше оставаться в укрытиях. Во время самого извержения эвакуация невозможна, так как отсутствует видимость. После извержения необходимо убрать с территории крупные грубые каменистые обломки. Пепел постепенно смывают дожди. Об очищении пастбищ позаботится сама природа, даже когда растительность уничтожена полностью, ее восстановление происходит сравнительно быстро.

**Вулканические грязевые потоки.** Немедленная эвакуация населения при малейших признаках извержения.

**Вулканические наводнения.** Действия населения должны быть те же, что и при обычном наводнении.

**Палящая вулканическая туча.** Немедленная эвакуация населения при малейших признаках извержения.

**Вулканические газы.** Население близлежащих районов должно быть снабжено противогазами. Необходимо эвакуировать скот из опасных областей. Насаждения успешно защищаются от действия вулканических газов умеренной посыпкой извести (для нейтрализации кислот).

## **ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ**

### **ОПОЛЗНИ**

Оползни - Это скользящее смещение масс горных пород вниз по склону под влиянием силы тяжести.

Образуются они в различных породах в результате нарушения их равновесия или ослабления прочности. Вызываются как естественными, так и искусственными (антропогенными) причинами. К естественным относятся: увеличение крутизны склонов, подмыв их оснований морскими и речными водами, сейсмические толчки. Искусственными являются разрушение склонов дорожными выемками, чрезмерным выносом грунта, вырубкой леса, неразумным ведением сельского хозяйства на склонах. Согласно международной статистике, до 80% современных оползней связано с деятельностью человека. Значительное количество оползней происходит в горах на высоте от 1000 до 1700 м (90%).

Оползни могут происходить на всех склонах, начиная с крутизны 19°. Однако на глинистых грунтах они случаются и при крутизне склона 5 - 7°. Для этого достаточно избыточного увлажнения пород.

Сходят они в любое время года, но большей частью в весенне-летний период.

**Классифицируются оползни:**

1. по масштабам проявления,
2. скорости движения и активности,
3. механизму процесса,
4. мощности и месту образования.

**По масштабам оползни классифицируются на:**

- крупные,
- средние
- и мелкомасштабные.

Крупные вызываются, как правило, естественными причинами и образуются вдоль склонов на сотни метров. Их толщина достигает 10 - 20 и более метров. Оползневое тело часто сохраняет свою монолитность.

Средние и мелкомасштабные имеют меньшие размеры и характерны для антропогенных процессов.

Масштаб часто характеризуется вовлеченной в процесс площадью. В этом случае они подразделяются на грандиозные - 400 га и более, очень крупные - 200 - 400 га, крупные – 100 - 200 га, средние - 50 - 100 га, мелкие - 5 - 50 га и очень мелкие - до 5 га.

**Классификация оползней по скорости движения**

Скорость	Оценка движения
3 м/с	Исключительно быстрое
0,3 м/мин	Очень быстрое
1,5 м/сутки	Быстрое
1,5 м/месяц	Умеренное
1,5 м/год	Очень медленное
0,06 м/год	Исключительно медленное

**По активности оползни** подразделяются на активные и неактивные. Главными факторами здесь являются породы склонов и наличие влаги. В зависимости от количества влаги они делятся на сухие, слабо влажные, влажные и очень влажные. Например, очень влажные содержат такое количество воды, которое создает условия для жидкого течения.

**По механизму процесса подразделяются:**

- на оползни сдвига,
- выдавливания,
- вязкопластические,
- гидродинамического выноса,
- внезапного разжижения.

Часто имеют признаки комбинированного механизма.

**По мощности процесса оползни делятся на:**

- малые - до 10 тыс. м<sup>3</sup>,
- средние - от 11 до 100 тыс. м<sup>3</sup>,
- крупные - от 101 до 1000 тыс. м<sup>3</sup>,
- очень крупные - свыше 1000 тыс. м<sup>3</sup> вовлекаемой в процесс массы горных пород.

**По месту образования они подразделяются на:**

- горные,
- подводные,
- смежные и искусственных земляных сооружений (котлованов, каналов, отвалов пород).

Оползни наносят существенный ущерб народному хозяйству. Они угрожают движению поездов, автомобильному транспорту, жилым домам и другим постройкам. При оползнях интенсивно идет процесс выбывания земель из сельскохозяйственного оборота.

Нередко они приводят и к человеческим жертвам.

Наиболее действенной защитой от оползней является их предупреждение.

Из комплекса предупредительных мероприятий следует отметить:

- сбор и отведение поверхностных вод,
- искусственное преобразование рельефа (в зоне возможного отрыва земли уменьшают нагрузку на склоны),
- фиксацию склона с помощью свай и строительства подпорных стенок.

### **СЕЛИ**

**Сель** (селевый поток) - бурный грязевый или грязекаменный поток, состоящий из смеси воды и обломков горных пород, внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек. Характеризуется резким подъемом уровня воды, волновым движением, кратковременностью действия (в среднем от одного до трех часов), значительным эрозионно-аккумулятивным разрушительным эффектом.

Селевые потоки создают угрозу населенным пунктам, железным и автомобильным дорогам и другим сооружениям, находящимся на их пути.

Непосредственными причинами зарождения селей служат:

- ливни,
- интенсивное таяние снега,
- прорыв водоемов,
- реже землетрясения и извержения вулканов.
- эпизодический.

### **Классификация на основе первопричин возникновения селей**

Типы	Первопричины	Распространение и зарождение
Дождевой	Ливни, затяжные дожди	Самый массовый на Земле тип селей. Образуется в результате размыва склонов и появления оползней
Снеговой	Интенсивное снеготаяние	Происходят в горах Субарктики. Связано со срывом и переувлажнением снежных масс
Ледниковый	Интенсивное таяние снега и льда	В высокогорных районах. Зарождение связано с прорывом талых ледниковых вод
Вулканогенный	Извержения вулканов	В районах действующих вулканов. Самые крупные. Вследствие бурного снеготаяния и прорыва кратерных озер
Сейсмогенный	Сильные землетрясения	В районах высокой сейсмичности. Срыв грунтов
Лимногенный	Образование озерных плотин	В высокогорных районах. Разрушение плотин
Антропогенный, прямого воздействия	Скопление техногенных пород. Некачественные земляные плотины	На участках складирования отвалов. Размыв и сползание техногенных пород. Разрушение плотин
Антропогенный, косвенного воздействия	Нарушение почвенно-растительного покрова	На участках сведения лесов, лугов. Размыв склонов и русел

Все сели по механизму зарождения подразделяются **на три типа**:

- эрозионный,
- прорывной
- и обвально-оползневый.

При **эрозионном** вначале идет насыщение водного потока обломочным материалом за счет смыва и размыва прилегающего грунта и затем уже формируется селевая волна.

**Прорывной** характеризуется интенсивным процессом накопления воды, одновременно размываются горные породы, наступает- предел и происходит прорыв водоема (озера, внутри ледниковой емкости, водохранилища). Селевая масса устремляется вниз по склону или руслу реки.

При **обвально-оползневом** происходит срыв массы водо-насыщенных горных пород (включая снег и лед). Насыщенность потока в этом случае близка к максимальной.

Каждому горному району свойственны свои причины возникновения селей. Например, на Кавказе они происходят главным образом в результате дождей и ливней (85%).

В последние годы к естественным причинам формирования селей добавились техногенные факторы:

- нарушение правил и норм работы горнодобывающих предприятий,
- взрывы при прокладке дорог и строительстве других сооружений, порубки леса,
- неправильное ведение сельхозработ и нарушение почвенно-растительного покрова.

При движении сель представляет собой сплошной поток грязи, камней и воды. Крутой передний фронт селевой волны высотой от 5 до 15 м образует "голову" селя. Максимальная высота вала водо-грязевого потока иногда достигает 25 м.

**На основе главных факторов возникновения сели классифицируются следующим образом:**

- зонального проявления. Главным фактором формирования являются климатические условия (осадки). Носят они зональный характер. Сход происходит систематически. Пути движения относительно постоянны;
- регионального проявления. Главный фактор формирования – геологические процессы. Сход происходит эпизодически, а пути движения непостоянны;
- антропогенные. Это результат хозяйственной деятельности человека. Происходят там, где наибольшая нагрузка на горный ландшафт. Образуются новые селевые бассейны.

**Классификация по мощности (по перенесенной твердой массе):**

- мощные (сильной мощности), с выносом более 100 тыс. м<sup>3</sup> материалов. Бывают один раз в 5 - 10 лет.
- средней мощности, с выносом от 10 до 100 тыс. м<sup>3</sup> материалов. Бывают один раз в 2-3 года.
- слабой мощности (маломощные), с выносом менее 10 тыс. м<sup>3</sup> материалов. Бывают ежегодно, иногда несколько раз в году.

Классификация по объему единовременных выносов представлена в таблице ниже.

**Классификация по объему единовременных выносов, м<sup>3</sup>**

Название селя	Объем селя, в м <sup>3</sup>
Очень мелкий	Менее 1,0 тыс.
Мелкий	1,0 - 10 тыс.
Средний	10 – 100 тыс.
Крупный	0,1 - 1 млн.
Очень крупный	1 – 10 млн.
Гигантский	Более 100 млн.

По частоте схода селей можно выделить три группы селевых бассейнов:

- высокой селевой активности (с повторяемостью один раз и 3 - 5 лет и чаще);
- средней селевой активности (с повторяемостью один раз в 6 - 15 лет);
- низкой селевой активности (с повторяемостью один раз в 16 лет и реже).

**Классифицируются сели также и по их воздействию на сооружения:**

- маломощный - небольшие размывы, частичная забивка отверстий водопропускных сооружений.
- среднемощный - сильные размывы, полная забивка отверстий, повреждение и снос бесфундаментных строений.
- мощный - большая разрушительная сила, снос мостовых ферм, разрушение опор мостов, каменных строений, дорог.
- катастрофический - полное разрушение строений, участков дорог вместе с полотном и сооружениями, погребение сооружений под наносами.

**Иногда применяется классификация бассейнов по высоте истоков селевых потоков:**

- высокогорные. Истоки лежат выше 2500 м, объем выносов с 1 км<sup>2</sup> составляет 15 – 25 тыс. м<sup>3</sup> за один сель;
- среднегорные. Истоки лежат в пределах 1000 - 2500 м, объем выноса с 1 км<sup>2</sup> составляет 5 - 15 тыс. м<sup>3</sup> за один сель;
- низкогорные. Истоки лежат ниже 1000 м, объем выносов с 1 км<sup>2</sup> менее 5 тыс. м<sup>3</sup> за один сель.

**Способы борьбы с селевыми потоками весьма разнообразны:**

- возведение различных плотин для задержки твердого стока и пропуска смеси воды и мелких фракции пород,
- каскада запруд для разрушения селевого потока и освобождения его от твердого материала,
- подпорных стенок для укрепления откосов,
- нагорных стокоперехватывающих и водосборных канав для отвода стока в ближайшие водотоки и др.

Под прогнозированием селей (селеопасности) понимается заблаговременное предсказание формирования селевого потока в данном селеактивном районе.

**Целями прогнозирования последствий селей** является оценка возможного ущерба от их действия, выяснение данных о возможных объектах воздействия.

Прогнозирование селевых явлений включает прогнозирование селей как в пространстве, так и во времени, а также прогнозирование значений их основных характеристик. Основой прогнозирования являются сбор, систематизация и анализ многолетних данных о последствиях воздействия селей за все годы наблюдений, а также результаты прогноза селеопасных территорий и прогноза основных параметров селей, возникновение которых возможно в пределах рассматриваемого региона.

Для некоторых селевых районов установлены определенные критерии, позволяющие оценить вероятность возникновения селей. Так, для районов с большой вероятностью селей:

- ливневого происхождения определяется критическая сумма осадков за 1-3 суток,
- селей гляциального происхождения (т. е. образующихся при прорывах ледниковых озер и внутриледниковых водоемов) - критическая средняя температура воздуха за 10-15 суток или сочетание этих двух критериев

## **ОБВАЛЫ**

**Обвал** - быстрое перемещение масс горных пород, образующих преимущественно крутые склоны долин. При падении оторвавшаяся от склона масса пород разбивается на отдельные глыбы, которые, в свою очередь, дробясь на более мелкие части, засыпают дно долины. Если по долине протекала река, то обвалившиеся массы, образуя запруды, дают начало долинному озеру. Обвалы склонов речных долин вызываются подмывом реки, особенно в половодье. В высокогорных областях причиной обвалов обычно служат появляющиеся трещины, которые, пропитываясь водой (и особенно при замерзании воды), увеличиваются в ширину и глубину до тех пор, пока отделяемая трещиной масса от

какого-нибудь толчка (землетрясение) или после сильного дождя (особо сильное пропитывание трещины водой) или же какой-нибудь иной причины, иногда искусственной (например, проведение железнодорожной выемки или карьера у подножья склона), не преодолее сопротивления удерживающих ее пород и не обрушится в долину. Величина обвала варьирует в самых широких пределах, начиная от обрушения от склонов небольших обломков пород, которые, накапливаясь на более пологих участках склонов, образуют т. н. **осыпи**, и до обвала огромных масс, измеряемых млн. м<sup>3</sup>, представляющих в культурных странах огромные бедствия. У подножья всех крутых склонов гор всегда можно видеть обвалившиеся сверху камни, причем в участках, особо благоприятных для накопления их, эти камни покрывают сплошь иногда значительные площади.

При проектировке железнодорожной трасы в горах необходимо особо внимательно выяснять участки, неблагоприятные по обвалам, и, если можно, их обходить. При закладке в склонах карьеров и проведении выемок всегда следует производить осмотр всего склона, изучая характер и напластование пород, направление трещин, отдельностей, чтобы разработка карьера не нарушила устойчивости вышележащих пород. При проведении дорог особо крутые склоны закладываются штучным камнем насухо или на цементе. Надо иметь в виду, что каолинизация, хлоритизация и серицитация пород увеличивает начальное скольжение пород (сравнительно с неизмененными породами), и выемки в подобных породах должны быть особо тщательно ограждены от возможных обвалов.

В высокогорных областях, выше снеговой линии, приходится часто считаться со снежными обвалами. Они возникают на крутых склонах, откуда накопившийся и часто слежавшийся снег периодически скатывается вниз. В районах снежных обвалов не следует возводить поселков, дороги необходимо защищать крытыми галереями, и на склонах производить лесные насаждения, удерживающие лучше всего снег от сползания. Обвалы характеризуются мощностью обвального процесса (объемом падения горных масс) и масштабом проявления (вовлечения в процесс площади).

**По мощности обвального процесса** обвалы подразделяются на:

- крупные (отрыв пород более 10 млн. м<sup>3</sup>);
- средние (от 1 млн. до 10 млн. м<sup>3</sup>);
- мелкие (отрыв пород менее 1 млн. м<sup>3</sup>).

**По масштабу проявления** обвалы подразделяются на:

- огромные (100 - 200 га.);
- средние (50 - 100 га.), малые (5 - 50 га.);
- \_ мелкие (менее 5 га.).

Совершенно другого рода обвалы в районах распространения горных пород, легко выщелачиваемых водой (известняки, доломиты, гипсы, каменная соль). Просачивающаяся с поверхности вода весьма часто в этих породах выщелачивает большие пустоты (пещеры), и если такая пещера образовалась близ земной поверхности, то по достижении большого объема потолок пещеры обваливается, а на поверхности земли образуется впадина (воронка, провал); иногда эти впадины заполняются водой, и образуются так наз. «провальные озера». Подобные явления характерны для многих районов, где распространены соответствующие породы. В этих районах при сооружении капитальных построек (зданий и железных дорог) на месте каждой постройки необходимо производить исследование грунта, во избежание разрушения построенных зданий. Игнорирование подобных явлений вызывает впоследствии необходимость постоянного ремонта пути, влекущего большие расходы. В этих районах труднее разрешать вопросы водоснабжения, поиска и подсчетов запасов воды, а также производство гидротехнических сооружений. Направление подземных водных потоков крайне прихотливо; сооружение плотин и выемки канав в таких местах могут послужить причиной возникновения процессов выщелачивания пород, до того защищенных снятыми искусственно породами. Провалы наблюдаются также в пределах каменоломен и рудников, благодаря обрушению кровли

пород над выработанными пространствами. Для предупреждения разрушения построек необходимо под ними производить закладку выработанного пространства, или же оставлять нетронутыми целики разрабатываемых пород.

### **Способы борьбы с оползнями, селевыми потоками и обвалами.**

Активные мероприятия по предупреждению оползней, селей, обвалов предусматривают строительство инженерных и гидротехнических сооружений.

Для предотвращения оползневых процессов сооружаются подпорные стенки, контрбанкеты, свайные ряды и другие сооружения. Наиболее эффективными противооползневыми сооружениями являются контрбанкеты. Они устраиваются у подошвы потенциального оползня и, создавая упор, препятствуют смещению грунта.

К активным мероприятиям относятся и достаточно простые, не требующие для своего осуществления значительных ресурсов и расхода строительных материалов, а именно: для снижения напряженного состояния откосов часто проводится срезка земельных масс в верхней части и укладка их у подножия;

подземные воды выше возможного оползня отводят устройством дренажной системы;

защита берегов рек и морей достигается завозом песка и гальки, а склонов — посевом трав, насаждением деревьев и кустарников.

Гидротехнические сооружения применяются и для защиты от селей. Эти сооружения по характеру воздействия на селевые потоки подразделяются на селерегулирующие, селеделительные, селезадерживающие и селетранс-формирующие.

К селерегулирующим гидротехническим сооружениям относят селепропускные (лотки, селедуки, селеотводы), селенаправляющие (дамбы, подпорные стенки, опояски), селесбрасывающие (запруды, пороги, перепады) и селеотбойные (полузапруды, шпоры, бумы) устройства, сооружаемые перед дамбами, опоясками и подпорными стенками.

Селеделительными являются тросовые селерезы, селеоградители и селевые запруды. Они устраиваются для задержания крупных обломков материала и пропуска мелких частей селевого потока.

К селезадерживающим гидротехническим сооружениям относят плотины и котлованы. Плотины могут быть глухого типа и с отверстиями. Сооружения глухого типа используются для задержания всех видов горных стоков, а с отверстиями — для задержания твердой массы селевых потоков и пропуска воды.

Селетрансформирующие гидротехнические сооружения (водохранилища) используются для перевода селевого потока в паводок путем его пополнения водой из водохранилищ.

Сель эффективнее не задерживать, а направлять мимо населенных пунктов, сооружений с помощью селеотводных каналов, селеотводных мостов и селеспусков.

В обвалоопасных местах могут осуществляться мероприятия по переносу отдельных участков дорог, линий электропередачи и объектов в безопасное место, а также активные меры по устройству инженерных сооружений — направляющих стенок, предназначенных для изменения направления движения обваленных пород.

Наряду с мерами предупредительного и защитного характера важную роль в профилактике возникновения этих стихийных бедствий и в снижении ущерба от них играет наблюдение за оползне-, селе- и обвалопасными направлениями, предвестниками этих явлений и прогнозирование возникновения оползней, селей и обвалов.

Системы наблюдения и прогнозирования организуются на основе учреждений гидрометеослужбы и базируются на тщательных инженерно-геологических и инженерно-гидрологических исследованиях. Наблюдения осуществляются специализированными оползневыми и селевыми станциями, селевыми партиями и постами. Объектами наблюдений являются перемещения грунтов и оползневые подвижки, изменения уровней воды в колодцах, дренажных сооружениях, буровых скважинах, реках и водоемах, режимы подземных вод. Полученные данные, характеризующие предпосылки оползневых

перемещений, селевых потоков и обвальных явлений, обрабатываются и представляются в виде долгосрочных (на года), краткосрочных (месяцы, недели) и экстренных (часы, минуты) прогнозов.

### **Правила поведения людей при возникновении селевых потоков, оползней и обвалов.**

Население, проживающее в оползне-, селе- и обвалоопасных зонах, должно знать очаги, возможные направления и характеристики этих опасных явлений. На основе прогнозов до жителей заблаговременно доводится информация об опасности оползневых, селевых, обвальных очагов и о возможных зонах их действия, а также о порядке подачи сигналов об опасности. Это снижает воздействие стрессов и паники, которые могут возникнуть при передаче экстренной информации о непосредственной угрозе.

Население опасных горных районов обязано заботиться об укреплении домов и территории, на которой они возведены, участвовать в работах по возведению защитных гидротехнических и других инженерных сооружений.

Первичная информация об угрозе оползней, селей и обвалов поступает с оползневых и селевых станций, партий и постов гидрометеослужбы. Важным является то, чтобы эта информация была доведена по назначению своевременно. Оповещение населения по поводу стихийных бедствий проводится установленным порядком посредством сирен, по радио, телевидению, а также по местным системам оповещения, непосредственно связывающим подразделения гидрометеослужбы, службы МЧС с населенными пунктами, размещенными в опасных зонах.

При угрозе оползня, селя или обвала организуется заблаговременная эвакуация населения, сельскохозяйственных животных и имущества в безопасные места.

Покидаемые жителями дома или квартиры приводятся в состояние, способствующее снижению последствий стихийного бедствия и возможного воздействия вторичных факторов, облегчающее впоследствии их раскопки и восстановление. Поэтому переносимое имущество со двора или балкона надо убрать в дом, наиболее ценное, что нельзя взять с собой, укрыть от воздействия влаги и грязи. Двери, окна, вентиляционные и другие отверстия плотно закрыть. Электричество, газ, водопровод отключить. Легковоспламеняющиеся и ядовитые вещества удалить из дома и разместить в отдаленных ямах или отдельно стоящих погребах. Во всем остальном следует действовать в соответствии с порядком, установленным для организованной эвакуации.

В случае, если заблаговременное предупреждение об опасности отсутствовало и жители были предупреждены об угрозе непосредственно перед наступлением стихийного бедствия или заметили его приближение сами, каждый, не заботясь об имуществе, производит экстренный выход в безопасное место самостоятельно. При этом об опасности должны предупреждаться близкие, соседи, все встречающиеся по пути люди. Для экстренного выхода необходимо знать пути движения в ближайшие безопасные места. Эти пути определяются и доводятся до населения на основе прогноза наиболее вероятных направлений прихода оползня (селя) к данному населенному пункту (объекту). Естественными безопасными путями для экстренного выхода из опасной зоны являются склоны гор и возвышенностей, не предрасположенные к оползневому процессу. При подъеме на безопасные склоны нельзя использовать долины, ущелья и выемки, поскольку в них могут образовываться побочные русла основного селевого потока. В пути следует оказывать помощь больным, престарелым, инвалидам, детям и ослабевшим. Для передвижения по возможности используются личный транспорт, подвижная сельскохозяйственная техника, верховые и выючные животные.

В случае, когда люди и сооружения оказываются на поверхности движущегося оползневого участка, следует передвигаться по возможности вверх, остерегаться скатывающихся глыб, камней, обломков, конструкций, земляного вала, осыпей. При

высокой скорости оползня возможен сильный толчок при его остановке, а это представляет большую опасность для находящихся на оползне людей.

После окончания оползня, селя или обвала людям, перед этим спешно покинувшим зону бедствия и переждавшим опасность в ближайшем безопасном месте, убедившись в отсутствии повторной угрозы, следует вернуться в эту зону для розыска и оказания помощи пострадавшим.

## ЛАВИНЫ

**Снежные лавины** - низвергающиеся со склонов гор под воздействием силы тяжести снежные массы.

Снег, накапливающийся на склонах гор, под влиянием тяжести и ослабления структурных связей внутри снежной толщи, соскальзывает или осыпается со склона. Начав свое движение, он быстро набирает скорость, захватывая по пути все новые снежные массы, камни и другие предметы. Движение продолжается до более пологих участков или дна долины, где тормозится и останавливается.

Такие лавины очень часто угрожают населенным пунктам, спортивным и санаторно-курортным комплексам, железным и автомобильным дорогам, линиям электропередачи, объектам горнодобывающей промышленности и другим хозяйственным сооружениям.

Формирование лавин происходит в пределах лавинного очага.

Лавинный очаг - это участок склона и его подножья, в пределах которого движется лавина.

Каждый очаг состоит из 3 зон:

- зарождения (лавинобор),
- транзита (лоток),
- остановки лавины (конус выноса).

К лавинообразующим факторам относятся:

- высота старого снега,
- состояние подстилающей поверхности,
- приrost свежеснегавшего снега,
- плотность снега,
- интенсивность снегопада,
- оседание снежною покрова,
- метелевое перераспределение снежною покрова,
- температура воздуха и снежною покрова.

Лавины образуются при достаточном снегонакоплении и на безлесных склонах крутизной от 15 до 50°. При крутизне более 50° снег просто осыпается, и условия к образованию снежною массы не возникают.

Оптимальные ситуации для возникновения лавин складываются на заснеженных склонах крутизной от 30 до 40°. Там лавины сходят тогда, когда слой свежеснегавшего снега достигает 30 см, а для старого (лежалого) необходим покров толщиной 70 см.

Считается, что ровный травянистый склон крутизной более 20° лавиноопасен, если высота снега на нем превышает 30 см. С увеличением крутизны склонов возрастает вероятность образования лавин. Кустарниковая растительность не является препятствием для схода.

Наилучшим условием для начала движения снежною массы и набирания ею определенной скорости является длина открытого склона от 100 до 500м.

Многое зависит и от интенсивности снегопада. Если за 2-3 дня выпадет 0,5 м снега, то это обычно не вызывает опасения, но если это же количество выпадет за 10 - 12 ч, то сход вполне возможен. В большинстве случаев интенсивность снегопада 2-3 см/ч близка к критической.

Немалое значение имеет и ветер. Так, при сильном ветре достаточного прироста в 10 – 15 см, как уже может возникнуть лавина. Средняя критическая скорость ветра равна примерно 7-8 м/с.

Одним из важнейших факторов, влияющих на образование снежных лавин, является температура. Зимой при относительно теплой погоде, когда температура близка к нулю, неустойчивость снежного покрова сильно увеличивается, но быстро проходит (либо сходят лавины, либо снег оседает). По мере понижения температуры периоды лавинной опасности становятся более длительными. Весной с потеплением возрастает вероятность схода мокрых лавин.

Поражающая способность различна. Лавина в 10 м<sup>3</sup> уже представляет опасность для человека и легкой техники. Крупные - в состоянии разрушить капитальные инженерные сооружения, образовать трудно- или непреодолимые завалы на транспортных трассах.

Скорость является одной из основных характеристик движущейся лавины. В отдельных случаях она может достигать 100 м/с.

Дальность выброса важна для оценки возможности поражения объектов, расположенных в лавиноопасных зонах. Различают максимальную дальность выброса и наиболее вероятную, или среднемноголетнюю. Наиболее вероятную дальность выброса определяют непосредственно на местности. Ее оценивают при необходимости размещения сооружений в зоне действия лавин на длительный период. Она совпадает с границей конуса выноса лавинного очага.

Повторяемость схода лавин является важной временной характеристикой лавинной деятельности.

Различают:

- среднемноголетнюю
- и внутригодовую повторяемость схода.

Первая определяется как частота образования лавин в среднем за многолетний период.

Внутригодовая повторяемость - это частота схода за зимний и весенний периоды. В отдельных районах лавины могут сходить по 15 - 20 раз в год.

Плотность лавинного снега является одним из важнейших физических параметров, от которого зависит сила удара снежной массы, трудозатраты на ее расчистку или возможность движения по ней. Она составляет для лавин из сухого снега 200 - 400 кг/м<sup>3</sup> для мокрого - 300 - 800 кг/м<sup>3</sup>.

Важным параметром, особенно при организации и проведении аварийно-спасательных работ служит высота лавинного потока, чаще всего достигающего 10 - 15 м.

Потенциальный период лавинообразования - это интервал времени между сходами первых и последних лавин.

Эта характеристика обязательно учитывается при планировании режима деятельности людей на опасной территории. Необходимо также знать количество и площадь лавинных очагов, сроки начала и окончания лавиноопасного периода. В каждом районе эти параметры различны.

В России чаще всего такие стихийные бедствия случаются на Кольском полуострове, Урале, Северном Кавказе, на юге Западной и Восточной Сибири, Дальнем Востоке. Лавины на Сахалине имеют свои особенности. Там они охватывают все высотные зоны - от уровня моря до горных вершин. Сходя с высоты 100 - 800 м, вызывают частые перерывы в движении поездов на Южно-Сахалинской железной дороге. В подавляющем большинстве в горных районах лавины сходят ежегодно, а иногда и несколько раз в год.

### **Классификация лавин:**

**1. По характеру движения и в зависимости от строения лавинного очага различают следующие три типа:**

- лотковые,
- осовые,
- прыгающие.

Лотковая движется по определенному каналу стока или лавинному лотку.

Осовая представляет собой снежный оползень, не имеет определенного канала стока и скользит по всей ширине участка.

Прыгающая возникает из лотковых там, где в канале стока имеются отвесные стены или участки с резковозрастающей крутизной. Встретив крутой уступ, лавина отрывается от земли и продолжает движение по воздуху в виде огромной струи. Скорость их особенно велика.

**2. В зависимости от свойств снега лавины могут быть:**

- сухими,
- влажными
- мокрыми.

**3. По характеру поверхности скольжения выделяют следующие типы:**

- пластовые, когда движение осуществляется по поверхности нижележащего слоя снега;
- грунтовые - движение происходит непосредственно по поверхности грунта.

**4. В зависимости от факторов лавинообразования делятся на четыре класса:**

- Непосредственная причина возникновения - метеорологические факторы.
- Возникающие в результате совокупного действия метеорологических факторов и процессов, происходящих внутри снежной толщи при таянии.
- Возникают исключительно в результате процессов, происходящих внутри снежной толщи.
- В результате землетрясения, деятельности человека (взрывы, полет реактивных самолетов на малой высоте и др.).

Первый класс в свою очередь подразделяется на три типа: обусловленные снегопадами, метелями и резким понижением температуры.

Второй класс делится на четыре типа: связанные с радиационными оттепелями (на южных склонах гор), весенними оттепелями, дождями и оттепелями при переходе к положительным температурам.

Третий класс образует два типа: лавины, связанные с образованием слоя глубинной изморози и возникающие в результате снижения прочности снежного покрова под длительным действием нагрузки.

**5. По степени воздействия на хозяйственную деятельность и природную среду лавины подразделяются на:**

- стихийные (особо опасные), когда их сход наносит значительный материальный ущерб населенным пунктам, спортивным и санаторно-курортным комплексам, железным и автомобильным дорогам, линиям электропередачи, трубопроводам, промышленным и жилым сооружениям,
- опасные явления - сход лавин, затрудняющих деятельность предприятий и организаций, спортивных сооружений, а также угрожающих населению и туристским группам.

**6. По степени повторяемости делятся на два класса**

- систематические
- спародические.

Систематические сходят каждый год или один раз в 2-3 года. Спародические - 1-2 раза в 100 лет. Место их определить заранее довольно трудно. Известно много случаев, когда, например, на Кавказе селения, существовавшие 200 и 300 лет, вдруг оказались погребенными под толстым слоем снега.

### **Прогнозирование и противолавинная профилактика**

Существует много разных способов прогнозирования лавинной опасности, но они громоздки и наукоемки. К более доступным можно отнести способы определения лавинной опасности, основанные на результатах наблюдения за скоростью выпадения снежного покрова. Скорость изменения снежного покрова измеряют с помощью метеорологических приборов или с помощью стационарных лавинных реек, устанавливаемых в очагах лавинной опасности вертикально и позволяющих с большого расстояния наблюдать за уровнем заснеженности потенциально опасных склонов. В

случае, если в результате наблюдений определяется, что уровень снежного покрова достигает критической отметки, опасные склоны обстреливаются из специальных орудий с целью искусственной провокации маленьких лавин и недопущения схода глобальной лавины, способной повлечь за собой разрушения и человеческие жертвы.

В настоящее время исследования лавин ведется в основном гидрометеослужбами. Самое важное значение снеголавинных станций заключается в сборе статистических данных по различным сезонам в очагах лавинной опасности.

В их задачи входят: — метеорологические наблюдения,

— регулярные измерения толщины, плотности и физико-механических свойств снега,

— а также фиксация схода лавин.

На таких станциях проводятся лабораторные исследования снега, описания лавин на избранных маршрутах, дается прогноз лавин на основе местных признаков и локальных связей с метеорологическими показателями. Снеголавинные станции раз в несколько дней передают бюллетени о лавинной опасности всем заинтересованным учреждениям. Такие станции существуют сейчас практически во всех горных массивах.

## **ПЫЛЬНАЯ ИЛИ ПЕСЧАНАЯ БУРЯ**

**Пыльной или песчаной бурей** называется явление переноса сильным ветром большого количества пыли или песка, при котором резко ухудшается видимость.

Наблюдаются главным образом в южных степях и пустынях, в основном в Казахстане и Средней Азии, более редко — в Среднем Поволжье, на Украине, Северном Кавказе и в некоторых районах Дальнего Востока. Северная граница пыльных бурь в основном совпадает с границей степной зоны.

Запыленность атмосферы, но вертикали может при этом колебаться от 1—2 м (пыльные или песчаные поземки) до 6—7 км.

Пыльные бури наблюдаются, как правило, летом. В южных районах они могут развиваться и зимой, так как снежный покров здесь очень неустойчив и при отсутствии осадков поверхность почвы быстро высыхает. Зимой в этих районах возможно также развитие своеобразных снежно-песчаных поземков, при которых пыль и песок переносятся вместе с сухим снегом.

Продолжительность пыльных бурь меняется в широких пределах — от нескольких секунд до нескольких суток. Например, на южном побережье Аральского моря зарегистрирована непрерывная пыльная буря длительностью 80 ч.

**По продолжительности пыльной бури** и видимости во время ее можно выделить следующие основные типы пыльных бурь.

1. Кратковременные пыльные бури с относительно небольшим ухудшением видимости. Вызываются сугубо местными колебаниями скорости и направления ветра, продолжительность их не превышает 30 мин, а видимость сохраняется в пределах 3—4 км, увеличиваясь временами до 6—10 км. Пыльные бури этого типа нередко перемежаются с пыльными поземками.

2. Кратковременные пыльные бури с сильным ухудшением видимости. По длительности они сходны с бурями первого типа, но вызывают более значительное ухудшение видимости (до нескольких сотен метров, а иногда до 10—20 м); начинаются почти внезапно — при сравнительно спокойной погоде скорость ветра резко возрастает, и одновременно проносятся облака пыли различной вертикальной мощности. После первого внезапного ухудшения видимости она постепенно увеличивается до 1—2 км и более, хотя скорость ветра часто продолжает нарастать. Эти бури обычно порождаются шкваловыми ветрами, связанными с прохождением грозových очагов или резких холодных фронтов второго рода. Признаком приближения такой пыльной бури является серая пыльная завеса под кучеводождевыми облаками, когда они еще находятся у горизонта, в пределах видимости.

3. Длительные и пульсирующие пыльные бури с преобладанием относительно небольшого ухудшения видимости (2—4 км). Периодически отмечаются то кратковременные улучшения, то ухудшения видимости. Колебания видимости происходят на большой территории, в различных местах и в различное время. Продолжительность пыльных бурь этого типа достигает нескольких часов и даже суток. Эти бури возникают в условиях устойчивого барического поля с большими барическими градиентами (юго-восточная, южная и юго-западная периферия мощных малоподвижных антициклонов).

4. Длительные и сильные пыльные бури с уменьшением видимости до 500—1000 м, в начальной стадии — до нескольких десятков метров. Пыльные бури этого типа имеют, как правило, большую горизонтальную и вертикальную протяженность и характеризуются во всех направлениях однообразным, обычно темно-серым фоном. Колебания видимости происходят на общем фоне низких значений видимости. Продолжительность такой бури не менее 2—4 ч.

**Прогноз пыльных бурь.** Прогноз пыльных бурь по существу сводится к прогнозу сильного ветра с учетом свойств подстилающей поверхности, т. е. ее общего состояния, особенностей растительного покрова и степени закрепленности верхнего слоя почвы.

При длительной засухе верхние слои даже черноземных почв на Дону, Кубани и Южной Украине выдуваются сильными ветрами и развиваются так называемые черные бури.

При прогнозе черных бурь следует обращать внимание на длительные засухи ранней весной (март, начало апреля), когда после схода снега почва быстро высохла и еще не закреплена растительным покровом. В таких случаях при штормовых восточных ветрах на южной периферии обширных антициклонов (арктические вторжения), дующих иногда в течение нескольких недель, и развиваются черные бури.

## КУРУМ

**Курум** — плащеобразное (в виде покрова) скопление глыб и обломков скальных пород на слабо наклонных поверхностях ("каменные моря") или в долинообразных понижениях ("каменные потоки", "каменные реки").

Курумы образуются в условиях сурового климата (преимущественно при наличии вечной мерзлоты грунтов) в результате морозного выветривания скальных пород и смещения глыб по мерзлотному основанию. Курумы, образовавшиеся в холодную плейстоценовую эпоху, в настоящее время в природных условиях более теплой эпохи, нередко бывают неподвижны даже на относительно крутом склоне.

Перемещение курума вниз по склону может происходить (со скоростью несколько сантиметров в год) в результате повторения циклов замерзания и оттаивания мелкозема, содержащегося в куруме; перемещению способствует проникновение атмосферных осадков в основание курума.

## ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Под общим названием **эрозия** (лат. - разъединение) понимают неблагоприятные и опасные процессы воздействия водных потоков, волн и ветров на рельеф: плоскую и линейную (овражную) эрозию, дефляцию (ветровую эрозию), переформирование русел рек, абразия берегов морей и водохранилищ.

Эрозия бывает нескольких типов и видов, каждый из которых характеризуется физическими процессами, происходящими, в основном, в почве.

**Эрозия почв** (плоская эрозия) — процесс разрушения верхних, наиболее плодородных слоев почвы и подстилающих пород талыми и дождевыми водами (**водная эрозия почв**) или ветром (**ветровая эрозия почв, дефляция, выдувание**). В ряде мест от эрозии почв утрачивается больше плодородных земель, чем вновь осваивается. Естественная эрозия почв — очень медленный процесс. Например, снос поверхностными водами 20 см почвы

под пологом леса происходит за 174 тысячи лет, под лугом — за 29 тысяч лет. При правильных севооборотах поля теряют 20 см почвы за 100 лет, а при монокультуре кукурузы — всего за 15 лет. В последних двух случаях скорость разрушения почвенного покрова намного превышает скорость почвообразования.

Эрозия почв привела к полной или частичной, но хозяйственно значимой потере плодородия более половины всей пашни мира. Ежегодно из-за эрозии выбывает из сельскохозяйственного использования от 50 до 70 тысяч км<sup>2</sup> земель (более 3% эксплуатируемой пашни в год). Предотвращение эрозии почв — одна из задач природопользования. Осуществляется она с помощью ряда мер, в том числе агролесомелиорации, прогрессивней агротехники, противодействия загрязнению почвы, ее засолению, комплекса мелиорации, рекультивации, фитомелиорации и других приемов.

**Плоская эрозия** (эрозия почв) распространена повсеместно, где бывают сколько-нибудь интенсивные осадки. Скорость плоской эрозии измеряется обычно толщиной слоя, сносимого в среднем за год, или массой материала, сносимого с единицы площади. Естественная скорость плоской эрозии на междуречьях равнин умеренного климатического пояса измеряется сотыми долями миллиметра в год. Скорость эрозии до 0,5 мм/год приблизительно отвечает скорости накопления гумуса в почве. Более высокие величины скорости уже означают срезание почвы. За редким исключением все случаи разрушительной эрозии почв обусловлены человеческой деятельностью.

Интенсивность эрозии есть - функция от количества и интенсивности осадков, распределения и скорости снеготаяния, а также от механических свойств почвы и угла наклона микрорельефа поверхности склона.

Значительная эрозия оголенных поверхностей почвы легкого состава почвы начинается при осадках более 10 мм/сут и 2 мм/мин на склонах более 3°. Особенно усиливается эрозия (до 4—10 мм/год) при осадках более 30 мм/сут, при ливнях с диаметром капель более 1,5 мм, на склонах круче 10—12°.

По мере смыва относительно водопроницаемого и прочного гумусового горизонта почвы сток при дождях возрастает порой до шестикратного, а скорость эрозии — в 10 раз.

На фоне постепенного, тянувшегося десятилетиями процесса эрозии почв возможны вспышки, обусловленные экстремальными ливнями или особо вредоносным антропогенным нарушением состояния земель и ведущие к смыву гумусового горизонта за 10—15 лет, а иногда лишь Эрозия почв за 3—5 лет.

**Ветровая эрозия** (выдувание) почв легкого состава почвы возможна при скорости ветра уже 4—6 м/с, если почва сухая (что достигается при относительной влажности воздуха около 50% и менее) и не слишком защищена растительностью. Скорость дефляции пропорциональна третьей степени скорости ветра; при ветре более 6 м/с дефляция может достичь характера пыльной бури. Наиболее характерна дефляция для территорий с сухим климатом (годовая сумма осадков около 200 мм и менее).

Толщина сносимого дефляцией слоя почвы в сельскохозяйственных районах в среднем не превосходит нескольких -миллиметров в год (соизмерима со скоростью водной эрозии). В отдельные периоды она существенно выше, например, при сильных засухах — до 100 м/год, а на поливных землях — до 165 м/год. Еще более высокие скорости роста оврагов в тропиках, где среднесуточная интенсивность ливней 175 мм/ч и за год могут возникать овраги шириной до 200 м и глубиной до 20 м. На льдосодержащих многолетнемерзлых породах наблюдается термоэрозия — род овражной эрозии, провоцируемой антропогенным усилением стока (талый сток от снеготаяния, сброс бытовых вод и т.п.), а также механическим нарушением теплоизолирующего растительного покрова.

**Овражная (линейная) эрозия** сменяет плоскую на уклонах с более 15°. В природных условиях современное оврагообразование — довольно редкое явление, поскольку подходящие для этого склоны давно эродированы. Оно возможно при исключительном стечении обстоятельств, например, при выпадении осадков вскоре после выгорания растительности. Почти все овраги антропогенны. В России человеческой деятельностью

порождено 3/4 оврагов. В последние 10 лет потери пахотных земель от оврагов составляют приблизительно 150 тыс. га в год.

Продолжительность роста оврагов — от десятков лет до тысячи лет в зависимости от климата. В предгорьях Средней Азии и пастбищах скорость удлинения оврагов — 4—6 м/год, скорость углубления — 1 м/год, что в 2—3 раза выше, чем в Нечерноземье. В степной зоне рекордные скорости удлинения оврагов.

**Антропогенная эрозия почв** сопровождает земледелие в течение всей его истории, но особенно возросла в XIX—XX вв., с применением механической тяги и стандартной агротехники на огромных полях с различными местными значениями потенциальной эрозии. Темп эрозии оголенного грунта местами возрастает в сотни раз в сравнении с эрозией в лесах.

За время сельскохозяйственного производства средняя величина эрозии поднялась приблизительно втрое. В мире в той или иной степени эродировано 70—80% площади сельхозугодий, на производстве 1 т зерна теряется 6 т почвы.

Ежегодно полностью эродируются почвы в среднем на 2 млн га, смывается около 2 млрд т почвы. Эрозия сильна также на сенокосах и пастбищах, что ведет к опустыниванию 40—50 тыс. га земель в год.

**Деградация почвы** - это постепенное ухудшение свойств почвы под влиянием естественных причин (природных изменений условий почвообразования) или хозяйственной деятельности человека (неправильной агротехники, загрязнения, истощения при некомпенсируемом выносе питательных веществ с растительной продукцией, изменения структуры и водного режима и т. п.).

#### **Основные причины деградации почвы:**

1. Неправильное применение удобрений и пестицидов. Внесение высоких доз азотных удобрений иногда отрицательно влияет на почвенную структуру и снижает противэрозионную устойчивость почв. Применение повышенных доз пестицидов, содержащих соли тяжелых металлов, также может снижать плодородие почв, так как в ней уничтожаются полезные микроорганизмы и черви, а также изменяется кислотность.
2. Мелиоративные работы. При неправильной технологии таких работ снижается гумусовый слой почвы, плодородный слой почвы засыпается почвообразующей породой.
3. Лесозаготовки. Повреждаются и уничтожаются подлесок травянистый покров, подстилка и верхний гумусовый слой почвы. Особенно большой вред почве, наносят тракторные волоки и транспортировка леса по временным дорогам.
4. Раскорчевка леса. Вместе с корнями деревьев из почвы выносятся большое количество гумуса.
5. Лесные пожары. Вместе с лесом уничтожается лесная подстилка и трава. Действие огня распространяется на гумусовый слой почвы, происходит деградация лесных почв.
6. Пожары на скушенных торфяных почвах. На пастбищах и пахотных массивах выгорает полностью органический слой почвы. Деградация почвы включает процессы эрозии, сопровождается изменениями почвенной флоры и фауны, снижением плодородия, неблагоприятными изменениями в надпочвенном растительном покрове, формированием бесплодных, пустынных земель.

### **АБРАЗИЯ БЕРЕГОВ**

**Абразия** (лат. abrasio — соскабливание) — в геологии процесс разрушения и сноса суши морским прибоем. Волны моря, ударяясь о берег, непрерывно его подтачивают, подмывают и сглаживают все выступы и неровности. Таким путем вырабатывается более или менее широкая подводная волноприбойная терраса. По мере того как море проникает далее в глубь разрушаемой им суши, возрастает ширина этой террасы и уменьшается живая сила волн вследствие трения о ее поверхность. Если уровень моря повышается относительно прилегающего берега, разрушительная работа волн проникает дальше в

глубь материка, и ширина абразионной террасы возрастает (иногда до 10—20 км). При очень длительном повышении уровня моря или опускания суши море может очень далеко проникнуть в глубь материка (трансгрессия) или даже затопить обширные площади. Вновь поднявшаяся над уровнем моря часть суши, которая подверглась действию морской абразии, представляет собой слабо покатую в сторону моря абразионную равнину, или абразионную платформу. Раньше геологи и географы преувеличивали роль абразии, допуская возможность уничтожения ею целых горных хребтов, но, согласно современным взглядам, абразии обычно предшествует весьма длительный размыв суши текучими водами.

Интенсивность абразии зависит от степени волнового воздействия т.е. от бурности водоема. Важнейшим условием, предопределяющим абразионное развитие берега, является относительно крутой угол исходного откоса (больше 0,01) прибрежной части дна моря или озера. Абразия создает на берегах абразионную террасу, - или бенч (англ.), и абразионный уступ, или клиф.

Образующиеся в результате разрушения горных пород песок, гравий, галька могут вовлекаться в процессы перемещения наносов и служить материалом для образования береговых аккумуляторных форм. Часть материала волны и течения сносят к подножью абразионно-подводного склона, образуя прислоненную аккумуляторную террасу. По мере расширения абразионной террасы абразия постепенно затухает, так как расширяется полоса мелководья, на преодоление которой расходуется энергия волн и при поступлении наносов может смениться аккумуляцией.

На склонах искусственных водохранилищ, уклоны которых в прошлом формировались иными, не абразионными факторами, темп абразии особенно высок — до десятка метров в год.

Абразия берегов возможна на морях, озерах, водохранилищах — там, где с суши поступает не слишком много наносов в виде твердого стока рек. В противном случае, характерном для дельт, происходит накопление обломочного материала и выдвижение линии берега в сторону моря. Этот процесс также неблагоприятен для хозяйства, однако имеет меньшее значение, поскольку выдвигающиеся берега лишь неудобны для строительства и практически не освоены.

Набегающие на берег волны ударяют в него с силой до 70 т/м<sup>2</sup>, смывают рыхлый материал и перемещают его вдоль берега. Постепенно вырабатывается подводная терраса, ограниченная со стороны берега абразионным уступом.

Скорость абразии (отступления прибрежного уступа) и продолжительность периода выработки равновесного профиля зависят от прочности пород, слагающих берег, и от энергии волн, их направления и повторяемости. Энергия волн пропорциональна квадрату их высоты; основной объем абразии создается крупнейшими волнами. В реальных условиях существуют также эффекты приливных и нагонных колебаний уровня моря, его длительных изменений, гашения волнения морскими льдами, изменения объемов обломочного материала, поступающего с суши, перехвата вдольберегового потока наносов различными сооружениями и т. д.

В высоких широтах пространственно преобладает активная абразия. Главной причиной этого является относительная скудность поступления обломочного материала с суши. Особенности берегов Северного Ледовитого океана является возможность термической и механической абразии. Характерная скорость абразии здесь 4—6 м/год, наивысшая — до 55 м/год. Эти показатели не очень велики, но если учесть долю времени, когда прибрежные акватории свободны ото льда, скорость абразии оказывается в 3—4 раза выше, чем в более низких широтах с их существенно более суровым климатом. В средних широтах пространственно преобладают берега, где нет активной абразии, а происходит, в основном, вдольбереговое смещение наносов. В низких широтах, где особенно велик твердый сток рек, пространственно преобладают процессы накопления обломочного материала у берегов, их выдвижение в сторону моря. Но местами происходит абразия со

скоростью менее 1 м/год, реже до 2—3 м/год в низких широтах и до 30—40 м/год в средних широтах.

В последнее время происходило общее усиление абразии вследствие поднятия уровня океана и усиления штормов. Причины усиления абразии берегов делятся приблизительно следующим образом:

1. за счет повышения уровня океана или локального опускания дна - 30-35%;
2. за счет климатически обусловленного усиления течений в устьях бухт и заливов — около 20%;
3. за счет антропогенного вмешательства в естественный ход процессов в прибрежной зоне — 45—50%.

Разрушительные вспышки абразии возбуждаются особо сильными ураганами. Абразия берегов происходит также на крупных озерах и водохранилищах. Состояние берегов озер обычно близко к равновесному, вдольбереговые потоки наносов слабые вследствие малой энергии волн. Абразия активизируется, в основном, повышением уровня воды вследствие увлажнения климата или подпора плотинами.

Более сильная абразия на водохранилищах, берега которых геоморфологически молоды и практически никогда не станут зрелыми, равновесными, поскольку для этого требуется больше времени, чем будут существовать водохранилища. Рабочие колебания уровня равнинных водохранилищ находятся обычно в пределах 3—8 м (близко к размаху приливно-отливных колебаний уровня морей), горных — до 50—80 м. Высота волн на водохранилищах значительно ниже, чем в морях; максимальные значения высоты волн на водохранилищах — до 4 м, чаще в пределах 2—3 м.

## ПРИРОДНЫЕ ПОЖАРЫ

### Природные пожары: основные понятия

В каждую минуту на Земле полыхает не менее десяти пожаров, возникших от молний, самовозгорания, неосторожного обращения с огнем и т. д. Повторяемость и интенсивность природных пожаров существенно зависят от климата и обнаруживают определенную ритмичность и продолжительность.

В сухое лето число одновременных пожаров может достигать нескольких сотен. Пожароопасность местности в значительной степени обусловлена наличием на ней и состоянием растительного покрова, а также временем года и погодными условиями. Природный пожар — неконтролируемый процесс горения, стихийно возникающий и распространяющийся в природной среде.

Чрезвычайная лесопожарная ситуация — обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации — лесного пожара (лесных пожаров), который может повлечь или повлечет за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и/или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Под лесным пожаром понимается неконтролируемое горение на лесной площади, окруженной не горящей территорией. В лесную площадь, по которой равновероятно распространяется пожар, входят открытые лесные пространства (вырубки, гари и др.).

Торфяной пожар — возгорание торфяного болота, осушенного или естественного, при перегреве его поверхности лучами солнца или в результате небрежного обращения людей с огнем.

**Зона пожаров** — это территория, в пределах которой в результате чрезвычайных ситуаций или неосторожных действий людей возникли и распространились пожары.

**Кромкой пожара** называют непрерывно продвигающуюся по горючему материалу полосу горения, на которой основной горючий материал сгорает с максимальной интенсивностью и образует вал огня.

**Фронт пожара** — наиболее быстро распространяющаяся в направлении ветра огневая кромка.

**Тыл пожара** — двигающаяся против ветра кромка огня.

**Фланги пожара** - продвигающаяся перпендикулярно ветру огневая кромка.

Горение — физико-химический процесс с выделением тепла и света. Для возникновения горения необходимо наличие **трех факторов**: горючего материала, окислителя, источника зажигания.

**Лесные горючие материалы** — растения лесов, их морфологические части и растительные остатки разной степени разложения, которые могут гореть при лесных пожарах.

**Зона горения** — пространство, в котором протекает процесс горения.

**Зона задымления** — пространство, примыкающее к зоне горения и заполненное дымом.

**Пламя** — пространство, в котором сгорают пары, газы, взвеси.

Для всех видов пожаров характерны:

— взаимодействие в слое пламени горючего вещества с кислородом или другим окислителем;

— выделение в зоне горения тепла, света и продуктов возгорания.

Основными причинами возникновения лесных пожаров являются: деятельность человека, грозовые разряды, самовозгорания торфяной крошки и сельскохозяйственные палы в условиях жаркой погоды или в пожароопасный сезон.

Пожароопасный сезон — это период с момента таяния снегового покрова в лесу до появления полного зеленого покрова или наступления устойчивой дождливой осенней погоды.

В 80% случаев пожары являются следствием нарушения человеком требований пожарной безопасности.

Лесные пожары уничтожают деревья и кустарники, заготовленную в лесу древесину. В результате пожаров снижаются защитные, водоохранные и другие полезные свойства леса, уничтожаются фауна и лесные массивы, сооружения, загрязняется атмосфера, нарушается тепловой баланс, а в отдельных случаях уничтожаются населенные пункты. Лесные пожары представляют серьезную опасность для людей и сельскохозяйственных животных.

Экономический ущерб народному хозяйству от лесных пожаров делится на прямой и косвенный. Прямой ущерб складывается из потерь древесины, а косвенный ущерб проявляется в потерях сельскохозяйственных угодий, нарушении коммуникаций и т. п.

Степень пожарной опасности участков леса определяется на основе «Шкалы оценки лесных участков по степени опасности возникновения в них пожаров»

Класс пожарной опасности	Объект загорания	Наиболее вероятные виды пожаров, условия и продолжительность периода возникновения и распространения	Степень пожарной опасности
V	Хвойные молодняки. Сосняки. Захламленные вырубки	В течение всего пожароопасного сезона возможны низовые пожары, на участках древостоя - верховые	Высокая
IV	Сосняки с наличием соснового подростка или Подлеска	Низовые пожары возможны в течение всего пожароопасного сезона, верховые - в период пожарных максимумов	Выше средней

III	Сосняки-черничники. Ельники-русничники. Кадровики	Низовые и верховые пожары возможны в период летнего пожароопасного максимума	Средняя
II	Сосняки и ельники, смешанные с лиственными породами	Возникновение пожаров возможно в период пожарных максимумов	Ниже средней
I	Ельники, березняки, осинники, ольховники	Возникновение пожара возможно только при особо неблагоприятных условиях (длительная засуха)	Низкая

### Классификация пожаров и их основные характеристики

Пожар — стихийно развивающееся горение, не предусмотренное технологическими процессами. С точки зрения производства работ, связанных с локализацией, тушением пожара, спасением людей и материальных ценностей, классификацию пожаров проводят по трем основным зонам: отдельных пожаров; массовых и сплошных пожаров; пожаров и тления в завалах. Природные пожары бывают лесные, торфяные, степные (полевые).

Все лесные пожары представляют чрезвычайную опасность, поскольку к началу локализации они, как правило, успевают охватить большие площади, и средств борьбы не хватает. Особенно страшны массовые пожары, которые возникают в условиях засушливой погоды, и их суммарная площадь составляет сотни тысяч гектаров. При этом возникают угроза уничтожения огнем населенных пунктов и объектов народного хозяйства, расположенных в лесных массивах, а также сильное задымление и загазованность даже крупных населенных пунктов, удаленных от лесных массивов. Горячие газы могут создать невыносимо тяжелую обстановку и высокую плотность задымления.

Зона отдельных пожаров представляет собой территорию, где пожары возникают на отдельных участках. Такие пожары рассредоточены по району, поэтому есть возможность быстрой организации их массового тушения с привлечением всех имеющихся сил и средств.

Зона массовых и сплошных пожаров — территория, где возникло так много загораний и пожаров, что невозможен проход или нахождение в ней соответствующих подразделений (формирований) без проведения мероприятий по локализации или тушению; а ведение спасательных работ практически исключено. Такие зоны возникают при определенных условиях: сплошной застройке лесного массива, большом количестве горючих материалов и др.

Особая форма сплошного пожара — огненный шторм. Он характеризуется потоками, возникшими в результате горения большого количества материалов и образовавшими конвекционный поток (столб), к которому устремляются воздушные массы со скоростью более 15 м/с.

Образование огненного шторма возможно при следующих условиях:

- наличии застройки или растекания горючих жидкостей на площади не менее 100га;
- относительной влажности воздуха менее 30%; наличии определенного количества сгораемых материалов на соответствующей площади — в пересчете на древесину около 200 кг/м<sup>2</sup> на площади 1 км<sup>2</sup>.

Зона пожаров и тления в завалах характеризуется сильным задымлением и продолжительным (свыше 2 суток) горением в завалах. Применение соответствующих подразделений (формирований) ограничено из-за опасности для жизни людей в связи с тепловой радиацией и выделением токсических продуктов сгорания.

Опасным считается такое задымление на открытой местности, при котором видимость не превышает 10 м. Концентрация оксида углерода в воздухе около 0,2% вызывает смертельные отравления в течение 30—60 мин, а 0,5—0,7% — в течение нескольких минут.

Причиной гибели людей может быть общее повышение температуры задымленной среды. Вдыхание продуктов сгорания, нагретых до 60 С, даже при 0,1% -ном содержании оксида углерода в воздухе, как правило, приводит к смертельным случаям.

В зависимости от характера возгорания и от того, в каких элементах леса (состава леса) распространяется огонь, пожары подразделяются на **низовые, верховые и подземные** (почвенные).

По интенсивности лесные пожары подразделяются на **слабые, средние и сильные**. Интенсивность горения зависит от состояния и запаса горючих материалов, уклона местности, времени суток и особенно силы ветра.

Скорость распространения пожара под влиянием теплового излучения (радиации) пламени увеличивается, когда фронт пожара движется вверх по склону. По скорости распространения огня низовые и верховые пожары делятся на **устойчивые и беглые**. Скорость распространения слабого низового пожара не превышает 1 м/мин, среднего — 1—3 м/мин, сильного — свыше 3 м/мин. Слабый верховой пожар имеет скорость до 3 м/мин, средний — до 100 м/мин, а сильный — свыше 100 м/мин.

Средняя скорость перемещения подземного пожара невелика — 0,1 м/мин, а иногда и меньше.

Высота слабого низового пожара — до 0,5 м, среднего — 1,5 м, сильного — свыше 1,5 м.

Слабым почвенным (подземным) пожаром считается такой, у которого глубина прогорания не превышает 25 см, средним — 25—50 см, сильным — более 50 см.

По площади, охваченной огнем, лесные пожары подразделяются на шесть классов.

№ п/п	Класс лесного пожара	Площадь, охваченная огнем, га
1	Загорание	0,1-0,2
2	Малый пожар	0,2-2,0
3	Небольшой пожар	2,1-20
4	Средний пожар	21-200
5	Крупный пожар	201-2000
6	Катастрофический пожар	Более 2000

#### **Особенности крупных лесных пожаров:**

- возникают в засушливые периоды, чаще всего при сильном ветре;
- проходят на фоне массовой вспышки малых и средних пожаров; продолжаются несколько суток;
- распространяются с высокой скоростью;
- характер горения на кромке отличается большим разнообразием;
- легко преодолевают различные преграды и препятствия (минерализованные полосы, дороги, реки);

вызывают сильную задымленность обширных районов, затрудняющую действия авиационных и наземных сил тушения.

Низовые лесные пожары развиваются при сгорании хвойного подлеска, мертвого надпочвенного покрова (опавшие хвоя, листья, кора, а также валежник, пни) и живого надпочвенного покрова (мхи, лишайники, трава, кустарники). Фронт низового пожара продвигается при сильном ветре со скоростью до 1 км/ч, высота пламени достигает 1,5—2 м.

Низовые лесные пожары могут быть беглыми и устойчивыми. Беглые пожары характеризуются быстро продвигающейся кромкой пламени и дымом светло-серого цвета, при этом быстро сгорают опад, подрост, подлесок.

Низовой беглый пожар характеризуется горением лесной подстилки, порубочных остатков, растительного покрова, коры нижней части деревьев, обнаженных корней, кустарника и подроста. Скорость этого вида пожара в зависимости от силы ветра колеблется в пределах от нескольких сотен метров до 1,5 км/ч; высота пламени зависит от характера горючих материалов и достигает ОД—2,0 м; основное горение — пламенное.

Устойчивые низовые пожары распространяются медленно; они отличаются полным сгоранием живого и мертвого надпочвенного покрова; горение — беспламенное. При таких пожарах горят не только почвенный покров, лесной хлам, подлесок и подрост, но и деревья с низко опущенными сучьями. Надпочвенный покров сгорает полностью; участков, не тронутых огнем, внутри пожара не остается. Более глубоко и сильно обгорают кора и обнаженные корни деревьев.

Верховые лесные пожары характеризуются сгоранием надпочвенного покрова и полосы древостоя. Эти пожары возникают из низовых как дальнейшая стадия их развития, причем низовой огонь — составная часть верхового пожара.

Верховые пожары, как и низовые, имеют ясно выраженную кромку, а при ветре, кроме того, тыл, фланги и фронт. Фронт пожара продвигается в виде верхового огня.

Кромка верховых пожаров в тыловой части и фланги представляют собой низовой огонь.

Скорость распространения верховых пожаров достигает 25 км/ч. Развиваются они обычно в густых хвойных лесах, когда засуха сочетается с ветром. Верховые пожары, как и низовые, могут быть беглыми и устойчивыми. При устойчивых верховых пожарах огонь движется сплошной стеной от надпочвенного покрова до крон деревьев со скоростью до 8 км/ч, при этом кроны деревьев сгорают по мере продвижения кромки низового пожара. При таких пожарах образуется большая масса искр и воспламененного материала, летящих перед фронтом огня.

При верховом устойчивом пожаре огонь, если нет ветра, распространяется в толще горючего материала (торфа), который частично или полностью сгорает до минерального слоя; деревья вываливаются и могут тоже сгорать полностью или частично, травяной покров иногда сохраняется и может желтеть.

Для беглых верховых пожаров характерен отрыв горения по пологую от кромки низового пожара, при этом огонь распространяется со скоростью до 25 км/ч.

При верховом беглом пожаре в условиях сильного ветра горят кроны деревьев хвойных пород; огонь распространяется скачками, с огромной скоростью, образуя длинные, вытянутые вперед языки пламени; скорость распространения беглого пожара по ветру достигает 8—25 км/ч. При беглых пожарах распространение горения может опережать продвижение кромки низового пожара, Это происходит за счет переноса ветром горящих искр и головней и образования новых очагов горения впереди фронта пожара.

Подземные (почвенные) лесные пожары являются дальнейшей стадией развития низового пожара. Такие пожары возникают на участках с мощным слоем подстилки (более 20 см) или с торфяными почвами. Огонь распространяется в почву обычно у стволов деревьев. Горение происходит медленно, беспламенно. При сгорании корней деревья беспорядочно падают, образуя завалы.

Глубина прогорания при сильном подземном пожаре — более 0,5 м, среднем — до 0,5 м и слабом — до 0,25 м.

**Торфяные пожары** относятся к подземным пожарам. Они охватывают огромные площади. Торф горит медленно, на всю глубину залегания. В выгоревшие места проваливается почва, техника, люди, дома. Особенностью торфяных пожаров является беспламенное горение с накоплением большого количества тепла. Огонь пожара на поверхности почвы, как правило, отсутствует, лишь кое-где пробивается наружу и вскоре исчезает, но зато выделяется стелющийся дым.

**Степные (полевые) пожары** возникают на открытой степной местности с сухой растительностью. При сильном ветре фронт огня перемещается со скоростью до 25 км/ч. Если горят хлебные посевы, то огонь распространяется медленно.

Конфигурация любых крупных пожаров неустойчива и зависит от направления и силы ветра, наличия участков с горючими материалами, водных рубежей, т. е. имеет вероятностный характер.

В районах пожаров возникают обширные зоны задымления, резко снижается видимость, нередко случаи отравления людей и животных окисью углерода.

### **Тушение лесных пожаров**

В борьбе с лесными пожарами большое значение имеет фактор времени, от обнаружения лесного пожара до принятия решения по его ликвидации должно затрачиваться минимальное время. При этом важнейшей задачей является организация и подготовка сил и средств пожаротушения. При направлении для тушения пожаров необходимых сил и средств учитывают возможную силу и скорость распространения пожара, и, особенно, степень пожарной опасности.

При тушении крупных пожаров максимально используют уже имеющиеся в лесу рубежи и преграды, а также учитывают различную горючесть окружающих пожар участков. Необходимо оперативно маневрировать силами и средствами, сосредоточивая их, в первую очередь, на умело выбранных ключевых позициях, отрезая огню путь в наиболее опасные в пожарном отношении и ценные насаждения.

Крупные пожары обычно действуют на фоне вспышки большого количества меньших, по размеру пожаров.

Лесные пожары в основном обнаруживают с наземных наблюдательных пунктов, а также при авиационном и наземном патрулировании лесов.

Работы по тушению крупного пожара можно разделить на следующие этапы: разведка пожара; локализация, т. е. устранение возможностей нового распространения пожара; ликвидация пожара, т.е. дотушивание очагов горения; окарауливание пожарищ.

Разведка пожара включает уточнение его границ, выявление вида и силы горения на кромке и ее отдельных частях в разное время суток. По результатам разведки прогнозируют возможное положение кромки пожара, ее характер и силу горения на требуемое время вперед.

На основании прогноза развития пожара, с учетом лесопирологической характеристики участков, окружающих пожар, а также возможных опорных линии (рек, ручьев, лощин, дорог и пр.) составляют план остановки пожара, определяют приемы и способы необходимых для этого действий.

Наиболее сложной и трудоемкой является локализация пожара. Как правило, локализацию лесного пожара проводят в два этапа. На первом этапе останавливают распространение пожара непосредственным воздействием на его горящую кромку. На втором этапе прокладывают заградительные полосы и канавы, обрабатывают периферийные области пожара, чтобы исключить возможность его возобновления.

Локализованными считаются только те пожары, вокруг которых проложены заградительные полосы, либо когда имеется полная уверенность, что другие применявшиеся способы локализации не менее надежно исключают возможность их возобновления.

распространения огня падающими деревьями и осуществляющий связь со штабом пожаротушения по средствам связи. Каждый участник работ по тушению пожара должен знать возможные укрытия от огня, пути подхода к ним и пути эвакуации из зоны пожара, а также характерные ориентиры на местности.

При использовании для тушения пожаров техники необходимо соблюдать особые меры безопасности, чтобы исключить возгорание этой техники, для чего необходимо: работать

группой в составе не менее двух машин и механизмов; использовать технику преимущественно на гусеничном ходу; устанавливать ее на некотором удалении от фронта горения и др.

Перед началом пуска отжига необходимо убедиться, что между линией отжига и фронтом пожара нет людей и машин. В тылу отжига оставляют патрульных для ликвидации возможных очагов образующегося огня.

К работе со специальными аппаратами и техникой допускают специально подготовленных людей, а при проведении взрывных работ следует соблюдать специальные правила безопасности.

При необходимости прохода через зону горения следует задержать дыхание, чтобы не получить ожога дыхательных путей,

Запрещается устраивать ночлег в зоне действующего пожара. При устройстве мест для ночлега и отдыха принимают меры предосторожности на случай внезапного прорыва огня или изменения направления его движения.

### **Профилактика лесных пожаров**

Профилактика лесных пожаров требует ряда организационных и технических мероприятий, и в первую очередь противопожарных плановых профилактических работ, направленных на предупреждение возникновения, распространения и развития лесных пожаров.

Для предупреждения распространения лесных пожаров предусматриваются лесоводческие мероприятия (санитарные рубки, очистка мест рубок леса и др.) а также создание системы противопожарных барьеров в лесу и строительство противопожарных объектов.

Лесные пожары можно предупредить, если очистить лес от сухостоя и валежника, устранить подлесок, проложить две-три минерализованные полосы с расстоянием между ними 50—60 м, а напочвенный покров между ними периодически выжигать.

Для лесопожарной профилактики проводят подготовку технических средств пожаротушения, организуют лесопожарные формирования, службы охраны лесов, создают специальные (чрезвычайные) комиссии по борьбе с лесными пожарами.

### **Торфяные пожары**

Торфяной пожар — это неконтролируемый процесс дымного горения торфа в местах его образования, добычи и хранения.

Торф — молодое геологическое образование, зарождающееся в результате отмирания болотной растительности при избыточном количестве влаги и недостаточном доступе воздуха. Скопление торфа на определенной площади в виде однородных или различных по характеру и мощности слоев называется торфяной залежью. В зависимости от водно-минерологических условий различают три типа торфа: низинный, переходный и верховой. Под воздействием температуры, влажности и других причин торф постепенно разлагается. Чем выше степень разложения торфа, тем больше он подвержен возгоранию.

Возгорание торфа возможно в течение всего года, но чаще всего во второй половине лета, когда он высыхает. Происходит самовозгорание торфа в результате саморазогрева, а также возгорание из-за попадания на него искр от источников огня и работающих машин; грозových разрядов и пр.

Процесс самовозгорания торфа имеет четыре периода изменения температуры, продолжающиеся до года, при которых температура внутри торфяной залежи поднимается до 60°C и выше. Серьезную опасность в пожарном отношении представляет и торф, хранящийся в штабелях по месту добычи.

Разогреваясь, торф превращается в сухую перистую массу — полукокс, которая при соприкосновении с кислородом воздуха самовозгорается. При этом образуются отдельные скрытые очаги горения, обнаруживаемые по выделяющемуся дыму. Скорость выгорания торфа в безветренную погоду или при слабом ветре составляет примерно 0,8 кг/м<sup>2</sup>. Скорость распространения торфяного пожара обычно небольшая — несколько метров в сутки. На такие пожары не влияют ни суточные изменения погоды, ни ветер. Они могут длиться месяцами, даже в дождь и снег.

При скорости ветра 3 м/с и выше нередко происходит разбрасывание горящих торфяных частиц по ветру на значительное расстояние, что вызывает распространение пожара. Форма развития торфяного пожара может быть различной, чаще она круговая и угловая, и весьма редко прямоугольная.

Торфяной пожар характеризуется высокой температурой в зоне горения и сильной задымленностью.

В развитии торфяного пожара можно выделить три периода. Первый, начальный — загорание торфа — характеризуется малой площадью очага, небольшой скоростью горения, сравнительно низкой температурой и слабой задымленностью. Второй период — это интенсивное горение и, соответственно, нарастание скорости и температуры горения. Третий период отличается высокой температурой горения, сильной задымленностью и большой площадью распространения.

### **Профилактика возгорания торфа и борьба с торфяными пожарами**

Для повышения противопожарной устойчивости торфопредприятий территорию полей добычи и сушки торфа делят на отдельные участки, устраивая между ними противопожарные разрывы. Поля добычи обеспечивают узкоколейными дорогами, проездами для транспортных средств и механизмов, а также проходами для эвакуации людей. Между участками добычи и сушки торфа и прилегающими к ним лесными массивами также устраивают противопожарные разрывы, которые очищают от растительности. Ширина разрывов должна быть не менее 75—100 м. По внутреннему краю разрыва отрывают канал. В жаркие дни противопожарные разрывы периодически увлажняют.

На местах складирования и хранения торфа проводят специфические мероприятия, исключающие процесс самовозгорания: торф своевременно вывозят потребителям; охлаждают и уплотняют в штабелях; изолируют очаги саморазогревания от проникновения воздуха; контролируют температуру в штабелях.

На каждом торфопредприятии необходимо иметь специальный план противопожарных мероприятий.

Небольшие очаги пожаров на торфопредприятиях ликвидируют силами и средствами самого предприятия. На крупные пожары привлекают дополнительно территориальные силы и средства.

Организация работ по тушению торфяных пожаров в целом аналогична организации работ по тушению лесных пожаров.

Наиболее распространенным способом борьбы с торфяными пожарами является тушение горящего торфа водой. Для повышения коэффициента использования воды в нее добавляют небольшое количество смачивателей, благодаря которым время тушения пожаров уменьшается в 4—5 раз, а глубина пропитки увеличивается в 8—10 раз, что предотвращает повторное загорание торфа. Воду подают специальными приспособлениями (торфяными стволами), заглубляемыми в торфяную залежь у кромки горения по всему периметру, что часто обеспечивает надежное тушение пожара.

После ликвидации горения торф укатывают, при необходимости смачивая водой.

Для локализации очагов пожаров на путях распространения огня устраивают заградительные полосы и канавы.

Меры безопасности при тушении торфяных пожаров в основном те же, что и при тушении лесных пожаров, однако имеются некоторые особенности. При передвижении по торфяному полю следует опасаться провалов в горящий торф, так как пораженный горением торфяной участок часто тлеет только изнутри и; не имеет заметных признаков горения снаружи. Поэтому при передвижении необходимо постоянно прощупывать шестом торфяной фунт по направлению движения. Нужно учитывать также возможность неожиданных прорывов огня из подземных очагов торфяного пожара.

### **Рекомендации по защите населения при лесных и торфяных пожарах**

Опасность лесных пожаров для людей связана не только с прямым действием огня, но и с большой вероятностью отравления из-за сильного обескислороживания атмосферного воздуха, резкого повышения концентрации угарного газа, окиси углерода и других вредных примесей.

Поэтому основными мерами защиты населения от лесных пожаров являются:

- спасение людей и сельскохозяйственных животных с отрезанной огнем территории; исключение пребывания людей в зоне пожара путем эвакуации из населенных пунктов, объектов и мест отдыха;
- ограничение въезда в пожароопасные районы;
- тушение пожаров;
- обеспечение безопасного ведения работ по тушению пожаров.

При пожарах в городах, на торфяниках и в лесах на людей, находящихся на открытом воздухе и в

сооружениях, будут действовать опасные факторы пожара:

- непосредственное воздействие огня (горение);
- высокая температура газовой среды;
- теплоизлучение от пламени;
- задымление и загазованность.

На людей, находящихся в зоне пожара, могут действовать одновременно несколько факторов. Для выбора вариантов защиты населения опасные факторы пожара удобно разделить на две группы:

1. связанные с тепловым воздействием (пламени, температуры среды, мощности излучения);
2. действующие в образующихся при пожарах обширных зонах задымления и загазованности токсичными продуктами горения.

Если действие тепловых опасных факторов относительно быстротечно (период активного горения) и имеет ограниченный радиус (до нескольких десятков метров), то сформировавшиеся при пожарах зоны загазованности могут охватывать многокилометровые территории и сохраняться в силу определенных погодных условий длительное время (до нескольких суток).

Комплексное воздействие опасных факторов на людей диктует малые значения допустимого

времени пребывания в зоне пожара, требует его экстренной локализации и тушения. Средства индивидуальной защиты (фильтрующего типа) в зонах загазованности неэффективны вследствие значительного содержания в продуктах горения оксида углерода.

Для защиты населения в случае возникновения и развития крупномасштабного и распространяющегося пожара могут быть эффективны следующие мероприятия:

- самостоятельно проводимая эвакуация из опасной зоны — пешая или с использованием личного и общественного транспорта (самостоятельный выход населения из опасной зоны);
- проведение в очагах пожаров спасательных и других неотложных работ;
- эвакуация населения транспортом (организованный вывод);

- укрытие населения в защитных сооружениях.

### **Правила поведения при природных пожарах**

Для защиты населения и снижения ущерба при массовых пожарах заблаговременно проводятся мероприятия по прокладыванию и расчистке просек и грунтовых полос шириной 5-10 метров в сплошных лесах и до 50 м в хвойных лесах. В населенных пунктах устраиваются пруды и водоемы, емкость которых принимается из расчета не менее 30 кубических метров на 1 гектар площади поселка или населенного пункта. При пожарах в лесах и на торфяниках в населенных пунктах организуется дежурство противопожарных звеньев для наблюдения за пожарной обстановкой в лесах, вблизи населенных пунктов; производится расчистка грунтовых полос между застройкой и примыкающими лесными массивами; заполняются пожарные водоемы из расчета не менее 10 л воды на 1 метр длины лесной опушки, примыкающей к границам застройки населенных пунктов и дачных поселков; восстанавливаются колодцы и пруды; изготавливаются ватно-марлевые повязки, респираторы и другие средства защиты органов дыхания; ограничивается режим посещения лесов в засушливый период лета (особенно на автомобилях).

Если Вы оказались вблизи очага пожара в лесу или на торфянике и у Вас нет возможности своими силами справиться с его локализацией, предотвращением распространения и тушением пожара, немедленно предупредите всех находящихся поблизости людей о необходимости выхода из опасной зоны. Организуйте их выход на дорогу или просеку, широкую поляну, к берегу реки или водоема, в поле. Выходите из опасной зоны быстро, перпендикулярно к направлению движения огня. Если невозможно уйти от пожара, войдите в водоем или накройтесь мокрой одеждой. Выйдя на открытое пространство или поляну дышите воздухом возле земли – там он менее задымлен, рот и нос при этом прикройте ватно-марлевой повязкой или тряпкой.

После выхода из зоны пожара сообщите о месте, размерах и характере пожара в администрацию населенного пункта, лесничество или противопожарную службу, а также местному населению. Знайте сигналы оповещения о приближении зоны пожара к населенному пункту и принимайте участие в организации тушения пожаров.

Пламя небольших низовых пожаров можно сбивать, захлестывая его ветками лиственных пород, заливая водой, забрасывая влажным грунтом, затаптывая ногами. Торфяные пожары тушат перекапыванием горящего торфа с поливкой водой. При тушении пожара действуйте осмотрительно, не уходите далеко от дорог и просек, не теряйте из виду других участников, поддерживайте с ними зрительную и звуковую связь. При тушении торфяного пожара учитывайте, что в зоне горения могут образовываться глубокие воронки, поэтому передвигаться следует осторожно, предварительно проверив глубину выгоревшего слоя.