

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
дополнительного профессионального образования  
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ»

---

*И. А. Вдовина*

# ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ



*Учебное пособие*

---

Нижний Новгород  
Нижегородский институт развития образования  
2017

УДК 614.87  
ББК 74.266.89я7  
В25

**Рецензенты:**

*М. А. Картавых*, доктор пед. наук, зав. кафедрой физиологии и безопасности жизнедеятельности человека ФГБОУ ВО НГПУ имени К. Минина;

*И. Д. Гудзь-Маляева*, преподаватель-организатор ОБЖ МАОУ «Школа № 59» Н. Новгорода;

*Г. А. Дегтева*, учитель географии МБОУ «Школа № 70 с углубленным изучением отдельных предметов» Н. Новгорода;

*И. В. Корнева*, зам. директора, учитель географии МБОУ «Школа № 70 с углубленным изучением отдельных предметов» Н. Новгорода

*Рекомендовано к изданию  
научно-методическим экспертным советом ГБОУ ДПО НИРО*

**Вдовина, И. А.**

В25 Опасные природные явления. Географические аспекты экологической безопасности и безопасности жизнедеятельности : учебное пособие / И. А. Вдовина. — Н. Новгород : Нижегородский институт развития образования, 2017. — 146 с.

ISBN 978-5-7565-0727-0

Пособие предназначено для организации учебного процесса, направленного на реализацию принципов интегративности и межпредметных связей при изучении опасных природных явлений геологического, гидрогеологического и метеорологического характера, проявление которых сопровождается чрезвычайной ситуацией. В соответствии с требованиями ФГОС к результатам образования материал сопровождается комплексом практических заданий.

Адресовано учителям географии, ОБЖ, экологии и организаторам внешкольной деятельности обучающихся.

УДК 614.87  
ББК 74.266.89я7

© Вдовина И. А., 2017

© ГБОУ ДПО «Нижегородский институт развития образования», 2017

ISBN 978-5-7565-0727-0

## ВВЕДЕНИЕ

Жизнь не раз потрясалась на нашей Земле страшными событиями. Бесчисленные живые существа становились жертвой катастроф: одни обитатели суши были поглощены потопами, другие, населявшие недра вод, оказывались на суше вместе с приподнятым дном моря; сами их расы навеки исчезли...  
*Ж. Кювье «Рассуждение о переворотках на поверхности Земного шара»*

Территория любого района земного шара подвержена комплексному воздействию десятков природных явлений, развитие и проявление которых нередко приводит к чрезвычайным ситуациям, сопровождающимся огромным материальным ущербом и человеческими жертвами. Одной из причин возникновения чрезвычайных ситуаций являются стихийные бедствия — разрушительные природные явления, проявляющиеся как могущественные силы, обычно не подчиняющиеся влиянию человека.



Стихийные бедствия — это опасные природные явления, характеризующиеся внезапным нарушением жизнедеятельности населения, разрушением и уничтожением материальных ценностей, поражением и гибелью людей.

К стихийным бедствиям относятся катастрофические природные явления, связанные с атмосферой (грозы, ураганы, смерчи, бури, град, снегопад), гидросферой (наводнения, цунами, штормы), литосферой (землетрясения, извержения вулканов, оползни, снежные лавины), биосферой (болезни, распространяемые вирусносителями, насекомыми), техносферой (опустынивание, засоление почв, заболачивание, истощение ресурсов питьевой воды), и другие явления.

Наибольшую группу составляют явления природы, развивающиеся при взаимодействии различных сфер.

Большая часть стихийных явлений подчиняется трем закономерностям. Во-первых, каждое из них характеризуется пространственной приуроченностью и географической привязанностью. Во-вторых, для каждого из них отмечается определенная повторяемость. В-третьих, разрушительный эффект стихийных бедствий в той или иной мере зависит от размаха, продолжительности и интенсивности геологических, гидрогеологических и других природных процессов.

Стихийные бедствия часто приводят к авариям и катастрофам в промышленности, на транспорте, в коммунальном хозяйстве и других сферах человеческой деятельности.

В последнее время частота, интенсивность и продолжительность многих стихийных бедствий вызваны не столько стихиями, сколько нарушением экологического равновесия, нерациональным использованием природных ресурсов, активным вмешательством человека в развитие природы. Поэтому следует изучать не только механизм возникновения и предупреждения эндогенных и экзогенных процессов, но и степень влияния на эти процессы деятельности человека.

В данном пособии нами рассмотрены как стихийные бедствия природного характера (геологического, гидрогеологического, метеорологического), их причины и поражающие факторы, последствия и масштаб негативного воздействия, так и правила поведения и основные мероприятия по защите от природных стихий; приведены примеры стихийных бедствий, связанных с природными опасными явлениями, имевшими место в разных частях мира.

Характеристика опасных природных явлений сопровождается практикумом, состоящим из разных заданий, направленных на решение практических и познавательных задач в соответствии с требованиями ФГОС к результатам обучения в рамках образовательных областей географии, основ безопасности жизнедеятельности, экологии. На жи-

вых примерах и фрагментах из литературных произведений предлагается рассмотреть факторы описанных ситуаций, выделить особенности, причины и следствия и меры по предотвращению происходящих событий, аргументированно выразить собственное мнение об ответственности людей, сформировать правила поведения в чрезвычайных ситуациях.

Пособие состоит из трех разделов, в каждом из которых подробно рассмотрены опасные природные явления геологического, гидрогеологического и метеорологического характера, сопровождается предисловием, заключением и списком литературы. Изложение материала в заключительной части завершается постановкой проблемы:

**что есть катастрофа: созидание или гибель?**

Данное пособие носит интегративный характер. Оно поможет учителям и преподавателям, совмещающим в своей профессиональной деятельности информацию из родных областей знаний, организовать учебную деятельность на основе межпредметных связей на уроках географии, основ безопасности жизнедеятельности, уроках экологической направленности.

## ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ОПАСНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА



### 1. ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Подземный гул, грохот камней, визг дерева заглушают вопли о помощи, крики безумия, стоны раненых. Люди и камни смешиваются в кучи, и все чаще сильнее дрожат дома; их режет под основание какая-то невидимая коса — ничто не может устоять под ее гигантскими взмахами...

*М. Горький «Землетрясения в Ка-  
лабрии и на Сицилии»*

Землетрясение — это одна из самых страшных природных катастроф, не только вызывающая опустошительные разрушения и уносящая десятки и сотни тысяч человеческих жизней, но и по величине охваченных ими территорий и по трудности защиты от них. Известно большое количество катастрофических землетрясений, во время которых жертвами стали многие тысячи людей. В 1976 году

Таньшанское землетрясение в Китае унесло жизни 255 тысяч человек. В Армении в декабре 1988 года в результате Спитакского землетрясения погибли 25 тысяч человек и 250 тысяч были ранены. На севере Сахалина 27 мая 1995 года мощным землетрясением был стерт с лица Земли городок Нефтегорск, где погибли около 2 тысяч человек. Землетрясения разной силы и в разных точках земли происходят постоянно, приводя к огромному материальному ущербу и жертвам среди населения. В мире ежегодно регистрируется 1 млн землетрясений, из них сильных — 20.



Землетрясения — подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов земной коры или верхней части мантии и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний.

Основными причинами землетрясений являются тектонические процессы, а также вулканическая деятельность и ядерные взрывы. Тектонические причины обусловлены деформациями внешней оболочки Земли. Физико-химические процессы, происходящие внутри Земли, вызывают изменения ее вещества. Это приводит к накапливанию упругих напряжений и созданию запаса упругой энергии (как в сжатой пружине) в какой-либо области земного шара. Когда упругие напряжения превысят предел прочности вещества, происходит быстрое высвобождение энергии деформации, накопленной в упругих горных породах. В каком-то участке деформированной области (фокус землетрясения) возникает разрыв и происходит внезапная подвижка по образовавшемуся разрыву, которая во все стороны распространяется по поверхности разрыва в виде ряда беспорядочных дислокаций. Они и приводят к возникновению волн, проходящих через Землю и вызывающих сейсмические колебания. Деформированный блок породы возвращается в положение, при котором деформации частично снимаются. Скорость распространения разрыва составляет 2–3 км/с. Сотрясения грунта от разрыва включают все

виды волн — продольных, поперечных, поверхностных — с разными амплитудами и частотами.

Вулканические землетрясения обусловлены давлением на верхние слои земли лавы и раскаленных газов, бурлящих в недрах вулканов, как пары кипящей воды. Эти землетрясения довольно слабые, но продолжаются долго: недели и месяцы. Нередко они служат предвестниками извержения вулканов. В областях крупных обвалов и громадных оползней могут наблюдаться обвальные землетрясения.

Современное техногенное воздействие человека на окружающую среду достигло такой силы, что стали возможны землетрясения, спровоцированные деятельностью человека. Появилось понятие «наведенная сейсмичность», подразумевающее существование участков земной коры в неустойчивом состоянии, небольшое воздействие на которые может вызвать землетрясение. Техногенные причины связаны с избыточной нагрузкой или, наоборот, с недостатком давления. Первые обычно характерны для крупных водохранилищ, вторые — для областей интенсивной добычи нефти и газа.

Сильные землетрясения, обусловленные строительством плотин, произошли в 60—70-х годах XX века в Калифорнии, в Индии, в Греции. Влияние добычи нефти и газа имело место в Узбекистане, в районе гигантского месторождения Газли, в Западной Туркмении, на севере Сахалина. Землетрясения также могут возникать в результате закачки внутрь пластов каких-либо жидких промышленных отходов, как это произошло в районе городов Денвер в 1962 году. В наши дни проблема наведенной сейсмичности становится одной из важнейших. Быстро растущие городские агломерации, колоссальный отбор нефти, газа и воды из месторождений, строительство плотин и водохранилищ — все это приводит к возрастанию сейсмического риска.

**Характеристики землетрясений.** Основными параметрами землетрясения являются глубина очага землетрясения, сила или интенсивность сейсмического эффекта, вы-

ражаемая в баллах, и магнитуда, оцениваемая по выделяемой из очага энергии.

✦ *Очаг землетрясения* — область возникновения подземного удара — представляет собой некоторый объем в толще Земли, в пределах которого происходит процесс высвобождения накапливающейся длительное время энергии.

В геологическом смысле очаг — это разрыв или группа разрывов, по которым происходит почти мгновенное перемещение масс. В центре очага условно выделяется точка, именуемая гипоцентром. Проекция гипоцентра на поверхность Земли называется эпицентром. Вокруг него располагается область наибольших разрушений. По поверхности Земли во все стороны от эпицентра расходятся поверхностные сейсмические волны. Большая часть очагов землетрясений залегает в земной коре на глубине около 10—30 км.

✦ *Очаг поражения* при землетрясении — территория, в пределах которой произошли массовые разрушения и повреждения зданий, сооружений и других объектов, сопровождающиеся поражениями и гибелью людей, животных, растений.

✦ *Интенсивность* (балльность) землетрясения — мера повреждений, причиненных созданным людьми сооружениям, нарушениям на поверхности грунта, а также человеческой реакции на сотрясения. Она оценивается в баллах согласно 12-балльной международной сейсмической шкале MSK-64 (см. табл. 1).

Первая шкала была разработана в 1902 году итальянским сейсмологом и вулканологом Меркалли и усовершенствована в 1956 году Х. Вудом и Ф. Нойманом. Сейчас модифицированную шкалу интенсивности Меркалли (MM) используют в США.

В СССР в 1952 году была принята 12-балльная шкала С. Медведева. Впоследствии в нашей стране и ряде европейских стран стали пользоваться международной шкалой Медведева — Шпонхойера — Карника (MSK-64), усовершенствованной в настоящее время. В Японии используется собственная шкала.

Таблица 1

## Интенсивность землетрясений в баллах

Балл	Интенсивность землетрясения	Краткая характеристика
1	Незаметное	Отмечается только сейсмическими приборами
2	Очень слабое	Ощущается отдельными людьми, находящимися в состоянии полного покоя
3	Слабое	Ощущается лишь небольшой частью населения
4	Умеренное	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Распознается по легкому дребезжанию и колебанию предметов, посуды, стекол, скрипу дверей;</li> <li>✦ раскачиванию висячих предметов;</li> <li>✦ колебанию жидкости в сосудах</li> </ul>
5	Довольно сильное	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Общее сотрясение зданий, колебание мебели;</li> <li>✦ трещины в стеклах и штукатурке</li> </ul>
6	Сильное	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Ощущается всеми;</li> <li>✦ картины падают со стен;</li> <li>✦ откалываются куски штукатурки, легкое повреждение зданий</li> </ul>
7	Очень сильное	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Трещины в стенах каменных домов;</li> <li>✦ антисейсмические и деревянные постройки невредимы;</li> <li>✦ оползни и трещины на дорогах;</li> <li>✦ волны на поверхности воды</li> </ul>

Окончание табл. 1

Балл	Интенсивность землетрясения	Краткая характеристика
8	Разрушительное	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Трещины на крутых склонах и на сырой почве;</li> <li>✦ движение / опрокидывание памятников;</li> <li>✦ сильное повреждение домов</li> </ul>
9	Опустошительное	Сильное повреждение и разрушение каменных домов
10	Уничтожающее	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Крупные трещины в почве; оползни и обвалы;</li> <li>✦ разрушение каменных построек;</li> <li>✦ искривление железнодорожных рельсов</li> </ul>
11	Катастрофическое	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Широкие трещины в земле;</li> <li>✦ многочисленные оползни и обвалы;</li> <li>✦ каменные дома полностью разрушаются</li> </ul>
12	Сильно катастрофическое	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Изменения в почве достигают огромных размеров;</li> <li>✦ многочисленные трещины, обвалы, оползни;</li> <li>✦ возникновение водопаводов, подпруд на озерах, отклонение течения рек;</li> <li>✦ ни одно сооружение не выдерживает</li> </ul>

При землетрясениях высвобождается огромная энергия. Определение ее чрезвычайно сложно. Для оценки величины землетрясения, зависящей от начальной энергии, сейсмологи применяют условную энергетическую характеристику, называемую магнитудой.

✦ *Магнитуда* характеризует общую энергию землетрясения, выделившуюся в виде сейсмических волн, и представляет собой логарифм максимальной амплитуды смещения почвы в микронах, измеренной по сейсмограмме на расстоянии 100 км от эпицентра произошедшего землетрясения.

Различают три основных вида магнитуды землетрясения: рихтеровскую (локальную) *ML*, по объемным продольным волнам *MB* и по поверхностным волнам *MS*. Для ее оценки используют шкалу Рихтера, по которой магнитуда изменяется в пределах от 0 до 9 баллов. Упрощенно характеризуя землетрясения разной магнитуды, можно отметить следующее:

0 – наименьший толчок, зарегистрированный вблизи эпицентра на поверхности Земли, разрушения не фиксируются;

5 – небольшие разрушения,

...7 – сильные разрушения,

...8,5–8,9 – самые сильные разрушения.

Магнитуда, интенсивность и глубина очага землетрясения связаны между собой. Для приближенного определения одной из этих величин по двум другим могут быть использованы данные таблицы 2.

Между интенсивностью ( $I_0$ ) и магнитудой ( $M$ ) существует связь, выраженная приближенной формулой:

$$I_0 = -2,2 + 1,7M$$

Таблица 2

**Зависимость интенсивности землетрясений (в баллах) от глубины очага и магнитуды**

Глубина очага, км \ Магнитуда	5	6	7	8
10	7	8–9	10	11–12
20	6	7–8	9	10–11
30	5	6–7	8	9–10

**Распространение землетрясений.** Землетрясения весьма неравномерно распространены на земной поверхности. Преимущественно они связаны с участками земной коры, в которых проявляются новейшие тектонические движения. Известны два главных сейсмических пояса: Средиземно-морско-Азиатский (Альпийско-Гималайский) и Тихоокеанский (Тихоокеанское огненное кольцо).

Средиземноморско-Азиатский протягивается от Гибралтара, охватывая Португалию, Италию, Грецию, Турцию, Иран, Северную Индию, до Малайского архипелага, и включает молодые складчатые горные сооружения (Альпы, Апеннины, Карпаты, Кавказ, Гималаи).

Тихоокеанский пояс включает Японию, Китай, Дальний Восток, Камчатку, Сахалин, Курильскую гряду, побережье Америки и горные сооружения Кордильеры, Анды и другие, а также подвижные зоны подводных окраин материков (западную периферию Тихого океана с островными дугами Алеутской, Курильской, Японской, Малайской, Новозеландской и др.). Очень протяженный узкий сейсмический пояс слабых и крайне мелкофокусных землетрясений совпадает с осевой рифтовой зоной срединно-океанических хребтов. Отдельные землетрясения связаны с континентальными рифтами в Восточной Африке, в Европе, в Азии, и с зонами активизации разломов.

На территории Российской Федерации, по сравнению с другими странами мира, расположены примерно 28 % сейсмоопасных районов (см. табл. 3). Районы возможных 9-балльных землетрясений находятся в Прибайкалье, на Камчатке и Курильских островах, 8-балльных – в Южной Сибири и на Северном Кавказе.

Начиная с 1900 года знания о распределении землетрясений основываются на сейсмографами в регистрации колебаний земной поверхности, вызываемых ими в различных странах мира. В настоящее время имеется около тысячи непрерывно действующих сейсмических станций. Там, где есть опасность землетрясений, работает одна обсерватория.

Таблица 3

### Характеристики сейсмически опасных территорий Российской Федерации

Регионы	Интенсивность, в баллах			
	6	7	8	9 и более
	Площадь, тыс. км <sup>2</sup>			
Восточная Сибирь	738	820	187	182
Якутия и район Магадана	903	233	124	—
Алтай и Саяны	330	176	96	17
Камчатка и Командорские острова	148	63	53	41
Приморье	155	9	—	—
Чукотка	114	26	—	—
Курильские острова	—	—	—	16
Сахалин	30	46	—	—

**Поражающие факторы землетрясения.** Основные поражающие факторы землетрясений — смещение, разрывы, колебание или вибрация почвогрунтов от сейсмических волн и тектонических движений земной коры, сопровождающиеся трещинообразованием, уплотнением и проседанием пород и последующим обрушением зданий, падением стен и различных предметов.

К большому числу жертв приводят и проявления вторичных опасностей: лавин, оползней, обвалов, наводнений, взрывов и пожаров. Сильные подводные землетрясения могут приводить к образованию на поверхности океана гигантских волн — цунами.

**Последствия.** Разрушительная сила землетрясений очень велика. Только в XX веке от них погибли около полутора миллионов человек. При этом количество погибших и в целом ущерб зависят не только от природных факторов,

но и от степени хозяйственного освоения территории. Более 1/3 жертв землетрясений пришлось на долю Китая. В то же время наиболее сильное землетрясение в Монгольском Алтае и пустыне Гоби в 1957 году не сопровождалось человеческими жертвами.

В августе 1883 года произошла серия мощных взрывов вулкана Кракатау, расположенного на небольшом острове в Зондском проливе, между островами Ява и Суматра. На поверхность было выброшено почти 20 км<sup>3</sup> горных пород и кусков застывшей лавы. 2/3 острова провалились, и на их месте образовалась залитая морем впадина глубиной 300 м. В домах на расстоянии 150 км от места взрыва вышибло стекла, а звук взрыва был слышен в Австралии. Слой выпавшего на поверхность пепла был замечен на расстоянии более 500 км, а вулканическая пыль попала в верхние слои атмосферы и несколько раз обогнула в потоках воздуха земной шар, заметно снизив на 2—3 года прозрачность атмосферы для солнечных лучей. Связанное с этим похолодание климата было заметно почти на всей планете.

В горных и предгорных районах землетрясения и вулканические извержения часто сопровождаются следующими природными явлениями: оползнями, обвалами, селями, лавинами. Во время землетрясения в декабре 1920 года в Северном Китае под оползнями в районе города Ланьчжоу погибли 100 тысяч человек. Это почти половина от общего числа жертв землетрясения.

От селей до 1921 года постоянно страдал город Алматы. В результате схода с горных склонов селей, оползней и обвалов образовалось озеро Рица. В 1949 года в Таджикистане во время Хаитского землетрясения с магнитудой, равной 8, сорвавшиеся со склонов оползней-обвалы привели к гибели 25 тысяч человек.

В июле 1958 года при землетрясении на Аляске образовалась огромная масса оползневых пород, смешанных с мелкоземом и талой водой. Это вызвало высокую, 530-метровую, волну, перехлестнувшуюся через отрог горного



хребта. Она вышла в Тихий океан, достигла берегов Японии и опустилась в залив.

В широком смысле последствия от землетрясений можно подразделить на социальные, природные и природно-антропогенные.

*Социальные последствия* — это человеческие жертвы, сопровождающие многочисленные разрушения на поверхности земли.

Число жертв землетрясений неравномерно распределяется по годам и неуклонно растет. За последние 500 лет от землетрясений погибли 4,5 млн человек, то есть ежегодно землетрясения уносят в среднем 9 тысяч жизней. Не менее важен и тот факт, что количество раненых обычно во много раз превышает количество прямых жертв. Социальные последствия также определяются такими явлениями, как изменение материально-психологической обстановки, нарушение социальных связей и социального статуса, сокращение трудоспособности и падение эффективности труда оставшихся в живых, отвлеченных от привычной деятельности людей. Сильное землетрясение ведет к дезорганизации жизнедеятельности.

Воздействие сильных землетрясений на природную среду также весьма разнообразно. К *природным последствиям* землетрясений относят нарушение среды обитания как таковой, гибель ландшафтных и культурных памятников, возникновение эпидемий и эпизоотий, рост числа заболеваний и нарушение воспроизводства населения, гибель скота, вывод из строя или ухудшение качества сельскохозяйственных угодий, различные гидрогеологические и геоморфологические изменения ландшафтных условий, снижение качества воды и рекреационно-оздоровительных ресурсов.

К последствиям *природно-антропогенного типа* можно отнести пожары на объектах, прорывы водохранилищ, разрывы нефте- и газопроводов, выбросы вредных химических и радиоактивных веществ в окружающую среду вследствие повреждения соответствующих объектов, спровоцирован-

ные взрывы. За последние десятки лет учтенные экономические потери от землетрясений возросли на порядок и достигают 200 млрд долларов за десятилетие.

По мере роста народонаселения, урбанизации, индустриализации, расширения строительства атомных и гидроэлектростанций, нефтеперерабатывающих и химических заводов, накопления легковоспламеняющихся материалов в крупных емкостях и т. п. опасность, число жертв и ущерб от землетрясений будут возрастать.

**Предсказание и прогноз.** Под предсказанием землетрясений понимают прогнозирование места, силы и времени землетрясения. Первые две проблемы вполне разрешимы: анализ сейсмических, геологических и географических данных, накопление статистических данных — все это позволяет заблаговременно выявлять сейсмически опасные зоны в различных регионах, оценивать максимальную интенсивность возможных землетрясений. В этом состоит сущность сейсмического и микросейсмического районирования.

Ответ на вопрос о времени начала землетрясения представляется гораздо более сложной задачей.

Предвестники землетрясения:

- ✦ быстрый рост частоты слабых толчков (форшоков);
- ✦ деформации земной коры, определяемые наблюдением со спутников или съемкой на поверхности земли с помощью лазерных источников света;
- ✦ изменение отношения скоростей распространения продольных и поперечных волн накануне землетрясения;
- ✦ изменение магнитного поля и электросопротивления горных пород;
- ✦ изменение уровня грунтовых вод в скважинах, содержания радона в воде и др.

Эффективность спасательных мероприятий при землетрясении зависит от своевременности и точности прогноза, от оповещения о времени начала, силе, характере и продолжительности подземных толчков и сейсмических волн.

**Профилактика.** Все усилия по подготовке к землетрясениям необходимо вести в следующих направлениях:

- ✦ уменьшение степени риска (проведение подготовительных мероприятий до землетрясения);
- ✦ изучение и отработка правил поведения и порядка действий во время землетрясения;
- ✦ смягчение и ликвидация последствий землетрясения.

**Правила поведения.** Во время землетрясения, прежде всего, следует сохранять спокойствие.

При нахождении вне квартиры или места работы не следует спешить домой, надо оставаться на улице, спокойно выслушать указания соответствующих должностных лиц и поступить в соответствии с ними.

Если вы находитесь внутри здания или дома, рекомендуется оставаться там. Больше всего рискуют оказаться раненными те, кто в панике выбегает из дома или бежит в укрытие. В помещении следует стоять у опорных стен или в дверном проеме.

На улице надо остерегаться поврежденных зданий и держаться подальше от электрических проводов. Во время землетрясения никогда не следует входить в лифт или выходить на лестницы.

*Аляскинское землетрясение (1964).* 27 марта на побережье южной Аляски разразилось сильное землетрясение магнитудой 8,0–8,6, охватившее площадь 20 тысяч км<sup>2</sup>. В зоне значительных разрушений оказался город Анкоридж. На поверхности были сильнейшие разрушения: появились глубокие расщелины, на большую высоту поднялись плоские глыбы. В направлении морского побережья образовался огромный оползень.

При внезапном вертикальном смещении океанского дна на южное побережье обрушилась гигантская морская волна-цунами, ломая все на своем пути. Строения были разбиты в щепки, тяжелые трейлеры разбросаны по всему берегу, а легковые машины и грузовики превратились в исковерканные груды металла. Все это произошло в считанные минуты. При-

мерно через десять минут после того, как схлынула эта первая волна, накатилась другая, принеся еще большие разрушения.

Гипоцентр землетрясения находился под заливом Принс-Вильям. Вертикальное смещение континентального склона в пределах всего залива определено на полосе длиной 1000 км, где выделены следующие области:

- 1) зона опускания с амплитудой около 2 м,
- 2) зона поднятия с амплитудой до 11 м, граничащая с первой зоной со стороны моря и включающая весь шельф.

Жертвами землетрясения стали 300 человек: одни были убиты в результате сотрясения, другие утонули при цунами.

Сильные сотрясения послужили спусковым механизмом для многочисленных горных обвалов, снежных лавин и оползания грунта, проседания поверхности. На льду озер и рек появились трещины и торосы. Материальный ущерб составил 310 млн долларов. В связи с разрушением гаваней, доков, железнодорожных линий, мостов, автомобильных дорог, электростанций и других построек произошли большие нарушения в работе промышленности и в жизни населения штата.

*Спитакское землетрясение (1988),* которое по количеству жертв и масштабам причиненного ущерба носит катастрофический характер. Чрезвычайная ситуация, вызванная происшедшим 7 декабря 1988 года мощным Спитакским землетрясением, охватила обширную область на северо-западе Армении. Нормальные условия жизнедеятельности населения были нарушены. В зоне бедствия оказались 965 тысяч человек, проживавших в городах Ленинакане, Спитаке, Кировокане, Степанаване и в 365 сельских населенных пунктах. Под обломками зданий и сооружений погибли 25 тысяч человек, пострадали 550 тысяч человек. Медицинская помощь была оказана почти 17 тысячам людей, из них были госпитализированы около 12 тысяч. Второй по численности населения город Ар-

мении Ленинакан (232 тысячи жителей) был разрушен почти на 80 %, город Спитак (18,5 тысячи жителей) полностью стерт с лица земли. Серьезно пострадали города Кировокан и Степанаван. Всего в Армении пострадали 194 населенных пункта, 60 полностью разрушены.

Большой ущерб был нанесен экономическому потенциалу республики. Перестали функционировать 170 промышленных предприятий. Общая сумма ущерба составила 1,8 млрд рублей (в ценах 1988 года). Огромный урон понесло сельское хозяйство. Из 36 сельских районов пострадали 17, особенно 8 из них, которые оказались в зоне 8-балльного воздействия.

Пострадала социальная сфера. Были повреждены 61 тысяча жилых домов, более 200 школ, около 120 детских садов, 160 объектов здравоохранения, 28 объектов торговли и сферы обслуживания. Остались без крова 514 тысяч человек. Общий прямой ущерб экономике и населению составил около 10 млрд рублей.

Степень разрушения городов, оказавшихся в зоне землетрясения, во многом была обусловлена тем, что их градостроительные системы оказались неспособными противостоять разрушительным ударам стихии. Ошибки в проектировании, просчеты в формировании градостроительных структур, низкое качество строительства, недостаточная защищенность и эксплуатационная надежность систем жизнеобеспечения городов привели к тому, что живучесть жилой и производственной застройки городов в условиях воздействия сильных землетрясений оказалась существенно сниженной.

Мероприятия по инженерной подготовке и защите территории городов, направленные на снижение возможного ущерба, обеспечение устойчивого функционирования населенных пунктов в экстремальных условиях, в том числе и по линии гражданской обороны, в полном объеме не проводились, а их эффективность в реальных условиях оказалась низкой. Все это привело к трагическим последствиям.

Это стихийное бедствие стало не только тяжелым испытанием для армянского народа, но и суровой

проверкой способности государства оперативно реагировать и эффективно преодолевать чрезвычайные ситуации такого масштаба. Опыт проведения аварийно-спасательных и аварийно-восстановительных работ и сегодня представляют интерес для органов управления и сил, входящих в единую государственную систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

*Мессинское землетрясение (1908).* В 5 часов 20 минут земля вздрогнула. Ее первая судорога длилась почти 10 секунд. Треск и скрип оконных рам, звон стекла, грохот падающих лестниц разбудили спящих. Люди вскочили, всем телом ощущая эти подземные толчки. Качались стены. Срываясь, падали потолки, посуда, картины, зеркала; изгибался пол, мебель тряслась, двигаясь по комнате. Опрокидывались шкафы и подпрыгивали столы. Как бумажный, разрывался потолок, сыпалась штукатурка. В темноте все качалось, падало, с треском проваливаясь в какие-то вдруг открывшиеся пропасти.

Земля тихо гудела, стонала, горбилась под ногами и волновалась, образуя глубокие трещины — как будто в глубине проснулся и ворочался огромный червь. Слепой, он ползет в темноте, изгибаются его мускулы и рвут кору земную, сбрасывая с нее здания на людей и животных.

Вздрогнув, пошатываясь, здания наклонялись; по их белым стенам змеились трещины, и стены рассыпались, заваливая узкие улицы и людей тяжелыми грудями острых камней. Подземный гул, грохот камней, визг дерева заглушают вопли о помощи, крики безумия, стоны раненых. Люди и камни смешиваются в кучи, и все чаще сильнее дрожат дома; их режет под основание какая-то невидимая коса — ничто не может устоять под ее гигантскими взмахами <...>

Все море качалось, как огромная чаша, готовая опрокинуться на остатки города. Кажется, что вот сейчас вся смятенная масса его выплеснется на землю до последней волны, до последней капли. Вот поднялась к небу волна высотой неизмеримой, закрыла грудью

половину неба и, качая белым хребтом, согнулась, переломилась, упала на берег. И страшной тяжестью своей покрывла трупы, здания, обломки, раздавила, задушила живых и, не удержавшись на берегу, хлынула назад, увлекая за собой схваченное».

*М. Горький «Землетрясения в Калабрии и на Сицилии».*

**Лиссабонское землетрясение (1755).** Катастрофа разразилась 1 ноября в 9 часов 40 минут по местному времени. Послышался подземный рев, заколебалась земля, и от страшных толчков стали рушиться здания. Многие люди бросились к морю в надежде спастись на морском берегу или на кораблях, стоявших в гавани. Но это их не спасло.

Ровно в 10 часов море внезапно отступило, увлекая за собой корабли, оголив дно. И вдруг море стремительно перешло в наступление на берег. Исполинская волна-цунами высотой более 10 м обрушилась на берег, потом отхлынула, потом снова обрушилась и повторила это еще раз.

В результате мгновенно исчезли и великолепная мраморная набережная вместе с теснившейся на ней толпой, и здания порта, и таможня, и многие дома, которым частично удалось уцелеть при подземных толчках. Все вместе с обломками было унесено морем. Но это еще не было завершением трагических событий данного дня.

Примерно через три часа после подземных толчков, уже после того, как более четверти зданий было разрушено, в городе начался пожар. Вскоре он принял чудовищные размеры. Пламя перекидывалось от одного дома к другому, быстро превратило значительную часть столицы в один огромный костер. Был объят пламенем королевский дворец. Превратилась в пепел знаменитая библиотека в 70 тысяч томов. В огне погиб великолепный оперный театр, вызывавший всеобщее изумление своими размерами и замечательными фресками.

Сгорело все, что составляло величие и великолепие Лиссабона.

Вся земля сотряслась, туч метнулась гряда,  
Сотрясенье земли унесло города.  
Так взбелошнурился дол, так всклокочились горы.  
Что покрыл темный прах всей лазури просторы.  
Закрутилась земля. Иль пришел ее срок?  
Стал ее кувыркать разыгравшийся рок.  
Вострубил Серафим, гор низвергнувши глыбы,  
И напуганный Бык отшатнулся от Рыбы.  
Все оковы небес разомкнуться смогли.  
Свел разгул сотрясенья суставы земли.  
Заградил в ее жилах текучие воды,  
Гор поранил хребет, в них закрыл все проходы...  
Сжал он бедную землю в такие тиски,  
Что огромные скалы разбил на куски.  
Все сломал он стекло.  
И под небом угрюмым  
Сотни выступов стен наземь рухнули с шумом.  
Тьма сокровищ пропала.  
Но помни, дрожа:

В эту ночь на субботу исчезла Гянджа.

*Низами Гянджеви (1140 – 1209)*

## Практические задания \_\_\_\_\_

1. В представленных выше текстах — описаниях землетрясений — выделите признаки:

- а) опасного природного явления,
- б) чрезвычайной ситуации.

Определите причины, поражающие факторы произошедших событий и их последствия. Ответ представьте в любой графической форме, отражающей причинно-следственные связи.

2. Внимательно прочтите описание землетрясения в Мессине, сделанное М. Горьким. Отметьте все процессы и события, связанные с землетрясением как природным явлением и как чрезвычайной ситуацией.

3. Перескажите своими словами, что именно происходило в Лиссабоне во время землетрясения 1755 года. Под-

твердите это фактами и признаками, соответствующими событию. Выберите какой-нибудь эпизод и проиллюстрируйте его.

4. Прочтите перевод стихотворения Низами Гянджеви:

↳ Отражает ли оно землетрясение как опасное для людей явление?

↳ Какими приемами и понятиями пользуется автор?

5. Передайте смысл стихотворения Низами Гянджеви своими словами в форме небольшого очерка или газетной статьи (10–12 предложений).

6. Представьте, что вы являетесь руководителем группы спасателей, оказавшейся в Лиссабоне в полдень 1 ноября 1755 года. Определите направление своей деятельности. Какие команды вы отдадите спасателям? Какие действия будете предпринимать?

7. Представьте, что вы и трое ваших друзей высадились на остров, а на нем внезапно началось землетрясение. Опишите, что там происходило и что делал каждый из вас.

8. В соответствии со шкалой интенсивности сотрясений поверхности и степенью разрушений определите балльность Мессинского землетрясения. Во сколько баллов вы оцените его, исходя из описания М. Горького?

9. Представьте ситуацию: в каждом из очагов двух разных землетрясений высвободилось одинаковое количество энергии. Однако в эпицентре одного из них сотрясение поверхности оценивалось в 10 баллов, тогда как в эпицентре другого — всего 7. Объясните, как такое может быть.

10. На карте мира укажите, в каких странах происходят землетрясения. Приведите примеры землетрясений. Объясните, с чем это связано.

11. Ответьте на следующие вопросы:

↳ Откуда берется энергия, необходимая для возникновения землетрясения?

↳ Куда эта энергия исчезает во время землетрясения?

↳ Как это согласуется с законом сохранения энергии: энергия не может родиться из ничего и не может исчезнуть в никуда.

12. Допустим, вы живете в сейсмически опасном районе. Перечислите всех, от кого в той или иной мере зависит ваша безопасность и безопасность проживающих в этом районе людей.

13. Представьте, что вы руководитель какого-либо сейсмически опасного района. Какие мероприятия вы проводите для обеспечения безопасности проживающих здесь людей?

Согласно прогнозам через полгода в районе ожидается сильное землетрясение. Каковы ваши действия? От чего они зависят?

14. Подумайте, от каких причин при землетрясении в населенных пунктах может возникнуть пожар? Можно ли его предотвратить? Какими экологическими опасностями сопровождаются пожары?

15. С помощью дополнительной литературы и интернет-ресурсов подготовьте и примите участие в конференции «Животные — предвестники земных бурь» (каждый из участников выбирает вид животных и рассказывает о нем остальным участникам конференции).

16. Заполните текст подходящими по смыслу словами.

Во время землетрясения помните, что лучшая из возможных мер защиты от него — ни в коем случае \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

Всегда сохраняйте спокойствие сами и постарайтесь успокоить других. Если стихия застала вас в помещении, оставайтесь \_\_\_\_\_; если на улице, оставайтесь \_\_\_\_\_.

В помещении стоять нужно \_\_\_\_\_ во внутреннем дверном проеме или у опорной колонны, держитесь подальше \_\_\_\_\_ и входных дверей.

Покидая помещение, спускайтесь по лестнице, а не \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

На улице никогда не стойте \_\_\_\_\_, а перейдите на открытое пространство, подальше от \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ и т. д.

После землетрясения избегайте \_\_\_\_\_, не заходите в них за вещами, так как высокая опасность повторных толчков сохраняется в течение 2–3 суток с момента первого толчка.

17. Выполните исследовательскую работу «Самые катастрофические и самые сильные землетрясения XXI века» (см. приложение 1):

✦ Сравните карты новейших землетрясений с тектонической картой из атласа для 7-го класса. Сформулируйте общие соображения о причинах сильнейших землетрясений.

✦ Сравните две карты. Что отражает несовпадение пространственных рисунков? Чем это можно объяснить?

18. Из рассказа жителей села Стрелка Вадского района Нижегородской области:

«Случилось это весной 1948 года поздно вечером. Большинство жителей уже легло спать, как вдруг земля начала трястись и во многих домах полы стали трещать. Продолжалось это недолго, всего несколько секунд. Но полная неожиданность такого сотрясения земли нас, конечно, взволновала. Когда утром мы пошли на работу, то недалеко от нашего села на ровной местности увидели большую свежую провальную яму глубиной около 15 м и шириной не менее 18 м».

Существует несколько таких рассказов (см. приложение 2). Они правильно передают типичные явления в южной части нашей области, их называют провальными землетрясениями.

Ответьте на вопросы:

✦ Какие признаки приведенных в рассказе явлений позволяют отнести их к группе «нетипичных» землетрясений?

✦ Почему их называют провальными?

✦ Какие причины их вызывают?

✦ Обозначьте на карте Нижегородской области участки проявления землетрясений.

✦ Составьте карту опасных природных явлений Нижегородской области.

## 2. ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ

Ничто в природе не вызывает такого интереса и не возбуждает такого ужаса, как крупные вулканические извержения. И нет ничего, что вызывало бы такое суеверное уважение или такое эстетическое наслаждение, как вулканы.

*Г. Макдональд, 1975*



Вулкан — геологическое образование, возникающее над каналами и трещинами в земной коре, по которым на земную поверхность выходят лава, пепел, горячие пары воды, обломки горных пород.

Как было отмечено выше, магма, состоящая в основном из силикатов, может подниматься вместе с парами воды, газами из глубины, подчиняясь физическим законам. Магму, изливающуюся на поверхность, называют лавой. Вулканом также называют холм или гору, возникшую в результате аккумуляции вулканического материала.

В опасной близости с действующими вулканами живут около 200 млн человек. Подсчитано, что за последние 500 лет в результате активной деятельности наземных вулканов в мире погибли примерно 200 тысяч человек.

Классификация вулканов производится по условиям их возникновения и по характеру деятельности (табл. 4).

*Таблица 4*

### Классификация вулканов по характеру деятельности

Тип вулкана	Основные признаки
<b>Эксплозивные (взрывные)</b>	
Стромболийский	Вулкан образован последовательными напластованиями тефры. Лава выбрасывается в виде шлаков газовыми взрывами

Тип вулкана	Основные признаки
Вулькано	Вязкие лавы забивают подводный канал. Под давлением газов время от времени происходит прорыв кратера. Происходит извержение и выброс тефры. Затем лава спокойно вытекает
Везувианский	Из глуболежащего магматического очага на земную поверхность изливается лава, насыщенная газами. Сильными взрывами она выбрасывается в атмосферу на высоту нескольких километров и выпадает в виде пепла
<b>Эффузивные (изливающиеся)</b>	
Гавайский	Жидкая базальтовая лава медленно вытекает по трещинам в земной коре. Образуются мощные базальтовые покровы
Мон-Пелейский	Очень вязкая лава забивает подводный канал и образует вулканический столб. К подножию вулкана устремляется палящая туча

Извержения бывают эксплозивные (взрывные) и эффузивные (изливающиеся). Эксплозивные происходят в том случае, когда выход газа из магмы затруднен и его высвобождение происходит в виде взрыва. При этом жидкая лава распадается на клочья и выбрасывается в воздух. Этот материал называется пирокластическим или тефрой.

При эффузивном извержении жидкая магма выходит на поверхность, изливается и стекает по склонам, образуя

потоки. Более вязкая лава высоко нагромождается над жерлом, образуя вулканический купол. Сами по себе купола не опасны, но часто с ними связаны смертоносные палящие лавины (раскаленные газы, палящие тучи). Они представляют громадное, быстрорастущее облако пыли, днем черное, а ночью светящееся тусклым красным светом. Главное в этом явлении не облако, а катящаяся под ним лавина раскаленных добела лавовых глыб, песка и пыли. Палящие лавины движутся с огромной скоростью, до 150 км/ч.

Наиболее опасными считаются вулканы первого типа, хотя оба типа характеризуются похожими поражающими факторами.

**Распространение вулканов.** Нет на Земле района, который когда-либо в прошлом не был ареной вулканической деятельности. Сейчас вулканизм наблюдается лишь в некоторых географических областях, в определенных геологических условиях и приурочен к срединно-океаническим хребтам и активным континентальным окраинам. Подавляющее большинство действующих и недавно потухших вулканов сосредоточено в поясе, окружающем Тихий океан.

Тихоокеанское огненное кольцо протягивается от Новой Зеландии на север, через Меланезию, восточную Индонезию, Филиппины, Японию и Камчатку, затем поворачивает на восток, захватывая Алеутские острова и южную Аляску, и далее следует на юг вдоль западного побережья Северной и Южной Америки. Скалы Антарктиды замыкают круг. Одно из ответвлений этого кольца протягивается на восток через Индонезию в район, где горы южной Азии присоединяются к структурам Тихоокеанского кольца. Петля, образованная вулканами на Малых Антильских островах, считается выступом Тихоокеанского пояса. Около 75 % действующих вулканов расположены в Тихоокеанском кольце и 14 % — в одной только Индонезии.

Группы действующих вулканов находятся в Средиземноморье, на севере Малой Азии, в районе Красного моря и в Центральной Африке. Классические вулканы Средиземноморья расположены в основном в Италии.

Только 17 % известных действующих вулканов находятся в океанических бассейнах, 83 % сосредоточены на континентах. Области распространения современных действующих вулканов показаны на рисунке 1\*.

**Поражающие факторы и их последствия.** Основные поражающие факторы – лавовые фонтаны, потоки горячей лавы и вулканической грязи, выпадение тефры, раскаленные вулканические газы, вулканические наводнения, палящая вулканическая туча.

↳ *Лавовые потоки* – это расплавленные горные породы с температурой 900–1000° С. Скорость потока зависит от уклона конуса вулкана, степени вязкости лавы и ее количества. Диапазон скоростей довольно широк: от нескольких сантиметров до нескольких десятков километров в час. В отдельных, наиболее опасных случаях она может достигать 100 км/ч, но чаще всего не превышает 1 км/ч. Гибель людей непосредственно от лавовых потоков наблюдается редко, так как большинство потоков движется медленно, поэтому всегда есть возможность эвакуировать население.

Под лавовыми потоками могут быть погребены города и сельскохозяйственные земли. В 1928 году под лавовыми потоками вулкана Этна был погребен город Маскалли, а в 1969 году – часть Катании. Лавовые потоки, излившиеся на снег или лед, могут породить водные и грязевые потоки. Кроме того, они могут стать причиной возникновения лесных и степных пожаров.

↳ *Тефра* состоит из фрагментов застывшей лавы. Наиболее крупные называются вулканическими бомбами, мелкие – вулканическим песком, а мельчайшие – пеплом.

Падение глыб и «бомб» происходит только на склонах вулкана и в его ближайших окрестностях, а наибольший ущерб вызывается гораздо более обширным по территории выпадением пепла. Площадь, покрываемая пеплом, за

\* Говорушко, С. М. Вулканы и человечество // География в школе. 2003. № 1. С. 14–17.

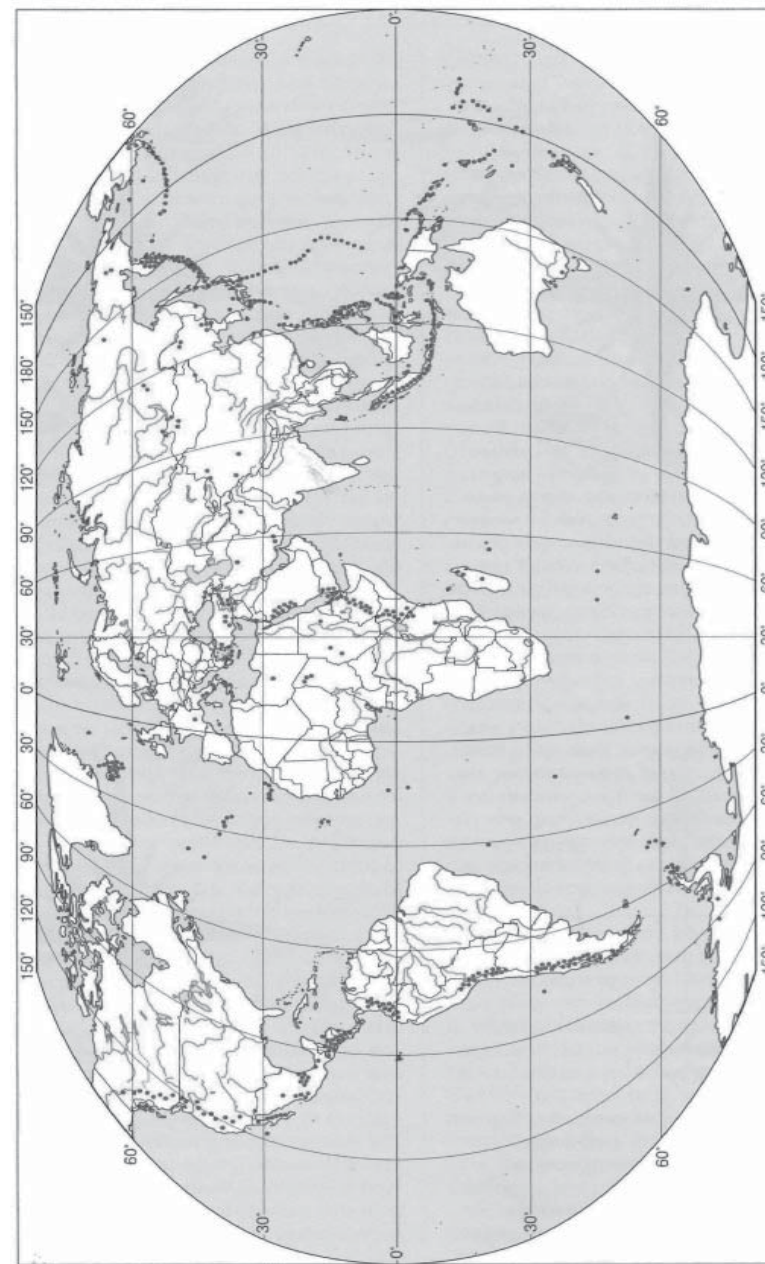


Рис. 1. Распространение действующих вулканов



висит от силы и направления ветра в период извержения. Поскольку большинство извержений продолжается менее месяца, а направление ветра меняется незначительно, пепел преимущественно откладывается в каком-либо одном секторе, отходящем от вулкана. Но иногда пепел, поднятый высоко в стратосферу, переносится ветром на огромные расстояния (извержение вулкана Гекла в Исландии в 1997 году образовало пепел, выпавший в Шотландии и Финляндии).

Толщина слоя пепла может достигать 0,25 м на площади несколько десятков квадратных километров и более, тем самым нарушая сложившуюся систему землепользования, губя растительность, посевы и пастбища, загрязняя источники воды, забивая стоки и вызывая наводнение. Под тяжестью пепла могут рухнуть крыши домов. Страдают от него и животные. Травоядные животные частично умирают от голода, а частично — вследствие засорения их пищеварительной системы при поедании покрытой пеплом травы. Относительно небольшое количество пепла может вызвать стачивание зубов у жвачных животных. Иногда вулканический пепел бывает ядовитым, что связано с привнесением малых химических элементов, губительно воздействующих на животных и людей. Известны случаи болезни и гибели скота от фтора, кобальта, содержащихся в пепле.

✦ *Грязевые потоки* после тефры являются главным элементом опасности. Они представляют смесь с водой твердых горячих и холодных обломков, стекающую вниз по склону под действием силы тяжести. Их скорость доходит до 90 км/ч.

Причина возникновения грязевых потоков — избытие рыхлых обломков горных пород на склонах. Накопление слоев пепла на склонах вулкана приводит к тому, что под действием тепла снег и лед тают. Насыщение пород и пепла водой и ее избыток приводит к смещению и стеканию рыхлых влажных масс по склону вниз.

Грязевые потоки могут образоваться в результате сильных дождей. Такие потоки обладают значительной плотно-

стью и могут во время движения увлекать за собой крупные глыбы, что увеличивает их опасность. Грязевые потоки могут затапливать поля и города, прорывать плотины и быть источниками катастрофических наводнений. Из-за большой скорости движения затрудняются проведение спасательных работ и эвакуация населения.

✦ *Палящая вулканическая туча* представляет собой смесь раскаленных газов и тефры (газово-пепловая лавина), сопровождающая пелейский тип извержений. Ее поражающее действие обусловлено возникновением ударной волны (сильным ветром), распространяющейся со скоростью до 40 км/ч, и валом жара с температурой до 1000°C. Громадная сверкающая туча газа и пепла на своем пути уничтожает дома и деревья, вызывая пожары. При этом люди испытывают жар и удушье. Причина смерти людей — вдыхание раскаленного газа. Их тела обожжены. Увечья похожи на те, которые бывают при резком нагреве до такой температуры, когда вода в человеческом организме превращается в пар, но ткани не воспламенены. Известно, что из-за такой тучи в 1902 году погибли свыше 30 тысяч жителей города Сен-Пьер на Мартинике.

✦ *Вулканические газы*. Извержение всегда сопровождается выделением газов в смеси с водяными парами. Среди летучих продуктов вулканов преобладают углекислый и угарный газы, сера, водород, сероводород, аммиак, метан, хлор, хлористый водород, фтористый водород и ряд других. Эти газы могут выделяться в течение очень долгого времени, даже после того как вулкан перестает выбрасывать лаву и пепел.

Кислотные газы вредны не только для людей, но и для растительности и металлов. Страдают посевы, телефонные провода, металлические изделия и оборудование. Тяжелые газы могут скапливаться в низинах, вызывая гибель птиц и зверей. Так, в 1783 году при извержении вулкана Лаки в Исландии выделилось большое количество сернистых газов, что привело к гибели посевов, пастбищ, крупного рогатого скота, вызвало в стране голод.

✦ *Вулканические наводнения.* Во время извержений при таянии ледников очень быстро может образоваться огромное количество воды, что приводит к наводнениям.

✦ *Волна взрыва,* характерная для эксплозивных (взрывных) вулканов, может инициировать оползни, обвалы, лавины, а на морях и океанах — цунами.

✦ В вулканических районах опаснее всего даже не сами извержения, а вызванные ими селевые грязекаменные потоки — *лахары*. Именно они несут основную ответственность за гибель людей. Селевые потоки на склонах вулканических конусов формируются при излиянии кратерных озер, стремительном таянии льда и снега во время извержения, при переходе палящих лавин, состоящих из подвижной смеси обломочного материала и раскаленных газов, при выпадении интенсивных дождей, в результате выброса пепла во время дождей.

В нашей стране современная вулканическая деятельность, вызывающая стихийные бедствия, зарегистрирована на Дальнем Востоке, Камчатке и Курильских островах.

**Прогнозирование времени, места и силы ожидаемого извержения** затруднено, а статистической информации, на основе которой можно предсказать вероятность активизации, как правило, недостаточно.

Признаки активизации вулканической деятельности:

- ✦ сейсмические толчки,
- ✦ появление гармонического дрожания на сейсмографе — характерны для начала извержения.

Предзнаменованием активизации вулканической деятельности являются многочисленные землетрясения различной силы.

**Защитные и профилактические мероприятия** включают прежде всего систему оповещения населения, изменение характера землепользования, единовременную или поэтапную эвакуацию населения. Для защиты от лавовых потоков строят искусственные каналы для отведения потоков лавы в определенное русло, дамбы, отводящие потоки лавы от населенных пунктов; охлаждают водой края лаво-

вого потока; бомбардируют лавовый поток для увеличения перемешивания лавы с землей и превращения ее в менее жидкую.

Меры борьбы с разрушительной деятельностью грязевых потоков включают строительство барьеров, водохранилищ и искусственных убежищ. Мерой защиты от раскаленных лавин служит предупреждение и эвакуация людей с территорий, находящихся под угрозой.

У жителей примыкающих к вулканам территорий должны быть запасы питьевой воды, так как поверхностная вода может засориться пеплом.

Вдыхание пепла может предотвратить простая противопыльная маска. Люди, вынужденные находиться в вулканическом дыму, могут воспользоваться противогазом, а при его отсутствии — защитить рот и нос куском влажной ткани. Ее фильтрующие свойства возрастут, если смочить ткань в слабом растворе уксуса или мочи. Когда тяжелые газы скапливаются в понижениях рельефа, противогаз и мокрая ткань не помогут, так как в такой газовой смеси недостаточно воздуха.

**Последствия.** Даже единичные извержения вулканов способны привести к экологическим нарушениям окружающей обстановки, не говоря уж об одновременном извержении нескольких. Такие события могут повлечь за собой катастрофические последствия.

Мощное эксплозивное извержение вулкана Санторин в Эгейском море в XVI веке до н. э. привело к гибели минойской цивилизации на острове Крит. Взрывы вулкана сопровождалась пемзопадом, мощность которого достигала на поверхности 100—150 м. Извержение Везувия похоронило под толщей туфов города Помпеи и Стабию, а город Геркуланум был залит мощным грязекаменным потоком. Об этих городах и погребенных людях долгое время ничего не знали, и только в XVIII веке случайно наткнулись при прокладке водопровода. Таких примеров множество. Все они свидетельствуют о том, что любое извержение вулкана приводит к экологической катастрофе.

Материал вулканических извержений может содержать ядовитые вещества, обладать низкой кислотностью, что и вызывает гибель растений, коррозию металлов. Взрыв вулкана Кракатау в Зондском архипелаге в 1883 году сопровождался газово-пылевой тучей, что привело к гибели около 40 тысяч человек. Излияние лавы из вулкана Лаки в Исландии привело к катастрофе, несмотря на небольшой объем излившейся лавы. Однако сернистые газы, выделившиеся при извержении, уничтожили кормовые травы, от чего погибли поголовья овец и лошадей. Большое количество людей погибли от голода. При извержении в Исландии вулкана Гекла многие животные отравились фтором.

Вулканические извержения могут приносить и пользу человеку. Изучение вулканов дает материал для познания процессов, происходящих в глубинах планеты. Вулканические извержения поставляют на поверхность земли материал (горные породы), который используется в строительстве и в других отраслях хозяйства. Например, пемза, обладающая твердостью, легкостью, однородностью, широко используется как в строительстве, так и как тепло-, звуко- и электроизоляционный и абразивный материал. Туфы, обсидиан, перлит обладают декоративными качествами и их используют для облицовки, производства стекловолокна и других производств. Термальные воды широко применяются для обогрева помещений и химического производства. В полосе действующих вулканов наблюдаются сероводородные, азотные источники, воды которых обладают лечебными свойствами. И это только некоторые примеры. На самом деле положительная роль вулканов широка и многогранна.

*Извержение Стромболи (1961).* Грохот раздался одновременно с мощной вспышкой света <...> Вулкан выбрасывал лаву в направлении на северо-восток. Узкий огненный султан озарил южное небо. Затем он угас, и тотчас посыпались бомбы <...> Падали, мгновенно расплющиваясь, огромные красные комья... Колыхалась в жуткой трясине тяжелая огненная жидкость. Легкая зыбь пробегала на этой медно-золо-

тистой поверхности. Иногда огромный пузырь газа взрывал эту беспокойную гладь. Разбрызгивая искры, она тяжело билась о стенки огненного колодца. Питающее жерло по форме скорее напоминало глаз, чем круг <...> Из жерла вырывался жар <...> Послышался рокот, и вспыхнул яркий свет. Затем толчок, за ним моментально оглушительный взрыв. Раскаленные глыбы мягкого вязкого вещества с глухими ударами обрушились на северо-восточную стенку жерла. Это был звездопад...

*Тазиев Г. Встречи с дьяволом. – М. : Мысль, 1961.*

*Взрыв вулкана Кракатау (1883)* в Зондском архипелаге оставил многочисленные свидетельства. До извержения это был небольшой архипелаг островов, самым крупным из которых был Кракатау размером 9×5 км. Большая часть прежнего вулканического острова была уничтожена — на его месте возникла впадина диаметром 10 км. Сохранилась лишь половина вулканического конуса. Из земных недр было выброшено и поднято на высоту от 2—3 до 70 км вместе с газами 18 км<sup>3</sup> пепла, который рассеялся на площади около миллиона квадратных километров <...>

Громадные массы пепла, пемзы, шлаков и тягучей грязи устремились в Зондский пролив. Густые тучи пепла покрыли окружающее пространство. Вызванные взрывом морские волны подымались на высоту до 30 м и распространились по всему Индийскому океану, вызывая разрушение на его берегах. Волнение также распространилось и по Тихому океану и достигло западных берегов Америки. Грохот взрыва был слышен на расстоянии 2—5 тысяч километров от Кракатау: в городе Маниле, в центральной Австралии, на острове Мадагаскар.

В атмосфере также происходили бурные изменения. Вблизи Кракатау свирепствовали сильные ураганы. Образовавшаяся при взрыве воздушная волна обошла земной шар трижды, что зафиксировали барометрические наблюдения. С извержением вулкана Кракатау связана своеобразная зеленая окраска солнца, появившаяся после извержения. Ее объясняли

скоплением мельчайших частиц вулканического пепла, которые носились в верхних слоях атмосферы. Во многих местах Европы через некоторое время вместе с дождем выпадал пепел. Исследования показали, что он состоит из тех же частиц, что и пепел в Кракатау.

По официальным данным, погибли приблизительно 40 тысяч человек. На сохранившихся от взрыва обломках архипелага было уничтожено все живое. Если бы на Кракатау и были жители, то в этот страшный день не уцелел бы ни один человек, так как даже на острове Себеси, лежащем на расстоянии 20 км от вулкана, погибло все население. Богатая тропическая растительность везде бесследно исчезла. Земля была совершенно голой; серая грязь и продукты извержений, вырванные с корнями деревья, остатки зданий, трупы людей и животных усеяли ее. Несколько лет острова архипелага оставались безжизненными. Постепенно оставшиеся острова стали заселяться растениям, насекомыми, животными.

*Трагедия в Исландии (1783).* В июне началось мощное извержение вулкана Лаки, продолжавшееся более двух месяцев. Кратер вулкана Лаки имеет вид трещины протяженностью 25 км. Излияние лавы происходило сразу из 22 отверстий: объем лавы превысил объем Монблана — самой высокой горы Западной Европы. Средняя глубина лавового потока составляла 30 м; в долинах она возрастала в несколько раз.

Устремившись в южном направлении, лава вскоре достигла ущелья реки Скафтау глубиной более 100 м, полностью заполнила ущелье на протяжении 80 км и, переливаясь через его края, распространилась по обе стороны от реки на расстояние 25 км. Часть лавового потока достигла долины реки Хверисфольоут и на протяжении 60 км полностью затопила ее. Излившаяся за все время этого ужасного извержения лава скрыла под собой 9020 селений. Кроме того, взрывами был выброшен вулканический пепел. Пеплом были засыпаны пастбища. Животные заболели, так как с травой попадала масса пепла, и затем погибали от ранений внутренних органов. Извержение вызвало

обильное таяние ледяных вершин, в результате чего значительные территории Исландии были затоплены водой и грязью. По самым осторожным оценкам, погибли около 10 тысяч человек — пятая часть населения Исландии в то время.

*Новая Гвинея (1951).* Гору Ламингтон, расположенную в восточной части острова Новая Гвинея, местное население не считало вулканом. Никаких легенд, связанных с ее извержением, не существовало. Да они и не могли быть, ибо последнее извержение (по определению абсолютного возраста) произошло около 13 тысяч лет назад. И только в январе 1951 года гора Ламингтон внезапно ожила — появились струи пара и газов. Земля слегка заколебалась, и было выброшено небольшое количество пепла.

С каждым днем извержение нарастало, и в конце января произошел очень сильный взрыв, поднявший на высоту 15 тысяч метров огромные массы газов, вулканических обломков, песка и пыли. Вслед за взрывом изверглась раскаленная туча, уничтожившая все на территории площадью 250 км<sup>2</sup> и погубившая 2942 человека.

*Из книги: Володавцев В. И. Вулканы Земли. — М.: Наука 1973.*

Нахмуренным челом простерся он высоко;  
Пятою он земли утробу придавил;  
Куруется и молчит надменный, одинокий;  
Мысль огнеметную он в сердце затаил...  
Созрела — он вздохнул, и вдох его глубокий  
Так тяжело, так глубоко,  
Потряс кору земли и небо помрачил,  
И камни, прах и дым разбросаны широко,  
И лавы бурный ток окрестность обкатил.  
Он — гений естества! И след опустошенья,  
Который он простер, жизнь ярче осветит.  
Смирись — ты не постиг природы назначенья!  
Так в человечестве бич — гений зашумит —  
Толпа его клянет средь дикого смятенья,  
А он, свирепствуя, земле благотворит.

В. Г. Бенедиктов «Вулкан»

Везувий зев открыл — дым хлынул клубом — пламя  
Широко разлилось, как боевое знамя.  
Земля волнуется — с шатнувшихся колонн  
Кумиры падают! Народ, гонимый страхом,  
Под каменным дождем, под воспаленным прахом,  
Толпами стар и млад бежит из града вон.

А. С. Пушкин

Когда раскапывали Помпею,  
Был обнаружен в пепле ряд пустот,  
И не умели люди, не умея  
Какой-то метод, этот или тот,  
Тут применить, чтоб разгадать загадку.  
Но все же догадались наконец,  
С раствором гипса приготовив кадку,  
Лить в дырку гипс, как в формочку свинец.  
И этот гипс, заполнив пустоту,  
Застыл и принял очертанье тела,  
Которое давно уже истлело  
В объятьях пепла, и не красоту  
Являл тот слепок, а предсмертных мук  
Невыразимо ясную картину —  
Несчастливого помпейского детину,  
От глаз не отрывающего рук.  
Я видел эту жуткую статую,  
Напоминающую о беде.  
И если слышу проповедь пустую,  
Хоть чью угодно, безразлично где,  
И если слушаю пустые строфы,  
И перед бессмертным полотном, —  
Я думаю лишь об одном:  
А какова причина катастрофы?

Л. Н. Мартынов

*Слово «лахар» индонезийского происхождения.*  
Грязекаменные потоки представляют типичное стихийное природное бедствие, с которым приходится постоянно сталкиваться населению на Малайском архипелаге.

Яванский вулкан Келуд (1731 м) с помощью своего кратерного озера породил за сто лет 27 лахаров. Ши-

роко известны события, развернувшиеся при извержении в ночь с 19 на 20 мая 1919 года, когда 38 млн м<sup>3</sup> воды буквально вышвырнуло на склоны вулкана. Горячие лахары устремились в долину и покрыли грязекаменной массой 131 км<sup>2</sup>, разрушив частично или полностью 104 селения. Стихия буйствовала каких-то 45 минут, но унесла за это время 5110 человеческих жизней. Расстояние в 16 км между точкой, расположенной ниже кратера на высоте 450 км, и городом Блитаром, поток преодолел за 15 минут, что соответствует средней скорости 18 м/с. В Блитаре глубина потока достигала 2,5 м. В 20-километровой полосе, захваченной потоком, оказались Блитар и местность к северо-западу от него. Ширина отдельных грязевых рек была более 4 км, длина — до 38 км. Объем отложений оценивается приблизительно 40–100 млн м<sup>3</sup>. Один из лахаров глубиной 25 м прошел путь 31 км и покрыл селевой массой 45 км<sup>2</sup>.

## Практические задания

1. Выше приведены примеры страшных вулканических извержений. Характер извержений различен. В чем заключаются эти различия (географические, экологические, безопасности жизнедеятельности)?

2. Подберите стихотворение или литературное произведение, в котором описывается извержение вулкана. Попробуйте сочинить собственное стихотворение (синквейн).

3. Ознакомьтесь по литературным источникам с историей гибели Атлантиды. Организуйте научно-исследовательскую конференцию (круглый стол) на тему «Гибель Атлантиды. Причины и следствия. Уроки выживания».

4. В какой мере и смысле слова «Так кто ж ты, наконец? — Я часть той силы, что вечно хочет зла и вечно совершает благо» (И. В. Гете «Фауст») можно отнести к вулканическим процессам?

Сформулируйте положительные и отрицательные следствия вулканических процессов.

5. Внимательно прочтите стихотворение В. Г. Бенедиктова и ответьте на вопросы:

- ✦ Как поэт описывает извержение вулкана?
- ✦ Какими приемами он пользуется?
- ✦ Почему вулкан, «свирепствуя, земле благодворит»?

Как это понимать?

✦ Объясните используемые поэтические обороты «мысль огнеметная», «след естества», «след опустошения».

6. В нашей стране самое массовое и известное место распространения вулканов — Камчатка, где находится более 160 вулканов, из которых 28 действующих. Используя дополнительные материалы, подготовьте доклад по теме «Камчатские вулканы: прошлое, настоящее будущее». Представьте его в виде презентации (буклета, информационного стенда).

7. С помощью красок или цветных карандашей изобразите собственный вулкан, величественный, красивый, грозный, таким, как вы его представляете. На рисунке должны быть отражены признаки вулкана.

8. В древнеримских и древнегреческих мифах и легендах бог огня Вулкан наделен довольно мирной профессией кузнеца (Гефест). Какие особенности вулканических извержений отражают эти легенды, обобщая их в этом образе?

Подтвердите свои суждения древними мифом или легендой.

9. Внимательно прочтите информацию о трех типах извержения вулканов.

*Гавайский тип извержения.* Кратеры гавайских вулканов, словно огненные озера, всегда заполнены лавой. Во время дождя, когда водяные капли падают на раскаленную поверхность, лавовые озера окутываются клубами пара. Слегка подбрасываемая выходящими газами лавовая поверхность словно кипит. Постепенно брызги раскаленной лавы взлетают все выше и выше, и наконец взвивается настоящий лавовый фонтан высотой 100–150, и даже до 1000 м. Иногда извержение усиливается и лава переполняет озеро. Быстрый поток жидкой лавы, словно огненная река, с оглушительным ревом стекает по склонам горы.

*Пелейский тип извержения.* Лава вулканов этого типа очень вязкая. Она застывает прямо в жерле и не дает выхода газам и парам. В результате происходит сильнейший взрыв, а затем гигантская туча раскаленных газов, пепла, бомб вырывается наружу. Она стремительно мчится по склону и уничтожает все на своем пути.

*Везувийский тип извержений.* В начале извержения над вулканом поднимается гигантское облако, состоящее из газов и пепла. Гигантский пеплопад обрушивается на прилегающую к вулкану территорию. Толщина выпавшего слоя пепла может достигать нескольких метров. Извержение сопровождается оглушительными взрывами, и наконец над кратером поднимается огненный столб выбрасываемой лавы. Медленным потоком она растекается по склону. Этот тип опасен своей внезапностью.

Ответьте на вопросы.

✦ Проанализируйте, что общего и в чем различия в описанных типах извержений.

✦ Какой из типов извержений вы считаете наиболее опасным с точки зрения возможных последствий для близко расположенных населенных пунктов? Ответ обоснуйте.

✦ Какие средства спасения от последствий вулканических извержений вы можете предложить?

10. Выше даны три тематических стихотворения. Представьте, что вам было предложено составить сборник поэтических произведений на эту тему. Напишите аннотацию к нему.

11. «Вулканы — это нечто солидное, на них можно положиться». Эта фраза из романа «Насморк» известного фантаста С. Лема. Как вы понимаете ее? Какие особенности вулканов отражены в этой метафорической фразе?

12. Из книги «Вулканы» Г. Макдональда:

«Ничто в природе не вызывает такого интереса и не возбуждает такого ужаса, как крупные вулканические извержения. И нет ничего, что вызывало бы такое суеверное уважение или такое эстетическое наслаждение, как вулканы. Вулканы многолики. Эти безжалостные губители жизней и имущества в то же время

являются и благодетелями человечества, так как их деятельность обусловила плодородие почв и само существование суши».

Продолжите текст в любой форме (рассказа, очерка, эссе, реферата и т. п.) на основе представленного фрагмента.

### 3. ОПОЛЗНИ

Тогда те, кто наблюдал со сторон, увидели, как вся верхняя часть горы, внезапно оторвалась от склона. Лес на ней, прежде чем быть проглоченным провалом, полег, словно пшеница на ветру. Деревья сбились в кучу подобно стаду баранов. Весь склон находился в движении — все несло вниз.

*Д. Брадсен «Неспокойный ландшафт»*



Оползни — это скользящее движение масс горных пород вниз по склону под влиянием силы тяжести, которое происходит в результате образования трещин отрыва на границе движущейся массы.

Эти движения включают как механизм оползания, так и механизм течения. Образуются оползни на склонах в различных породах в результате нарушения их равновесия или ослабления прочности. Склон представляет динамическую систему, обладающую характерными чертами, которая находится под воздействием климатических, тектонических, гравитационных, биотических сил и грунтовых вод, меняющихся во времени и по степени активности. Взаимодействие этих переменных факторов со склоновым материалом обуславливает процессы массового движения (течения и оползания) грунтов.

Вызываются оползни как естественными, так и искусственными (антропогенными) причинами. К естественным относятся увеличение крутизны склона в результате его подмыва, ослабление прочности пород при выветривании и переувлажнении осадками или подземными водами, сейсмические толчки и тектонические движения. Искусственными являются хозяйственная деятельность, проводимая без учета геологических условий местности, а именно подрезка и разрушение склонов дорожными выемками, чрезмерным выносом грунта, вырубкой леса, неразумным ведением сельского хозяйства на склонах; перегрузка верхней части склона, изменение гидрогеологических условий. Согласно международной статистике до 80 % современных оползней связано с деятельностью человека. Подавляющее большинство их (90 %) происходит в горах на высоте от 1000 до 1700 м.

Оползни могут происходить на всех склонах, начиная с крутизны 19°. Однако на глинистых грунтах они случаются и при крутизне склона 5–7° при наличии избыточного увлажнения пород. Сходят они в любое время года, но большей частью в весенне-летний период. Оползень возникает тогда, когда направленная вдоль склона составляющая сил, действующих на массу рыхлого грунта, больше прочности материала. Увеличение силы, вызывающей обрушение, может быть обусловлено или возрастанием массы материала, или увеличением ускорения. Последнее может произойти либо в процессе эрозии основания склона (подмыв), либо путем добавления материала у вершины склона (например, в результате человеческой деятельности). Возрастание массы породы может произойти в результате отложения материала либо проникновения воды (дожди). Таким образом, основными причинами оползней являются подмыв подножий склонов в результате наводнений или дождей, перенасыщенность склоновых пород водой в результате обильных дождей или интенсивного таяния снега, деятельность человека (прокладка дорог, строительство плотин, водохранилищ).

**Классификация.** Классифицируются оползни по масштабам явления, по глубине залегания, скорости движения и активности, механизму процесса, мощности и месту образования.

По механизму оползневого процесса выделяют следующие типы оползней:

- ✦ сдвига;
- ✦ выдавливания;
- ✦ вязкопластичные оползни;
- ✦ гидродинамического выноса;
- ✦ внезапного разжижения и оползни сложного механизма.

По глубине залегания поверхности скольжения различают оползни:

- ✦ поверхностные (не глубже 1 м);
- ✦ мелкие (до 5 м);
- ✦ глубокие (до 20 м);
- ✦ очень глубокие (свыше 20 м).

По мощности вовлекаемой в процесс массы горных пород оползни распределяют на группы:

- ✦ малые (до 10 тыс. м<sup>3</sup>);
- ✦ средние (от 11 до 100 тыс. м<sup>3</sup>);
- ✦ крупные (от 101 тыс. м<sup>3</sup> до 1000 млн м<sup>3</sup>);
- ✦ очень крупные (свыше 1 млн м<sup>3</sup>).

По скорости движения оползни бывают быстрые, или обвалы (секунды, минуты), средней скорости (минуты, часы), медленные (дни, годы).

По скорости движения:

- ✦ исключительно быстрое (3 м/с);
- ✦ очень быстрое (0,3 м/мин);
- ✦ быстрое (1,5 м/сут);
- ✦ умеренное (1,5 м/мес);
- ✦ очень медленное (1,5 м/год);
- ✦ исключительно медленное (0,06 м/год).

**Распространение.** Пространственно-географическое распределение оползней и сопутствующих им явлений обусловлено геологическими, геоморфологическими, гидро-

геологическими, сейсмотектоническими, климатическими и гидрометеорологическими особенностями территории страны.

Оползни имеют место по берегам крупных рек — Волги и Днепра — и Черного моря, в Карпатах, Крыму, на Северном Кавказе, в Закавказье, Восточной Сибири, в Средней Азии. Многочисленные оползни происходили и происходят во многих районах Среднего Поволжья (Нижнем Новгороде, Ульяновске, Саратове). Отдельные оползневые участки известны в низовьях Камы, Печоры, на Москве-реке.

**Поражающие факторы.** Основной поражающий фактор оползня — внезапное смещение по склону больших масс почвогрунтов. Сила оползней определяется массой и объемом смещенных по склону почвогрунтов, а также характером и скоростью их продвижения. Одной из важнейших характеристик оползня является площадь оползневого смещения и расстояние, которое он проходит до полной остановки.

**Последствия.** Оползни наносят существенный ущерб хозяйству страны. Наибольшие последствия сход оползней приобретает в городских районах, крупных населенных пунктах, а также при запруживании русел рек, инициирующих затопление близлежащих территорий. Они могут привести к жертвам, разрушениям зданий и сооружений, коммуникаций, мостов, плотин, запруживанию русел рек, нарушениям в землепользовании и т. п.

В качестве негативных явлений, сопутствующих сходу оползней, можно отметить возникновение селей, наводнений, обвалов и т. п.

**Прогноз и профилактика.** Прогнозы схода оползней могут быть долгосрочными, на ближайший год, краткосрочными и экстренными. Наиболее достоверны экстренные и краткосрочные прогнозы схода оползней. Экстренные прогнозы называют экстренным оповещением, которое делается за несколько часов или даже минут до начала схода оползня с тем, чтобы в первую очередь избежать человеческих жертв, аварий и катастроф.



Работы по профилактике условно делят на пассивные и активные. К первой группе относят работы охранно-ограничительного вида: запрещение подрезки или подсыпки оползневых склонов, строительства на склонах сооружений, прудов, водоемов, производства взрывов и горных разработок, охрана древесно-кустарниковой и другой растительности и т. п. Ко второй группе принадлежат мероприятия, связанные с устройством инженерных сооружений: подпорных конструкций и стенок, контрбанкетов, свайных рядов и т. п.

В 1855 году масса обломочного материала длиной 1 км, шириной 300 м и высотой 200 м спустилась по долине реки Тибр (Италия). Оползневое тело перегородило долину реки, и одна из деревень оказалась затопленной 15-метровым слоем воды.

*Разрушительный оползень в провинции Альберта (Канада) (1903).* Вся фронтальная часть горы объемом 30 млн м<sup>3</sup> оторвалась и понеслась вниз. Достигнув подножия, ее выбросило на противоположный склон долины до высоты 120 м. В длину этот оползень достигал 4 км. Весь процесс сползания длился менее 2 минут.

«Оползла гора от матерые стены да пошла под ту гору, на которой монастырь стоит, и с лесом вышла в Волгу сажен на 50, и инде и больше, и стали в Волге бугры великие: суда, которые стоят под монастырем на воде, и те суда стали на берегу на сухе сажен на 20 от воды и больше, и после того, как поникла гора, пошли из горы ключи великие... Потряся земля под монастырем, монахи же бежавши и сташе на горах, монастырь же и церкви совсем погебоши, токмо и остался один столп церковный».

*Оползень, происшедшего в Швейцарских Альпах (1881):* «Тогда те, кто наблюдал со сторон, увидели, как вся верхняя часть горы внезапно оторвалась от склона. Лес на ней, прежде чем быть проглоченным провалом, полег, словно пшеница на ветру. Деревья сбились в кучу подобно стаду баранов. Весь склон находился в движении – все несло вниз. Лавина стремительно

мчалась вниз, пока не достигла карьера. Тут ее верхняя часть устремилась вперед уже по горизонтали и прямо через долину понеслась на Дюниберг <...> Косой удар – и вся масса повернула вниз, на ровное плодородное дно долины, которое за считанные секунды оказалось заваленным <...> Все, кто находился на склонах, были тут же погребены, как муравьи»... (Неспойный ландшафт, 1981).

*Сарезское озеро в Восточном Памире (1911)* образовалось после землетрясения, вызвавшего обвал-оползень на участке южного склона хребта Музкол, который похоронил под собой кишлак Усой и запрудил реку Мургаб. Воды Мургаба образовали озеро на высоте 3263 м. Перед специалистами стоит проблема, как укрепить завал-плотину, как сохранить этот относительно молодой природный объект и весь природный комплекс вокруг, как правильно использовать водные ресурсы огромного озера.

## 4. СЕЛИ

Как каналы обратной связи  
Исполняя закон природы,  
Эти реки из жидкой грязи  
Переносят из гор породу.  
Ю. Б. Виноградов, 1980



Сель (селевый поток) — это 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. При движении сель представляет собой сплошной поток грязи, кам-

ней и воды. Крутой передний фронт селевой волны высотой от 5 до 15 м образует голову селя. Максимальная высота вала водогазозащитного потока иногда достигает 25 м.

«Сель» — слово арабское, означает «бурный поток». Селевые потоки возникают внезапно, когда сильные ливни или талые ледниковые воды смывают с гор в русло реки огромные массы материала, покрывающего эти склоны. Из воды и смытых камней образуется грязекаменный вал, несущийся вниз со скоростью, сметая и разрушая все на своем пути.

Для образования селевых потоков необходимо сочетание трех условий: наличие рыхлых пород, воды и уклона. Участки горных бассейнов, соответствующие таким условиям, называют селевыми очагами.

Селевой очаг — это ложбина, которая служит местом накопления рыхлой обломочной породы, способна концентрировать сток и имеет достаточный уклон. Непосредственными причинами зарождения селей служат ливни, интенсивное таяние снега, прорыв водоемов, реже землетрясения, извержения вулканов.

Всякий дождь характеризуется интенсивностью и продолжительностью. Интенсивность уныло морозящих осадков составляет около 0,01 мм/мин. Дождь, во время которого в течение минуты выпадает слой воды 0,1 мм, считается сильным, а ливень интенсивностью 1 мм/мин и выше — уже выдающимся, катастрофическим. Именно такой ливень может вызвать потоп. Для образования селевых потоков также необходимо, чтобы высокая интенсивность дождя не снижалась достаточно долго.

Когда ливни проливаются над горами, грунтовая толща насыщается водой, тяжелеет, сначала поникают травы и склоняются к земле отяжелевшие от намокшей листвы и хвои деревьев, затем отовсюду начинает сочиться влага. Подмываются и уже больше не удерживаются на месте многочисленные глыбы и камни. С большой скоростью они движутся по склону, еще больше разрушая и перемешивая грунтовую массу. Со склонов свисают струи водопадов, ото-

всюду несутся мутные пенящиеся ручьи, шум дождя сливается с грохотом водных потоков и сталкивающихся валунов и время от времени прорывается раскатами грома. В горах дожди возникают обычно во второй половине дня, когда влага под действием солнца уже испарилась. Сели возникают через некоторое время после начала ливня, как правило, вечером или ночью, в основном в июле, августе.

Другой причиной крупных селевых катастроф является прорыв временно подпруженных ледниками и моренными образованиями озер. Такие ледяные и моренные плотины недолговечны. Конечно-моренные образования представляют нагромождения рыхлообломочной породы, часто прослоенной блоками и линзами льда. В период повышения температуры воздуха лед тает, трескается, его отдельные блоки всплывают, усиливается просадка мерзлой обломочной породы, увеличивается приток талых вод в озерные котловины. Вода, постепенно воздействуя на ледяной барьер, стремится далее проложить себе путь.

Прорыв развивается стремительно, так как теплота, выделяемого за счет превышения температуры воды над температурой тающего льда, достаточно, чтобы за короткий промежуток времени выработать туннель и сбросить воду из озера. В результате при малейшем переливе воды озерная плотина может разрушиться.

Гляциальные сели наблюдались при прорыве озер, подпруженных ледниками Федченко, Медвежий (Памир), рядом ледников на Кавказе, в Альпах. Известны случаи прорыва ледниковых озер в Норвегии, Исландии, Гренландии. Гляциальные сели особенно катастрофичны, потому что, во-первых, большое количество вод, изливающихся из одного очага — высокогорного ледникового озера, — способно размывать и снести огромное количество горной породы. Во-вторых, на том немалом пути, который проходит сель, он нарастает как снежный ком. Образуются гляциальные сели тоже во второй половине дня, вечером и ночью. Им предшествует длительная жара, при которой таяние льда и ледников почти не прекращается.

Часто провоцируют возникновение селей сильные землетрясения и извержения вулканов. Сейсмогенные сели внезапны и имеют большие размеры. Особенно грандиозны потоки вулканического происхождения называются *лахарами*.

**Классификация.** По мощности селевые потоки делят на три группы: мощные (вынос более 100 тыс. м<sup>3</sup>); средней мощности (от 10 до 100 тыс. м<sup>3</sup>); слабой мощности (менее 10 тыс. м<sup>3</sup>).

Для особо крупных селей объем переносимого твердого материала (галечки, песка, камней) может достигать 180 тыс. м<sup>3</sup> с 1 км<sup>2</sup> площади.

Каждому горному району свойственны свои причины возникновения селей. Основные причины и, соответственно, типы селевых потоков представлены в таблице 5.

Таблица 5

#### Классификация селей на основе первопричин возникновения

Типы	Первопричины	Особенности и зарождения
Дождевой	Ливни, затяжные дожди	Самый массовый на Земле тип селей. Образуется в результате размыва склонов и появления оползней
Снеговой	Интенсивное снеготаяние	Происходит в горах субарктики. Связан 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

Окончание табл. 5

Типы	Первопричины	Особенности и зарождения
		снеготаяния и прорыва кратерных озер
Сейсмогенный	Сильные землетрясения	В районах высокой сейсмичности. Срыв грунтовыми масс со склонов
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

**Распространение.** В России до 20 % территории находится в селеопасных зонах. Большой Кавказ – район бурного протекания селевых процессов. Особенно активно селевые потоки формируются в Кабардино-Балкарии, Северной Осетии, Дагестане, в районе Новороссийска, Саяно-Байкальской области, зоне трассы Байкало-Амурской магистрали, на Камчатке, в пределах Станового и Верхоянского хребтов. Они также происходят в некоторых районах Приморья, Кольского полуострова и на Урале. В настоящее время их количество возросло. Памир, Алтай, Тянь-Шань, где сели возникают повсеместно и часто, есть уголки пользующиеся особой известностью. Это Заилийский Алатау, Киргизский хребет, Ферганская долина, Гиссарский хребет. На Алтае и Саянах тоже грохочут сели.

С продвижением на северо-восток грязекаменные потоки мельчают, но это частично компенсируется числом и

интенсивностью селепроявлений, мощностью селевых наносов, чему способствует мерзлота. Колоссальная полоса горных хребтов (Баргузинский, Кодар, Удокан, Становой, Джугджур, Верхоянский, Черского, Колымский, Корякский) протягивается от Байкала до Тихоокеанского побережья. Затем продолжается по ту сторону Берингова пролива, включая там хребты Аляскинский, Брукса, Маккензи, Скалистые и Каскадные горы, Сьерра-Невада и Большой Бассейн — громадные территории Северной Америки, на которой селевые процессы происходят повсеместно.

Анды Центральной и Южной Америки — выдающиеся селевые территории земного шара. Альпы настолько освоены человеком, что даже малые сели переносятся болезненно. Селевые потоки здесь разнообразны, активны и повсеместны. Не избавлены от селей острова Арктического архипелага, Гренландия и Исландия, острова Малайского архипелага и Японские острова. Практически все горные области селеопасны. Но и во многих всхолмленных местах также случаются сели.

**Поражающие факторы.** Основной поражающий фактор селей — быстрое (до 15 км/ч) перемещение огромных масс вещества и связанные с этим движением разрушительные действия грязеводных потоков, движущихся вниз, как правило, по руслам горных рек. Эти потоки могут разрушать здания, сооружения, дороги и все другое на пути своего движения. Скорость продвижения селевой массы достигает 14–30 м/с.

Сели могут быть причиной образования сложных полосных очагов поражения, которые, помимо сильных разрушений, характеризуются пожарами, затоплениями, завалами посевов, магистральных каналов оросительных систем и т. п.

**Последствия.** Селевые потоки создают угрозу населенным пунктам, железным и автомобильным дорогам и другим сооружениям, находящимся на их пути, сели разрушают и ломают все, поглощая мощными грязевыми потоками. Они размывают берега и дно русла реки, захватывают

огромные валуны, сдирают почвенный покров и нарушают растительный покров на бортах.

Селевые потоки наносят ущерб автомобильным и железным дорогам, мостам, ирригационным каналам и оросительным системам, линиям электропередач, зданиям и сооружениям в населенных пунктах, заваливают посевы и насаждения. Селевые потоки принимают активное участие в усилении водной эрозии, образовании оползней и наводнений.

**Прогноз и профилактика.** Борьба с селевыми потоками ведется с давних пор. Прогноз районов формирования селей осуществляется с использованием качественной оценки потенциальной селевой опасности территории (землетрясения, вулканическая деятельность, сложность рельефа, крутизна горных склонов, разветвленность и характер русловой сети и т. п.) и количественной оценки климатических и гидрометеорологических условий (синоптическая ситуация, климатические аномалии, затяжные дожди или снегопады и т. п.). Важнейшим фактором при прогнозировании образования селей является климатический.

Виды проводимых мероприятий весьма разнообразны, но в основном они сводятся к трем категориям, различающимся способами реализации и эффектом воздействия на природу селевых бассейнов или селевой поток. Классический и эффективный метод борьбы с селями представляет собой сложный комплекс различных организационно-хозяйственных, лесомелиоративных, гидротехнических мероприятий. Наилучший эффект дает сочетание всех категорий мероприятий, в особенности мелиоративных и технических.

К организационным относят мероприятия, направленные на снижение уровня селевой опасности путем обеспечения правильного размещения хозяйственных объектов, поддержания надежности автоматической системы оповещения населения; запрещения или регулирования рубки леса и выпаса скота на горных склонах, проведения профилактических работ. Эффективность долговременных про-

филактических мероприятий в значительной мере зависит от успешной реализации основного способа борьбы с селями — закрепления и стимулирования развития почвенно-го и растительного покрова на горных склонах.

Лесомелиоративные мероприятия направлены на регулирование поверхностного стока с помощью создания водохранилищ, сети нагорных каналов, улучшения или восстановления растительного покрова, террасирования склонов. Одним из важных разделов этого комплекса противоселевых работ является стабилизация или укрепление селевых русел системами поперечных сооружений — плотинами, каскадами ступеней.

К специальным техническим мероприятиям относят строительство защитных гидротехнических сооружений — селезадерживающих, селепропускных и селенаправляющих дамб, валов и т. п., специальных котловин для улавливания; устройств для искусственного разжижения селевого потока водой и т. п.

Селеопасность существует лишь постольку, поскольку человек стремится использовать земли, подверженные воздействию селевых потоков. Поэтому освоение гор должно сопровождаться обязательными рациональными профилактическими мерами — оповещением, активным воздействием на селевые процессы, пассивной защитой от сформированных селевых потоков. Цель оповещения — исключить жертвы и максимально снизить материальный ущерб, предотвращение которого невозможно или нерентабельно. В настоящее время разработаны системы автоматического оповещения о селевой опасности, где используются сигналы, возбуждаемые селевыми потоками.

Активная борьба с селями включает следующие мероприятия воздействия: задернение и облесение склонов, создание нагорных канав и валов, мелиорацию ледниково-моренного комплекса, спуск кратерных озер, мелиорацию очагов обводнения, отвод водного потока и другие.

Для защиты от селей возводят высокие массивные плотины, верхние бьефы которых служат селехранилищами.

Долгое время река Малая Алматинка угрожала селями окрестностям Алма-Аты. Потом на реке соорудили гигантскую плотину. Она не только защитила город, но и дала возможность построить на истоках реки высокогорный коток Медео.

При строительстве плотины в 1966 году в результате сильного взрыва в долину реки было вывален огромный объем горных пород, которые образовали плотину высотой 65 и шириной 400 м. Оказалось, что ниже плотина не смогла выдержать натиска мощного селя. Высоту плотины нарастили на 35 м. Во время сильнейшего селя в 1973 году он заполнил долину реки на три четверти высоты плотины. Чтобы избежать дальнейших катастрофических событий, принято было решение нарастить высоту плотины до 145 м.

**Правила поведения.** *Действия до схода селевого потока.* В селеопасных районах нельзя ходить по руслу реки. Идти надо вдоль русла реки по склону, поднявшись вверх на достаточное расстояние, чтобы сель не застал врасплох. Переходить горные русла лучше утром.

*Действия при сходе селевого потока.* При малейших признаках движущегося селя немедленно прекратить движение вверх или вниз. Подняться вбок и выше по склону и переждать сель в укрытии типа скального выступа и островка леса. В лучшем случае подняться на водораздел (граница между бассейнами рядом расположенных рек). По водоразделу можно двигаться даже при прохождении селя.

*Действия после схода селевого потока.* Если сель прошел, не спешите покинуть безопасное место. Лучше всего остаться до утра, если сель прошел вечером. Избегайте двигаться по свежим осыпям, оползающим участкам склонов, по краям береговых откосов. В горах такие участки очень подвижны. Лучше двигаться по устойчивым склонам, гребням и седловинам, даже если путь при этом окажется немного длиннее.

*В июле 1963 года недалеко от Алма-Аты* в жаркий июльский полдень от сильного таяния ледников и горных снегов в высокогорной зоне образовался селевой

поток. При движении вниз на своем пути он встретил озеро Иссык, которое возникло несколько тысячелетий назад вследствие грандиозного оползня скальных пород правобережного склона реки Иссык (площадь зеркала озера составляла 90 га, глубина — до 50 м). Грязекаменный вал обрушился в это озеро, вытеснив из него огромные массы воды. Через 15—20 минут все стихло. Но через полчаса после первого вала прошел такой второй, потом третий <...> Селевые валы шли один за другим, пока не вытеснили всю воду из озера, которое в этот день прекратило свое существование. Те, кто после первого вала поднялся на склоны окружающих озеро Иссык гор, остались невредимы. Кто пренебрег опасностью и не покинул опасную зону, погиб. Весь объем воды озера был сброшен в русла горных рек. Наводнение опустошило нижерасположенную горную долину, разрушило ряд предприятий и 175 жилых домов в г. Иссык.

*Большой сель прошел по долине реки Баксан на Северном Кавказе (1940).* Он вынес около 3 млн м<sup>3</sup> твердого материала. Поток перемещал крупные валуны. Многие из них были более метра в диаметре. Весной 2000 года селевой поток уничтожил большую часть города Тырнауз на Северном Кавказе. Это стихийное бедствие сопровождалось значительными человеческими жертвами.

*Памир. Малая Алматинка (1921).* Из бокового притока реки Гунт вырвался сель. Масса переносимого грязекаменного материала превышала сотни тысяч кубических метров. Вместе с глыбами и обломками твердых пород поток нес вырванные с корнем деревья. В течение нескольких минут сель перекрыл русло горной реки. Выше этой плотины, состоящей из глины, песка и обломков горных пород, стала накапливаться вода, и в течение трех суток образовалось озеро длиной более 2,5 км.

«Рев воды, гул перекачиваемых камней, треск разрушаемых зданий, грохот сдираемых железных крыш, огромные искры от сталкивающихся камней еще издали предупреждали о приближении ее. И вот

лавины, состоящая из воды, грязи, гальки, огромных валунов, стволов деревьев и обломков разрушенных зданий, ринулась на город <...> По руслу Алматинки и по улицам города плыли целые дома, и крики о помощи уносимых людей придавали особую жуткость картине всеобщего разрушения <...>

Когда утром жители города стали подходить к местам разрушения, то впечатление от увиденного было потрясающим. Молча стояли они, совершенно подавленные, стараясь припомнить, что же было раньше на месте лежащего перед ними каменного хаоса или преграждающей путь глубокой промоины» [7].

## 5. СНЕЖНЫЕ ЛАВИНЫ

Здесь вам не равнина,  
Здесь климат иной,  
Идут лавины одна за другой,  
И здесь за камнепадом идет  
камнепад.  
*В. С. Высоцкий*

! | 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, лавина быстро набирает скорость, захватывая по пути все новые снежные массы, камни и другие предметы. Движение продолжается до более пологих участков или дна долины, где она тормозит и останавливается. Или падает со склонов гор под воздействием силы тяжести.

Лавины часто угрожают населенным пунктам, спортивным и санаторно-курортным комплексам, железным и автомобильным дорогам, линиям электропередачи и другим хозяйственным сооружениям.

**Классификация.** По характеру движения и в зависимости от строения лавинного очага различают следующие три типа лавин: лотковые, осовые, прыгающие. Лотковая лавина 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 резко возрастающей крутизной. Встретив крутой уступ, лавина отрывается от земли и продолжает движение по воздуху в виде огромной струи, скорость которой особенно велика.

Лавины образуются при достаточном снегонакоплении и на безлесных склонах крутизной от 15 до 50°. При крутизне более 50° снег просто осыпается, поэтому не возникают условия к образованию снежной массы. Оптимальные ситуации для возникновения лавин складываются на заснеженных склонах крутизной 30–40°. Там лавины сходят тогда, когда слой свежеснежавшего 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. Таким образом, с увеличением крутизны склонов возрастает вероятность образования лавин. Кустарниковая растительность не является препятствием для схода.

**Распространение.** Лавины — явление, характерное для горных районов. На территории России такие стихийные бедствия чаще всего 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, лавины вызывают частые перебои в движении поездов на Южно-Сахалинской железной дороге.

**Поражающие факторы.** Лавина — это сравнительно быстро образующиеся и проходящие стихийные бедствия.

Основной поражающий фактор — стремительно передвигающийся по горным склонам поток различных модификаций снега.

Поражающая способность лавин различна. 10-метровая лавина уже представляет опасность для человека и легкой техники. Крупные лавины в состоянии разрушить капитальные инженерные сооружения, образовать трудно- или непреодолимые завалы на транспортных трассах.

Скорость является одной из основных характеристик движущейся лавины. В первую очередь она зависит от вида снега, формирующего лавину. Скорость сухих лавин может достигать 100 м/с; мокрых — 10–20 м/с. В отдельных случаях она может составлять 100 м/с.

Сила удара лавины варьирует от 5 до 50 т/м<sup>2</sup> (удар в 3 т/м<sup>2</sup> вызывает разрушение деревянных строений, а 10 т/м<sup>2</sup> вырывает с корнем взрослые деревья). К второстепенным факторам относят воздушную волну, которая может появиться при больших скоростях потока, как правило, на высотах более 2500 м.

Повторяемость схода лавин является важной временной характеристикой лавинной деятельности. Различают среднемноголетнюю и внутригодовую повторяемости 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.

Дробясь о мрачные скалы,  
Шумят и пенятся валы,  
И надо мной кричат орлы,  
И рошчет бор,  
И блещут средь волнистой мглы  
Вершины гор.  
Отголь сорвался раз обвал,  
И с тяжким грохотом упал,  
И всю теснину между скал  
Загородил,  
И Терек могучий вал  
Остановил.

Вдруг, истощась и присмирив,  
О Терек, ты прервал свой рев;  
Но задних волн упорный гнев  
Прошиб снега...  
Ты затопил, освирепев,  
Свои берега.

И долго прорванный обвал  
Немалой грудой лежал,  
И Терек злой под ним бежал,  
И пылью вод  
И шумной пеной орошал  
Ледяной свод...

А. С. Пушкин «Обвал» (отрывок)

### Практические задания

1. В горных районах наблюдаются обвалы, оползни, сели, снежные лавины. Чем они отличаются друг от друга? Можно ли утверждать, что в основе их образования лежат одни и те же причины?

2. Назовите причины и факторы, способствующие возникновению перечисленных выше событий. Классифицируйте их.

3. Продолжите фразу: «Оползни оказывают отрицательное экологическое действие на окружающее пространство. Они наносят вред \_\_\_\_\_».

✦ Перечислите последствия их проявления для природы и человека.

4. Расскажите о событии, о котором идет речь в стихотворении А. С. Пушкина «Обвал».

✦ Что стало причиной?

✦ Какие последствия, опасные для человека, может иметь место в результате этого события.

5. Из летописи:

«Поверх монастыря на горе оказалась расселина великая, а монастырь стоял в полугоре, и начала осыпаться со зрелым хлебом, и бысть шум и треск велик в лесу... Прошла она гора под монастырь землю, и вышла в Волгу-реку и оказалась буграми, в

которые струги под монастырем были на Волге реке, те стали на сухом берегу от воды в дальнем расстоянии».

✦ Перепишите текст современным русским языком. Сопроводите его лексическим словарем.

✦ О каком явлении повествуется в летописи? Какое событие отражено в ней?

✦ Какими природными и антропогенными факторами вызываются оползни на берегах Оки и Волги? Какими социальными и экологическими последствиями они сопровождаются?

✦ Опишите последствия оползневых опасных явлений, подтвердив документально фактами из жизни.

6. Разработайте модель экологического вестника «Опасные геологические явления в Нижегородской области», опираясь на фактические материалы о событиях и явлениях XX века.

7. Прочтите текст и выполните задания:

✦ Какое явление описано в данном фрагменте? Подтвердите это фактами и выражениями, имеющимися в тексте.

✦ Восстановите в графической форме этапы возникновения и развития этого явления.

«Лето выдается дождливым. Сильные и морозящие дожди сменяют друг друга. Почва обильно наполнена водой. И вот в довершение всего на склоны гор обрушивается ливень.

Грунтовая толща насыщается, тяжелеет, особенно вдоль тальвегов, по низинам. И вдруг где-то там в недрах Земли неожиданно раздаётся утробный чавкающий звук, как бы глубокий вздох земли, и с этого момента события разворачиваются с головокружительной быстротой.

Вздрагивает громадный участок склона — центральная часть широкой ложбины. Чудится какое-то неестественное шевеление, и уже мелькают отдельные земляные блоки с нетронутой луговой поверхностью, или кустами, или уже падающими деревьями, верхушки которых выписывают замысловатые траектории. Следующий миг! Кольшущаяся грунтовая масса, ключья трав, ветки и обломки древесных стволов. Ещё мгновение! И уже оползает и



осыпается мокрая порода по свежим откосам вырванной в склоне хребта как бы дымящейся глубокой ниши.

А внизу, непрерывно меняя очертания, несется вал грязевой плазмы, как кара небесная, ворвавшийся в зеленую долину...».

**8.** Известный швейцарский геолог, знаток Альп А. Гейм с волнением говорил:

«Бегство, своевременное бегство от таких природных явлений — это не малодушие. Сопrotивляться им — это тупоумие или безумие. Спастись бегством вовремя и в нужном направлении, и лучше сделать сто шагов лишних, чем не добежать на один шаг, и потерять лишние дни и недели, чем опоздать на одну минуту!»

✦ От чего предостерегает А. Гейм?

✦ На основе текста составьте рекомендации для туристов, отправляющихся в горы.

**9.** «Когда землетрясение происходит в гористой или холмистой местности, любой материал, который находится в состоянии неустойчивого равновесия, начинает двигаться вниз». — писал канадский сейсмолог Дж. Ходжсон в книге «Землетрясения и строение Земли».

Продолжите фразу рассказом (10–12 предложений) о причинах и последствиях этого движения. Рассказ может иметь любую литературную форму (художественного, публицистического, научно-популярного, философского типа и др.).

**10.** «Ландшафт представлялся зловещим, искалеченным, инопланетным. Это вздымающиеся утесы, зазубренные гребни, обрывы. Шрамы и язвы на склонах, нависающие глыбы, в любой момент готовые сорваться вниз, серые, красные, желтые или черные осыпи, обратившиеся в руины готические замки, крепостные стены и башни.

Ночью это — место, откуда ближе до звезд, где несущиеся камни вычерчивают на скалах свой огненный след, где грохот обвала будит гулкое эхо, и тогда кажется, что громоподобно звучит само пространство.

А когда все стихнет и вершины гор вновь соприкоснутся с космосом, то очаг снова оцепенеет. В этом оцепенении таится

угроза. Очаг ждет своего часа, когда все вокруг будет разбужено, и неживой мир воды и камня содрогнется и напомним о себе человеку» [7].

Ландшафт создается природой, ей же изменяется. Восстановите историю развития описанного.

✦ В результате каких природных событий ландшафт приобрел такой современный вид?

✦ Какие опасности для человека скрываются в нем?

## ОПАСНОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА



### 1. НАВОДНЕНИЯ

История заселения многих речных долин и устьевых участков равнинных рек — это одновременно печальная летопись драматической борьбы человека с водной стихией.

*С. Гинко «Катастрофы на берегах рек»*



Наводнение — различное по длительности временное затопление водой местности, населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов в результате природных и антропогенных причин.

Наводнения — наиболее распространенные опасные природные явления. Они составляют 40 % всех стихийных бедствий природного происхождения. Среди природных катастроф наводнения по повторяемости, площади распространения и суммарному среднему годовому материальному ущербу это стихийное бедствие занимает первое место в ряду стихийных бедствий. По данным ЮНЕСКО, за последнее столетие от них погибли 9 млн человек. На-

воднения происходят во все сезоны года и повсеместно. От них страдают жители речных долин и морских побережий, горных районов и даже пустынь. Большая опасность заключается и в том, что часто они начинаются внезапно, люди не успевают к ним подготовиться.

**Причины.** Наводнения являются следствием естественных причин и разнообразной хозяйственной деятельности человека, поэтому они представляют собой как явление природы, так и явление социальное.

**Основные естественные причины наводнений** — гидрологические явления (паводки и половодья, затяжные дожди и ливни, особенности зимнего режима рек, нагонные явления на реках, а также оползни, сели и обвалы в горных долинах и др.).

**Половодья и паводки.** Половодьем называют ежегодно повторяющееся в один и тот же сезон существенное повышение водоносности рек, сопровождающееся повышением уровня воды в реке.

Причина и время половодья зависят от географического расположения реки и связаны с притоком воды в речное русло в результате таяния снега на равнинах, таяния снегов и ледников в горах, выпадения сильных дождей во время летних муссонов. Во время весеннего снеготаяния реки умеренного пояса разливаются на равнинах. При этом уровень воды в них поднимается на 2–20 м, а ширина затопляемой территории достигает многих километров. Особо тяжелые последствия имеют половодья в долинах высокогорных районов, если период таяния снега и льда в горах совпадает с таянием снега в долинах. К значительному увеличению половодья могут привести весенние дожди, когда пик весеннего половодья совпадает с пиком весеннего паводка.

Таким образом, половодье может принять катастрофический характер, если инфильтрационные свойства почв уменьшились за счет перенасыщенности ее влагой из-за обильных дождей, или после очень снежной зимы, или глубокого промерзания в суровую зиму.

*Паводками* называют ежегодные кратковременные подъемы воды в реках, вызываемые дождями. Они могут повторяться несколько раз. Обычно паводки наблюдаются во время интенсивных и продолжительных дождей. Особенно тяжелые последствия вызывают ливневые наводнения на равнинных территориях. Подъемы воды могут наблюдаться и в зимнее время в связи с зимними оттепелями и дождями. Частота и интенсивность паводков зависят от частоты и интенсивности дождей в весенне-осенний период или оттепелей зимой. Особо опасны паводки, связанные с ливнями циклонального происхождения. Наиболее мощные ливни приносят тропические циклоны, характеризующиеся неожиданностью их начала и конца, значительной интенсивностью и кратковременностью.

В нашей стране от дождевых паводков страдают практически все регионы. На Дальнем Востоке на реках Амур, Уссури, Бурея и других наводнения, вызываемые паводками, происходят практически ежегодно. Национальным бедствием являются паводки для жителей Китая и Индии. Самым катастрофическим наводнением считается паводок 1931 года в бассейне Янцзы. Под водой оказались 300 тысяч км<sup>2</sup>, из них более 5 млн га составляли сельскохозяйственные угодья. Погибли 140 тысяч человек. В последние десятилетия фиксируются сильные паводки на реках Западной Европы.

*Заторы и зажоры льда на реках.* *Затор* — это многослойное скопление льда в русле, ограничивающее течение реки и вызывающее подъем уровня воды на заторном участке реки. В результате происходит ее разлив. Затор происходит во время ледохода и обычно образуется в конце зимы и в весенний период при вскрытии рек во время разрушения ледяного покрова. Состоит в основном из крупных льдин.

Мощные и частые заторы льда присущи рекам, текущим с юга на север, у которых вскрытие происходит сверху вниз по течению: Северная Двина, Печора, Лена, Енисей, Иртыш. Ледоход на верхних, южных участках начинается гораздо раньше, чем в устье. Кромка не растаявшего льда

играет роль преграды. Неравномерность замерзания и вскрытия, обусловленная значительной протяженностью рек, приводит также к образованию ледяных заторов — наледей. Вода, поступающая с еще не замерзших осенью или уже освободившихся ото льда весной верховий, сталкивается с промерзшими до дна участками низовий, накатывается на них и в условиях отрицательных температур замерзает, образуя огромные плотины из монолитного льда. При потеплении процесс образования наледи прекращается, однако ледяные дамбы стаивают медленно, и вода, не имея возможности двигаться вниз, выходит из берегов.

*Зажор* — явление, сходное с затором льда. Однако, во-первых, зажор состоит из скопления рыхлого льда (шуга, небольшие льдинки), тогда как затор есть скопление крупных и, в меньшей степени, небольших льдин. Во-вторых, зажор льда наблюдается в начале зимы, в то время как затор — в конце зимы и весной. Зимой движение воды в реках происходит подо льдом. Скорость воды играет большую роль в процессе льдообразования. Большая скорость течения способствует охлаждению воды по всей глубине. Если температура воды в водном потоке понизится хотя бы на сотую долю градуса ниже нуля, то в воде возникает внутриводный лед, который, всплывая на поверхность, образует рыхлые скопления — шугу. При устойчивой морозной погоде процесс шугообразования происходит непрерывно. С появлением сплошного ледяного покрова на реке этот процесс прекращается. Однако шуга, образованная ранее, может всплывать под ледяным покровом, задерживаясь и нарастая у кромки льда. Образуется зажор, вызывающий затопление прилегающей местности. Такие наводнения наблюдаются в осенне-зимний период на реках Нева, Ангара, Енисей и др. По частоте зажорных наводнений и величине подъема воды первенство принадлежит Ангаре и Неве — рекам, вытекающим из озер.

*Нагоны* — подъем уровня воды, вызванный воздействием ветра на водную поверхность. Такие явления случаются в морских устьях крупных рек, а также на пологих участ-

ках побережья больших озер и водохранилищ. Главным условием возникновения служат приливы, сильный и продолжительный ветер, характерный для глубоких циклонов. Сильные ветры при прохождении циклонов вызывают усиленное движение морских вод в сторону наветренного берега за счет механического воздействия ветра на водную поверхность и образования на ней уклона в сторону берега. Наблюдается значительный подъем уровня воды.

Вторым условием возникновения наводнения является низкий и пологий берег (ниже уровня моря). В таком случае подъем уровня воды приводит к очень большим затоплениям. В устьях рек, имеющих небольшой уклон в сторону моря, нагонные волны распространяются вверх по течению. Нагон как бы подпруживает реку в нижнем течении, вызывая затопление.

Самые высокие на земном шаре ветровые нагоны происходят на побережье Индии. Крупнейшее нагонное наводнение произошло в дельте Ганга в 1970 году. Причиной его был циклон. Гонимая штормовым ветром 10-метровая волна повернула вспять реку. Вышедшая из берегов вода Ганга затопила территорию около 20 тысяч км<sup>2</sup>. С лица земли были снесены десятки городов и сотни деревень, число жертв составило около 1,5 млн человек. Сотни тысяч людей умерли от голода и вспыхнувших эпидемий холеры и тифа.

В России нагоны проявляются на озерах Чудском, Онежском, Байкал, на Азовском и Каспийском морях, в устьях рек Северной Двины, Невы. Наиболее разрушительные нагонные наводнения отмечались в Санкт-Петербурге. Одним из самых трагических был нагон в 1824 году, описанный Александром Пушкиным в поэме «Медный всадник».

*Речные наводнения* делят на следующие виды:

✦ *Низкие* (малые) наводнения наблюдаются на равнинных реках. Повторяются примерно один раз в 5–10 лет. Эти наводнения почти не нарушают жизни населения близлежащих к реке районов.

✦ *Высокие* наводнения сопровождаются значительным затоплением, охватывают сравнительно большие участки речных долин и иногда существенно нарушают хозяйственный и бытовой уклад населения. Такие наводнения наблюдаются один раз в 20–25 лет.

✦ *Выдающиеся* (большие) наводнения охватывают целые речные бассейны, парализуют хозяйственную деятельность, резко нарушают хозяйственный и бытовой уклад населения, наносят большой материальный и моральный ущерб. Такие наводнения повторяются примерно один раз в 50–100 лет.

✦ *Катастрофические* наводнения вызывают затопление громадных территорий в пределах одной или даже нескольких речных систем. Такие наводнения случаются не раньше одного раза в 100–200 лет и формируются, как правило, в бассейнах, где преобладают взаимные подпоры рек при одновременном и интенсивном весеннем половодье. Они приводят к длительным нарушениям хозяйственной и производственной деятельности, гибели людей и материальных ценностей.

*Завальные наводнения* происходят в результате обвалов, оползней, селей на склонах гор или возвышенностей. Образованные в результате обвалов, осыпей или лавин естественные дамбы перегораживают русла рек. Наводнения могут возникнуть или в результате ограниченности движения воды в русле реки, или в результате прорыва подпруженной реки. Очень опасны высокогорные озера, подпруженные ледниками. Плотины, сложенные льдом, весьма недолговечны. Прорыв такой плотины возможен в довольно короткий срок. В Таджикистане на высоте около 3500 м над уровнем моря находится Сарезское озеро. Оно образовалось в результате горного обвала, перегородившего русло реки Мургаб. Это горное озеро висит над речной долиной, словно чудовищная грозовая туча. За ним ведутся непрерывные наблюдения.

*Цунами* – еще одна причина возникновения наводнения. Наводнения, порождаемые цунами, характеризу-

ются неожиданностью, цикличностью, быстротечностью и колоссальной разрушительной силой. Из-за трудности определения эпицентра и большой скорости передвижения цунами часто оказываются неожиданными, население — неподготовленным.

**Антропогенные причины** наводнений связаны с хозяйственной деятельностью человека. Их можно разделить на прямые и косвенные. К косвенным относятся те виды деятельности, которые проводятся в речных бассейнах, долинах, поймах и руслах и могут вызвать изменения в их водном режиме. Это сведение лесов, осушение болот, неправильная распашка склонов, нерациональное освоение пойм, промышленная и гражданская застройка и др. Прямые антропогенные причины приводят непосредственно к большим затоплениям и связаны с проведением различных гидротехнических мероприятий и разрушением плотин, а также с неправильным проведением паводкозащитных мероприятий.

Наводнение может произойти и в результате гидродинамической аварии, связанной с выходом из строя (разрушением) гидротехнического сооружения или его части и неуправляемым перемещением больших масс воды, которые несут разрушения и затопление обширных территорий. К основным гидротехническим сооружениям относят плотины, водозаборные и водосборные сооружения (шлюзы). Разрушение гидротехнических сооружений происходит в результате действия сил природы (землетрясений, ураганов) или воздействия человека (например, нанесение ударов ядерным или обычным оружием по гидротехническим сооружениям), а также из-за конструктивных дефектов или ошибок проектирования.

**Поражающие факторы наводнения** — затопление территорий слоем воды различной толщины, высота и длительность стояния максимального уровня вод; скорость нарастания уровня и расхода вод; смыв грунта в зонах затопления; заражение и загрязнение местности; наносы, переносимые водой и откладывающиеся на затопленной мест-

ности (в ряде районов это явление относят к позитивным факторам).

**Последствия.** Наводнения ухудшают санитарно-гигиеническое и санитарно-эпидемиологическое состояние обширных районов. Волны, образующиеся при внезапных наводнениях идвигающиеся с огромными скоростями, могут перемещать валуны, вырывать деревья, разрушать здания и мосты, прорывать новые русла.

Причиняемый наводнениями ущерб в основном подразделяется на прямой и косвенный. Прямой — это ущерб от повреждений и разрушений жилых и производственных зданий, железных и автомобильных дорог, линий электропередачи и связи, гибели скота и урожая, уничтожения и порчи сырья, топлива, продуктов питания, кормов, а также затрат на временную эвакуацию населения и материальных средств, расходов на спасательные и восстановительные работы.

К косвенному ущербу обычно относят затраты на приобретение и доставку в пострадавшие районы продуктов питания, строительных материалов и кормов для скота, расходы на освоение новых сельскохозяйственных земель взамен выбывших из оборота в результате затопления, на переселение людей, на медицинское обслуживание при возникновении инфекционных заболеваний. Сюда же относят убытки от непроизведенной промышленной и сельскохозяйственной продукции, от невыполнения транспортных перевозок, ухудшения условий жизни населения и т. п. В большинстве случаев прямой и косвенный виды ущерба выражены в процентном соотношении 70:30. По данным ЮНЕСКО, в XX веке в мире от наводнений погибли 9 млн, в то время как от землетрясений и ураганов — 2 млн человек. В некоторых странах среднегодовые убытки от наводнений составляют до 15 % валового продукта.

На величину ущерба от наводнения оказывают влияние следующие факторы:

- ✦ состояние службы прогнозирования;
- ✦ наличие и состояние гидротехнических сооружений;

✦ степень заселенности, промышленной и сельскохозяйственной освоенности речных долин и пойм.

Основные показатели последствий наводнения:

- ✦ численность населения в зоне затопления;
- ✦ количество погибших, раненых, оставшихся без крова людей;
- ✦ количество населенных пунктов, попавших в зону затопления;
- ✦ количество жилых домов и зданий социально-культурного назначения, памятников истории и культуры;
- ✦ протяженность железных и автомобильных дорог, линий электропередачи, связи, других коммуникаций, оказавшихся в зоне затопления;
- ✦ площадь затопления сельскохозяйственных угодий;
- ✦ количество погибших сельскохозяйственных животных.

Тенденция к росту ущерба от паводков характерна как для нашей страны, так и для многих стран мира. Это связано с тем, что темпы освоения затопляемых территорий значительно опережают темпы строительства сооружений для защиты, а сумма ущерба от наводнений на реках превышает сумму эффекта, достигаемого в настоящее время от строительства защитных сооружений.

**Прогноз и профилактика.** Достаточно просто спрогнозировать масштаб наводнения, но предсказать момент его наступления, даже при наличии достаточного количества данных о расходах и уровнях воды в реке, на длительный период очень сложно.

Точность прогноза наводнения увеличивается при получении надежной информации о количестве и интенсивности осадков, уровне воды в реке, запасе воды в снеговом покрове, изменениях температуры воздуха, состоянии почвогрунтов на отдельных участках и водосборе в целом, долгосрочном прогнозе погоды и т. п. Заблаговременность прогноза наводнения может колебаться от нескольких минут (в условиях ливневых осадков в верховьях малых рек) до нескольких суток и более (в низовьях больших рек).

Современный взгляд на проведение профилактических мероприятий включает использование как регуляционных (смягчающих), так и превентивных мер защиты от наводнений.

Первый подход предполагает выполнение строительных работ, направленных на то, чтобы или приспособить водный поток в период паводка к размерам русла, или привести русло в соответствие с силой этого потока.

Второй подход направлен на уменьшение неизбежного ущерба, причиненного высокой водой. Для этого необходимо целенаправленно и умело использовать пойменные районы.

Спасательные операции в случае опасных паводков включают оповещение, эвакуацию людей и материальных ценностей, проведение аварийно-спасательных и ремонтно-восстановительных работ, санитарно-гигиенических и эпидемиологических мероприятий, оказание неотложной помощи пострадавшим и т. п.

В случае угрозы наводнения создаются паводковые комиссии. Совместно с органами управления ГО ЧС они решают следующие задачи:

- ✦ проверка дамб и плотин, различных специальных средств;
- ✦ информирование населения о необходимости принимать те или иные меры;
- ✦ организация инженерных работ (рытье водоотводных каналов, возведение насыпей, дамб). К таким работам привлекаются строительные организации, службы и формирования ГО, местные войсковые части.

**Профилактика.** Все защитные мероприятия делятся на инженерные и неинженерные. Под инженерными понимаются мероприятия, направленные на регулирование, задержание или отвод максимального стока с целью предотвращения наводнения при помощи искусственных сооружений. К ним относятся:

- 1) аккумулярование стока в водохранилищах, проведение в период паводков аварийного сброса в них;

2) отвод стока из реки в специальные водоемы-накопители;

3) обвалование берегов – строительство вдоль берегов насыпей, валов, дамб;

4) углубление, расширение или спрямление русел рек с целью увеличения их пропускной способности;

5) создание систем ливневой канализации;

6) искусственное регулирование ледовых явлений и др.

Неинженерные мероприятия заключаются в приспособлении деятельности к природным условиям с целью снижения ущерба, в уменьшении максимального стока и ликвидации антропогенных причин, ведущих к усилению наводнений. Главная роль защиты отводится регулированию землепользования на поймах и водохранилищах. Прежде всего это подразумевает ограничение или полное запрещение деятельности, в результате которой возможно усиление наводнения, которыми в период наводнения наносится наибольший ущерб. В качестве неинженерных мер рассматриваются создание систем предупреждения и сигнализации, прогнозирование наводнений, повышение уровня знаний населения об угрозе наводнений.

При получении предупреждения о наводнении необходимо действовать быстро, так как на спасение могут остаться считанные минуты; покинуть районы, которые могут быть затоплены; не пытаться переходить поток воды вброд, если она выше колен.

В феврале 1962 года 12-балльный шторм, свирепствовавший в Северном море, обрушил огромные массы воды на берега Западной Германии. Морская вода ворвалась в устья рек и заставила их течь обратно. В результате воды рек и моря проникли в глубь суши примерно на 100 км, заливая все на своем пути. Под водой оказались города Гамбург, Бремен, Куксхафен и все окрестные населенные пункты. Вода разрушила железные и автомобильные дороги, линии электропередачи и связи, газопроводы, смыла и разрушила сотни жилых построек. Большой ущерб был нанесен промышленным предприятиям. Более тысячи

людей остались без крова, 400 человек погибли в домах, не успев из них выбраться. Наводнение нанесло материальный ущерб в несколько миллиардов марок. В спасательной операции, помимо полиции и специальных подразделений, принимали участие 25 тысяч солдат, 100 вертолетов. Шторм одновременно вызвал наводнение в Англии и других приморских странах Западной Европы. В районе, примыкающем к устью Темзы, волна высотой 2,5 м унесла свыше 300 человеческих жизней. В Голландии лавина воды четырехметровой высоты, пришедшая с моря, не только повернула течение рек, но разрушила защитные дамбы и опустошила юго-запад страны, погубив 1800 человек.

*Наводнение в Южном федеральном округе (2002).*

В результате наводнения погиб 91 человек, в том числе 47 – в Ставропольском крае, 31 – в Краснодарском, 6 – в Карачаево-Черкессии, 6 – в Северной Осетии, 1 – в Кабардино-Балкарии. Пострадали 343 населенных пункта, в которых разрушено 7 519 домов полностью и повреждено 45 733 дома. Общее число пострадавших – 329 413 человек. Эвакуированы 101 911 человек, из которых вернулись 38 777 человек.

Более всего пострадал Новокубанский район Краснодарского края. Общая площадь затопления составила более 200 км<sup>2</sup>. В зоне чрезвычайной ситуации оказались более 600 тысяч человек или 76 % населения. Затоплено 6 747 жилых домов, 18 300 хозяйственных построек, 186 предприятий сельского хозяйства, промышленности, строительства, транспорта, связи, образования, культуры и торговли, 14 800 садов и 5 678 приусадебных участков.

Значительно повреждены объекты жилищно-коммунального хозяйства, водоснабжения, разрушены 8 мостов, 186 километров дорог, улиц и тротуаров, 63 километра водопроводных, канализационных, газовых и телефонных сетей, 97 опор электро- и радиопередач, огромное количество домашнего имущества, скота и животных. Общий ущерб составил около 1 млрд рублей, без крова и средств к существованию остались более 16 000 человек.

## 2. ЦУНАМИ

Вода неслась со страшной силой,  
Столбы сметая и дома.  
Как лодки, плавали машины,  
И падали деревья, как трава.  
П. Маньковский «Цунами»  
(отрывок)

! Цунами — гравитационные волны большой силы, возникающие на поверхности океанов и морей.

Термин «цунами» пришел из японского языка и дословно означает «большая волна в заливе». Цунами возникают во время землетрясения в море или океане, когда создаются условия для образования в толще воды мощных волн. Эти волны расходятся во все стороны от эпицентра, который представляет собой проекцию гипоцентра — условного центра очага землетрясения — на поверхность морского дна. Там возникают напряжения и деформации горных пород, которые приводят к разрывам и высвобождению накопившейся энергии.

Цунами возникают во время землетрясений (моретрясений), извержения подводных вулканов, подводных обвалов или оползней; вибраций дна в результате подводных взрывов крупных ядерных устройств и др. Чаще всего цунами связаны с землетрясениями.

Но не всякое землетрясение вызывает цунами. Гигантская волна образуется, когда происходит внезапное, очень резкое смещение океанского дна, и особенно при мгновенном взбрасывании (подъеме) одного из крыльев тектонического разрыва.

Максимальная амплитуда волн возникает тогда, когда смещение пород происходит на глубине 10 км. Мгновенное смещение дна вызывает одновременный подъем всей толщи воды и волны поверхности, расходящиеся в стороны со скоростью до 600—800 км/ч. В открытом океане эти волны можно не заметить: у них большая длина, расстояние

между гребнями достигает 100—150 км, а высота всего несколько метров.

Разрушительная сила цунами зависит от интенсивности породивших их землетрясений, расстояний от места их возникновения до берега, протяженности очага и первоначальной высоты волны, от особенностей рельефа дна на пути распространения волны и конфигурации береговой линии. Особую опасность представляют собой суживающиеся, с уменьшающимися глубинами бухты и проливы, в которых происходят значительное уменьшение глубины и увеличение высоты волны. В случае низменного побережья волна захватывает большие участки суши, сметая все на своем пути. Высота волны уменьшается только в закрытых расширяющихся бухтах с узким входом. Дело в том, что энергия волны распределена так, что в результате трения верхняя часть толщи воды перемещается с большей скоростью, чем нижняя. При приближении к берегу уменьшаются как скорость движения волны, так и ее длина. Когда нижняя часть волны начинает тормозить, волна вырастает, увеличивая свою высоту.

На гребне растущей волны появляется белый бурун, и она приобретает асимметричную форму: внутренняя сторона вогнутая и крутая, а внешняя, обращенная в сторону океана, более пологая. У волны цунами гребень венчается гигантским буруном, а она всей массой огромной водяной стены обрушивается на берег.

**Распространение.** Отмеченное за 2,5 тысячи лет пространственное распределение показывает, что цунами характерны только для Тихого, Атлантического океанов и Средиземного моря. За этот период зарегистрировано 355 случаев цунами. Основной район, где появляются цунами, — побережье Тихого океана (до 80 % всех случаев). При этом на долю Японии и Гавайских островов приходится более 197 случаев. Из 99 цунами, происшедших в Японии с 687 года, сильными, сопровождающимися разрушениями береговых сооружений, оказались лишь 17. Среди 14 цунами, отмеченных на Курильских островах и на Кам-



чатке с 1737 года, только четыре оказались сильными и причинили разрушения постройкам и населенным пунктам, расположенным на берегу океана.

При взрыве вулкана Кракатау в Зондском проливе между островами Ява и Суматра в 1883 году гигантская волна смыла в море более 36 тысяч человек. В 1933 году у побережья Санрику в Японии цунами высотой 24 м были смыты 3000 жителей. В 1952 году цунами высотой 18 м разрушили город Северо-Курильск, расположенный на острове Парамушир.

**Поражающие факторы.** Основные поражающие факторы цунами: высота, скорость и сила распространения волн при обрушении их на побережье, а также внезапность возникновения и неограниченная дальность их распространения.

Волны образуются как в толще океана, так и на его поверхности и достигают берега с периодом от 5 до 90 минут. Длина цунами составляет 150–300 км. Скорость их распространения зависит от глубины и достигает 1000 км/ч.

В открытом море цунами почти не заметны. Но добежав до мелководного континентального шельфа, волна становится выше, вздымается, высота гребня растет. В зависимости от рельефа побережья волны могут достигать 40-метровой высоты и распространяться в глубь суши на расстояние от 3 до 10 км, а уходя обратно с берега в океан, образовывать сильные течения. Высота и скорость движения волн возрастают при входе в узкие и глубокие бухты, а также при отражении волн от крутых берегов, особенно при значительной глубине прибрежных районов. На отлогих берегах образование гребня происходит вдали от береговой черты, и волны опрокидываются на береговой отмели, вследствие чего еще до выхода на берег теряют свою силу, высоту и скорость.

**Последствия.** Бурлящая вода стремительно мчится вперед, сметая все на своем пути. Если волна входит в узкий залив, то ее высота и сила возрастают в несколько раз. Постепенно ее сила иссякает, и вода начинает свой обратный

бег к океану, увлекая за собой любые плавающие предметы, автомобили, животных и людей.

Вторичные последствия цунами в значительной степени связаны с подтоплениями, затоплениями, разрушениями прилегающих к берегу земель (что означает и засоление почвы), зданий, предприятий и т. п. Мощные потоки воды далеко продвигаются в глубь суши по долинам рек, смывая мосты и вызывая оползни. Для цунами, как для большинства стихийных бедствий, характерно увеличение риска пожаров, химических и других загрязнений (последствия промышленных разрушений).

**Прогноз.** Эффективность прогноза и оповещения о приближении цунами зависит от точности прогноза координат эпицентра, силы и продолжительности подводных землетрясений или взрывов вулканов, обуславливающих образование цунами. День и час возникновения землетрясения и как следствия — цунами предсказать в принципе нереально, так как этот процесс нелинейный. Но можно установить районы, где риск землетрясения и цунами велик, то есть провести сейсмическое районирование.

Как было сказано выше, основное место возникновения цунами — это Тихий океан, на периферию которого приходится более 80 % всех случаев. Огненное кольцо Тихого океана характеризуется большим количеством действующих вулканов, частыми сильными землетрясениями, горным рельефом и цепочкой глубоководных желобов. В этих местах происходит погружение тяжелых холодных океанических плит под более легкие и высоко расположенные континентальные, что и приводит к возникновению описанных событий.

По координатам эпицентра землетрясения, используя карты изохрон, возможно определить расчетное время добегания цунами до любой точки океана или побережья. Его продолжительность может меняться от получаса до суток, в зависимости от координат землетрясения и расстояния от побережья. Для Камчатки и Курильских островов время добегания цунами очень мало — 30–40 минут. При таком

сравнительно малом времени точность прогноза возникновения цунами приобретает жизненно важное значение, в первую очередь, для населения побережья (для судов в открытом океане цунами практически незаметно).

Обрушится на берег волна или нет — неизвестно. Жители побережий, находящихся в опасной сейсмической зоне, почувствовав землетрясение, должны быть немедленно эвакуированы из береговой зоны. Так можно спастись от цунами, когда время прихода составляет 15—30 минут. Если же цунами возникает далеко и волны перемещаются несколько часов, то имеется достаточно времени, чтобы подготовиться к стихии и вывести людей в безопасные места. Для предотвращения паники должна действовать система оповещения населения. Туристам, приезжающим отдыхать в сейсмоопасные районы, необходимо знать и в случае тревоги четко выполнять алгоритм действий.

Кроме геофизических методов, для прогноза цунами могут быть использованы некоторые предшествующие ему природные явления, например сильный отлив океана от берега, происходящий достаточно быстро в неурочное время. В этом случае отступление океана длится от нескольких минут до получаса, а иногда и дольше. На Курило-Камчатском побережье вследствие близости очагов землетрясения отступление океана длится не более 10—15 минут. При этом чем дальше океан отступает от берегов после землетрясения, тем большей силы достигнет цунами.

Предсказание любого явления, особенно стихийного — дело чрезвычайно сложное. В природе все взаимосвязано и взаимообусловлено. Факторов, от которых зависит каждое явление, много. Сложность в предсказании цунами усугубляется его зависимостью от землетрясения. Таким образом, прогноз цунами подразделяется на долгосрочный и краткосрочный. К краткосрочному относится прогноз от уже происшедшего землетрясения. Учет всех данных дает возможность предсказать, будет цунами или нет. К долгосрочному относят предсказание всех тех цунами, которые возникнут в будущем при сильных землетрясениях.

Начало деятельности Службы предупреждения о цунами в США относится к 1946 году, после того как побережье страны (особенно Гавайские острова) пострадало от цунами, возникшего вследствие Алеутского землетрясения 1 апреля 1946 года. В 1965 году был учрежден Международный информационный центр цунами (МИЦЦ).

На Гавайских островах существует Центр предупреждения имени Ричарда Хагимаiera. В Индийском океане, вблизи Индонезии, предполагается организовать сеть наблюдений, а в перспективе планируется создать глобальную сеть предупреждений о цунами и оснастить ее новейшими сейсмографами, специальными датчиками и бакенами, на которых будет размещена регистрирующая аппаратура, и все это объединить спутниковой системой.

В России в конце 50-х годов XX века на Дальнем Востоке создана служба предупреждения цунами, охватывающая Камчатку, Курильские острова, Сахалин и Приморье.

**Профилактические и защитные мероприятия** необходимо проводить прежде всего в прибрежных районах, ранее неоднократно пораженных цунами.

Виды профилактических мероприятий:

- ✦ строительство береговых укреплений, предохраняющих здания, сооружения и др. материальные ценности;
- ✦ использование волноломов, уходящих в океан на десятки метров; волнорезов; дамб; перемычек; волноотбойных стенок;
- ✦ перемещение домов на высокие участки побережья;
- ✦ упорядочение деятельности в приливно-отливной зоне;
- ✦ облесение побережья; устройство гаваней-убежищ для судов и т. п.

Землетрясение, случившееся 26 декабря 2004 года в 7 часов 58 минут по местному времени у берегов Индонезии, стало причиной цунами, которое обрушилось на остров Суматра, Шри-Ланку, острова у берегов Таиланда, на восточное побережье Индии, Мальдивские острова и даже на береговую зону в Сомали в Вос-

точной Африке. Его магнитуда равнялась 9 по шкале Рихтера. Эпицентр землетрясения находился вблизи северной оконечности острова Суматра на глубине около 20 км под дном океана. Протяженность очага в направлении северо-запад — юго-восток составила более 1000 км! Вертикальный сдвиг пластов земной коры в эпицентре землетрясения был равен 8—10 м. В геологическом отношении здесь проходит граница между двумя литосферными плитами — крупными блоками земной коры, где происходит погружение океанической Индийской плиты под восточную континентальную. Желоб, протягивающийся параллельно Суматре, представляет след такого погружения. В результате землетрясения образовалась гигантская волна — цунами. Ее высота в открытом океане составила 0,8 м, в прибрежной зоне — 15 м, а в зоне заплеска — 30 м. Скорость волны в открытом океане достигла 720 км/ч, а по мере торможения снизилась до 36 км/ч. Через 15 минут после первого толчка волна достигла и смела северную оконечность острова Суматра. Через 1,5 часа она обрушилась на побережье Таиланда и курортного острова Пхукет, через 2 часа достигла Шри-Ланки, Мальдивских островов и Индии, за 8 часов прошла Индийский океан, а за сутки — впервые в истории наблюдения волн — цунами обогнуло весь Мировой океан. Даже на Тихоокеанском побережье Мексики высота волны составила 2,5 м.

Цунами унесло жизни около 300 тысяч человек и причинило огромный материальный ущерб. Наибольшее число жертв цунами вызвало в Индонезии и на Шри-Ланке. На побережье и на глубину на многие километры была уничтожена вся инфраструктура, сильно нарушены связь и транспортное сообщение. По оценкам ООН — это крупнейшая природная катастрофа, постигшая человечество за последние сто лет. К сожалению, в районе землетрясения сети наблюдений не существовало, а система оповещения не была организована.

В феврале 1962 года шторм силой 12 баллов, свирепствовавший в Северном море, обрушил огромные

массы воды на берега Западной Германии. Морская вода ворвалась в устья рек и заставила их течь обратно. В результате воды рек и моря проникли в глубь суши примерно на 100 км, заливая все на своем пути. Под водой оказались города Гамбург, Бремен, Куксхафен и все окрестные населенные пункты. Вода разрушила железные и автомобильные дороги, линии электропередачи и связи, газопроводы, смыла и разрушила сотни жилых построек. Большой ущерб был нанесен промышленным предприятиям. Более тысячи людей остались без крова, 400 человек погибли в домах, не успев из них выбраться.

Наводнение нанесло материальный ущерб в несколько миллиардов марок. В спасательной операции, помимо полиции и специальных подразделений, принимали участие 25 тысяч солдат, 100 вертолетов.

Шторм одновременно вызвал наводнение в Англии и других приморских странах Западной Европы. В районе, примыкающей к устью Темзы, волна высотой 2,5 м унесла свыше 300 человеческих жизней.

В Голландии лавина воды четырехметровой высоты, пришедшая с моря не только повернула течение рек, но разрушила защитные дамбы и опустошила юго-запад страны, погубив 1800 человек.

## Практические задания \_\_\_\_\_

1. Наводнения — неперемный спутник цивилизации человечества. Только за первый десяток лет XXI века на мир обрушивались эти водные стихии.

На основе информации о произошедших наводнениях (например, на территории Евразии) подготовьте конференцию «Наводнения и цивилизация» в форме диалога или круглого стола:

- ✦ разработайте программу конференции (круглого стола);
- ✦ определите секции и основные темы докладов;
- ✦ сформулируйте предполагаемый текст резолюции конференции.

2. Объясните постороннему человеку, почему цунами безвредны в открытом океане, но опасны вблизи берега. Назовите области распространения цунами.

3. Сарезское озеро — «бомба замедленного действия».

✦ Какой смысл вложен в это метафорическое выражение?

✦ Какие опасности таятся в «недрах» этой бомбы?

✦ Предложите способы обезвреживания этой «бомбы».

✦ Проведите дискуссию на тему «Как предотвратить катастрофу?».

4. Подберите материал для выставки в классе «Цунами: море наступает, берегись!». Информация для выставки должна содержать сведения о некоторых конкретных разрушительных цунами.

5. Сочините сказку о цунами, незаметно подкрававшихся к городу на берегу моря и натворивших множество бед.

6. Внимательно прочтите текст и ответьте на вопросы:

Около миллиона лет назад в Америке после сильного извержения вулкана Попокатепетль большое озеро оказалось засыпанным вулканическим пеплом. Потом пески засыпали пепел, и озеро было навсегда погребено под землей. Прошло время, и люди, ничего не подозревая, построили прямо над подземным озером большой город Мехико — столицу Мексики. Воду для городского водопровода стали выкачивать из-под земли.

✦ Какие последствия могут быть?

✦ Какие важные задачи встают перед жителями города и его руководителями?

7. Внимательно рассмотрите рисунок 2, отражающий момент землетрясения.

Цифры означают часы, прошедшие с момента землетрясения (время очага — 15 часов 11 минут по местному времени, или 19 часов 11 минут по мировому времени). Спустя 15 минут волна достигла Гавайских островов, через 22 часа — Японии.

Эпицентры сильных толчков распределились в зоне протяженностью почти 1500 км.

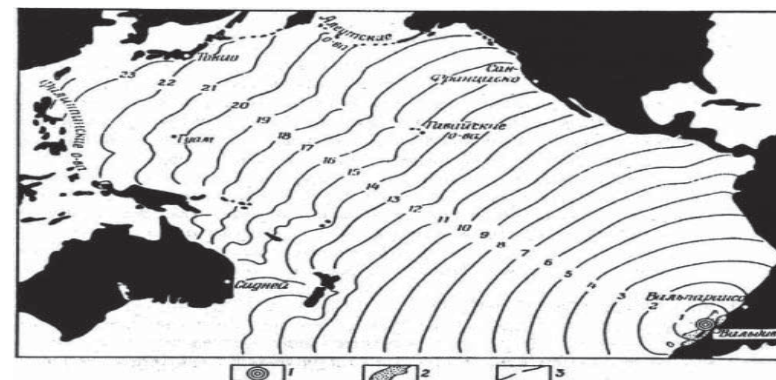


Рис. 2. Сейсмическая волна, образовавшаяся после Чилийского землетрясения 22 мая 1960 года. Эпицентры: 1 — главного землетрясения; 2 — предшествовавших и последующих землетрясений; 3 — линии распространения цунами, возникших через 23 часа после главного землетрясения\*

Ответьте на вопросы:

✦ Какие географические изменения можно наблюдать на территориях, подвергшихся «нападению» сейсмической волны?

✦ На каких территориях были наиболее интенсивные, ощутимые изменения?

8. Перечислите признаки чрезвычайной ситуации, сопровождающие наступление цунами. Составьте рассказ с подробным описанием территории, испытавшей приход сейсмической волны:

✦ На каких из них действительно сложилась чрезвычайная ситуация, в чем она проявилась?

✦ Какие экологические проблемы и на каких территориях сопровождали эту волну?

9. Если вы собрались посетить страну, в которой случаются цунами, прочтите этот отрывок.

Подготовьте памятку для тех, кто собирается посетить такую страну.

\* Шварцбах М. Великие памятники природы. М.: Мир, 1973.

## ОПАСНОСТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

---

1 апреля 1946 года цунами, возникшие у берегов Алеутских островов, дошли до города Хило на Гавайях. После едва заметного поднятия уровня моря вода освободила приливно-отливную полосу. Многие люди вышли на только что рожденный «пляж». Но делать этого не следовало — вскоре показался гребень новой волны высотой 3,5 м, мчавшейся к берегу со скоростью более 30 км/ч. За этой волной море было почти спокойно. Но затем одна за другой на берег обрушились восемь волн. Высота их гребней в узком заливе превышала 15 м. В результате погибли 159 человек [31].



### 1. ОПАСНЫЕ ВЕТРОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

К ветровым относятся опасности, вызываемые ветром (со скоростью более 25 м/с); сильным дождем (при количестве осадков 50 мм и более, в горных районах — 30 мм и более); крупным градом (при диаметре градин 20 мм и более); сильным снегопадом (при количестве 200 мм и более за 12 часов); сильными метелями, пыльными бурями, сильными морозами и сильной жарой.

В рамках данного раздела рассматриваются главным образом ветровые явления. Их общепризнанным классификатором является шкала Бофорта (см. табл. 6).

Ураганы, бури, смерчи — чрезвычайно быстрые, катастрофические движения воздуха — ветры. В широком смысле слова это *циклоны* — система в виде гигантского атмосферного вихря с убывающим к центру давлением воздуха и циркуляцией воздуха вокруг центра против часовой стрелки в северном полушарии и по часовой стрелке — в южном. Центральная часть — «глаз бури» — обладает низким давлением, слабыми ветрами и слабой облачностью.

Она окружена кольцом стен циклона, состоящих из плотных облаков с большими ураганными скоростями вращения. В узком смысле эти слова определяются как ветры большой разрушительной силы и значительной продолжительности, скорость которых примерно равна 32 м/с и более (12 баллов по шкале Бофорта).

Таблица 6

### Шкала Бофорта

Сила ветра в приземном слое (на стандартной высоте 10 м над открытой ровной поверхностью)				
Баллы	Словесное определение силы ветра	Скорость ветра, м/с	Действие ветра	
			на суше	на море
0	Затишье Штиль	0–0,2	Штиль. Дым поднимается вертикально	Зеркально гладкое море
1	Тихий ветерок	0,3–1,5	Направление ветра заметно по отношению дыма	Рябь, пены на гребнях нет
2	Легкий бриз	1,6–3,3	Движение ветра ощущается лицом, шелестят листья, движется флюгер	Короткие волны, гребни не опрокидываются и кажутся стекловидными
3	Слабый бриз	3,4–5,4	Листья и тонкие ветви деревьев колеблются, ветер развеивает верхние флаги	Короткие, хорошо выраженные волны. Гребни, опрокидывающиеся,

Продолжение табл. 6

Сила ветра в приземном слое (на стандартной высоте 10 м над открытой ровной поверхностью)				
Баллы	Словесное определение силы ветра	Скорость ветра, м/с	Действие ветра	
			на суше	на море
				образуют стекловидную пену, изредка образуются маленькие белые барашки
4	Умеренный бриз	5,5–7,9	Ветер поднимает пыль и бумажки, качает тонкие ветви деревьев	Волны удлиненные, белые барашки видны во многих местах
5	Свежий бриз	8,0–10,7	Качаются ветви деревьев, на воде появляются волны с гребнями	Хорошо развитые в длину, но не очень крупные волны, повсюду видны белые барашки (в отдельных случаях образуются брызги)
6	Сильный бриз	10,8–13,8	Качаются толстые сучья деревьев, гудят провода	Начинают образовываться крупные волны. Белые пени-

Сила ветра в приземном слое (на стандартной высоте 10 м над открытой ровной поверхностью)				
Баллы	Словесное определение силы ветра	Скорость ветра, м/с	Действие ветра	
			на суше	на море
				стые гребни занимают значительные площади (вероятны брызги)
7	Крепкий ветер	13,9–17,1	Качаются стволы деревьев, идти против ветра трудно	Волны громозлятся, гребни срываются, пена ложится полосами по ветру
8	Очень крепкий ветер (буря)	17,2–20,7	Ветер ломает сучья деревьев, идти против ветра очень трудно	Умеренно высокие длинные волны. По краям гребней начинают взлетать брызги. Полосы пены ложатся рядами по ветру
9	Шторм (сильная буря)	20,8–24,4	Небольшие повреждения; ветер срывает домовые	Высокие волны. Пена широкими плотными

Сила ветра в приземном слое (на стандартной высоте 10 м над открытой ровной поверхностью)				
Баллы	Словесное определение силы ветра	Скорость ветра, м/с	Действие ветра	
			на суше	на море
			колпаки и черепицу	полосами ложится по ветру. Гребни волн опрокидываются и рассыпаются в брызги, которые ухудшают видимость
10	Сильный шторм (полная буря)	24,5–28,4	Значительные разрушения строений, деревья вырываются с корнем	Очень высокие волны с длинными, загибающимися вниз гребнями. Пена выдувается ветром большими хлопьями в виде густых полос. Поверхность моря белая от пены. Грохот волн подобен ударам. Видимость плохая

Сила ветра в приземном слое (на стандартной высоте 10 м над открытой ровной поверхностью)				
Баллы	Словесное определение силы ветра	Скорость ветра, м/с	Действие ветра	
			на суше	на море
11	Жестокий шторм (жестокая буря)	28,5–32,6	Большие разрушения на значительном пространстве	Исключительно высокие волны. Суда среднего размера временами скрываются из вида. Все море покрыто длинными белыми хлопьями пены, располагающимися по ветру. Края волн повсюду сдуваются в пену. Видимость плохая
12	Ураган	32,7 и более	Тяжелые предметы переносятся ветром на значительные расстояния	Воздух наполнен пеной и брызгами. Все море покрыто полосами пены. Очень плохая видимость

## 2. УРАГАНЫ И ТАЙФУНЫ

Громадная черная туча закрыла все небо. Ветер становился все сильнее и сильнее, воздух наполнился горячей жгучей пылью. Страшный рев заполнил воздух. Раскаленные пылинки терлись друг о друга, об окружающие предметы, воздух наполнился электричеством...  
Д. В. Наливкин «Ураганы, бури и смерчи»



Ураган — циклон, у которого давление в центре чрезвычайно понижено, а ветры достигают очень большой скорости и разрушительной силы.

Для урагана характерна высокая воронка, до 10–14 км, с крутыми боками, вращающимися с огромными скоростями. В воронке движение воздуха направлено вниз, а по бокам — вверх. Воронка открыта кверху, почти безоблачна, ветры отсутствуют или очень слабы. Стенки воронки — зона наиболее сильного вращения и сильных ветров — и представляют то, что называют ураганом. За пределами стенок скорость ветра падает.

Размеры ураганов различны. Средний диаметр зоны ураганных ветров составляет приблизительно 150 км (на территории Атлантике), 500–600 км в Тихом океане. Средняя продолжительность урагана длится от 9–12 дней до 3–4 недель. Скорость поступательного движения ураганов и тайфунов — в среднем 50–60 км/ч, максимальная — до 150–200 км/ч. Скорость вихревых потоков внутри, особенно в стенках, — до 250 км/ч. Количество ураганов за год достигает 100–120.

**Классификация.** Ураганы принято разделять на тропические и внетропические.

Тропическими называют ураганы, зарождающиеся в тропических широтах. Кроме того, тропические ураганы часто подразделяют на зарождающиеся над Атлантиче-



ским океаном и над Тихим. Последние принято называть тайфунами. Тропические циклоны зарождаются над океанами преимущественно в западных частях на 10–15° северной и южной широты. Их характерная особенность — спиральный характер ветров.

Внетропический ураган представляет собой циклон, скорость которого более 30 м/с, имеющий вид гигантской системы облаков, издали кажущихся громадной черной тучей. Его центральная часть характеризуется пониженным давлением. Со всех сторон она окружена зоной штормовых и ураганных ветров, ливней и гроз. «Глаз бури» отсутствует. Внетропические циклоны отличаются большим диаметром, большей повторяемостью, относительно меньшей скоростью ветра и часто сопровождаются катастрофическими снегопадами и градом. Скорость их поступательного движения составляет 30–40 км/ч. Внетропические ураганы распространены повсеместно, преимущественно в субполярных широтах, средней и северной Европы, в полярных широтах Арктики и Антарктики. Нередки и у нас в стране.

Таким образом, все атмосферные вихри с пониженным давлением в центре называют *циклонами*. Их делят в зависимости от места возникновения на циклоны умеренных широт и циклоны тропических широт. Циклоны умеренных широт формируются над территорией суши или воды в умеренных широтах и движутся они с запада на восток. Тропические циклоны возникают в тропических широтах океанов и движутся с востока на запад. Тропические циклоны в зависимости от силы ветра называют тропическими штормами (скорость ветра 17–33 м/с) или тропическими ураганами (скорость ветра более 33 м/с). Местное название тропических циклонов, зародившихся в Атлантическом океане, — *ураганы*; а зародившихся в Тихом океане — *тайфуны*. В Индии тропические циклоны называют *циклонами*, в Австралии — *вилли-вилли*.

**Поражающие факторы и последствия.** Ураганы — одна из самых мощных сил стихии. Их разрушительная деятель-

ность катастрофична. По своему пагубному воздействию ураганы не уступают такому страшному стихийному бедствию, как землетрясение. Транспортирующая и разрушительная сила создается ветром огромной скорости, ветром, несущим огромные массы воды, грязи, песка, а также ураганными ветрами и приливами.

*Сила урагана* заключается в совместном действии ветра и воды. Наиболее опасными для людей и материальных ценностей факторами урагана являются сильные ветры, штормовые нагоны, морские волны и ливни. Наибольшие разрушения с большим количеством жертв производятся не ураганным ветром, а ураганными волнами. На втором месте стоят ливни, сопровождающие ураган, и вызываемые ими наводнения, оползни, сели, а также град и электрические явления. Необыкновенных размеров разрушения достигают в прибрежных районах: уничтожаются все здания (даже каменные), сады, леса, в воздух поднимаются предметы, деревья, рвутся линии электропередачи.

Попадая на мелководье, ураган оказывает на воду сильное давление, буквально выжимая ее перед собой. Образуется громадный водяной вал, движущийся с большой скоростью перед ураганом. Передняя волна идет всегда вместе с ураганом, сопровождаясь страшным ветром, ливнями и грозами. Ураган и бури изменяют береговую линию, косы превращают в острова, острова соединяют с материком, создают новые проливы и заливы.

Ураган, проходя над морем, засасывает вверх огромное количество водяного пара. Конденсируясь, пар образует мощные облака — источники катастрофических ливней. Во время ливней гибнут сотни людей, реки сносят целые селения, образовывая многочисленные селевые потоки и гигантские оползни, которые перегораживают речные долины, провоцируют наводнения. Во внетропических широтах ураганные ливни и грозы характеризуются меньшими скоростями ветра, выпадают реже и в меньших количествах, а грозы не так интенсивны, чем в тропических. Наиболее сильное воздействие проявляется в обильных осадках, лив-

невых наводнениях, буранах и снегопадах на громадных площадях. Особенностью их проявления являются бураны и метели.

Грозы и молнии, сопровождающие ураганы, отличаются интенсивностью, размерами и своеобразием. Наибольшей силы и частоты электрические разряды достигают в вихревом облачном кольце, окружающем «глаз бури». Многочисленные молнии часто вызывают пожары и человеческие жертвы.

**Распространение.** Ураганы образуют два пояса. Атлантический пояс проходит под северной частью Атлантического океана и обрушивается на Антильские острова и США. Его северная ветвь уходит к берегам Гренландии, Норвегии, Шотландии, Англии и Франции. Тихоокеанский пояс протягивается от Маршалловых, Каролинских островов к Филиппинским, а его южная ветвь — от Тайваня, Японии к Курильским островам.

Нередкое явление представляют ураганы в Мексиканском заливе. Сопровождающие их ураганные волны достигают сравнительно небольшой высоты — от 1 до 6 м, но производят страшные разрушения. Сила удара волн колоссальна, так как ее усиливает ураганный ветер. В европейских морях основные разрушения производит штормовая волна, сопровождающая ураган. Она имеет очень большую длину и достигает 3—4 и более метров.

**Последствия.** Разрушительные действия ураганов связаны с ветром, ливнями и наводнениями, которые приобретают грозный характер и оборачиваются катастрофическими последствиями для целых государств. Мощный ураган с дождями нередко приводит к человеческим жертвам. Сильный ветер, сопровождающийся ливневыми дождями и градом, приносит огромные разрушения: повреждает административные и производственные здания и сооружения, жилые дома и объекты экономики, выводит из строя системы газо- и водоснабжения, канализации, теплотрассы, трансформаторные подстанции, валит деревья и столбы освещения (см. приложение 7). На дорогах от упавших де-

ревьев образуются завалы, прерывается движение на трассах. Повреждаются мосты и мостовые переходы. Проливными дождями и штормовыми нагонами воды вызываются наводнения. Затопляются улицы, подземные переходы, линии водоводов и водостоков, размываются участки шоссе и железных дорог. Прерывается телефонная связь, и нарушается электроснабжение населенных пунктов.

Большой урон наносится сельскому хозяйству. Затопляются сельскохозяйственные угодья, гибнут посевы, сады, огороды. Погибают сотни голов скота и птицы. Длительному затоплению подвергаются пашни, пастбища, луга. Создается опасность активизации берегоразрушительных, селевых и оползневых процессов.

Особую опасность представляют сбои в работе ГЭС, АЭС, химических, биологических, пожаро- и взрывоопасных объектов, военных складов и хранилищ и объектов социально-бытового назначения, от которых зависит работоспособность всего комплекса инфраструктуры городов.

**Меры безопасности и правила поведения.** После предупреждения о приближении урагана необходимо принять меры для уменьшения возможных последствий:

- ✦ следует закрыть двери, чердачные помещения, окна;
- ✦ с балконов, лоджий, подоконников убрать предметы, которые при падении могут нанести травмы (остерегайтесь ранения стеклами);
- ✦ выключить газ;
- ✦ подготовить аварийное освещение. Создать запас воды и продуктов. Положить на безопасное место медикаменты и перевязочные материалы;
- ✦ радиоприемники, работающие на элементах питания, держать включенными;
- ✦ занять относительно безопасное место (ниши, дверные проемы).

При внезапном прохождении урагана необходимо укрыться в ближайшем защитном сооружении: подьезде дома, станции метро, магазине, тоннеле, подземном переходе и т. п.

На улице надо опасаться падающих деревьев, раскачивающихся вывесок, оборванных электропроводов.

Если вы оказались на открытой местности, нельзя оставаться на возвышенных местах, лучше всего использовать придорожные кюветы, железнодорожные насыпи, балки, овраги, любые выемки, лечь на дно и прижаться к земле. Опасно укрываться под деревьями, вблизи столбов, за щитами рекламы.

*Ураган «Агнесса», США (1972).* Ураган «Агнесса» считается одним из величайших стихийных бедствий на территории США. Ураган образовался в барометрической депрессии над морем у побережья Юкатана и медленно сместился к северу, обрушивая огромное количество воды на западную Кубу и создавая шквалы торнадо над Флоридой. Площадь, захваченная штормовой циркуляцией, была исключительно велика. Медленное развитие урагана обусловило перенос большого количества влаги из глубоких тропиков в полосу штормов. Большие и малые реки поднялись до рекордного уровня. Количество осадков, выпавших во время урагана, составило от 10 до 48 см. Шторм продолжался около восьми дней. Город Вашингтон был затоплен на 28 см. Материальный ущерб, причиненный ураганом, составил более 3 млрд долларов; погибли 118 человек.

Один из сильнейших ураганов свирепствовал над *Северным морем в 1953 году*. Стихийное бедствие распространилось на восточное побережье Англии, Голландии и Бельгии. Огромные волны обрушились на территории этих стран. На побережье Англии не оказалось ни одного места, не пострадавшего от наводнения. Многие населенные пункты целиком снесло с лица земли. Особенно пострадала Голландия. Дамбы и плотины были прорваны. Вода на 65 км проникла внутрь страны. Глубина потока доходила до 9 м. Высота подъема воды достигала 2,7–3,4 м; волны — 10 м. На ряде островов были прорваны защитные сооружения, некоторые острова полностью затоплены. Погибли около 3000 человек. Сотни людей остались без крова.

*Карибское море, Мексика, Техас (сентябрь 1988).* Четырехкилометровую полосу разрушений оставил после себя ужасный ураган «Гильберт», в сентябре 1988 года пересекавший Карибское море. Он причинил ущерб на сумму почти 10 млрд долларов и погубил более 350 человек. Скорость ветра над Карибским морем достигала 320 км/ч.

«Гильберт» начал свое недолгое, но разрушительное существование у побережья Африки в конце августа и прошел с пассатами до восточной части Карибского моря. На пути движения «Гильберта» оказался остров Ямайка, в который ураган врезался со всей силой. Он поднял крыши с 80 % домов на острове. Более миллиона человек получили повреждения, а 500 тысяч лишились крова. Деревья были срезаны так ровно, будто над местностью прошла огромная пила. В целом причиненный ущерб составил 8 млрд долларов.

Ураган имел ряд особенностей. По данным исследований, давление внутри «глаза бури» составляло 648 мм рт. столба — самое низкое давление, зарегистрированное когда-либо внутри ураганов в Западном полушарии. Как правило, «глаз бури» достигает в поперечнике 30–40 км, а «глаз» «Гильберта» — лишь 13 км. Это, по мнению исследователей, объясняет чрезвычайную интенсивность движения — до 320 км/ч — внутри стенки «глаза».

Пройдя Ямайку, ураган направился на полуостров Юкатан, куда ворвался с порывами ветра до 350 км/ч. Он срывал крыши с домов, вырывал деревья с корнем, разрушал доки и коммуникационные опоры. Погибли 17 человек, 300 тысяч остались без крова. Ветры урагана на полуострове Юкатан ослабли, а «глаз» расширился с 13 до 80 км.

Последний удар пришелся на города, расположенные на границе с Мексикой. В общей сложности ураган «Гильберт» унес жизни более 350 человек. Еще 750 тысяч человек остались без крова.

Единственный позитивный вывод после урагана заключался в том, что отвечающие новейшим требо-

ваниям методы предсказания и желание населения следовать предупреждениям, без сомнения, уменьшили трагические потери, которые не соответствовали мощи и интенсивности урагана.

*Москва (июнь 2004).* Местами порывы ветра достигали 31 м/с. Во время сильного ливня выпало 35 мм осадков (месячная норма). Сломаны и вырваны с корнем не менее 45 тысяч деревьев, произошло 744 обрыва электропроводов. Повреждено множество машин и зданий, строительной и дорожной техники. Около полутора тысяч домов остались без крыш. В речном порту рухнул кран и потопил два теплохода. Штормовой ветер, скорость которого достигала 90 км/ч, принес и человеческие жертвы: 7 человек погибли, 122 госпитализированы и 161 человек обратился за помощью.

### 3. БУРИ

Завыла буря, хлябь морская  
Клокочет и ревет, и черные валы  
Идут, до неба восставая,  
Бьют, гневно пенятся  
в прибрежные скалы.  
*Е. А. Баратынский «Буря»*

Буря — разновидность ураганов и штормов. Для нее характерна меньшая, чем для урагана, скорость ветра (15–31 м/с). Длительность бурь составляет от пары часов до нескольких суток, ширина — от десятков до нескольких сотен километров. Нередко бури сопровождаются выпадением довольно значительного количества осадков. Это приводит к дополнительным разрушениям.

**Классификация.** Выделяют две группы бурь: вихревые и потоковые. Первые — это сложные атмосферные образования, связанные с циклонической деятельностью, характеризующиеся большими скоростями ветра и распро-

страняющиеся на громадные территории. К ним относят подавляющее большинство пыльных, снежных и шквальных бурь. Вторые — это местные явления небольшого распространения. Они начинаются и заканчиваются, как правило, в одной области.

Бури исключительно разнообразны и повсеместны. Их подразделяют на пыльные, беспыльные, снежные и шквальные. Пыльные бури по цвету и составу переносимой пыли делят на черные (черноземы), бурые и желтые (суглинки, супеси), красные (суглинки, окрашенные окислами железа) и белые (соли).

Черные бури распространены в засушливых областях Сибири, Европейской части России, Западной Европы и США. Название «черные» зависит от цвета черноземных и каштановых почв, разрушаемых и переносимых бурями. Области этих почв являются областями развития черных пыльных бурь.

Песчаные бури представляют ровное, плотное, низкое облако с резко ограниченной верхней поверхностью, скользящее над землей, как ковер. Во время песчаных бурь песок переносится во взвешенном состоянии, прыжками, волочением. Песок отшлифовывает все, что лежит на поверхности, высверливает и уничтожает твердые породы, а попадая в лицо, ранит и причиняет боль.

Снежные бури сопровождаются переносом огромных масс снега с одного места на другое, при этом ими засыпаются значительные территории.

**Поражающие факторы.** Поражающими факторами бурь являются:

- ✦ большая скорость ветра (десятки километров в час);
- ✦ потеря видимости при пыльных бурях на высотах до 1500 м (часы, сутки);
- ✦ распространение на большие площади мглы (сухого тумана);
- ✦ значительная площадь дефляции почв (выдуваются десятки кубических километров);
- ✦ ветровая эрозия почвогрунтов.

## 4. СМЕРЧИ

Смерч (в Европе — тромб, в Америке — торнадо) — небольшое вихревое атмосферное образование, которое близко к тропическим циклонам, но отличается небольшими размерами: шириной от нескольких метров до 2—3 км, в среднем 200—400 м и высотой от нескольких десятков метров до 1500—2000 м, в среднем несколько сот метров.

*Фобх. Энциклопедия стихии*



Смерч — это восходящий вихрь, состоящий из чрезвычайно быстро вращающегося воздуха, смешанного с частицами влаги, песка, пыли и других взвесей.

Он представляет собой быстро вращающуюся воздушную воронку («тубу»), свисающую из облака и ниспадающую к земле в виде хобота. Относится к вторичным образованиям, возникающим из вихревых образований в облаках. Это наименьшая по размерам и наибольшая по скорости вращения форма вихревого движения воздуха.

В полном развитии смерч достигает земли и движется по ней, принося ужасные разрушения. Вихревое облако, порождающее смерч, является мощным транспортирующим агентом. Предметы, засасываемые кверху смерчем, попадают внутрь смерчевого облака и в нем переносятся на многие сотни километров. На землю они падают не из смерча, а из облака вместе с дождем, обычно в стороне от пути самого смерча и после его исчезновения.

Каждый смерч происходит из смерчевого облака. По своей форме и строению смерчевые облака представляют типично грозовые, кучево-дождевые облака. Почти всегда смерчевое облако сопровождается грозами, ливнями, градом необычной силы и размеров. Смерчевые облака возникают в различных синоптических условиях, чаще вдоль фронта встречи двух воздушных течений, теплых и холод-

ных. Смерчевое облако, как и всякое грозовое облако, обладает высокой турбулентностью и неоднородностью.

Основной составляющей смерча является воронка, представляющая спиральный вихрь чрезвычайно быстро вращающегося воздуха. Обычно к воздуху примешиваются вода и пыль, благодаря чему воронка становится видимым облаком. Ее называют «тубой». Воронка смерча — это мелко-масштабный ураган. Внутренняя полость смерча обладает резко пониженным давлением, поэтому предметы, попадающие в эту полость, разрушаются, взрываются, а люди погибают. Стенки смерча состоят из вращающегося, движущегося со скоростью до 1200 км/ч воздуха, образующего спираль. Когда смерч идет над землей, разрушаются здания, выворачиваются с корнем деревья, засасываются пыль, мусор, обломки и предметы. При прохождении смерча во внутренней полости возникают звуковые волны, вызывающие рев, вой, грохот, шипение, раскаты грома. Непрерывно отражаясь и накладываясь, они достигают необыкновенной силы. Смерчевые облака сопровождаются грозовыми ливнями и градом.

Размеры смерчевого облака в поперечнике составляют 5—10 км, реже до 15; высота — 4—5 км, иногда до 15. Расстояние между основанием облака и землей обычно небольшое, порядка нескольких сот метров. В основании материнского облака смерча располагается воротниковое облако. Его ширина — 3—4 км, толщина составляет примерно 300 м, верхняя поверхность — обычно на высоте около 1500 м. Под воротниковым лежит стенное облако, от нижней поверхности которого свисает сам смерч. Ширина стенного облака составляет 1,5—2 км, толщина — до 450 м, нижняя поверхность проходит на высоте 500—600 м.

Воронка — основная составная часть смерча, представляющая собой спиральный вихрь. Ее внутренняя полость в поперечнике — от десятков до сотен метров.

В стенках смерча движение воздуха направлено по спирали и нередко достигает скорости до 200 м/с. Пыль, обломки, различные предметы, люди, животные — все под-

нимается не по внутренней полости, обычно пустой, а в стенках.

**Классификация.** Чаще всего смерчи подразделяются соответственно их строению: плотные (резко ограниченные) и расплывчатые (неясно ограниченные). Причем поперечный размер воронки расплывчатого смерча, как правило, значительно больше, чем резко ограниченного.

**Распространение.** Время образования вихря исчисляется обычно минутами, реже — десятками минут. Общее время существования тоже исчисляется минутами, но порой и часами. Были случаи, когда от одного облака образовывалась группа смерчей.

Общая длина пути смерча исчисляется от сотен метров до десятков и сотен километров, а средняя скорость перемещения составляет примерно 50—60 км/ч. Средняя ширина — 350—400 м.

Смерчи образуются во многих областях земного шара. Очень часто они сопровождаются грозами, градом и ливнями необычайной силы и размеров. В России они чаще всего происходят в центральных областях, Поволжье, на Урале, в Сибири, на побережье и акваториях Черного, Азовского, Каспийского и Балтийского морей. Статистика рассказывает о смерчах вблизи Арзамаса, Мурома, Курска, Вятки и Ярославля. На севере они наблюдались у Соловецких островов, на юге — на Черном, Азовском и Каспийском морях. На Черном и Азовском морях в течение 10 лет проходит в среднем 25—30 смерчей. Смерчи, образующиеся на морях, очень часто выходят на побережья, где не только не теряют, но и наращивают силу.

**Поражающие факторы и последствия.** Поражающее действие определяется двумя факторами: таранным ударом стремительно вращающегося воздуха и большой разностью давлений между периферией и внутренней частью воронки из-за огромной центробежной силы. Последний фактор и определяет эффект всасывания всего, что попадет на пути. Смерч похож на насос, засасывающий и поднимающий в облако различные сравнительно небольшие

предметы. Попадая в вихревое кольцо, они поддерживаются в нем и переносятся на десятки километров. В воздух могут быть подняты и перенесены на сотни метров и даже на километры животные, люди, автомобили, небольшие легкие дома; вырываются с корнем деревья, срываются крыши. Смерч разрушает жилые и производственные здания, рвет линии электроснабжения и связи, выводит из строя технику, нередко приводит к человеческим жертвам.

**Правила поведения.** При опасности прохождения смерча необходимо соблюдать те же правила безопасности, что и при прохождении урагана:

✦ надо укрыться в ближайшем помещении. Если вы оказались на открытой местности, лучше использовать придорожные кюветы, железнодорожные насыпи, балки, любой овраг или яму, лечь на дно и плотно прижаться к земле;

✦ дома надо закрыть окна, занять относительно безопасное место. Не пользоваться электрическими приборами;

✦ находясь на улице, надо опасаться раскачивающихся деревьев, вывесок, хлопающих форточек, сносимого с крыш покрытия, оборванных электропроводов.

*Московский листок, 1904, № 170:* «Вдруг черное облако опустилось на землю и непроницаемой пеленой закрыло митрополичий сад и рощу. Все это сопровождалось страшным градом и свистом, ударами грома и непрерывным треском падающего крупного града. Раздался оглушительный удар, и на террасу упала громадная липа. Падение ее было чрезвычайно странно: ураган перебросил ее по воздуху на 100 м. Особенно пострадала роща. В три-четыре минуты она превратилась в поляну, сплошь покрытую обломками огромных берез, местами с корнем вырванных из земли и переброшенных на значительные расстояния».

*США (апрель 1947).* Обширный и разрушительный торнадо погубил 169 человек и причинил материальный ущерб в миллионы долларов. Он прошел полосой 2,4 км, сопровождался дождем и градом. В ряде небольших городов и деревень были разру-

шены почти все здания. В течение нескольких минут воздух заполняли всевозможные летающие предметы: крыши, стены домов, автомобили. В воздух был поднят даже товарный поезд. Оборванные провода линий электропередачи, пока не отключили электроэнергию, вызывали пожары. Многие дороги были забаррикадированы поваленными деревьями.

*Над восточными районами Московской области (июнь 1904)* в полосе почти 200 км пронесся смерч. На своем пути он сопровождался огромными разрушениями. Были уничтожены деревни Рязанцево, Капотня, Чагино, разрушил деревни Грайвороново, Карачарово, Хохловку, повалил вековой лес в окрестностях. Сорванные крыши летали в воздухе, как клочья бумаги. Смерч сопровождался темнотой страшным гулом, ревом, свистом и треском валившихся деревьев. Сопутствующие ему дождь, град, молнии отличались необыкновенной интенсивностью. Неоднократно отмечались градины с куриное яйцо. Наблюдалась шаровая молния. Из-за частых молний погибли два человека, несколько получили ожоги, возникали пожары. По внешнему виду смерч представлял собой столб, широкий внизу, постепенно суживающийся в виде конуса и вновь расширяющийся в облаках; в других местах иногда он принимал вид черного крутящегося столба. Многие принимали его за дым от пожара. В тех местах, где он проходил через Москву-реку, захватывал столько воды, что обнажалось русло.

*Северная Голландия (1958)*. Вечером 16 марта в департамент по наблюдению за гидротехническими сооружениями поступило штормовое предупреждение. В это время производилась реконструкция дамбы близ Харлема. Руководство департамента своевременно не отдало указаний по укреплению дамбы в районе проведения работ. В 7 часов 30 минут 17 марта на город обрушился шквальный ветер, который повлек возникновение нагонной волны. Около 9 часов утра в департамент поступило сообщение о прорыве дамбы. В течение последующих двух часов произошло затоп-

ление большей части города и его пригородов. В результате прорыва уровень воды в городе достиг 2,8 м.

На борьбу со стихией были брошены отряды спасателей, полицейских, армейские части, общей численностью свыше 4 тысяч человек. Брешь в дамбе удалось ликвидировать только к 7 часам вечера. По официальным данным, 36 человек погибли (включая 7 детей), 64 пропали без вести, 500 пострадали, 6300 остались без крова. Для города с населением 89 тысяч человек это стало настоящей трагедией.

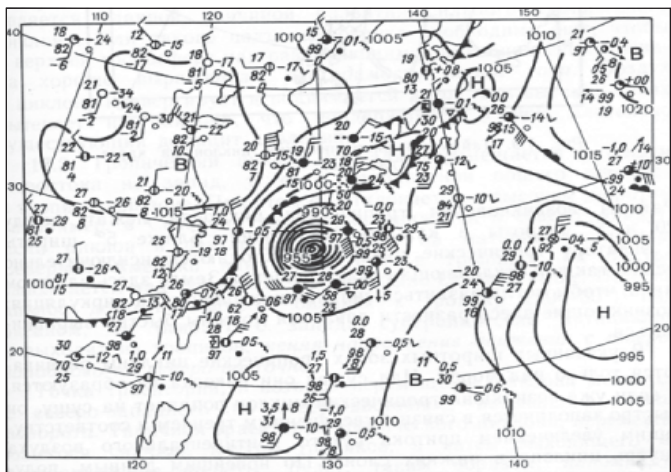
Высшее руководство департамента было обвинено в халатности, отстранено от управления и привлечено к уголовной ответственности. Стране был нанесен колоссальный ущерб. На две недели прекратили работу парфюмерная и химическая фабрики города. Следствием трагедии стало значительное снижение потока туристов в Харлем и доходов от туризма.

Завыла буря, хлябь морская  
Клокочет и ревет, и черные валы  
Идут, до неба восставая,  
Бьют, гневно пеняясь в прибрежные скалы.  
Чья неприязненная сила,  
Чья своенравная рука  
Сгустила в тучи облака  
И на краю небес несчастье зародила?  
Кто, возмутив природы чин,  
Горами влажными на землю гонит море?  
Не тот ли злобный дух, геенны властелин,  
Что по Вселенной разлил горе,  
Что человека подчинил  
Желаньям, немощи, страстям и разрушенью  
И на творенье ополчил  
Все силы, данные творенью?

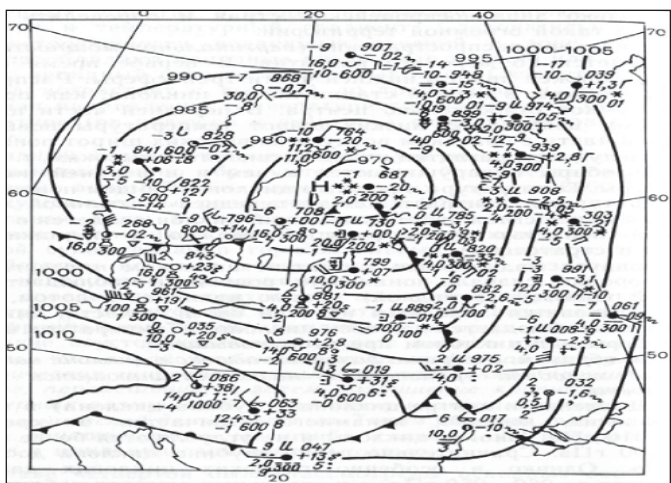
*Е. Баратынский*

## Практические задания \_\_\_\_\_

1. На рис. 3 приведены фрагменты синоптической карты тропического и внетропического циклонов. Определите, ка-



а



б

Рис. 3. Фрагмент синоптической карты

кой из них отражает тропический, а какой – внетропический. Опишите состояние погоды на территории, занятой тропическим и внетропическим циклонами.

2. Какие опасные события могут сопровождать приход этих циклонов на территорию? Расскажите об экологичес-

ких последствиях, которые могут произойти в связи с этими событиями.

3. Прочтите стихотворение:

Это мы, все мы вместе  
 В берлогах и норах, в домах, водоемах и гнездах,  
 Зачастую еще пожирая друг друга живьем,  
 Надышали ноздрями, пастьями и ртами свой воздух.  
 Это мы создаем атмосферу, в которой живем.  
 Это мы, превращая древесную кашу в газету,  
 Шкуру в шубы и кожу телят в переплеты для книг. –  
 Это мы надышали воздушный покров  
 Нашей пышной и душистой планеты,  
 Но изменим мы к лучшему  
 Этой планеты химический лик!

Л. Мартынов

- ✦ Как вы его понимаете?
- ✦ Какие мысли и чувства возникают при его прочтении?
- ✦ Что хотел выразить автор своим произведением?
- ✦ Озаглавьте это стихотворение. Перескажите своими словами.

4. Внимательно прочтите текст и вставьте подходящие по смыслу слова.

Тропические циклоны обладают высокой разрушающей способностью, что обусловлено тремя одновременно действующими факторами.

Первый – \_\_\_\_\_, скорость которого достигает 500 км/ч. При такой скорости воздух воспринимается как твердое вещество, способное наносить удары подобно снаряду.

Второй – мощные продолжительные \_\_\_\_\_. Они сопровождают тайфуны и вызывают грандиозные \_\_\_\_\_, порождают мощные водные потоки, которые сносят мосты и дома, приводят к появлению гигантских оползней.

Третий – \_\_\_\_\_, сопровождающиеся морскими волнами до 20 метров. Приближаясь к берегу, подобные волны буквально сокрушают абсолютно все, что окажется на их пути.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

---

5. Составьте характеристику влияния природных процессов на человеческую деятельность. Используйте для этого данные таблиц в приложении.

6. Прочтите тексты «Лето 1972» (см. приложение 5) и «Лето 2010 года» (см. приложение 6).

✦ Расскажите о чрезвычайной ситуации, сложившейся в этот год на территории Нижегородской области. Выделите ее признаки.

✦ Как вы считаете, что стало причиной и следствием экстремальной погоды 2010 года, сопровождавшейся сильнейшей засухой и природными пожарами.

7. Прочтите отрывок из рассказа Дж. Лондона «Язычник».

«Все могло бы кончиться благополучно, не окажись мы на пути урагана. Правда, ветер сорвал ниши паруса, сломал верхушки мачт, перепутал снасти бегучего такелажа, и все-таки мы вышли бы из беды, если бы на нас не надвинулся центр урагана. Это нас и погубило. Это было невыносимо <...>»

✦ Продолжите рассказ от лица участника этого события.

✦ Опишите, что в дальнейшем происходило с героями рассказа Дж. Лондона.

✦ Какие природные явления сопровождали их?

✦ Какие испытания им пришлось пережить?

✦ Что помогло им выстоять в этом нелегком противостоянии с природой?

Лучшее, на что можно надеяться в будущем, — это стройная система активного предупреждения.

Б. Глемзер «Человек против рака»

Источниками природной опасности являются части литосферы, гидросферы, атмосферы, а также космическое пространство.



Опасное природное явление — это событие природного происхождения, которое по силе, масштабу распространения и продолжительности может оказать негативное воздействие на жизнедеятельность людей и объектов социальной сферы.

Оно может проявляться как стихийное бедствие и внезапно нарушать нормальную жизнедеятельность населения, уничтожать и разрушать материальные ценности, провоцировать травмы и жертвы среди людей. Если стихийное бедствие сопровождается значительными по масштабам трагическими последствиями, гибелью людей и разрушениями, то возникает *природная катастрофа*. Природные катастрофы приводят к авариям и техногенным катастрофам в промышленности, на транспорте, в коммунальном хозяйстве и других сферах деятельности; они отрицательно влияют на миграции людей, ухудшают экономическую ситуацию, приводят к чрезвычайно неблагоприятным изменениям в среде обитания, к массовой гибели живых организмов и значительному экономическому ущербу.

В последние годы увеличилось число катастроф. Одно стихийное бедствие порождает другое, влечет за собой пагубные последствия в социальной, экономической и экологической сферах. Рост количества катастроф связан с расширением техносферы на Земле. В зоны катастроф вовлекается все больше территорий, на которых расположе-

ны разные электростанции, химические предприятия, газопроводы, транспортные системы и другие объекты.

Но не только природные явления служат причиной техногенных и экологических катастроф. Существует и обратная связь, когда техногенные аварии усугубляются опасностями природного характера. Вырубка лесов способствует активизации оползневых процессов, увеличение углекислого газа в атмосфере приводит к повышению уровня Мирового океана и затоплению прибрежных территорий. Таким образом катастрофы взаимосвязаны. Это обуславливает организацию комплексного подхода к изучению, оценке, прогнозированию, предупреждению опасных природных процессов и связанных с ними катастроф.

Знаменитый французский палеонтолог Жорж Кювье, автор теории катастроф, считал, что все возникшее, существующее и будущее связано только с катастрофическими планетарными событиями.

### Так что такое катастрофа?

Катастрофы — неизбежный атрибут истории и цивилизации Земли! Или катастрофы — неизбежный атрибут истории и цивилизации Земли?

В дословном переводе с греческого слово «катастрофа» означает поворот, переворот, конец, гибель. В обыденном понимании катастрофа ассоциируется с чем-то страшным, тяжелым, влекущим за собой опасные последствия. Но с другой стороны; все в этом мире образовалось в результате разных катастрофических событий. Даже сама планета Земля появилась из газово-пылевой туманности в результате катастрофических процессов. Если бы на нашей планете не происходили различные процессы горообразования, вулканические извержения, землетрясения и другие явления, связанные с ними, то не было бы всего того, что есть сейчас, — великолепных ландшафтов, красоты минералов и горных пород, многих природных ресурсов. Всего того, что определяет образование, существование и развитие человеческой цивилизации.

Так что такое катастрофа: гибель или жизнь?

### Нормативные документы

1. ГОСТ Р 22.0.03.-95. Природные чрезвычайные ситуации, термины и определения; введ. 25.05.1995. — М. : ИПК Изд-во стандартов, 1995.
2. ГОСТ Р 22.10.01-2001. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Оценка ущерба. Термины и определения; введ. 21.08.2001. — М. : ИПК Изд-во стандартов, 2001.
3. ГОСТ Р 22.2.03-97. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Паспорт безопасности административно-территориальных единиц. Общие положения; введ. 07.01.1998. — М. : ИПК Изд-во стандартов, 1997.
4. ГОСТ Р 22.2.10-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Порядок обоснования и учета мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при разработке документов территориального планирования; введ. 06.01.2017. — М. : ИПК Изд-во стандартов, 2017.
5. ГОСТ Р 22.2.01-2015. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Порядок обоснования и учета мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при разработке проектов планировки территорий; введ. 04.01.2016. — М. : ИПК Изд-во стандартов, 2016.

### Научно-популярная

1. *Азимов, А.* Выбор катастроф. От гибели Вселенной до энергетического кризиса : учебное пособие / А. Азимов. — СПб. : Амфора, 2000.
2. *Алексеев, Н. А.* Стихийные явления в природе: проявление, эффективность защиты / Н. А. Алексеев. — М. : Мысль, 1988.

3. Арнольд, В. И. Теория катастроф : монография / В. И. Арнольд. — М. : Наука, 1990.

4. Болт, Б. А. Геологические стихии. Землетрясения, цунами, извержения вулканов, лавины, оползни, наводнение / Б. А. Болт [и др.] ; пер. с англ. Б. А. Борисова. — М. : Мир, 1978.

5. Болтырев, В. Б. Опасные природные процессы : учебное пособие / В. Б. Болтырев. — М. : КДУ, 2010.

6. Борисенков, Е. П. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы : монография / Е. П. Борисенков, В. М. Пасецкий. — М. : Мысль, 1988.

7. Виноградов, Ю. А. Этюды о селевых потоках / Ю. А. Виноградов. — Л. : Гидрометеиздат, 1980.

8. Влодавец, В. И. Вулканы Земли / В. И. Влодавец. — М. : Наука, 1973.

9. Гангнус, А. Тайна земных катастроф : несколько вступлений к теме геопрогнозов / А. Гангнус. — М. : Мысль, 1977.

10. Гинко, С. С. Катастрофы на берегах рек / С. С. Гинко. — Л. : Гидрометеиздат, 1977.

11. Голубчиков, Ю. Глобальные катастрофы в истории цивилизаций / Ю. Голубчиков. — М. : Вече, 2005. — (Серия «Великие тайны»).

12. Горшков, С. П. Экзодинамические процессы освоенных территорий : монография / С. П. Горшков. — М. : Недра, 1982.

13. Дэвис, Л. Природные катастрофы : в 2 т. / Л. Дэвис. — Смоленск : Русич, 1997. — (Серия «Энциклопедия обо всем. Omnibus Belis»).

14. Ионина, Н. Сто великих катастроф / Н. Ионина, М. Кубеев. — М. : Вече, 1999.

15. Коломыйц, Э. П. География Нижегородской области : учебное пособие / Э. Г. Коломыйц [и др.]. — Н. Новгород : Волго-Вятское кн. изд-во, 1991.

16. Короновский, Н. В. Геология : учебник для студентов высших учебных заведений / Н. В. Короновский. — М. : Академия, 2003. — (Серия «Высшее профессиональное образование»).

17. Кукал, З. Природные катастрофы / З. Кукал ; пер. с чеш. И. К. Николина. — М. : Знание, 1985. — (Серия «Переводная научно-популярная литература»).

18. Кулинич, Г. С. Геологические путешествия по Горьковской области / Г. С. Кулинич, Б. И. Фридман. — Н. Новгород : Волго-Вятское кн. изд-во, 1990.

19. Леггет, Р. Города и геология / Р. Леггет ; пер. с англ. В. З. Махлина. — М. : Мир, 1976.

20. Мехтиев, Ш. Ф. Ритмы земных катастроф / Ш. Ф. Мехтиев, Э. Н. Халилова. — Баку : Элим, 1988.

21. Наливкин, Д. В. Ураганы, бури и смерчи. Географические особенности и геологическая деятельность / Д. В. Наливкин. — Л. : Наука, 1969.

22. Непокойный ландшафт / ред. Д. Бранден; Дж. Дорнкем ; пер. с англ. Н. Н. Арманд. — М. : Мир, 1981.

23. Полетаев, А. И. Геология для всех, или Поговорим о странностях... Земли / А. И. Полетаев. — М. : КомКнига, 2007.

24. Природные опасности России : в 6 тт. : монография / под ред. В. И. Осипова, С. К. Шойгу. — М. : Круг, 2000—2003.

25. Самые грандиозные катастрофы. — М. : Рипол-Классик, 2000. — (Серия «300 исторических факторов»).

26. Селиванов, А. О. Природа, история, культура: экологические аспекты культуры народов мира : учебное пособие / А. О. Селиванов. — М. : ГЕОС, 2000.

27. Стихийные бедствия: изучение и методы борьбы / под ред. С. Б. Лаврова, Л. Г. Никифорова ; пер. с англ. В. В. Голосова. — М. : Прогресс, 1978.

28. Тарасов, Л. В. Земля — беспокойная планета. Атмосфера, гидросфера, литосфера : книга для школьников и не только / Л. В. Тарасов. — М. : ЛКИ, 2008.

29. Терентьев, А. А. Климат Нижнего Новгорода в XX веке и начале XXI века / А. А. Терентьев, В. И. Колкутин, А. А. Панютин. — Н. Новгород : ННГУ, 2011. — (Серия «В помощь учителю, студенту, школьнику»).

30. Терентьев, А. А. Климат конца XX века в средней полосе Нижегородской области / А. А. Терентьев, В. И. Кол-

кутин. — Н. Новгород : Вектор-Тис, 2004. — (Серия «В помощь учителю, студенту, школьнику»).

31. Уолтхэм, Т. Катастрофы: неистовая Земля : монография / Т. Уолтхэм. — Л. : Недра, 1982.

32. Человек и стихия : научно-популярный гидрометеорологический сборник. — Л. : Гидрометеоиздат, 1979.

33. Чрезвычайные ситуации природного характера (опасные природные явления) : конспект лекций / состав. В. А. Басуров, И. А. Вдовина. — Н. Новгород : ННГУ, 2007.

34. Щетников, Н. А. Цунами / Н. А. Щетников. — М. : Наука, 1981. — (Серия «Планета Земля и Вселенная»).

#### Интернет-источники

1. Геологическое обозрение США: [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov);
2. Земной глаз, снимки Земли, сделанные с космического спутника: [www.geoeye.com](http://www.geoeye.com);
3. Изображение вулканов: <http://volcanoes.usgs.gov/images/webcams.php>;
4. Климатодиаграммы по метеостанциям всех континентов мира: [www.klimadiagramme.de](http://www.klimadiagramme.de);
5. Космический снимок Земли с портала Google: <http://maps.google.com>;
6. Космические снимки из базы Национального управления США по авиации и исследованию космического пространства (НАСА): <http://space.jpl.nasa.gov>;
7. Планета Земля: <http://www.google.com/earth/>;
8. Прогнозы погоды и синоптические карты: [www.gismeteo.ru](http://www.gismeteo.ru).

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1 Самые катастрофические и самые сильные землетрясения XXI века \*

Таблица 1

#### Землетрясения, унесшие более 1 тысячи человеческих жизней

Дата	Место, координаты эпицентра	Число жертв	Магнитуда	Сведения об ущербе
26 января 2001	Индия, штат Гуджарат, 23° с. ш., 70° в. д.	20 000	7,6	167 тысяч раненых; 339 тысяч строений разрушено и 783 тысяч повреждено. Повреждены многие мосты и дороги. Землетрясение затронуло и южные районы соседнего Пакистана (погибли 18 человек). Толчки также ощущались в Бангладеш и Непале. Предполагается, что землетрясение вызвано подвижкой Индостанской платформы в северном направлении в сторону Евразийской литосферной плиты

\* Приложение составлено на основе статьи «Землетрясения XXI века» // География. 2008. № 13. С. 4–6.

Продолжение табл.1

Дата	Место, координаты эпицентра	Число жертв	Магнитуда	Сведения об ущербе
25 марта 2002	Афганистан, Гиндукуш, 36° с. ш., 69° в. д.	1 000	6,1	Тысячи людей в провинции Баглан получили травмы, лишились крова. Оползни перекрыли основные дороги, что затруднило оказание помощи. Сильные толчки ощущались на всем севере Афганистана, в соседних Пакистане (в районе Исламабада и в Пешаваре) и Таджикистане (в районе Душанбе)
21 мая 2003	Север Алжира, 37° с. ш., 4° в. д.	2 300	6,8	Более 10 тысяч человек получили травмы, 180 тыс. лишились крова. Около 45 тысяч зданий разрушено в районе Алжира — Бумердеса. Произошел обрыв подводного кабеля. Многочисленные оползни. Толчки ощущались на испанских островах Майорке, Менорке и Ивисе и даже в Аликанте, Барселоне, Картахене, на юге Франции, в Монако, на итальянской Сардинии. У алжирского побережья был отмечен

Продолжение табл.1

Дата	Место, координаты эпицентра	Число жертв	Магнитуда	Сведения об ущербе
				подъем уровня моря на 40 – 80 см. Цунами высотой в 2 м нанесли ущерб судам на испанских Балеарских островах. 10-сантиметровое повышение уровня моря было отмечено в Ницце и 8-сантиметровое — в Генуе
26 декабря 2003	Юго-Восток Ирана, 29° с. ш., 58° в. д.	31 000	6,6	30 тысяч раненых, 75 тысяч лишились крова. 85 % строений в районе города Бам разрушены. Это было сильнейшее землетрясение в этом районе за последние 2000 лет
26 декабря 2004	Индонезия, у западного побережья северной Суматры, 3° с. ш., 96° в. д.	228 000	9,1	Третье по силе землетрясение мира после 1900 года и сильнейшее после землетрясения 1964 года на Аляске. Пострадали примерно 1,7 млн человек. Последовавшее цунами обрушилось на побережья 14 стран Южной Азии и Восточной Африки, унеся жизни тысяч человек (считается самым разрушитель-

Продолжение табл.1

Дата	Место, координаты эпицентра	Число жертв	Магнитуда	Сведения об ущербе
				ным цунами по числу жертв за всю историю человечества). Подземные толчки ощущались в Бангладеш, Индии, Малайзии, Мьянме, Сингапуре. После землетрясения возобновил активность вулкан на Андаманских островах
28 марта 2005	Северная Суматра, Индонезия, 2° с. ш., 97° в. д.	1 313	8,6	Разрушены сотни зданий. Цунами высотой 3 м нанесли ущерб аэропорту на о. Симелуэ. По меньшей мере 10 человек погибли в ходе срочной эвакуации с побережья Шри-Ланки
10 августа 2005	Северный Пакистан (де-юре индийская территория), 35° с. ш., 74° в. д.	86 000	7,6	Около 70 тысяч раненых. Самые сильные разрушения — в районе Музаффарабада (Кашмир). Разрушены по меньшей мере 32 тысячи зданий. Разрушения отмечены и в крупных городах на севере Пакистана и Индии: в Исламабаде, Равалпинди, Чандигархе, Нью-Дели.

Окончание табл.1

Дата	Место, координаты эпицентра	Число жертв	Магнитуда	Сведения об ущербе
				Сильные толчки ощущались в Афганистане, Китае, Таджикистане, Казахстане (Алма-Ата). 4 млн жителей лишились крова. Оползни и камнепады на горных дорогах сделали многие районы на несколько суток недоступными
26 мая 2006	Индонезия, Ява, 8° ю. ш., 110° в. д.	5 750	6,3	Около 40 тысяч раненых; около 600 тысяч беженцев. 127 тысяч разрушенных и 450 тысяч поврежденных жилищ
12 мая 2008	Восток провинции Сычуань, Китай, 31° с. ш., 103° в. д.	Около 70 000	7,9*	Тысячи раненых. Миллионы жилищных единиц разрушения. Толчки ощущались на обширной территории КНР, включая Пекин, Гуанчжоу, Шанхай, Сянган, а также в Бангладеш, на о. Тайвань, в Таиланде и Вьетнаме, Монголии, Непале, Индии и даже на территории России — в Туве

\* По данным китайских сейсмологов, 8,1.

Таблица 2

## Землетрясения магнитудой 8,0 и более \*

Дата	Место, координаты эпицентра	Число жертв	Магнитуда
23 июля 2001	У южной части побережья Перу, 16° ю. ш., 74° з. д.	140	8,4
25 сентября 2003	Япония, Хоккайдо, 42° с. ш., 144° в. д.		8,3
23 декабря 2004	Севернее о. Маккуори (Австралия), 49° ю. ш., 161° в. д.	—	8,1
26 декабря 2004	К западу от побережья северной Суматры, Индонезия, 3° с. ш., 96° в. д.	228 000	9,1
28 марта 2005	Северная Суматра, Индонезия, 2° с. ш., 97° в. д.	1 300	8,6
3 мая 2006	Острова Тонга, 20° ю. ш., 174° з. д.	—	8,0
15 ноября 2006	Россия, Сахалинская обл., Курильские о-ва, 47° с. ш., 153° в. д.	—	8,3
13 января 2007	К востоку от Курильских островов, 46° с. ш., 155° в. д.		8,1
1 апреля 2007	Соломоновы Острова, 8° ю. ш., 157° в. д.	—	8,1
15 августа 2007	У побережья Перу, 13° ю. ш., 77° з. д.		8,0
12 сентября 2007	Индонезия, юг Суматры, 4° ю. ш., 101° в. д.	25	– 8,5

\* По данным USGS Earthquake Hazards Program.

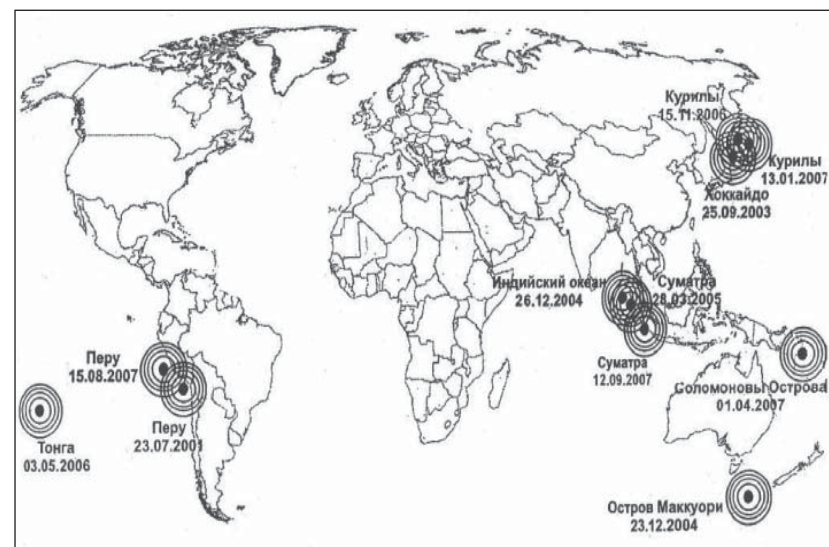


Рис. 1. Самые сильные землетрясения (с магнитудой свыше 8)

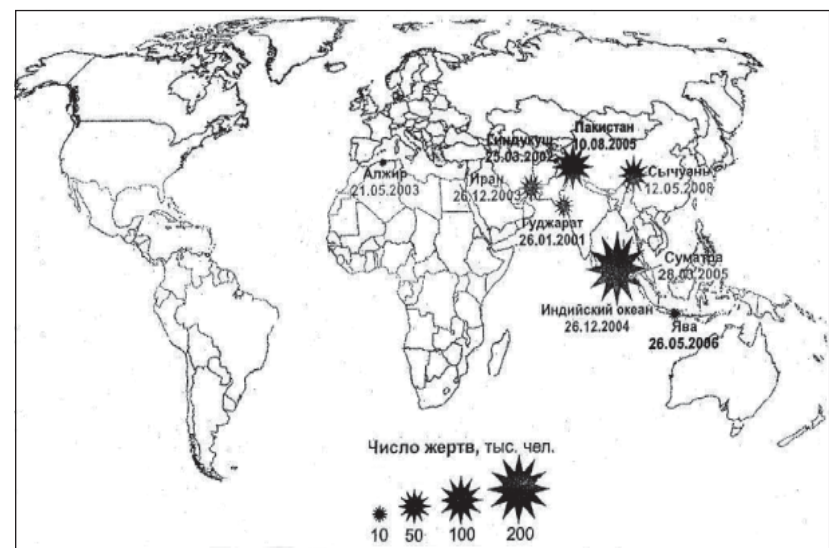


Рис. 2. Самые катастрофичные землетрясения (более 1000 жертв)

## Приложение 2

### Провальные землетрясения в нашей области

«Различают землетрясения тектонические и вулканические. Но есть еще один вид землетрясений — провальные. Они небольшие, имеют ограниченную площадь распространения, чаще встречаются на равнинах, где широко распространены легко растворимые водой породы (карстующиеся).

Провальные землетрясения на Русской равнине наблюдаются в Ивановской, Владимирской, Горьковской и других областях. На территории нашей области они известны в южной части в пределах Перевозского, Первомайского, Вадского, Арзамасского, Шатковского районов. Здесь карстующиеся породы, представленные известняками, доломитами, ангидритами, залегают неглубоко. Они подвергаются воздействию и интенсивному растворению проникающими в них дождевыми, тальными и подземными водами, что приводит к возникновению в толще их подземных пустот и обрушению и обвалу. Это сопровождается сотрясением поверхности земли.

*Из рассказа Анны Павловны Никитиной из д. Поляны Вадского района Горьковской области:*

“Было это поздней осенью, кажется, в ноябре 1929 года. Около двух часов ночи совсем неожиданно, когда мы спали, послышался треск, глухой гул из-под земли, сильно сотрясалась сама земля. Мы выбежали из дому на улицу и увидели, что у самого края нашей избы появилась большая яма, в которую с шумом и треском проваливается земля, а на дне ямы бурлит вода. В эту яму совсем провалился наш погреб, который стоял перед домом. Да и сам-то дом чуть не рухнул в эту яму. Мы скорей в ту же осень перенесли его дальше от ямы на 25—30 метров. Теперь он стоит на новом месте”».

*Из рассказа жителей села Стрелка Вадского района Горьковской области.*

“Случилось это весной 1948 года поздно вечером. Большинство жителей уже легли спать, как вдруг земля начала трястись и во многих домах полы стали трещать. Продолжалось это недолго, всего несколько секунд. Но полная неожиданность такого сотрясения земли нас, конечно, взволновала. Когда утром мы пошли на работу, то недалеко от нашего села на ровной местности увидели большую свежую провальную яму глубиной около 15 метров и шириной не менее 18 метров”».

Эти рассказы правильно передают типично провальные землетрясения в южной части области, где карстующиеся сульфатно-карбонатные толщи пород подвергаются растворению и размыванию водой»\*.

---

\* Шомысов Н. М. Провальные землетрясения в нашей области // Записки краеведов. Горький : Волго-Вятское кн. изд-во, 1973. — С. 168—169.



### Приложение 3 Геологические открытия. Невидимый туман

«Воротиловский выступ (д. Воротилово, Городецкий район) — выступ фундамента на глубине 280–300 м. Исследованием занимался горьковский геолог Р. Р. Туманов.

200 миллионов лет назад на восточной окраине Восточно-Европейской платформы начали образовываться Уральские горы. В жестком фундаменте нарастали напряжения, образовывались трещины и разломы, обновлялись разломы и трещины и в Городецко-Ковернинской тектонической зоне, заложенной ранее. Особенно активно проявились подвижки по кольцевому разлому, ограничивавшему современную Ковернинскую впадину. На месте этой впадины начала формироваться структура глыбового характера. Рост поднятий приводил к сползанию пород под действием силы тяжести, смятию их. Эпизодические ливневые потоки уносили обломочный материал, разрушали его. Отдельные останцы пород сохранились у д. Бабье и Высоково.

В конце триаса направление движений сменилось, и на месте поднятия начала формироваться Ковернинская впадина. Окраинные зоны ее опускались, а в центральной части поднимались блоки кристаллического фундамента. Воздымание было достаточно интенсивно, что отразилось на окружающих породах: породы по контакту были смещены и раздроблены. С чем же связано поднятие Воротиловского выступа?

С точки зрения Р. Р. Туманова, в пермское время разломы фундамента, по которым происходило воздымание блоков, достигли значительных глубин и открыли доступ к очагам магмы. По трещинам магма внедрилась в верхние слои земной коры, выделяя по мере охлаждения газы

и пары, устремившиеся вверх и предшествующие вулканическому процессу. Но не находя выхода наверх, они приводили к взрывам. Трещины расширялись, центральный блок интенсивно поднимался, окружающие породы были раздроблены, смещены. Породы фундамента были выведены на поверхность.

Деятельность этого невидимого вулкана ограничилась выделением газов, паров и внедрением по трещинам небольшого количества магмы. Абсолютный возраст этого процесса радиологическим методом определяется в 185 млн лет.

В начале юрского периода Воротиловский выступ продолжал подниматься, а Ковернинскую впадину заполнили воды озера. В среднеюрское время вся северо-западная часть нашей области начала погружаться, погрузился и выступ. В юрских и меловых морях накопились мощные толщи глинистых и песчаных осадков, скрывших вулкан» \*.

---

\* Кулинич, Г. С. Геологические открытия. Невидимый вулкан // Записки краеведов — Горький : Волго-Вятское кн. изд-во, 1975. С. 154–156.

## Влияние природных процессов на человеческую деятельность

Основные объекты	Характер воздействия	Последствия воздействия	Меры по снижению последствий
<b>Солнечная радиация</b>			
Гелиоэнергетика	Световой и тепловой	Производство электроэнергии, использование которой целесообразно в малых масштабах (кондиционирование, охлаждение и т. д.), отопление зданий	
Промышленная и жилая застройка	Световой и тепловой	Экономия энергии топлива вследствие естественной освещенности и улучшения теплового режима зданий летом, расход на охлаждение при летнем перегреве помещений	Предохранение крыш о нагревания, использование внутренних и внешних средств, правильные расположение и площадь окон
Растениеводство	Световой и тепловой	Превращение лучистой энергии в энергию химических связей органических веществ, возникновение тока воды и	

		минеральных солей от корней к листьям	
Люди	Световой и тепловой	Дискомфорт людей вследствие перегревания и солнечного удара, воспаления глаз от яркого солнечного света	Терморегулирование с помощью одежды, зонтов, ношение затемненных или окрашенных очков
Животные, люди	Световой и тепловой	Использование в практике лечебных и профилактических учреждений антирахиитического, бактерицидного, химического действий солнечной радиации	
<b>Температура</b>			
Растениеводство	Замерзание жидких растительных клеток при заморозках	Полная или частичная потеря урожая	Конвекционный обогрев, вентиляционные установки, правильное культивирование почвы
Животноводство	Физиологическое влияние холодов, прекращение роста трав на пастбищах	Снижение продуктивности домашнего скота, содержащегося на открытом воздухе	Селекция пород способных выдерживать низкие температуры, заготовка сена, искусственные укрытия

Основные объекты	Характер воздействия	Последствия воздействия	Меры по снижению последствий
Растениеводство и животноводство	Увеличение скорости химических и бактериологических реакций при повышении температуры	Порча продовольственных грузов (мяса, рыба и др.) при транспортировке	Учет климатического фактора
Строительство	Воздействие низких температур	Затруднение кирпичной кладки, замедление уплотнения бетона и земляных работ, усложнение покраски, штукатурки, замерзание водопроводных труб и т. п.	
Авиа- и автомобильный транспорт	Уменьшение емкости аккумуляторов, загустение масла, потеря эластичности резиновых уплотнителей, промерзание	Затруднение запуска двигателя и самолетных установок, появление течи в топливных и гидравлических системах, повреждение покрытий. Заклинивание движущихся механизмов, образование кристаллов льда в топливе и иная на внутренних стенках баков,	Создание приспособлений для отопления аккумуляторов, обогрева двигателей и трубопроводов, изменения в технике обслуживания. Перестройка конструкций, внесение

	предохранительных чехлов, повышение ломкости деталей. Повышение давления в некоторых системах из-за расширения топлива и масла при резких перепадах температур	закупорка трубопроводов и фильтров	изменений в технике обслуживания
Авиационный транспорт	Уменьшение давления в сопле двигателя при повышении температуры	Увеличение расхода топлива	
Жилая застройка	Физиологическое влияние повышенных и пониженных температур на человека	Ухудшение работоспособности и самочувствия людей внутри помещений вследствие снижения комфорта	Поддержание нужной температуры путем регулирования отопления, охлаждения, вентиляции

Основные объекты	Характер воздействия	Последствия воздействия	Меры по снижению последствий
<b>Облачность и влажность</b>			
Линии электропередачи, телефонные линии	Ухудшение характеристик изоляторов при высокой влажности; появление изморози на проводах из-за сублимации водяного пара	Снижение эффективности передачи электроэнергии; обрыв проводов, перебой в электроснабжении и телефонной связи	
Жилые и производственные здания	Заиндевание внутренних сторон окон из-за конденсации влаги на поверхности охлажденных стекол	Появление сырости, порча стен	Установка тройных рам, хороший обогрев, осушение воздуха с помощью водопоглощающих средств
Авиа- и автомобильный транспорт	Потеря способности к ориентировке вследствие появления	Сбивание с курса движения в результате невозможности определить местонахождение и расстояния вокруг, авто- и	Перекрытие движения транспорта, заблаговременный прогноз

	ления «белой мглы» (многokrатно отраженный от снежной поверхности и облаков рассеянный свет)	авиакатастрофы, гибель путешественников	
Авиационный транспорт	Резкое снижение видимости вследствие туманов	Потеря ориентирования, аварии при посадке в аэропорту, столкновения самолетов друг с другом и с землей	Рассеивание тумана в аэропортах путем его засева льдообразующими ядрами, использование струй горячего воздуха от реактивных двигателей, планирование полетов в период между утренними и вечерними туманами
Автомобильный транспорт	Резкое снижение видимости вследствие туманов	Аварии и катастрофы при столкновениях автомобилей друг с другом, выезде за пределы дорожного полотна	Снижение скорости, осторожное вождение, проезд туманных участков в самое теплое время дня

Основные объекты	Характер воздействия	Последствия воздействия	Меры по снижению последствий
Водный транспорт	Резкое снижение видимости вследствие туманов	Катастрофы при столкновении судов друг с другом, прочими объектами, посадка на мель	Перенос судоходных линий в менее туманноопасные районы, улучшение навигационного оборудования
Строительные конструкции, сооружения, оборудование, электро- радиопаратура	Увлажнение поверхностей, приводящее к электрохимической и микробиологической коррозии	Разрушение материалов, старение лакокрасочных покрытий, ухудшение работы электро- и радиоаппаратуры	Защита от погодных воздействий, выбор оптимальных материалов и покрытий

## Приложение 5

### Лето 1972 года

Исключительная интенсивность и устойчивость атмосферных осадков относится к разряду редких и опасных. Летом 1972 года дождей практически не было. Столбик ртути поднимался в воздухе до 36°C, а почва прогревалась до 55–60°. В июне температура воздуха была лишь на 1–2° выше нормы. Как обычно, наблюдалось 6–8 дней с осадками. В июле – августе преобладали безоблачные дни. Горячее солнце нагревало и высушивало почву. В результате не только поверхность почвы, но и слой глубиной в метр стал теплее обычного на 3–5°. Из-за отсутствия дождей все поступающее в почву тепло шло на ее нагревание, а от перегретой почвы избыток тепла поступал в воздух. Отмечено 20–25 дней с температурой воздуха выше 20°C в среднем за сутки (обычно таких дней бывает 10–15 в июле, 5–10 в августе). С 5-го по 17-е воздух прогревался до 30–33°C. В августе, как правило, наблюдается понижение температуры на 2–3° по сравнению с июлем, но в 1972 году он оказался теплее. Почти ежедневно температура воздуха превышала 30°C, это в приземном слое атмосферы. Повышенное теплосодержание в сочетании с пониженным влагосодержанием воздуха препятствовали процессу развития облаков. Редкая устойчивость жары действовала угнетающе на людей и природу. Содержание влаги в течение всего месяца составляло менее 30 %.

В 1972 году неблагоприятное сочетание высокой температуры с низкой влажностью наблюдалось в течение 56 дней подряд, чего не было за всю историю метеонаблюдений. Недостаток влаги наблюдался во всем слое тропосферы...

Старожилы не помнят такой изнуряющей жары. Способствовала ее сохранению так называемая блокирующая

ситуация, когда высокий устойчивый антициклон препятствовал поступлению прохладных и влажных масс с запада, но обеспечивал вынос сухого сильно прогретого воздуха с Нижнего Поволжья.

Засуха на почве и в воздухе привела к гибели урожая картофеля. Неблагоприятные условия сказались и на урожае яровых и зернокультурных растений. У них преждевременно пожелтели нижние листья, засохли стебли и колоски, зерно стало щуплым. К концу лета полностью выгорели травы на лугах и пастбищах.

Знойное лето высушило торфяники, они самовоспламенились. Лесные и торфяные пожары начались с середины июля, но наиболее опасными они были в августе. Из-за пожаров воздух оказался насыщенным окисью углерода, дымная мгла концентрировалась вблизи земной поверхности ввиду полного безветрия. Уменьшилась водность рек.

Летом 1972 году в центральных районах европейской территории России наблюдалось необычное распределение форм циркуляции: господствовали меридиональные переносы, что явилось причиной длительного сохранения антициклонального режима погоды»<sup>\*</sup>.

---

<sup>\*</sup> *Агафонова, С. М.* Загадки метеорологии. Записки краеведов. Горький : Волго-Вятское кн. изд-во, 1975. С. 158 – 161.

## **Приложение 6** **Климат Нижнего Новгорода в XX веке** **и начале XXI века**

«В лето 2010 года основные показатели физического состояния атмосферы достигали таких пределов значений, которые не наблюдались в центре европейской России в течение последних 500 тысяч лет.

Аномально теплым был май со средней температурой месяца 17,0°C (+ 5,1 к климатической норме мая в XX веке). Максимальные температуры суток в течение 25 дней превышали 20°C, то есть май был жарким. Осадков выпало 24 мм (около 50 % майской вековой нормы). С самого начала мая наблюдалась сухость в лесу, интенсивно прогревалась и иссушалась лесная почва и лесная подстилка. Гидрометеоцентр сигнализировал об угрозе пожароопасности.

Июнь был очень теплым. Среднемесячная температура воздуха составила 19,7°C, что на 2,8°C выше вековой климатической нормы июня. Максимальная дневная температура в течение 24 дней была выше 20°C, в том числе 14 дней – выше 25°C, из них шесть дней – выше 30°C. С 20 июня началась жара.

Июль 2010 года был аномально теплым, жарким и аномально сухим. Средняя месячная температура 25,6°C, что на 6,9°C выше климатической нормы июля XX века. Температурный максимум составил 38,3°C. Эта величина превысила прежний рекорд июля 1938 года на 1,9°C. Это свидетельствует о высокой степени экстремальности атмосферного явления.

Июль был почти лишен атмосферных осадков. Наблюдалось явление сухого дождя, когда дождевые капли испарялись в воздухе, не долетая до земли. Месячное количество осадков в июле составило менее 6 % нормы в XX веке, по абсолютной величине осадков (4,4 мм) сопоставимо

лишь с чрезвычайно сухим июлем 1938 года (4,2 мм осадков за месяц).

Жаркая погода продолжилась и в августе. В первые 13 дней месяца ночные температуры были выше 20°C, а дневные температуры воздуха достигали 30,9°C. Среднесуточные температуры составляли 25,4–31,0°C. Превышения климатических норм в августовские сутки достигали 10–13°C. С 1 по 18 августа была не только жара, но и сушь. Почти полностью выгорел и пожелтел травяной покров, обмелели реки и озера, резко снизился уровень воды в колодцах, разгулялись природные пожары в лесах, сгорели десятки тысяч гектаров леса и многие населенные пункты. Было задымление приземной атмосферы, концентрация угарного газа превышала предельно допустимые нормы содержания вредных веществ в воздухе населенных пунктов. Население страдало от непривычно затяжной жары, засухи и загрязненности воздуха.

Перелом в августовской погоде наступил 19 августа, когда антициклональная погода сменилась циклональной. В течение нескольких дней прошли дожди. Эта погода снизила показатель среднемесячной температуры воздуха до 21,5°C, но тем не менее температура воздуха все равно оказалась выше на 4,8°C нормы августа в XX веке. Месячная норма осадков уложилась в норму 60,6 мм (95 % нормы осадков августа XX века).

Итогом лета 2010 года стал ряд экстремальных показателей погодных явлений. Летом произошло редкое соединение почвенной засухи с атмосферной, в результате чего сильно пострадали или погибли посевы сельскохозяйственных культур. Бездождевой период длился 61 день подряд. Для нашей территории, относящейся к зоне достаточного увлажнения, это было явление чрезвычайное. Урок лета 2010 года убеждает о необходимости принятия действенных мер с целью обеспечения готовности к реально возможным неблагоприятным и опасным проявлениям природной стихии. Отсюда важность и необходимость уточнения наших действий и в лесном хозяйстве, и в земледелии.

Пришло время действенного сохранения, сбережения и охраны наших природных ресурсов.

Год 2010-й резко контрастирует с другими годами XX и XXI веков по степени континентальности климата, которая оказалась самой высокой за все годы наблюдений за климатом в Нижнем Новгороде, – 73,5 % при среднем показателе степени континентальности 53,15. В 2010 году наша территория находилась в условиях типично континентального климата (степи). Это редкое явление отмечалось лишь дважды – в 1940-м (72,4 %) и 1972 году (72,1 %).

Лето 2010 года войдет в историю местного климата как год с экстремально жарким летом, с изнурительной и длительной летней засухой, сопровождавшейся лесными пожарами и пожарами в сельских населенных пунктах, истощением водных ресурсов малых рек и озер, загрязнением дымовым смогом воздушной среды, гибелью лесных животных»\*.

---

\* Терентьев, А. А. и др. Климат Нижнего Новгорода в XX веке и начале XXI века. С глобальным и региональным аспектами. – Н. Новгород: ННГУ, 2011. (Серия «В помощь учителю, студенту, школьнику»).

## **Приложение 7** **История самых** **катастрофичных ураганов** **в Московском регионе**

29 мая 2017 года во власти атмосферного фронта оказалась вся часть Центральной России. Его движение сопровождалось дождями, градом и усилением ветра до 30 м/с.

Шквалистый ветер обрушился на Подмоскowie во второй половине дня. Порывы ветра сносили гаражи, строительные краны, срывали крыши домов. Однако основной удар стихии пришелся на Москву. Были повалены свыше 3500 деревьев, повреждены более 140 кровель, около 1500 автомобилей. Все это сопровождалось транспортным коллапсом: сбоями в работе метро, аэроэкспрессов и пробками на столичных дорогах. В московских аэропортах были задержаны более 50 рейсов.

Установлено, что в результате урагана погибли 16, а за медицинской помощью обратились 168 человек. По информации департамента, состояние пострадавших оценивается как удовлетворительное или средней тяжести, но у 8 человек — тяжелое.

Всего, по данным МЧС, в Москве, Московской, Владимирской, Тульской, Тверской, Рязанской и Калужской областях ураган повалил более 6,5 тысяч деревьев, повредил кровли более 180 зданий, в том числе роддома, более 1900 машин и один пассажирский автобус. Задержано движение 130 электричек, 23 поездов дальнего следования и 5 составов московского метрополитена; отменены 4 аэроэкспресса во Внуково; пострадали более 1900 легковых автомобилей и один автобус. Ураган обесточил более 300 населенных пунктов и 16500 домов с населением более 44 тысяч человек, а также 1375 дачных строений. В устранении последствий урагана в Центральной России участвовали более 22 тысяч человек.

*Москва, июнь 2004 года.* Местами порывы ветра и достигали 31 м/с. Во время сильного ливня выпало 35 мм

осадков, что составляет месячную норму. Сломаны и вырваны с корнем не менее 45 тысяч деревьев, произошли 744 обрыва электропроводов. Повреждено множество машин, изданий, строительной и дорожной техники. Около 1,5 тысяч домов остались без крыш. В речном порту рухнул кран и потопил два теплохода. Штормовой ветер, скорость которого достигала 90 км/ч, принес и человеческие жертвы: 7 человек погибли, 122 госпитализированы и 161 обратились за помощью.

*Ураган с трагическими последствиями был в июне 1998 года.* В результате по разным данным погибли от 8 до 11 человек. Около 150—200 человек получили ранения. Сильный ветер, скорость которого достигала 31 м/с, повалил около 48 тысяч деревьев, сорвал кресты с Новодевичьего монастыря и разрушил 12 зубцов стены Кремля. Были повреждены более 2000 различных строений, нарушена работа транспорта. Ущерб составил около 1 млрд руб.

*Летом 1904 года на Москву* обрушился один из самых разрушительных ураганов. Он сопровождался смерчем, который практически полностью уничтожил Люблино, Карачарово, Анненгофскую рощу, разрушил постройки в Лефортове, Басманной части, Сокольниках. По некоторым данным, в результате стихии погибли более 100 человек, более 800 ранены:

«Это было 19 июня 1904 года, на другой день после пронесшегося над Москвой небывалого до сего урагана, натворившего бед. Незабвенный и памятный день для москвичей, переживших его!

Мне посчастливилось быть в центре урагана. Я видел его начало и конец: пожелтело небо, налетели бронзовые тучи, мелкий дождь сменился крупным градом, тучи стали черными, они задевали колокольни.

Наступивший мрак сменился сразу зловеще желтым цветом. Грянула буря, и стало холодно. Над Сокольниками спустилась черная туча — она росла снизу, а сверху над ней опускалась такая же другая. Вдруг все закрутилось. Внутри этой крутящейся черной массы засверкали молнии. Совсем картина разрушения



Помпеи по Плинию! Вдобавок среди зигзагов молний вспыхивали желтые огни, и багрово-желтый огненный столб крутился посередине. Через минуту этот ужас оглушающе промчался, руша все на своем пути. Неслись крыши, доски, звонили колокола; срывало кресты и купола, вырывало с корнем деревья; огромная Анненгофская роща была сбрита; столетние деревья или расщеплены, или выворочены с корнем. Было разрушено огромное здание Кадетского корпуса и Фельдшерской школы. По улицам — горы сорванных железных крыш, свернутых в трубочку, как бумага. Кое-где трупы. Много убитых и раненых».

*В. А. Гиляровский Русское слово*

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Введение</i> _____	3
<i>Природные явления и опасности геологического характера</i>	
1. Землетрясения _____	6
Практические задания _____	23
2. Вулканические извержения _____	27
Практические задания _____	41
3. Оползни _____	44
4. Сели _____	49
5. Снежные лавины _____	59
Практические задания _____	62
<i>Опасности гидрологического характера</i>	
1. Наводнения _____	66
2. Цунами _____	78
Практические задания _____	85
<i>Опасности метеорологического характера</i>	
1. Опасные ветровые явления _____	89
2. Ураганы и тайфуны _____	95
3. Бури _____	102
4. Смерчи _____	104
Практические задания _____	109
<i>Заключение</i> _____	113
<i>Литература</i> _____	115
<i>Приложения</i>	
<i>Приложение 1</i>	
Самые катастрофические и самые сильные землетрясения XXI века _____	119
<i>Приложение 2</i>	
Провальные землетрясения в нашей области _____	126

Приложение 3 Геологические открытия. Невидимый туман —	128
Приложение 4 Влияние природных процессов на человеческую деятельность _____	130
Приложение 5 Лето 1972 года _____	137
Приложение 6 Климат Нижнего Новгорода в XX веке и начале XXI века _____	139
Приложение 7 История самых катастрофичных ураганов в Московском регионе _____	142

*Вдовина Ирина Александровна*

## ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Географические аспекты  
экологической безопасности  
и безопасности жизнедеятельности



*Учебное пособие*

Редактор **Н. А. Елизарова**  
Корректор **Ю. В. Платыгина**  
Компьютерная верстка **Т. С. Родинко**

Оригинал-макет подписан в печать 14.06.2017 г.  
Формат  $60 \times 84 \frac{1}{16}$ . Бумага офсетная. Гарнитура «Book Antiqua».  
Печать офсетная. Усл.-печ. л. 8,6. Тираж 100 экз. Заказ 2410.  
ГБОУ ДПО «Нижегородский институт развития образования»  
603122, Н. Новгород, ул. Ванеева, 203.  
*www.niro.nnov.ru*

Отпечатано в издательском центре учебной  
и учебно-методической литературы ГБОУ ДПО НИРО