

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Казахский национальный технический университет
имени К.И. Сатпаева

И.Н. Ралов

ПРИРОДНЫЕ СТИХИЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Рекомендовано
Республиканским учебно-методическим объединением
в качестве учебного пособия

Алматы 2005

УДК 614.8:551

ББК 26.2. Я73

Р 20

Ралов И.Н. Природные стихийные явления: Учеб. пособие. – Алматы: КазНТУ, 2005. – 128 с.

ISBN 9965-736-85-5

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями рабочей программы по дисциплине “Природные стихийные явления” для студентов специальности 170540.02 – “Защита в чрезвычайных ситуациях”.

Учебное пособие предназначено для углубленного изучения студентами природных стихийных явлений, возникающих при оценке тех или иных чрезвычайных ситуаций, выработки оптимальных решений для ликвидации их последствий. Приведен анализ причин возникновения стихийных бедствий и определения масштабов их последствий на территории Республики Казахстан.

Ил. 20. Табл. 28. Библиогр. –16 назв.

ББК 26.2 Я73

Рецензенты *С.С. Нуркеев*, д-р техн. наук, проф.
Ю.В. Ильин, Е.Н. Мельников

Печатается по плану издания Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2005 г.

Р $\frac{1502010000}{00(05) - 05}$

ISBN 9965-736-85-5

© КазНТУ, 2005

ВВЕДЕНИЕ

Стихийные явления природы – природные явления, проявляющиеся как могущественные разрушительные силы, обычно не подчиняющиеся влиянию человека. К ним относятся, например, тропические циклоны, смерчи, молнии, наводнения, цунами, землетрясения, извержения вулканов, снежные лавины, сели, камнепады, оползни и др.

Коварство стихийных явлений знакомо человечеству тысячелетия. Следы былых разрушений, предания, описания, картины, наскальные рисунки и многое другое напоминают нам о тех катастрофах, которые произошли в мире в результате стихийных явлений.

Стихийные явления возникают в природе независимо друг от друга, проявляются во взаимодействии друг с другом, часто возникают под влиянием человека. Независимо от источника зарождения стихийные явления характеризуются значительной мощностью и различной продолжительностью – от нескольких минут (снежные лавины) до нескольких часов (сели), дней (оползни) и месяцев наводнения.

Несмотря на глубокие различия в существе, все рассматриваемые стихийные явления, возникающие в природе, подчиняются по меньшей мере трем общим закономерностям. Во-первых, для каждого стихийного явления может быть установлена специфическая пространственная приуроченность. Во-вторых, определённая повторяемость. В частности, чем больше интенсивность явления, тем реже оно повторяется с той же силой. Наконец, в-третьих, с большей или меньшей надежностью может быть установлена зависимость разрушительного эффекта стихийных бедствий от размаха, продолжительности и интенсивности геологических и гидрометеорологических процессов. Поэтому при всей неожиданности того или иного вида стихийного явления его возможное проявление может быть предсказано.

В результате проведения тщательных изысканий и исследований можно запроектировать и построить защитные сооружения, осуществить мероприятия по предотвращению ущерба земельным ресурсам и объектам хозяйствования.

Стихийные явления во многих случаях возникают во взаимодействии друг с другом, т. е. в парагенетической связи. Цикличность проявления в этом случае, как правило, нарушается: происходят они гораздо чаще, их разрушительная сила увеличивается.

На протяжении нескольких миллионов лет Земля служит средой обитания человека. В отличие от животного, лишь приспособляющегося к окружающей среде в процессе биологической эволюции, человек сознательно и активно изменяет ее для удовлетворения своих потребностей. С развитием человеческого общества от первобытного к современному усиливалось воздействие человека на природу. Однако этот процесс до поры до времени протекал весьма медленно и стихийно. Но постепенно интенсивность воздействия человека на природу возрастает, таким образом, полностью оправдывается пророчество академика В. И. Вернадского о неизбежности наступления такого времени, когда человек делается основным фактором эволюции биосферы. Ощутимые глобальные качественные изменения в окружающей человека природной среде характерны для XX столетия, и особенно для второй его половины.

В результате научно-технической революции, постоянного развития производительных сил, роста численности населения растет и потребность в естественных ресурсах, а это сопровождается все более активным вовлечением в сферу хозяйственной деятельности ранее не освоенных и слабо освоенных территорий. Так, предгорные и горные регионы, пойменные и заболоченные земли осваиваются в целях добычи полезных ископаемых, более полного использования земельных, лесных, водных, энергетических ресурсов, дальнейшего развития орошения и осушения земель, прокладки инженерных коммуникаций – автомобильных и железных дорог, линий электропередачи и связи, строительства городов и поселков городского типа, спортивно-оздоровительных комплексов, научных станций и т. д. Воздействие человека на природную среду нередко осуществлялось и осуществляется без достаточных научных обоснований, без учета закона об охране природы, с нарушением технологии строительства инженерных коммуникаций, без возведения специальных сооружений, предназначенных для защиты объектов хозяйствования от стихийных явлений. Это объясняется потребительским отношением к ресурсам, преследованием ведомственных интересов, желанием получить сиюминутную выгоду, а порой и волонтаризмом в природопользовании. Все это способствует активизации и усилению стихийных явлений.

При этом растущая в последнее время частота, интенсивность и продолжительность многих видов стихийных явлений вызвана не столько разбушевавшимися стихиями, сколько нарушением экологического равновесия, вызванного нерациональным использованием природных ресурсов, несовершенством технологических процессов. Известно, что деятельность человечества в природе эффективнее сум-

марного проявления всех экзогенных рельефообразующих сил, она имеет большую скорость и масштабность проявления.

Многие годы во взаимодействии человека с природой главной целью человека до последних лет оставалось стремление увеличить свою власть над ней, максимально использовать возможности природной среды в собственных интересах, хотя чем в большей мере человеку удастся достичь победы над природой, тем в большей степени он проигрывает в конечном результате. Но сегодня, в эпоху научно-технического прогресса и небывалого увеличения темпов и масштабов производства, рациональное природопользование жизненно необходимо всему человечеству.

Рассматривая антропогенную деятельность в связи с развитием экзогенных процессов, необходимо отметить следующие основные положения:

- 1) она может их активизировать или замедлять, а иногда вызывать такие явления, которые не были свойственны природе данной территории, т. е. в целом человек влияет на степень активности природных процессов;
- 2) она не является фактором, вызывающим в природе новые, не встречающиеся раньше типы генетических процессов;
- 3) механизм ее влияния зависит от конкретных природных условий и типа процесса;
- 4) она может влиять на природные процессы непосредственно или косвенно, быстро или медленно.

Стихийные явления ежегодно наносят ущерб хозяйству: транспортным коммуникациям, промышленным, сельскохозяйственным предприятиям, населенным пунктам. Больше всего от этих явлений страдает сельское хозяйство.

Защита земель и объектов хозяйствования от стихийных явлений — общегосударственная задача.

Антропогенное влияние на стихийные явления можно уменьшить, если при проектировании новые предприятия, здания, сооружения и коммуникации размещать оптимально, хозяйственную деятельность регулировать на строго научной основе, осуществлять различные виды защитных мероприятий, в первую очередь рационально использовать и расширять площади лесов, которые активно препятствуют возникновению стихийных явлений. Указанные пути различаются как по содержанию, так и по характеру решаемых задач, но они не исключают, а лишь дополняют друг друга.

В настоящее время созданы надежные конструкции для защиты земель и объектов хозяйствования от стихийных явлений. Однако они

не находят достаточно широкого применения на практике. Это объясняется, во-первых, чрезмерно высокой стоимостью инженерных защитных сооружений; во-вторых, тем, что количество продукции, выращиваемой на сельскохозяйственных угодьях и выпускаемой на промышленных предприятиях, от строительства защитных сооружений, как правило, существенно не прибавляется. Эффективность защитных мероприятий выражается, прежде всего, в предотвращении ущерба сельскому хозяйству и промышленности. В-третьих, методы определения ущерба от стихийных явлений и методика определения эффективности от строительства защитных сооружений еще недостаточно разработаны. Каждое стихийное явление представляет собой естественный процесс и может проявить себя независимо от других в определенной цикличности или спорадически после накопления необходимой для этого суммы факторов.

Таблица 1
Перечень основных видов стихийных бедствий

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

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Чрезвычайными ситуациями принято называть обстоятельства, возникающие в результате стихийных бедствий (природные), аварий и катастроф в промышленности и на транспорте (техногенные), экологических катастроф, диверсий или факторов военного, социального и политического характера, которые заключаются в резком отклонении от нормы протекающих явлений и процессов и оказывают значительное воздействие на жизнедеятельность людей, экономику, социальную сферу или природную среду.

ЧС, возникающие в мирное время в результате стихийных бедствий, катастроф, производственных и транспортных аварий, сопровождаются разрушением зданий, сооружений, транспортных средств, инженерных коммуникаций, гибелью людей, уничтожением оборудования и материальных ценностей. Такие события требуют экстренных мер по ликвидации их последствий, проведения спасательных и других неотложных работ.

Законом Республики Казахстан “О чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера” от 5 июля 1996 г. определено, что “Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, возникшая в результате аварии, бедствия или катастрофы, которые повлекли или могут повлечь значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности населения”.

Все чрезвычайные ситуации классифицируются по трем признакам.

Первый – это сфера возникновения, которая определяет характер происхождения чрезвычайной ситуации.

На приведенной ниже схеме показано, что возникают они в трех сферах: в производстве (техногенные), природе и экологической среде.



Рис. 1. Сферы возникновения чрезвычайных ситуаций

Второй – ведомственная принадлежность, т. е., где, в какой отрасли народного хозяйства случилась данная чрезвычайная ситуация:

- в строительстве (промышленном, гражданском, транспортном);
- в промышленности (атомной, химической, пищевой, металлургической, машиностроительной, горнодобывающей, удобрений);
- в коммунально-бытовой сфере (на водопроводно-канализационных системах, газовых, тепловых, электрических сетях, при эксплуатации зданий и сооружений);
- на транспорте (железнодорожном, автомобильном, трубопроводном, воздушном, водном);
- в сельском и лесном хозяйствах.

Третий – масштаб возможных последствий. Здесь за основу берутся значимость (величина) события, нанесенный ущерб и количество сил и средств, привлекаемых для ликвидации последствий.

В свою очередь по масштабу все ЧС подразделяются на объектовые, местные, региональные и глобальные.

ОБЪЕКТОВЫЕ. Распространение последствий ограничено установкой, цехом, объектом.

Для их ликвидации привлекаются хотя и все силы и средства предприятия, но их достаточно, чтобы справиться с аварийной ситуацией.

МЕСТНЫЕ. Распространение последствий ограничено населенным пунктом, районом, областью.

Для ликвидации последствий достаточно сил и средств, имеющих в непосредственном подчинении местной власти, соответствующего начальника ГО, его комиссии по ЧС, а также на объектах промышленности, транспорта, сельского хозяйства, расположенных на их территории. В отдельных случаях могут привлекаться воинские части гражданской обороны.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ. Распространение последствий ограничено несколькими областями.

Для проведения спасательных и других неотложных работ привлекаются кроме всех видов формирований воинские соединения и части гражданской обороны, мобильные отряды и другие подразделения.

ГЛОБАЛЬНЫЕ. Распространение последствий охватывает территории Республики Казахстан и сопредельных государств. Для проведения спасательных и других неотложных работ на территории страны привлекаются все виды сил гражданской обороны, Вооруженных сил, центральные исполнительные органы. Проведением работ, как правило, занимается специально созданная правительственная комиссия или лично Начальник ГО страны – Премьер-Министр.

Очень часто в печати, по радио и телевидению одни и те же со-

бытия называют по-разному: кто аварией, кто катастрофой. Действительно, резких и строго очерченных границ и различий между ними вроде бы и не существует. Главным критерием является тяжесть потерь и наличие человеческих жертв.

Что же такое авария и катастрофа, в чем их основное различие?

Авария – это повреждение машины, станка, установки, поточной линии, системы энергоснабжения, оборудования, транспортного средства, здания, сооружения. Очень часто аварии происходят на автомобильном, железнодорожном, воздушном и водном транспорте, в системах коммунально-бытового обслуживания. На промышленных предприятиях они, как правило, сопровождаются взрывами, пожарами, обрушениями, выбросом или разливом сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ). Эти происшествия не столь значительны, без серьезных человеческих жертв.

Например, столкнулись несколько автомашин, повредили кузова, люди получили ушибы или другие легкие травмы – транспортная авария. Или при посадке самолет повредил, например, шасси, крылья, но люди практически не пострадали – авиационная авария.

Катастрофа – это событие с трагическими последствиями, крупная авария с гибелью людей. Разбился самолет, есть человеческие жертвы.

В печати такое часто называют аварией, хотя на деле это самая настоящая авиационная катастрофа. Произошло столкновение поездов. Нанесен не только материальный ущерб, а главное есть погибшие и раненые. Это тоже катастрофа, а не авария.

Раньше в быту довольно часто употреблялось слово "крушение". Крушение понятие довольно широкое. Может быть крушение надежд, т. е. все, на что рассчитывал, надеялся человек, рухнуло, исчезло, погибло... Нередко писали о крушениях на железной дороге. В этом случае слово "крушение" говорит, в первую очередь, о гибели и ранении людей, а потом уже о выходе из строя подвижного состава, т. е. – это практически катастрофа.

Чернобыльскую катастрофу – катастрофу века, сначала называли аварией и до сих пор можно прочесть и услышать рассказы об аварии на 4-м энергоблоке АЭС. Да, сначала ее приняли за аварию. Но когда в первые же дни погибли от острой лучевой болезни 30 человек, когда сфера действия распространилась на многие области, а из 30-км зоны пришлось отселить большое количество людей, когда города Чернобыль и Припять превратились в мертвые населенные пункты, огороженные колючей проволокой, всякому становится ясно, что это катастрофа государственного масштаба.

Стихийные бедствия – это опасные явления или процессы геофизического, геологического, гидрологического, атмосферного и другого происхождения таких масштабов, которые вызывают катастрофические ситуации, характеризующиеся внезапным нарушением жизнедеятельности населения, разрушением и уничтожением материальных ценностей, поражением и гибелью людей.

Стихийные бедствия как явления часто приводят к авариям и катастрофам в промышленности, на транспорте, в коммунально-энергетическом хозяйстве и других сферах деятельности человека.

Экологическая катастрофа – стихийное бедствие, крупная производственная или транспортная авария (катастрофа), которые привели к чрезвычайно неблагоприятным изменениям в среде обитания, массовой гибели живых организмов (птиц, рыб, тюленей, моржей, пингвинов и других животных) и значительному экономическому ущербу.

II. ХАРАКТЕРИСТИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ ЧС ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

Чрезвычайные ситуации природного характера (стихийные бедствия) в последние годы имеют тенденцию к росту. Учащаются случаи землетрясений, возрастает их разрушительная сила. На севере республики регулярными стали наводнения, нередко оползни вдоль рек и в горных районах. Гололед, снежные заносы, бури, ураганы ежегодно навещают Казахстан.

Сами по себе чрезвычайные ситуации природного характера весьма разнообразны. Поэтому, исходя из причин (условий) возникновения, их делят на группы: геологические, метеорологические, гидрологические (гидрометеорологические), природные пожары, массовые заболевания (рис. 2).

Предварительная оценка масштабов стихийных бедствий и тяжести их последствий проводится по результатам наземных и воздушных разведок, анализа поступающих оперативных сведений с использованием установленных критериев ЧС природного характера, основанных на данных о количестве пострадавших людей (погибших и раненых); людей с нарушенными условиями жизнедеятельности; размере материального ущерба; границах (площадах) распространения поражающих факторов стихийных бедствий (табл. 2).



Рис. 2. Чрезвычайные ситуации природного характера

Таблица 2

Критерии ЧС природного характера

Чрезвычайные ситуации природного характера	Количество пострадавших людей		Размер прямого материального ущерба (в минимальных расчетных показателях)
	Погибшие или Раненные	Нарушение условий жизнедеятельности	
Объектовые	До 10	100–300	< 5000
Местные	10–50	300–500	5000–50000
Региональные	50–500	500–1000	50000–500000
Глобальные	> 500	> 1000	> 500000

Отнесение природных катастроф к тому или иному типу производится по любому из приведенных критериев.

Размер прямого материального ущерба стихийного бедствия определяется на день возникновения ЧС в пересчете на соответствующее количество установленных законодательством минимальных расчетных показателей.

Природные катастрофы приобретают трансграничный характер в случае, если их поражающих факторы выходят за пределы Казахстана, воздействуя на территории сопредельных государств, либо когда стихийные бедствия, возникшие за рубежом, отражаются на территории РК.

СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

Стихийные бедствия, связанные с геологическими природными явлениями, подразделяются на бедствия, вызванные землетрясениями, извержениями вулканов, оползнями, селями, снежными лавинами, обвалами, просадками земной поверхности в результате карстовых явлений.

Землетрясения

Землетрясение – это подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов в земной коре или верхней части мантии и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний.

Землетрясение – одно из самых разрушительных видов стихийных бедствий. Оно занимает первое место по экономическому ущербу, а также по числу погибших и травмированных людей.

Ежегодно на земном шаре происходит до 100 тыс. землетрясений, но большинство из них слабые, они фиксируются с помощью высокоточных приборов – сейсмографов.

В г. Алматы и Алматинской области сейсмографы ежегодно фиксируют до 400 толчков земной поверхности.

При определении землетрясения мы говорили, что землетрясения возникают в земной коре или верхней части мантии. Рассмотрим строение земной коры подробнее.

Земная кора состоит из литосферных плит – крупных блоков земной коры, включающих в себя континентальную и океаническую кору, ограниченную со всех сторон сейсмически и тектонически активными зонами разломов.

Литосферные плиты находятся в постоянном движении и перемещаются в различных направлениях со скоростью 1–6 см в год. Эти движения вызываются медленными течениями горячего пластичного вещества в недрах земли. Течения возникают в результате тепловой конвекции в сочетании с динамическими эффектами вращения Земли. В некоторых областях новое вещество поднимается вверх из земных недр, оттесняя плиты в стороны (Срединно-Атлантический хребет); в других местах плиты проскальзывают краями одна вдоль другой (разлом Сан-Андреас в Калифорнии); наконец, есть области, где одна плита при встрече затапливается под другую (например, в океане у западных берегов Южной и Центральной Америки).

Несогласованность в движении плит при любом его направлении

заставляет каменную толщу растрескиваться, создавая таким образом, землетрясение.

Существуют четыре группы землетрясений:

Тектонические землетрясения – вызываются движениями земных пластов.

Вулканические землетрясения – вызываются движениями магмы по каналу вулканов, происходят вблизи вулканов, во время оживления их деятельности.

Обвальные землетрясения – вызываются обвалами в горах, провалами земли.

Техногенные землетрясения – вызываются деятельностью человека – строительство водохранилищ, откачка нефти, газа и подземных вод, сильные взрывы.

Какие же силы вызывают землетрясения?

Поскольку медленное движение плит приводит к постепенному накоплению напряжений в породах земной коры, логично рассмотреть возможность существования некоторого «спускового механизма» землетрясений. Таким механизмом является какой-то физический процесс, который инициирует разрушение в сильно деформированной породе. Роль спускового механизма может играть следующие явления:

- лунные и солнечные приливы;
- солнечная активность;
- смещение полюсов Земли;
- неравномерное движение (по эллипсу) твердого субъядра Земли;
- другие землетрясения;
- деятельность человека;
- любое сочетание перечисленных выше явлений.

Таким образом, можно сделать вывод, что землетрясение – исключительно сложное физическое явление, зависящее от движения плит, прочности пород, местных геологических условий, состояния подземных вод и десятков других факторов, которые различны в разных районах Земли.

Рассмотрим основные характеристики землетрясения:

1. Гипоцентр – место в глубине земли, где началось землетрясение.
2. Эпицентр – проекция гипоцентра на поверхности Земли.
3. Глубина очага – расстояние от поверхности Земли до гипоцентра. У неглубоких землетрясений глубина очага составляет 5–40 км при глубоких до 500 км.

4. Площадь (длина) вспоровшейся части разлома может быть от нескольких метров при неощутимых землетрясениях и до нескольких сотен километров при крупнейших землетрясениях. Вспарывающаяся трещина может остановиться в глубине или достичь поверхности

Земли.

5. Длительность сильных толчков – при средних землетрясениях от 2 до 5 с, при сильных 20–90 с.

6. Радиус района землетрясения – при средних землетрясениях 5–15 км, при сильных 50–160 км.

7. Скорость сейсмических волн – существуют два типа объемных волн – это волны Р (от лат. *prae* – первые) и S (*secundae* – вторые). Волны Р – распространяются со скоростью 3–8 км/с, волны S – 2–5 км/с. Существуют и поверхностные волны, распространяющиеся вдоль земной поверхности, захватывая лишь неглубокую зону под ней.

Сейсмические волны, возникающие при землетрясениях

Сейсмические волны – это упругие волны, возникающие в фокусе при смещении и освобождении энергии, которая распространяется по земле в форме колебательного движения, разрушая породы. К основным типам сейсмических волн относятся глубинные и поверхностные – Рэлея (R) и Лява (L) (рис. 3). Глубинные волны подразделяются на 2 типа: продольные (P) и поперечные (S). Эти волны имеют различные скорости распространения, соответствующие двум типам колебаний. Акселерограммы весьма сложны, и группа волн (S) всегда появляются ранее, чем затухает группа волн (P). Продольные глубинные волны в среде поочередно образуют зоны сжатия и растяжения. При этом движение грунта происходит вдоль направления волн (период колебаний – 0,2 ... 0,5 с), их называют короткопериодными. Глубинные поперечные волны в грунте колеблются перпендикулярно направлению движения фронта волны с периодом колебаний 1,0 ... 5,0 с, и их называют длиннопериодными. Поперечные волны имеют скорость в среднем в 1,7 раза меньше, чем продольные и обе волны на поверхности проявляются в виде 2-х фаз землетрясений.

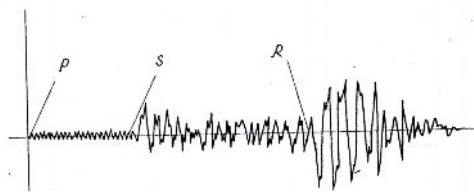


Рис. 3. Запись показателей сейсмографа:

P – момент прихода на поверхность продольных глубинных волн;
S – момент прихода поперечных глубинных волн; *R* – момент прихода
 поверхностных волн Рэлея

На рис. 3 показана запись сейсмографа, где показаны моменты последовательного прихода сейсмических волн. Первая фаза – момент вступления продольных волн (P), вторая – поперечных (S). Эти фазы будут предварительными, а момент вступления поверхностных волн (R) – главной фазой землетрясения. На различия фаз влияют виды сейсмических волн. При этом здания и сооружения по-разному реагируют на различные колебания грунта. Например, короткопериодные колебания от продольных волн являются опасными для жестких зданий (крупноблочных и крупнопанельных, каменных), а длиннопериодные от поперечных глубинных волн будут опасными для гибких зданий (каркасных и большепролетных зданий, труб, водонапорных башен).

Поверхностные волны делятся на два вида – волны Лява и Рэлея. Волны Лява (L) – поперечные волны в горизонтальной плоскости. Волны Рэлея (R) – поперечные волны в вертикальной плоскости, которые распространяясь в основном в толще верхнего слоя земной коры вдоль границы подстилающего слоя, затухают гораздо медленнее, чем глубинные волны. Эти волны значительно преобладают по интенсивности над глубинными волнами по мере удаления от эпицентра и являются основной причиной интенсивных колебаний грунтов.

Высокочастотные волны имеют большие амплитуды ускорения, но малые амплитуды смещения по сравнению с длиннопериодными волнами, обладающими малыми ускорениями. За время (T) волна проходит расстояние (λ).

Таким образом, скорость распространения волны зависит от длины волны и периода

$$V = \frac{\lambda}{T} = f \lambda, \quad (1.1)$$

где $f = \omega/(2\pi) = 1/T$ – частота колебаний грунта в секунду; λ – длина волны; T – период, т. е. время одного полного колебания; ω – угловая частота.

Значения ускорений, скорости и смещения грунта меняются в широких пределах в зависимости от частоты волновых процессов при землетрясениях.

Представим сейсмическую волну (рис. 3) в виде функции смещения грунта Z_0 в данный момент времени t .

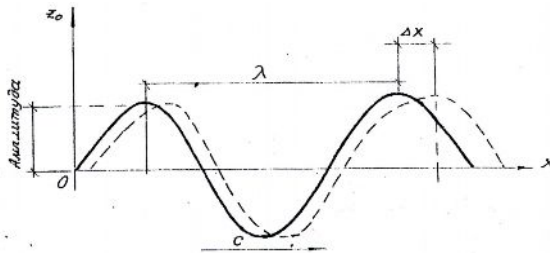


Рис.4. Направления распространения волны

$$Z_0 = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (x + vt), \quad (1.2)$$

где A – амплитуда; v – скорость волны.

Положение волны зависит от точки начала отсчета времени и расстояния. Рассмотрим волну. Из выражения (1.1) следует, что поперечное движение точки O ($Y = 0$) можно описать следующим образом: смещение грунта

$$Z_0 = A \sin \frac{2\pi}{T} t = A \sin \omega t;$$

скорость грунта

$$Z_0 = \frac{2\pi A}{T} \cos \frac{2\pi}{T} t = \omega A \cos \omega t; \quad (1.3)$$

ускорение грунта

$$Z_0 = \frac{4\pi^2}{T^2} \sin \frac{2\pi}{T} t = \omega^2 A \sin \omega t$$

или

$$Z_0 = -\omega^2 Z^0.$$

Если последующая волна опережает первую на расстояние Δx , значит она сдвинута на эту величину. Тогда бегущую гармоническую волну можно представить в виде

$$Z = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (x + \Delta x + vt). \quad (1.4)$$

Интенсивность землетрясения – степень ущерба от землетрясения в определенном месте. Определяется в баллах с помощью специальных шкал:

- 12-балльная шкала ММ (разработана в 1902 г. итальянским вулканологом Меркали, модернизированная и принятая в США);
- 12-балльная шкала *MSM-64* (разработана в 1964 г. сейсмологами С.В. Медведевым (СССР), В. Шпонхойером (ФРГ) и В. Карником (ЧССР), принята в СНГ и некоторых странах Европы).

Интенсивность землетрясения является величиной относительной и зависит:

- от эпицентрального расстояния – чем ближе к эпицентру, тем выше интенсивность;
- от глубины очага землетрясения – чем меньше глубина, тем больше интенсивность;
- от грунтовых условий – рыхлые породы и высокое залегание грунтовых вод способствует увеличению интенсивности землетрясения примерно на один балл.

Основные параметры, характеризующие землетрясение – их интенсивность и глубина очага. Интенсивность проявления землетрясения на поверхности Земли оценивается в баллах (см. табл. 3).

Магнитуда – величина, характеризующая сейсмическую энергию толчков землетрясения (определяется как логарифм выраженной в микронах максимальной амплитуды записи толчка, сделанным сейсмографом на расстоянии 100 км от эпицентра).

В разработке идеи магнитуды приняли участие многие ученые, но непосредственно ее воплотил в жизнь Чарльз Ф. Рихтер (1935 г.) – профессор Калифорнийского Технологического института.

Таблица 3

Классификация землетрясений по интенсивности колебаний
грунта на поверхности земли

Балл	Наименование землетрясения	Краткая характеристика
1	Незаметное	Фиксируется только сейсмическими приборами
2	Очень слабое	Ощущается людьми, находящимися в состоянии полного покоя
3	Слабое	Ощущается лишь частью населения
4	Умеренное	Легкое дребезжание и колебание предметов, посуды, стекол, скрип дверей
5	Довольно сильное	Сотрясение зданий, колебание мебели, трещины в стеклах и штукатурке
6	Сильное	Ощущается всеми. Падают со стен картины, откалываются куски штукатурки, трескаются стены, легко повреждаются здания

Продолжение табл. 3

Балл	Наименование землетрясения	Краткая характеристика
7	Очень сильное	Трещины в стенах каменных домов
8	Разрушительное	Дома сильно повреждаются, частично обрушиваются. Памятники сдвигаются с места
9	Опустошительное	Сильное повреждение и разрушение каменных домов
10	Уничтожающее	Разрушение каменных построек. Искривление ж. д. рельсов. Оползни, обвалы, трещины
11	Катастрофа	Каменные дома совершенно разрушаются. Оползни, обвалы, широкие трещины в земле
12	Сильная катастрофа	Ни одно сооружение не выдерживает. Огромные трещины в земле. Многочисленные оползни и обвалы. Возникновение водопадов, подпруд на озерах, изменение течения рек

Таблица 4

Примерное соотношение между магнитудой по Рихтеру и максимальной интенсивностью по шкале MSK-64

Магнитуда по интенсивности	Максимальная интенсивность по шкале MSK-64 (балл)	Типичный эффект
2,0 и ниже	I – II	Как правило, не ощущается населением
3,0	III	Ощущается некоторыми внутри зданий; повреждения отсутствуют
4,0	IV – V	Ощущается большинством людей; отсутствуют повреждения построек
5,0	VI – VII	Небольшие повреждения зданий: трещины в стенах и печных трубах
6,0	VII – VIII	Умеренные повреждения: обрушение зданий плохой постройки, трещины в прочных зданиях
7,0	IX – X	Большие повреждения: обрушение зданий плохой постройки, трещины в прочных зданиях
8,0 и выше	XI – XII	Всеобщее или почти полное разрушение

Немалый интерес представляет классификация землетрясений не только по балльности, но и по численности (частоте повторяемости) в течении года на нашей планете (см. табл. 5).

Таблица 5

Землетрясение	Балльность	Среднее число в год
Слабое местное	5–6	5000–7000
Среднее	6–7	700–1000
Сильное локальное	7–8	100–150
Сильное региональное	9–10	15–20
Глобальное	11–12	1–2

Магнитуда и интенсивность землетрясений

Известно, что сейсмическая активность характеризует силу землетрясения в эпицентре и проявляется по-разному на поверхности грунта. Если на поверхности земли вокруг эпицентра найти точки, где землетрясения проявляются с одинаковой силой, и соединить их общей линией, то получатся замкнутые кривые, называемые изосейстами. Изосейсты вблизи эпицентра повторяют форму плана фокуса или очага, с удалением от эпицентра сила землетрясения уменьшается.

В толще земной коры находится фокус, где происходит землетрясение с выделением энергии при смещении, разрыве и появлении трещин в верхнем слое мантии. Эпицентральная область – это проекция фокуса землетрясения на земную поверхность. По глубине возникновения первоначальных процессов различают 3 группы очагов: начальные – до 70 км; промежуточные – от 70 до 300 км; глубокие – от 300 до 700 км.

Нормальные землетрясения происходят во всех сейсмоактивных зонах земли. Это связано, как уже было отмечено, как с расхождением фронта волны, так и с постепенным рассеянием энергии колебаний. С увеличением эпицентрального расстояния быстро снижаются короткопериодные и увеличиваются длиннопериодные колебания. При землетрясениях на поверхности земли проявляются как горизонтальные, так и вертикальные колебания. Весьма существенными являются вертикальные колебания в эпицентральной зоне. По мере удаления от эпицентра начинают нарастать горизонтальные колебания грунта, учитываемые при расчетах зданий и сооружений на сейсмостойкость. Однако, учитывая опыт землетрясений последних лет (в г. Ташкенте в 1966 г.) начали учитывать при расчетах вертикальные движения грунта. Анализ последствий этого землетрясения приводит к выводу о необходимости одновременного учета горизонтального и вертикального воздействий, имеющие объемные сейсмические волны. Вместе с тем, одновременный учет имеет существенное значение для зданий и сооружений различных конструкций.

Таким образом, высвобожденная энергия из земных недр вычисляется по сейсмограммам при землетрясениях. Величину энергии деформаций, высвобождаемой в фокусе, определяют магнитудой (М), которая определяет меру высвобожденной энергии при землетрясениях. Для оценки мощности очага землетрясения американским ученым Ч. Рихтером и немецким геофизиком Б. Гутенбергом предложена формула для определения магнитуды

$$M = \lg A - \lg A_0 = \lg (A/A_0), \quad (1.5)$$

где А и А₀ – максимальные амплитуды в МКМ (микрометрах – тысячной доли миллиметра) смещения, измеренные на поверхности земли какой-либо сейсмической волны.

Соотношение между энергией землетрясения, излучаемой очагом, и магнитудой определяется формулой

$$\lg E = 11,8 + 1,5M, \quad (1.6)$$

где М – магнитуда; Е – высвобожденная энергия в эргах.

Магнитуда землетрясения (М) – это условная безразмерная величина, характеризующая общую энергию упругих колебаний, вызванных землетрясениями, и имеет значения от 0,0 до 9,0 (табл. 6).

Таблица 6

Классификация землетрясений по магнитуде, балльности
и их количеству

№ пп	Характеристика землетрясения	Магнитуда (М)	Балльность (J)	Среднее число в год
1	Катастрофическое, планетарное	8	11...12	1...2
	Сильное			
2	Региональное	7...8	9...10	15...20
3	Локальное	6...7	7...8	100...150
4	Среднее	5...6	6...7	750...1000
5	Слабое	4...5	5...6	5000...7000

Из анализа формулы (1.2) следует, что при увеличении магнитуды на единицу, энергия увеличивается в 32 раза. Магнитуда изменяется от 0 до 9 ($0 < M < 9$).

Интенсивность землетрясения – это мера сотрясения грунта или степень локальных разрушений на поверхности земли. При этом интенсивность землетрясений различна в разных точках.

Для определения максимальной интенсивности землетрясения в эпицентре можно использовать следующие формулы: для землетрясений с внутрикоровым фокусом

$$J_{\max} = M + 2,5; \quad (1.7)$$

для землетрясений с фокусом в мантии

$$J_{\max} = M + 1,5. \quad (1.8)$$

При $M_{\max} = 90$ высвобождение энергии $E = 10^{20}$ Дж, что в 250 раз больше энергии водородной бомбы при $Q_{\max} = 100$ мт ($E = 4 \cdot 10^{17}$ Дж).

В табл. 7 приведены средние взаимосвязанные значения магнитуд и интенсивности землетрясений в баллах.

Таблица 7
Соотношение между магнитудой и силой землетрясения

Магнитуда, М	Сила землетрясений (балл) при глубине фокуса, км							
	300	150	60	40	30	15	10	5
8	6...7	7...8	9	9...10	10...11	-	-	-
7	-	7...8	7...8	8	8...9	9...10	-	-
6	-	-	-	6...7	6...7	8	8...9	-
5	-	-	-	-	-	6...7	7	8
4	-	-	-	-	-	-	-	6...7

Интенсивность землетрясений в пределах 6–9 баллов устанавливается по табл. 8, в которой указаны величины колебаний на поверхности земли в зависимости от интенсивности в баллах.

Таблица 8

Интенсивность, балл	Интервал максимального ускорения грунта, см/с ² , при периоде 0,1 с и более	Интервал максимальной скорости колебаний грунта, см/с	Интервал максимального смещения центра тяжести маятника СБМ, мм
6	30...60	3,0...6,0	1,5...3,0
7	61...120	6,1...12,0	3,1...6,0
8	121...240	12,1...24,0	6,1...12,0
9	241...480	24,1...48,0	12,1...24,0

Карта сейсмического районирования (СН РК Б.22-7-95), принятая в качестве нормативной карты в СНиП–II-7-81¹, разрабатывалась по 10 регионам на основании исходных сейсмологических данных и комплексного рассмотрения сейсмологических, геологических и геофизических материалов.

География сейсмичности, наиболее сильные землетрясения.

На поверхности Земли выделяется два основных наиболее активных сейсмических пояса:

1. Тихоокеанский пояс – зона землетрясений, окружающая Тихий океан, здесь происходят около 90 % всех землетрясений земного шара.

2. Средиземноморско-Азиатский пояс – протянувшийся от Средиземноморья на Восток через Турцию, Иран и Северную Индию, здесь происходят 5–6 % всех землетрясений.

Остальные 4–5 % землетрясений происходят вдоль срединно-океанических хребтов или внутри плит.

В Республике Казахстан в сейсмически опасном регионе находятся следующие области:

1. Алматинская область.
2. Кызылординская область.
3. Восточно-Казахстанская область.
4. Мангыстауская область.
5. Жамбылская область.
6. Южно-Казахстанская область.

За последние десятилетия, в связи с интенсивной разработкой углеводородного сырья, появилась реальная угроза возникновения сильных землетрясений техногенного характера в районах нефтепромыслов, расположенных в Атырауской, Мангыстауской, Актюбинской Западно-Казахстанской и Кызылординской областях. В недалеком геологическом прошлом на этих территориях происходили крупные землетрясения, о чем свидетельствуют многочисленные остатки их следов (палеоземлетрясения). По мнению ученых, интенсивное освоение нефтепромыслов может явиться причиной так называемой наведенной сейсмичности.

К сильнейшим землетрясениям, происшедшим на территории Казахстана, относятся Верненское землетрясение 1887 г. Эпицентр – 15 км южнее г. Верный. Магнитуда – 7,3 (9–10 баллов). Город полностью разрушен. Погибло 320 человек. Ущерб – 2,6 млн. рублей.

1889 г. – Чиликское землетрясение. Последствия изучены слабо.

¹ В этот СНиП внесены уточнения за 325 лет непрерывной работы.

Разрушено около 3 тыс. построек.

4 января 1911 г. Кеминское землетрясение – одно из сильнейших в Казахстане и Средней Азии. Магнитуда – 8,2 (11–12 баллов). Сильно пострадали г. Верный и северное побережье Иссык-Куля. Погибло 540 человек. Ущерб – 1,4 млн. рублей. Специалисты подсчитали, что энергия, выделившаяся из недр земли, равнялась энергии, которую дал бы Днепрогэс.

В эпицентральной зоне образовались сеймотектонические разрывы и сдвиги. Разрывы в грунте шириной до 150 см обнаружены в г. Алматы. Землетрясение вызвало большие разрушения в горах, где было много обвалов, оползней и трещин. Наносная глинопесчаная порода, покрывающая граниты, обрывалась с крутых склонов, образовывала грязевые потоки, которые устремлялись вниз с гор.

В районе г. Жамбыла (1971 г.) произошло землетрясение с эпицентром в 8...11 км южнее города. Интенсивность в эпицентре около 8 баллов с магнитудой $M = 5,5$, которая проявлялась неодинаково на различных районах сотрясаемой территории. При этом сейсмическому воздействию (7 баллов) подвергались микрорайоны, где грунтовые условия менее благоприятны, чем в центральной части города. Однако здания с различными конструктивными решениями, рассчитанными на 7-балльную сейсмичность, выдержали землетрясение.

Жаланаш-Тюпское (1978 г.) землетрясение было сильнейшим по интенсивности. Магнитуда составляла 6,5 при глубине 35 км в очаге. Это землетрясение наиболее сильным оказалось в Кегенском (7–8 баллов), Нарынкольском (6–7 баллов) районах Алматинской области (5–6 баллов).

Севернее Алматы (1979 г.) произошло сильное землетрясение с магнитудой $M = 5,6$; интенсивность землетрясения 7 баллов, глубина очага 35–40 км. В г. Алматы землетрясение зарегистрировано силой 4 балла, а в пос. Баканас – 6–7 баллов по шкале MSK–64. Это землетрясение было отмечено одновременно несколькими станциями инженерно-сейсмометрической службы. Исследования проводились на различных зданиях, возведенных на разных грунтах: валуногалечнике, слоистом галечнике и суглинке.

14 июня 1990 г. 12 ч 47 мин произошло Зайсанское землетрясение. Магнитуда – 7,0 (8–9 баллов), продолжительность – 25 с. Разрушено 8874 дома. Без крова осталось 36 тыс. человек. Погиб – 1 человек. Ущерб – 300 млн. рублей.

Одно из значительных землетрясений (7,3 балла) произошло 6 октября 1948 г. в Туркмении. Город Ашхабад был полностью разрушен, под развалинами погибли 110 тыс. человек.

7 декабря 1988 г. землетрясение силой 7,7 балла произошло в Армении. Практически полностью разрушены 3 города: Спитак, Ленинанкан, Кировакан. Погибли около 30 тыс. человек, из-под развалин спасли около 15 тыс. человек.

17 января 1995 г. мощнейшее землетрясение с эпицентром в районе крупного порта Кобе поразило обширные густонаселенные территории Японии, сровняв до основания кварталы жилых застроек, уничтожив коммуникационные артерии, похоронив под завалами 5 тыс. человек и оставив без крова почти полмиллиона семей.

27 мая 1995 г. суббота, ночь. Мощнейшим подземным толчком (9,2 балла) практически полностью уничтожен г. Нефтегорск (на севере Сахалина). Разрушений такого масштаба не было даже в Спитаке. За время аварийно-спасательных работ из-под завалов извлекли 2247 человек, из которых 1841 погибших. Медицинскую помощь оказали 764 пострадавшим.

23 мая 2003 г. в 01.12 мин на территории Жамбылской области произошло землетрясение силой 6,5–7 баллов. Эпицентр находился вблизи пос. Кулан, ст. Луговая, аул Кызыл Шаруа. Пострадало 29 человек, в том числе погибли 3 человека. Различные повреждения получили 3295 домов, 29 административных зданий, 41 линия электросети, 35 линий водоканала и 6 линий теплосети.



Рис. 5. Последствия землетрясения
(разрыв земной коры)



Рис. 6. Разрушение
зданий землетрясением

Таким образом, в основном, выявляются 3 направления для изучения и предотвращения последствий землетрясений. Первый, наиболее простой – выяснить сейсмические районы. Второе – прогнозирование землетрясений, т. е. заранее установить силу, место и время его

возникновения. Третье – сейсмостойкое строительство, т. е. строить здания и сооружения с учетом определенной балльной системы.

Анализ последствий землетрясений показывает, что изучение всего перечисленного связано с самым сложным – раскрытием сокровенных тайн природы и поэтому находится пока далеко от полного познания. Вызывая огромные бедствия, тем не менее каждое сильное землетрясение давало и свои положительные примеры, использование которых уменьшало масштабы разрушений при повторных катастрофах. Однако не всегда механическое подражание прошлому было успешным, ибо ни одно землетрясение не повторяет полностью предшествующее, а наоборот, в большей или меньшей мере отличается от него. Следовательно, требуется дифференцированный подход к оценке необходимого уровня сейсмостойкости зданий и сооружений при проектировании и строительстве, а также при восстановлении в случае разрушительных землетрясений.

Результаты обследований зданий и сооружений после разрушительных землетрясений приведены в специальных источниках.

Основной причиной всегда была и есть недооценка реальной сейсмической силы прогнозируемого землетрясения. Хотя сейсмичность городов и населенных пунктов устанавливается в соответствии с картами сейсмического районирования (М 1:5000000), детального районирования (М 1:000000), микросейсморайонирования (М 1:5000) и в соответствии с этим учитывается расчетная сейсмичность сооружений.

Пересматривать карту сейсмического районирования территории СНГ 1 раз в 10 лет. Например, недооценка сейсмической опасности района строительства привела к разрушению зданий и сооружений в г. Газли и служит прямой ошибкой при сейсмическом районировании территории Узбекистана, проведенном до 1976 г. (территория г. Газли была отнесена к несейсмической зоне).

Низкое качество строительства. Анализ сильных землетрясений позволяет привести примеры разрушения или повреждения зданий и сооружений практически всех конструктивных решений: возведение домов в скользящей опалубке при нарушении технологического процесса; в каркасных зданиях установка продольной или поперечной арматуры с отступлением от проекта; в каменных зданиях слабое сцепление между раствором и кирпичом и др. Перечисленные нарушения противоречат правилам и требованиям СНиП и ГОСТ.

Главная проблема в том, что меры сейсмозащиты не соответствуют современным требованиям. СНиП–II-7-81¹ в сейсмических районах строительства и изменения к ним за время срока службы зданий и сооружений менялись неоднократно. Например, новые нормы вводят-

ся взамен предыдущих, решая проблему обеспечения сейсмостойкости новых зданий, но не поясняют как поступать с ранее построенными несейсмостойкими зданиями (г. Газли, $M = 7,3$). Наблюдается несоответствие сейсмических воздействий картам сейсмического микрорайонирования территории.

Видимо здесь, целесообразно выделять сомнительные зоны и участки на карте сейсмического микрорайонирования, что позволит предъявлять специальные требования к их застройке. Поэтому надо сформулировать требования, регламентирующие необходимый основной уровень сейсмостойкости всех категорий существующих зданий. Без должного научного обоснования и рекомендации особо опасные территории (в отношении интенсивности землетрясений) застраиваются ответственными зданиями и сооружениями. Иногда принимается волевое решение о разрешении застройки таких территорий.

В последнее время для регистрации сильных землетрясений используют достаточно надежную специальную измерительную аппаратуру, воспринимающую большие ускорения на поверхности грунта. При этом здания и сооружения подвергаются незначительным повреждениям. Необходимо в расчетах учитывать особенности сейсмических воздействий и несущей способности конструкции: волновой характер воздействий, возможности развития неупругих деформаций и местных повреждений в конструкциях, пространственные условия их работы и т. д. Развитие неупругих деформации дает возможность полнее использовать работу конструкций за счет перераспределения усилий. Расчет зданий и сооружений в упругой стадии по акселерограмме реальных землетрясений, приводит к перерасходу строительных материалов или практически неосуществимым решениям (например, при проектировании кирпичных стен).

В течение последних лет в СНГ и зарубежных странах сформировалось новое направление по обеспечению сейсмостойкости зданий и сооружений с учетом рационального расходования дополнительных средств и трудозатрат на их антисейсмические усиления. Оно характеризуется разработкой специальных конструктивных систем, получивших название “системы активной сейсмозащиты”. Их применение позволяет снизить величины инерционных сейсмических нагрузок на сооружения с использованием фундаментов с выключающимися и включающимися связями, демпферов сухого и вязкого трения, энергопоглотителей, гасителей колебаний и др. Применение систем активной сейсмозащиты позволит значительно уменьшить сейсмические нагрузки на конструкции зданий и сооружений и, за счет этого, повысить надежность их работы при землетрясениях.

При проектировании и строительстве зданий и сооружений в сейсмических районах следует учитывать интенсивность и повторяемость землетрясений. В настоящее время интенсивность и повторяемость определяют по картам сейсмического районирования территории СНГ по приложениям 1,2 согласно СНиП-П-7-81¹. При этом интенсивность сейсмического воздействия в баллах относится к участкам со средними, по сейсмическим свойствам, грунтам.

Колебания грунтов

Анализ последствий землетрясений показывает, что грунтовые условия влияют на повреждения зданий и сооружений. При возведении различных зданий и сооружений в сейсмических районах основное значение имеют физико-механические свойства грунтов, характеризующие способность данного грунта воспринимать и передавать сейсмические волны, период которых близок к периоду собственных колебаний здания или сооружения. Для многих зданий представляет интерес период собственных колебаний порядка 0,2 с и более. При совпадении собственных периодов колебаний грунта и здания при землетрясении часто наблюдается увеличение сейсмических нагрузок за счет резонансных явлений. Изменение интенсивности на поверхности земли за счет резонансных явлений в основном наблюдается тогда, когда на строительной площадке имеется однородный по сейсмической жесткости слой рыхлых отложений, подстилаемый коренными скальными или полускальными породами. С другой стороны, вследствие преломления сейсмических волн при их прохождении через поверхности контакта между слоями грунта или грунта и полускальных пород направление волн вблизи поверхности приближается к вертикали. При этом скорость волн на поверхности практически не отличается от скорости поперечных волн в подстилающих горных породах и именно этими волнами передается основная часть энергии землетрясения.

Влияние грунтов на интенсивность землетрясений

Установлено, что при землетрясении происходит перемещение верхних слоев грунта вместе со зданием. При этом характер движения грунта весьма разнообразен и отличается даже друг от друга на одной строительной площадке. Отсюда геологические особенности поверхностного слоя грунтов существенно влияют на характер повреждения несущих конструкций и зданий в целом. Теоретические и экспериментальные исследования, а также опыт обследований зданий и сооруже-

ний после землетрясений выявили в основном по сейсмическим свойствам три категории грунтов (табл. 9).

Существует 5 основных категорий грунтов:

1. Скальные грунты. Они обладают трещиноватостью и определяют его упругие свойства, зависящие от характера заполнителя. Трещиноватость скальных грунтов способствует разделению скального массива на отдельные блоки различных размеров и влияет на величину остаточных смещений, при этом изменяет сейсмические свойства грунта при интенсивности землетрясения 6...8 баллов. К грунтам I категории отнесены не выветренные и слабо выветренные скальные породы, а ко II – выветренные и сильно выветренные с уровнем подземных вод менее 3 м.

Таблица 9

Категория грунта по сейсмическим свойствам	Сейсмичность района, балл		
	7	8	9
I	6	7	8
II	7	8	9
III	8	9	> 9

2. Крупнообломочные грунты. В их составе имеются песчано-глинистые заполнители, определяющие сейсмические свойства грунтов. Плотные галечники с малым содержанием заполнителя имеют минимальные остаточные деформации при сейсмических воздействиях. Поэтому крупнообломочные грунты при уровне подземных вод глубже 5 м по своим сейсмическим свойствам приближаются к скальным грунтам и относятся к I категории с количеством песчано-глинистого заполнителя до 30 %. Влажные и насыщенные водой крупнообломочные грунты с количеством песчано-глинистого заполнителя более 30 % относятся ко II категории грунтов.

3. Пески. Песчаные грунты, необводненные при землетрясениях, не изменяют своих прочностных и динамических свойств. Изменение влажности влияет на сейсмические свойства песчаных грунтов с уровнем подземных вод менее 4 м и отнесены ко II категории. Водонасыщенные песчаные грунты с пористостью и разжиженные с частичным взвешиванием частиц относятся к III категории.

4. Пылевато-глинистые грунты. Такие грунты меняют свои физико-механические и динамические свойства в зависимости от сцепления между собой отдельных частиц, связанных цементацией твердых частиц солями. По мере увеличения степени влажности сцепление уменьшается за счет частичного растворения солей. В связи с этим к

грунтам II категории отнесены: твердые и пластичные супеси; твердые и тугопластичные суглинки и глины; покровные глинистые образования мощностью более 10 м. Поэтому интенсивность сейсмического воздействия на эти грунты зависит от степени их замачивания. Категории песчаных и пылевато-глинистых грунтов по сейсмическим свойствам приведены в СНиП – II- 7- 81¹.

5. Лессовые грунты. Лессовые сухие грунты в случае их мощности более 8 м при влажности $W < 10 \%$ и уровне подземных вод на глубине более 8 м по сейсмическим свойствам относятся к грунтам II категории. Кроме того, лессовые просадочные и лессовидные грунты считаются неблагоприятными по сейсмическим свойствам. Происходит сейсмическая просадка, т. е. дополнительное уплотнение лессовых замоченных грунтов под воздействием сейсмических колебаний. Вопрос о величине приращения сейсмической интенсивности решается в каждом отдельном случае в зависимости от фактической влажности.

Особую опасность представляет одновременный процесс замачивания и сейсмического воздействия, при котором происходит наибольшая деформация грунта. В целях недопущения в последующем изменения сейсмических воздействий на здания, рекомендуется предварительное замачивание производить с применением уплотнения пород взрывами. При определении сейсмичности площадки следует учитывать перспективное подтопление или возрастание влажности грунтов. Если уровень воды достигает глубины 1...3 м от поверхности земли, то сейсмичность площадки увеличивается на 1...2 балла.

Сейсмичность площадки определяется специальными картами. В случае отсутствия соответствующих карт для предварительного определения сейсмичности площадки строительства микрорайонирования можно пользоваться данными СНиП–II-7- 81¹ и табл. 10 с последующим уточнением при производстве инженерно-геологических изысканий.

На площадке с неблагоприятными в сейсмическом отношении грунтовыми условиями являются: крутизна склонов более 15° для крупнообломочных и песчаных грунтов; влажность пылевато-глинистых грунтов, превышающая влажность на границе раскатывания ($W > W_p$) в случае наличия крутизны склонов более 30° ; крутизна склонов более 30° для лессовых грунтов; подмыв и наличие склонов более 5° для песчаных и пылевато-глинистых грунтов. В случае необходимости строительства зданий и сооружений при таких условиях следует принимать дополнительные мероприятия по укреплению их оснований и усилению конструкций зданий и сооружений. На площадках, сейсмичность которых 9 баллов и более, ограничивают строительство зданий и сооружений.

Таблица 10

Категория грунта по сейсмическим свойствам	Грунты	Сейсмичность района, балл			
		6	7	8	9
I	Сцементированные просадочные мощностью более 8 м	-	6	7	8
II	Непроявленные просадочные при влажности $W < 10 \%$, $d_w > 8$ м и обязательном устранении возможных источников замачивания. Проявленные ($T > 10$ лет) просадочные и более не замачивавшиеся	6	7	8	9
III	Непроявленные просадочные: а) $5 < d_w < 8$ м; $10 < W < 20 \%$; б) $d_w < 5$ м; $W > 20 \%$	7 8	8 9	9 > 9	> 9 10
III	Проявленные просадочные и более не замачивавшиеся: а) $3 < T < 10$ лет; б) $T < 3$ лет	7 8	8 9	9 > 9	> 9 10

Примечание: d_w – глубина уровня подземных вод; T – время, прошедшее с момента окончания замачивания.

Сейсмическое микрорайонирование

Оценка изменений сейсмической балльности по сравнению с ее исходной величиной при комплексном изучении сейсмических свойств грунтов, инженерно-геологических и гидрогеологических особенностей площадок строительства называют сейсмическим микрорайонированием территории. При сейсмическом микрорайонировании используются, кроме перечисленных выше, макросейсмические и инструментальные данные о землетрясениях. На территории СНГ и Казахстана землетрясения происходят в основном в альпийской складчатой зоне и в местах тектонических движений с различной сейсмической активностью. Значение сейсмической интенсивности, могут совпадать или отличаться, определяемые картой сейсмического районирования СНГ и Казахстана, включенной в СНиП –II-7-81¹.

Влияние местных геологических условий в известной мере учитывается при сейсмическом микрорайонировании. Оно проводится с учетом перспективной застройки территории городов и населенных пунктов с сейсмичностью 7 и более, а также на территориях размещения ответственных зданий и сооружений, крупных промышленных и

сельскохозяйственных предприятий.

При сейсмическом микрорайонировании территории в качестве образца принимаются грунты со средними сейсмическими свойствами, относящиеся ко II категории:

- скальные грунты при наличии подземных вод на глубине менее 3 м;
- крупнообломочные влажные с глубиной подземных вод менее 4 м и содержанием песчано-глинистого заполнителя;
- гравелистые пески плотные, крупные и средней крупности пески маловлажные и влажные, а также мелкие и пылеватые, плотные и средней плотности;
- твердые и пластичные супеси;
- твердые, полутвердые и тугопластичные суглинки и глины при показателе консистенции $I_L < 0,5$ и коэффициенте пористости $e < 0,9$;
- лессовые сухие грунты при мощности более 8 м и влажности $W < 10\%$.

Результаты работ при сейсмическом микрорайонировании:

- сбор, анализ и обобщение материалов предшествующих исследований;
- инженерно-геологические и макросейсмические исследования;
- макросейсмические и инженерно-геологические исследования;
- инструментальные инженерно-сейсмологические и геофизические исследования;
- комплексная обработка полученных данных, расчет характеристик сейсмических воздействий и составление карты сейсмического микрорайонирования.

Методами сейсмического микрорайонирования являются:

- регистрация и изучение землетрясений и взрывов;
- расчетные методы и анализ поля микросейсм.

При этом результаты инструментальных и расчетных методов должны содержать данные о частотном составе колебаний грунта, используемых при определении балльности микрорайона. Спектральные характеристики колебаний грунта учитываются в диапазоне периодов от 0,1 до 2,0 с при проектировании конструкции зданий и сооружений.

Инструментальные исследования при сейсмическом микрорайонировании используются для прогноза балльности на строительных участках, отмеченных (выделенных) по данным инженерно-геологического изучения территории. Регистрируются малые и сильные землетрясения, взрывы и микросейсм. Обрабатываются и изучаются скорости распространения упругих волн и характеристик их затухания и поглощения в грунтах. С целью определения количествен-

ных характеристик сейсмических колебаний запись и обработка землетрясений производится с помощью сейсмических станций. Одновременно производится оценка приращений сейсмической интенсивности в диапазоне периодов $0,1 \dots 2,0$ с, так и отдельно для коротких ($0,1 \dots 0,3$ с), средних ($0,3 \dots 0,5$ с) и длинных ($0,5 \dots 2,0$ с) периодов.

Оценка приращения балльности, так называемый по методу сейсмических жесткостей, определяемых произведением скоростей продольных или поперечных волн на плотность грунта, основана на сравнении сейсмических жесткостей изучаемых и эталонных грунтов. Одновременно следует учитывать поправку на обводненность и резонансные явления грунтов и протяженность зданий и сооружений. Метод сейсмических жесткостей дополняет результаты изучения амплитуд и спектров колебаний грунтов, получаемых путем записи малых землетрясений и взрывов. Результаты данных, полученных этими методами, позволяют установить корреляционную зависимость балльности.

По результатам работ сейсмического микрорайонирования составлена карта сейсмического районирования территории СНГ, которая приведена в СНиП–II-7-81¹. Для Казахстана имеются республиканские строительные нормы (СН РК Б.22-7-95), охватывающие сейсмоопасные регионы республики.

Карта сейсмического микрорайонирования является нормативным документом, обязательным для всех предприятий и организаций, осуществляющих изыскательные, проектные и строительные работы на данной территории. Данную карту используют при разработке генеральных планов городов и населенных пунктов, расположенных в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов.

Уязвимость стандартных жилых зданий

Какова же устойчивость зданий и сооружений, возводимых в г. Алматы? На этот вопрос ответ дан в Строительных нормах и правилах (СНиП РК В. 1.2-4-98) для зданий различных конструктивных решений в зависимости от максимальной интенсивности сотрясения строительной площадки.

Таблица 11

Несущая конструкция здания		Число этажей Сейсмичность строительной площадки			
1	Стальной каркас с навесными панелями типа «сэндвич» или легковесными панелями		9	4	
2	Монолитный, сборно-монолитный или сборный железобетонный каркас с монолитными или сборными ядрами или диафрагмами жесткости (в том числе составными диафрагмами)	16	12	9	3
3	Монолитный, сборно-монолитный или сборный железобетонный каркас со стеновыми навесными панелями или кирпичным стеновым заполнением в плоскости каркаса	9	7	5	3
4	Монолитный, сборно-монолитный или сборный железобетонный каркас с самонесущими кирпичными стенами	4	3	2	-
5	Железобетонный каркас с безбалочными перекрытиями и навесными стеновыми панелями	5	4	2	-
6	Стены крупнопанельные, из монолитного железобетона, объемные блоки	16	12	9	4
7	Стены комплексной конструкции: стены каменно-монолитной конструкции	6	5	4	1
8	Стены из кирпичной или каменной кладки	4	3	2	-
9	Стены деревянные бревенчатые, брусчатые, щитовые	3	2	2	1
10	Стены из местных грунтовых материалов	1	1	1	-

Примечание: 1. Здания с габаритами, превышающими указанные в таблице, должны проектироваться с участием специализированных научно-исследовательских организаций. 2. На строительных площадках сейсмичностью 9 баллов проектирование и строительство зданий более 9 этажей допускается по согласованию с правительственными органами. 3. На строительных площадках сейсмичностью 8, 9 и 10 баллов высота школ ограничивается тремя этажами, а дошкольных учреждений (детских садов и яслей) и больниц – двумя этажами.

Землетрясения влекут за собой тяжелые, иногда катастрофические последствия, которые можно разделить на природно-индустриальные и социально-экономические.

К первой группе можно отнести:

- повреждения и разрушения зданий;
- пожары;
- повреждение инженерных сетей;
- возникновение участков заражения;

- опасные геологические явления.

Ко второй группе относятся:

- массовая гибель людей;
- паника;
- нарушение функционирования систем жизнеобеспечения;
- сокращение производства, нарушение нормального функционирования экономики;
- возникновение эпидемии;
- миграция населения.

Количество санитарных (временных) и безвозвратных потерь зависит от:

- сейсмической и геологической активности региона;
- конструктивных особенностей застройки;
- плотности населения и его половозрастного состава;
- особенностей расселения жителей населенного пункта;
- времени суток при возникновении землетрясения;
- местонахождения граждан (в зданиях или вне их) в момент ударов.

В качестве примера можно сравнить результаты землетрясений в Никарагуа (Манагуа. 1972 г., 420 тыс. жителей) и в США (Сан-Фернандо. 1971 г., 7 млн. жителей). Сила толчков составила соответственно 5,6 и 6,6 балла по шкале Рихтера, а продолжительность обоих землетрясений – порядка 10 с. Но, если в Манагуа погибло 6 тыс. и было ранено 20 тыс. человек, то в Сан-Фернандо погибло 60, а было ранено 2450 человек. В Сан-Фернандо землетрясение произошло рано утром (когда на дорогах мало автомобилей), а здания города отвечали требованиям сейсмостойкости. В Манагуа землетрясение произошло на рассвете, постройки не отвечали требованиям сейсмостойкости, а территорию города пересекли 5 трещин, что вызвало разрушение 50 тыс. жилых домов (в Сан-Фернандо пострадало 915 жилых зданий).

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

- Ашхабад (1948 г.), среди погибших 47 % женщин, 35 % детей;
- Ташкент (1966 г.), среди санитарных потерь женщин было на 25 % больше, чем мужчин, а среди безвозвратных потерь преобладали дети в возрасте от года до 10 лет;
- Токио (1923 г.), до 65 % погибших женщин и детей имели ожоги.

Таблица 12

Характеристика повреждений при землетрясении

Характеристика землетрясения	Характер повреждения строений
Слабое (до 3 баллов) умеренное (4 балла)	Большие трещины в стенах. Обрушение штукатурки, дымоходов, повреждение остекления
Сильное (5...6 баллов) очень сильное (7 баллов)	Трещины в наружных стенах не сейсмостойких зданий, обрушение конструкций, <u>заклинивание дверей</u>
Разрушительное (8...10 баллов)	Сейсмически стойкие здания получают слабые разрушения, прочие – рушатся
Катастрофическое (11...12 баллов)	Обрушение наружных конструкций и полное разрушение зданий

Прогноз землетрясений. Мероприятия по снижению ущерба и сохранению жизни людей при возможном землетрясении

Миллионы людей на Земном шаре живут в сейсмоопасных регионах. В среднем 1 человек из 8 тыс. погибает при землетрясении, в 9 раз больше людей так или, иначе страдают от него.

Поэтому заинтересованность правительственных учреждений в прогнозе землетрясений исключительно велика – тысячи человеческих жизней могут быть спасены, если предсказание окажется точным, и целые города могут быть эвакуированы зря, если оно окажется ложным. Из-за многих неопределенностей, связанных с землетрясениями, удачное их предсказание бывает весьма редким. Тем не менее, возможность точного предсказания настолько заманчива, что сегодня сотни ученых, в основном в США, Японии, Китае, СНГ, заняты исследованиями по прогнозу землетрясений.

Прогноз землетрясений бывает:

- долгосрочный (несколько лет);
- среднесрочный (месяцы);
- краткосрочный (дни и часы).

Каждый вид прогноза имеет вполне конкретную практическую направленность:

- долгосрочный – дает возможность планировать землепользование и застройку в сейсмических районах;
- среднесрочный – позволяет привести в готовность аварийные службы, накопить материальные средства;
- краткосрочный – может быть использован для принятия чрезвычайных мер, начиная с остановки особо опасных производств и кончая эвакуацией населения.

Предсказание возможных землетрясений осуществляется на основе изучения предвестников.

Предвестники землетрясений – это характеристики Земли, значение которых регулярно изменяются перед землетрясениями. К возможным предвестникам относятся:

Сейсмичность – положение и число землетрясений различной магнитуды может служить важным индикатором приближающегося сильного землетрясения.

Движение земной коры – геодезические съемки с помощью триангуляционной сети на поверхности Земли и наблюдения со спутников из космоса могут выявить крупномасштабные деформации поверхности Земли.

Опускание и поднятие участков земной коры – вертикальные движения на поверхности Земли можно измерить с помощью точных нивелировок на суше или мореографов на море.

Наклоны земной поверхности – для измерения вариаций угла наклона земной поверхности был сконструирован прибор, называемый наклонометром. Это очень чувствительный прибор, позволяющий фиксировать незначительные (до 5 см) изменения наклонов земной поверхности незадолго до возникновения землетрясений.

Деформация – для измерения деформации горных пород бурят скважины и устанавливают в них демографы, фиксирующие величину относительного смещения двух точек.

Уровень воды в колодцах и скважинах – уровень грунтовых вод перед землетрясениями часто повышается или понижается.

Скорости сейсмических волн – скорость сейсмических волн зависит от напряженного состояния горных пород, через которые волны распространяются, а также от содержания воды и других физических характеристик пород.

Геомагнетизм – земное магнитное поле может испытывать локальные изменения из-за деформации горных пород и движения земной коры. Для измерения малых вариаций магнитного поля разработаны специальные магнитомеры.

Земное электричество – изменение электросопротивления горных пород могут быть связаны с землетрясением. Измерения проводятся с помощью электродов, помещенных в почву на расстоянии нескольких километров друг от друга.

Содержание радона в подземных водах. Радон – это радиоактивный газ, присутствующий в грунтовых водах и в воде скважин. Он постоянно выделяется из земли в атмосферу. Изменение содержания радона в воде может являться предвестником землетрясения.

Поведение животных – поведение животных трудно использовать для предсказания землетрясений, потому что их необычное поведение может вызываться множеством различных причин, включая погоду, пищу и состояние здоровья. Только, если наблюдаются массовые изменения в поведении и их не удастся объяснить иначе, то эти реакции животных можно расценивать как предвестник землетрясения.

Интересный эксперимент по предсказанию землетрясений проводился на космической станции “Мир”. В ходе этого эксперимента удалось выявить связь между «поведением» потоков частиц на границе радиационного пояса Земли и землетрясениями.

Установлено, что примерно за четыре часа до тектонических подвижек в земной коре магнитные спектрометры «Мира» фиксировали изменения потока частиц радиационного пояса Земли. Это происходило по каждому трем зафиксированным землетрясениям из четырех.

По мнению ученых, этот метод позволит узнавать о предстоящих катастрофах за несколько часов до их начала.

Наблюдение за всеми видами предвестников в нашей республике проводятся в полном объеме. Вместе с тем, неверно думать, что успешные прогнозы избавят нас от разрушительных землетрясений.

Лучший способ уменьшить ущерб и потери при землетрясении – это подготовиться к нему. Прогноз в полной мере может эффективным только в том случае, когда проведен комплекс защитных мероприятий. Наибольший интерес представляет глава II Закона РК «О гражданской обороне». В статье 6 определены мероприятия ГО по защите от землетрясений. К таким мероприятиям относятся:

1. Развитие республиканской системы сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений.
2. Научное прогнозирование, оценка сейсмической опасности и сейсмическое микрорайонирование территории республики.
3. Разработка строительных норм и правил с учетом сейсмической опасности.
4. Научное обоснование расчетов и проектирование эффективных конструкций сейсмостойких зданий и сооружений и надежного функционирования объектов хозяйствования.
5. Осуществление контроля за качеством строительства сейсмостойких зданий и сооружений.
6. Обеспечение сейсмостойкости и надежного функционирования зданий и сооружений существующей застройки.
7. Регулирование застройки территории с учетом возможных сейсмических воздействий.

Определены мероприятия, проводимые при ликвидации послед-

ствий землетрясения:

- получение информации о землетрясении, принятие решения и доведения его до регионов республики;
- организация управления поисково-спасательными и другими неотложными работами, а также их материально-техническое обеспечение;
- руководство действиями сил и средств ГО и другими мероприятиями, согласно плану ликвидации последствий землетрясений.

Определены обязанности руководителей центральных, местных представительных и исполнительных органов, организаций всех форм собственности в целях защиты населения и снижения экономического ущерба от возможных землетрясений.

Они обязаны:

1. Организовать проведение сейсмического районирования и оценку сейсмической опасности на подведомственных территориях, на которых расположены объекты хозяйствования, представляющие повышенную опасность для населения и окружающей среды, а также в районах интенсивной нефте-, газодобычи и подземных выработок.
2. Производить работы по антисейсмическому усилению зданий и сооружений, прежде всего жилых домов, школ, детских дошкольных учреждений, больниц, других зданий, сооружений с массовым пребыванием людей и объектов жизнеобеспечения (тепло-, водо-, газо-, энергоснабжения и связи, канализации), химических и взрывоопасных производств.
3. Предусматривать при проведении капитальных ремонтов несейсмостойких зданий и сооружений обязательное антисейсмическое усиление их строительных конструкций.
4. Не допускать строительство зданий и сооружений без принятия специальных мер по обеспечению их сейсмостойкости, а также строительство в зонах тектонических разломов, неблагоприятных грунтовых условий и на оползнеопасных склонах.

В целях ликвидации последствий землетрясения:

1. Организовать проведение поисково-спасательных работ и оказание первой медицинской помощи пострадавшим.
2. Осуществить сбор и представление в вышестоящие органы и населению информации о силе землетрясения, разрушениях, потерях и принимаемых мерах по ликвидации его последствий.
3. Организовать ликвидацию последствий землетрясения и другие мероприятия жизнеобеспечения населения.

Спасательные и другие неотложные работы при разрушительных землетрясениях характеризуются сложностью обстановки в связи

большими разрушениями жилой и промышленной застройки (в городах), повреждением и разрушением коммуникаций и коммунально-энергетических сетей, одномоментным возникновением большого числа пострадавших, часть из которых будет находиться в завалах и поврежденных зданиях, а также вероятностью выброса СДЯВ на некоторых участках.

При ликвидации последствий землетрясений в первую очередь выполняют следующие работы:

- извлечение пострадавших из-под завалов и спасение людей, находящихся в полуразрушенных и горящих зданиях;
- локализация и тушение пожаров в зданиях и сооружениях, где возникла угроза людям;
- устройство в завалах проездов для обеспечения доступа к объектам работ формирований Гражданской обороны и эвакуации пострадавших;
- локализация и устранение аварий на коммунально-энергетических сетях и технологических линиях, последствия которых угрожают жизни людей, препятствуют ведению спасательных работ или могут нанести существенный материальный ущерб;
- обрушение или укрепление конструкций зданий и сооружений, находящихся в аварийном состоянии и угрожающих обвалов;
- оборудование пунктов сбора пострадавших и медицинских пунктов;
- организацию водоснабжения в зоне землетрясения.

К выполнению спасательных и других неотложных работ привлекается и трудоспособное население.

Наиболее сложные работы, требующие специальной подготовки и привлечения мощной техники, выполняют инженерные и специальные формирования. Другие формирования выполняют работы по всему предназначению.

Анализируя вышеизложенный материал, можно сделать несколько основных выводов:

1. Земная кора – это тонкая оболочка, состоящая из литосферных плит, которые в силу различных причин перемещаются относительно друг друга. В результате этих перемещений происходят землетрясения.
2. Учитывая соотношения предсказанных и не предсказанных землетрясений, можно определенно сказать, что точный прогноз землетрясений в настоящее время маловероятен.
3. В зонах возможных катастрофических землетрясений проживает огромное количество людей. Их эвакуация затруднена, а во мно-

гих случаях просто невозможна.

4. Решением проблемы является осуществление комплекса мероприятий по уменьшению возможного ущерба от землетрясений, важнейшим из которых являются строительство новых сейсмостойких зданий и усиление зданий существующей застройки.

Вулканическая деятельность

Она возникает в результате постоянных активных процессов, происходящих в глубинах Земли. Ведь внутренняя часть постоянно находится в разогретом состоянии. На глубине от 10 до 30 км накапливаются расплавленные горные породы или магма. При тектонических процессах в земной коре образуются трещины. Магма устремляется по ним к поверхности. Процесс сопровождается выделением паров воды и газов, которые создают огромное давление, устраняя преграды на своем пути. При выходе на поверхность часть магмы превращается в шлак, а другая часть изливается в виде лавы. Из выброшенных в атмосферу паров и газов выседают на землю вулканические породы, именуемые тефрой.

Вулканические шлаки, пемза, пепел, горные породы нагромождаются вокруг, образуя гору преимущественно конусообразной формы, которая и называется вулканом. В верхней части находится кратер, имеющий форму воронки, связанной каналом с источником магмы.

По степени активности вулканы классифицируют на действующие, дремлющие и потухшие. Из всех существующих вулканов около 900 считаются активными, но поскольку их деятельность сменяется периодами длительного покоя, классификация носит несколько условный характер. К действующим относят те, что извергались в историческое время. Потухшие, наоборот, не извергались. Дремлющие характеризуются тем, что они периодически проявляют себя, но до извержения дело не доходит.

По данным ЮНЕСКО, за последние 500 лет число жертв от вулканических извержений составляет свыше 200 тыс. человек.

Наиболее опасные явления, сопровождающие извержения вулканов, – это лавовые потоки, выпадение тефры, вулканические грязевые потоки, вулканические наводнения, палящая вулканическая туча и вулканические газы.

Лавовые потоки – это расплавленные горные породы с температурой 900–1000 °. Скорость потока зависит от уклона конуса вулкана, степени вязкости лавы и ее количества. Диапазон скоростей довольно широк: от нескольких сантиметров до нескольких километров в час. В

отдельных и наиболее опасных случаях она доходит до 100 км, но чаще всего не превышает 1 км/ч.

Тефра состоит из обломков застывшей лавы. Наиболее крупные именуются вулканическими бомбами, те, что помельче – вулканическим песком, а мельчайшие – пеплом. Выпадение тефры приводит к уничтожению животных, растений, а в отдельных случаях и к гибели людей.

Грязевые потоки – это мощные слои пепла на склонах вулкана, которые находятся в неустойчивом положении. Когда на них ложатся новые порции пепла, они соскальзывают по склону. В некоторых случаях пепел пропитывается водой, в результате чего образуются вулканические грязевые потоки. Их скорость может достигать нескольких десятков километров в час. Такие потоки обладают значительной плотностью и могут во время своего движения увлекать крупные глыбы, что увеличивает их опасность. Из-за большой скорости движения затрудняются проведение спасательных работ и эвакуация населения.

Вулканические наводнения. При таянии ледников во время извержений может очень быстро образоваться огромное количество воды, что и приводит к наводнениям.

Палящая вулканическая туча представляет собой смесь раскаленных газов и тефры. Поражающее действие ее обусловлено возникновением ударной волны (сильным ветром), распространяющейся со скоростью до 40 км/ч, и валом жара с температурой до 1000 °.

Вулканические газы. Извержение всегда сопровождается выделением газов в смеси с водяными парами – смесью сернистого и серного окислов, сероводорода, хлористо-водородной и фтористо-водородной кислот в газообразном состоянии, а также углекислого и угарного газов в больших концентрациях, смертельно опасных для человека. Выделение этих газов может продолжаться очень долго даже после того, как вулкан перестал выбрасывать лаву и пепел.

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

По первому признаку различаются четыре типа.

Первый. Вулканы в зонах субдукции или зонах поддвига океанической плиты под материковую. За счет тепловой концентрации в недрах Земли плиты раздвигаются и на их границах накапливается лава, которую приносят восходящие конвекционные потоки. Накопленная здесь лава устремляется к поверхности, что и приводит к вулканическим извержениям.

Второй. Вулканы в рифтовых зонах. Они возникают в связи с ослаблением земной коры и выпучиванием границы между корой и ман-

тием Земли. Образование вулканов здесь связано с тектоническими явлениями.

Третий. Вулканы в зонах крупных разломов. Во многих местах земной коры имеются разрывы (разломы). Там происходит медленное накопление тектонических сил, которые могут превратиться во внезапный сейсмический взрыв с вулканическими проявлениями.

Четвертый. Вулканы зон горячих точек. В отдельных районах под океаническим дном в земной коре образуются «горячие точки», где сосредотачивается особенно высокая тепловая энергия. В этих местах горные породы расплавляются и в виде базальтовой лавы выходят на поверхность.

По характеру деятельности вулканы подразделяются на пять типов (см. табл. 13).

Таблица 13

Тип вулкана	Основной признак извержения
Гавайский	Жидкая базальтовая лава медленно вытекает по трещинам земной коры. Образуются мощные базальтовые покровы
Страмболи	Вулкан, образованный последовательными напластованиями тефры. Лава выбрасывается в виде шлаков газовыми взрывами
Вулканно	Вязкие лавы забивают подводящий канал. Под давлением газов время от времени происходит прорыв кратера. Происходит извержение и выброс тефры. Затем лава вытекает спокойно
Везувий	Из глубокорасположенного магматического очага на земную поверхность изливается лава, насыщенная газами. Сильными взрывами она выбрасывается в атмосферу на высоту нескольких километров и выпадает в виде пепла
Мон-Пеле	Очень вязкая лава забивает подводящий канал и образует вулканический столб. К подножью вулкана устремляется палящая туча

Оползни

Оползни – это скользящее смещение масс горных пород вниз по склону под влиянием силы тяжести. Образуются они в различных породах в результате нарушения их равновесия или ослабления прочности. Изучение большого количества оползней показывает, что временные интервалы между циклами оползней, будучи в общем близкими, все-таки разнятся иногда на несколько лет. Для различных по мощности оползней продолжительность интервалов между ними может существенно отличаться. При этом замечено, что она возрастает во времени с увеличением мощности оползневых накоплений и прочности пород. В любой момент времени на склонах непрерывно совершаются

процессы выветривания, сопровождающиеся уменьшением прочности пород, а в некоторых случаях и процессы их упрочения. При преобладании одного из процессов происходит либо подготовка оползневой подвижки (на активных оползневых склонах), либо упрочение и стабилизация пород. Оползню предшествует подготовка пород к подвижке: образование трещин, расклинивание их и формирование зон дробления со сниженной прочностью. Время, необходимое для этой подготовки, с учетом времени на релаксацию напряжений от предыдущей подвижки, называется средней продолжительностью межоползневого интервала. Например, в зависимости от геологического процесса стадия предварительной подготовки может продолжаться от 30–40 лет (в аллювиальных отложениях) до многих сотен (в глинах оксфордского яруса) и тысяч лет (в глинах и аргиллитах татарского яруса пермской системы) и лишь в ледниковых песчано-глинистых отложениях и глинах хвалынского яруса четвертичного периода продолжается от года до десяти лет. В этот интервал времени происходит накопление условий, ведущих к изменению устойчивости пород склона. Чем продолжительнее период между появлением внешних признаков смещения горных масс, тем более интенсивный оползень следует ожидать. Таким образом, оползневые явления развиваются в определенных природных условиях, и их распределение по территории района подчиняется определенным закономерностям. Вызываются оползни как естественными, так и искусственными (антропогенными) причинами. К естественным относятся: увеличение крутизны склонов, подмыв их оснований морскими и речными водами, сейсмические толчки. Искусственными являются разрушение склонов дорожными выемками, чрезмерным выносом грунта, вырубкой леса, неразумным ведением сельского хозяйства на склонах. Согласно международной статистике, до 80 % современных оползней связано с деятельностью человека.

Свидетельство этому комплекс причин, способствующих проявлению оползневых смещений после строительства автомобильных и железных дорог, а иногда и прокладки магистральных нефти и газопроводов. Это следующие причины:

- подрезка склонов в процессе строительства и изменения в этой связи как инженерно-геологических, так и гидрогеологических условий;
- перегрузка верхней части склонов устройством насыпей в процессе строительства транспортных коммуникаций;
- изменение инженерно-геологических и гидрогеологических условий зоны вследствие хозяйственного освоения прилегающих территорий, расположенных как выше, так и ниже по склону;
- появление динамических нагрузок, создаваемых проходящими

транспортными средствами – автомобилями и поездами.

Кроме того, оползни происходили в результате ошибок в проектировании и строительстве. Это следующие ошибки:

- в процессе инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий и исследований – как в части качества, так и в части охвата прилегающих территорий;

- в процессе проектирования – не предусмотрены сооружения для предупреждения от оползней или предусмотрены, но в недостаточном количестве и нужном качестве; не учтена возможность развития от-раслей объектов хозяйствования вдоль трассы как выше, так и ниже ее по склону;

- в процессе строительства – не соблюдены инженерно-геологические рекомендации в части сроков и очередности проведения строительных и противооползневых работ, в том числе применения взрывов в целях прокладки трасс;

- в процессе эксплуатации – отсутствие профилактического ремонта и ухода за сооружениями, построенными для защиты транспорт-ных коммуникаций от оползневых смещений.

На образование оползней оказывает влияние множество факто-ров, в том числе геоморфологический, климатический, гидрогеологи-ческий, сейсмотектонический, антропогенный. На лёссовые породы, предрасположенные к образованию оползней, влияют такие факторы, как абсолютная высота, экспозиция склона, форма в плане, удален-ность от зон региональных тектонических нарушений. Зона контактов лёссов с другими породами является наиболее благоприятной средой для образования оползней в горах. С абсолютной высотой в горах ко-личество выпадающих осадков увеличивается, а температура воздуха снижается, соответственно увеличивается вероятность оползней. Ана-лиз показывает, что на абсолютные высоты от 800 до 1000 м прихо-дится в горах 9,2 %, от 1000 до 17000 м – 90,8 % оползней, к тому же антропогенная активизация природных процессов в горах в несколько раз превышает интенсивность проявления аналогичных процессов на сопредельных равнинах.



Рис. 7. Последствия схода оползня в пос. Талды-Булак
Алматинской области (2004 г.)

Причиной возникновения оползней в горах нередко служат тектонические разломы. Очевидно, что влияние современных тектонических движений на оползни осуществляется в основном через эрозионный и абразионный процессы. Не исключено, однако, что механизм влияния современных тектонических движений на развитие оползневых процессов гораздо сложнее и разнообразнее.

Землетрясения являются важным фактором возникновения оползневых процессов, с которым связано обычно их катастрофическое проявление. Как правило, все землетрясения от семи баллов и выше сопровождаются обвално-оползневыми явлениями катастрофического характера. Повсеместное развитие оползней и обвалов наблюдалось, например, во время ашхабадского землетрясения 1948 г., сильного землетрясения в Дагестане в 1970 г., в долине Чхалты на Кавказе в 1963 г., в долине р. Нарын в 1946 г., когда сейсмические колебания вывели из состояния равновесия крупные массивы выветрелых и разрушенных пород, которые расположены обычно в верхних частях высоких склонов, вызвавших подпруживание рек и образование крупных горных озер.

Существенное влияние на развитие оползня оказывают и слабые землетрясения. В таких случаях они являются как бы толчком, спусковым механизмом уже подготовленного к обрушению массива. На правом склоне долины р. Акбуры в Киргизии после землетрясения в октябре 1970 г. образовались три оползня. Наибольшую опасность для объектов хозяйствования представляют не столько сами сейсмические явления, сколько оползни и обвалы, образующиеся после землетрясе-

ния, своими внезапностью, массовостью и значительными масштабами сейсмогравитационных явлений. Так, при Каратегинском (1907 г.), Сарезском (1911 г.), Файзабадском (1943 г.), Хаитском (1949 г.) землетрясениях основной ущерб народному хозяйству был нанесен сместившимися со склонов горными породами. Оползни, так же, как и горные обвалы, срываясь в русла и поймы горных рек, перекрывают их. В результате образуются естественные плотины и водоемы; последние переполняются, плотины прорываются, и на реках довольно часто наблюдаются селевые паводки-наводнения, особенно на горных реках Средней Азии.

Природные факторы, способствующие возникновению горных обвалов и камнепада, делятся на две группы:

- пассивные – геологическое строение, особенности рельефа, климата района;
- активные – сейсмические толчки, вулканизм, деятельность атмосферных агентов, связанная с выветриванием горных пород, деятельность поверхностных и подземных вод – увлажнение грунтов, суффозия, гидродинамическое давление. Для образования горных обвалов достаточны землетрясения силой в 4 балла.

Оползни могут происходить на всех склонах, начиная с крутизны 19° . Однако на глинистых грунтах они случаются при крутизне склона $5-7^\circ$. Для этого достаточно избыточное увлажнение пород.

Наиболее вероятная форма рельефа для формирования зон повышенного увлажнения и локального водонасыщения – вогнутая, при которой вероятность образования оползней достигает 92 %.

Оползнеопасными территориями следует считать склоны и прилегающие к ним участки плато и террас, где оползни развиваются или могут возникнуть вследствие увеличения интенсивности воздействия антропогенных или естественных факторов. Нижней границей оползнеопасной территории является условная линия, за которую при небольшой скорости смещения оползня перемещение оползневых масс невозможно. Верхней границей является условная линия, за пределами которой объекты и сооружения на плато не оказывают влияния на устойчивость склона. Границы оползневых территорий устанавливаются по материалам комплексных изысканий на стадии разработок генпланов.

Оползни могут сходить в любое время года. Однако оползневые смещения приурочены в основном к определенным сезонам, так как их активизация сопряжена прежде всего с интенсивностью питания подземными и поверхностными водами. Большинство оползней возникает в весенне-летний период (май-июль), который характеризуется благоприятными условиями увлажнения склонов гор, а также с сентября по

май – из-за обильного выпадения осадков и незначительного их испарения, что обуславливает водонасыщение горных пород, особенно покрытых суглинками.

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

По масштабам оползни классифицируются на крупные, средние и мелкомасштабные.

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

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

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

По скорости движения весьма разнообразны, что видно из табл. 14.

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

Таблица 14

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

По механизму оползневой процесса выделяются следующие типы оползней: оползни сдвига (срезающие, консеквентные, срезающие-консеквентные); оползни выдавливания; оползни вязкопластичные (оползни-потоки, сплывины, оплывины); оползни гидродинамического выноса (суффозионные, гидродинамического выпора); оползни внезапного разжижения, возникающие вследствие разрушения структур-

ных связей в слабоуплотненных глинистых породах; оползни сложного (комбинированного) механизма.

По мощности процесса оползни делятся на малые, до 10 тыс. м³, средние – от 11 до 100 тыс. м³, крупные – от 101 до 1000 тыс. м³, очень крупные – свыше 1000 тыс. м³ вовлекаемой в процесс массы горных пород.

По месту образования они подразделяются на горные, подводные, смежные и искусственные земляные сооружений (котлованов, каналов, отвалов пород).

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

Нередко они приводят и к человеческим жертвам. Так, 23 января 1984 г. в результате землетрясения в Гиссарском районе Таджикистана произошел оползень шириной 400 м и длиной 4,5 км. Огромные массы земли накрыли пос. Шарора. Погребенными оказались 50 домов, погибли 207 человек.

В 1989 г. оползни в Ингушетии привели к разрушениям 82 населенных пунктов. Оказались поврежденными 2518 домов, 44 школы, 4 детских сада, 60 объектов здравоохранения, культуры, торговли и бытового обслуживания.

Оползень, который произошел в районе Монтаро (Перу) в апреле 1974 г., переместил 2,8 млрд. м³ горных пород, и общий ущерб при этом достиг 1 млрд. долларов. От оползня объемом 240 млн. м³, образовавшегося в 1963 г. в Италии, пострадали пять городов, при этом погибло около 3 тыс. человек.

Таким образом, борьба с оползнями имеет важное хозяйственное значение и в связи с причиненными ущербами привлекает внимание большого круга специалистов и хозяйственников. Однако следует учесть, что противооползневые мероприятия при современном состоянии техники требуют значительных капитальных вложений и их применение экономически оправданно не везде. Новые оползни часто наносят больший ущерб, чем давно существующие. Меры же по предупреждению оползней часто более просты и рентабельны, чем меры по закреплению уже возникших, систематически смещающихся оползней. Комплекс противооползневых мероприятий должен быть проведен в таком объеме, чтобы коэффициент устойчивости склона соответствовал заданной величине.

Противооползневые мероприятия по своему характеру могут быть разделены на две группы: пассивные и активные.

К первой группе должны быть отнесены главным образом мероприятия охранно-ограничительного характера, а именно:

- запрещение подрезки оползневых склонов и устройства на них всякого рода выемок;
- недопущение различного рода подсыпок, как на склонах, так и над ними, в пределах угрожающей полосы;
- запрещение строительства на склонах и на указанной полосе сооружений, прудов, водоемов, объектов с большим водопотреблением без выполнения конструктивных мероприятий, полностью исключающих утечку воды в грунт;
- запрещение производства взрывов и горных работ вблизи оползневых участков;
- ограничение в необходимых случаях скорости движения железнодорожных поездов в зоне, примыкающей к оползневому участку;
- запрещение устройства водонепроницаемых пластырей в зоне выклинивания грунтовых вод;
- охрана древесно-кустарниковой и травянистой растительности;
- запрещение неконтролируемого полива земельных участков, а иногда и их распахки;
- запрещение устройства водопроводных колонок и постоянного водопровода без устройства канализации;
- недопущение сброса на оползневые склоны ливневых, талых, сточных и других вод;
- залесение оползневых территорий.

Осуществление охранно-ограничительных противооползневых мероприятий не связано с устройством каких-либо инженерных сооружений и проведением трудоемких работ. Вместе с тем очевидно, что эффект от этих мероприятий может быть получен не сразу. Тем не менее, осуществление этих мероприятий необходимо едва ли не в большей мере, чем активных мероприятий.

Ко второй группе следует отнести такие противооползневые мероприятия, проведение которых требует устройства различного рода инженерных сооружений. В зависимости от сложности инженерно-геологических условий, ценности существующих и проектируемых объектов, экономического значения и перспектив использования оползневых территорий рекомендуется применять следующие меры, направленные на устранение активных причин, вызывающих оползни на склонах (см. табл. 15).

Таблица 15

Активная причина, вызывающая оползень	Мера борьбы	
	Мероприятие	Вид работы
Изменение напряженного состояния глинистых пород (перепад давления)	Уполаживание клонов или откосов	Срезка земляных масс в верхней части откоса и кладка их у подножия для пригрузки в месте ожидаемого выпирания
Подземные воды	Перехват подземных вод выше оползня	Горизонтальный и вертикальный дренаж, плотная прорезь, дренажная галерея, горизонтальные скважины-дрены. Вертикальный дренаж – забивные и сквозные фильтры, колодцы, дренаж
Поверхностные воды	Защита берегов от абразии	Волноотбойные стены. Волноломы подвижные и подводные. Буны. Завоз пляжного материала, мощение откоса, Тюфяки. Каменная наброска, струенаправляющие сооружения
Атмосферные осадки	Регулирование поверхностного стока	Микропланировка. Лотки, кюветы, каналы, быстротоки, дорожки
Выветривание	Защита грунтов поверхности склона	Одерновка, посев трав, древесные насаждения. Замена грунта (планировка). Изоляция поверхности
Совокупность ряда активных причин	Механическое сопротивление движению земляных масс Изменение физико-технических свойств грунтов	Подпорные стены. Свайные ряды, шпунты. Земляные контрбанкеты. Замена грунтов поверхности скольжения. Подсушка и обжиг глинистых грунтов, электрохимическое закрепление грунтов
Некоторые виды деятельности человека	Специальный режим в оползнево	Сохранение склонов в устойчивом состоянии. Ограничение в производстве строительных работ. Строгий режим эксплуатации различных сооружений
Утечка водопроводных и канализационных вод	Обеспечение повышенной надежности	В оползневой зоне трубопроводы устраиваются из труб более прочных материалов или в «рубашке»

Подход к выбору типа инженерного сооружения должен быть дифференцированным. Прежде всего, он зависит от того, строится ли сооружение для «лечения» или для предупреждения оползня. Нередко одним из основных факторов, определяющих выбор тех или иных мероприятий, является фактическая выполняемость и степень трудности их осуществления.

Весьма эффективным противооползевым приемом перераспределения земляных масс на оползневых склонах является метод терраирования, применяемый обычно в комплексе с водоотводами, защитными покрытиями, посадкой древесной растительности и другими мероприятиями.

Краткое описание некоторых видов применяемых противооползневых сооружений.

Подпорные конструкции обычно применяются для предотвращения оползневых подвижек, когда прочность пород значительно снижена пошедшими деформациями.

Подпорные стенки рекомендуются устраивать на сравнительно небольших оползнях, а также на склонах при нарушении их устойчивости в результате подрезок, пригрузок, подмывок и т. д.

Контрбанкет является одним из наиболее эффективных противооползневых мероприятий. Они устраиваются у подошвы действующего или потенциального оползня и своим весом препятствует смещению земляных масс.

Свайные ряды укрепления оползневых склонов рекомендуется применять в период временной стабилизации оползней, имеющих относительно малую (до четырех метров) мощность смещенного тела. Сваи (бетонные, железобетонные и стальные) располагаются в шахматном порядке, устанавливаются в несмещаемую породу, как правило, на глубину два метра. Чтобы не нарушить устойчивость склона при забивке, сваи погружают в предварительно пробуренные скважины.

Сплошные свайные, или шпунтовые ряды (тонкие стенки) устраиваются на оползнях реже других.

Сель (селевой поток)

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

Селевые потоки формируются в речных бассейнах насыщенных твердыми материалами, преимущественно при ливневых осадках. Они обладают значительными скоростями, большой разрушительной силой и создают характерные для них отложения. Селевые потоки подразделяются на две категории: *связные (структурные)* и *текущие (турбулентные)*.

Если основу твердой фазы составляют глинистые и пылеватые частицы, а вода заполняет поры и связывает эти частицы, то происходит гравитационное течение вязкопластичной массы. Потоки такого типа называются связными (структурными). Если же вода в селевой массе находится в свободном состоянии и является транспортирующей средой продуктов разрушения, то такие потоки называются текущими (турбулентными). В большинстве случаев сели по составу массы относятся к типу турбулентных.

По активности и мощности проявления селевой деятельности Казахстан занимает одно из первых мест среди стран СНГ – около 25 % горной и предгорной территории республики подвергается разрушительному воздействию селевых потоков и снежных лавин.

В Казахстане имеется более 2700 ледников, около 600 опасных высокогорных озер, 6000 очагов селеобразования. В горах Заилийского и Джунгарского Алатау, Алтая, Каратау и Тарбагатай располагается 300 селевых бассейнов.

Непосредственными причинами зарождения селей служат ливни, интенсивное таяние снега, прорыв водоемов, реже землетрясения, извержения вулканов.

При сильном увлажнении склоновых отложений дождевыми и тальными водами для начала движения селевого потока достаточно землетрясения порядка 4–5 баллов.

Например, район хребтов Сарыджаз и Терскёй Ала-Тоо расположен в девятибалльной сейсмической зоне. Теоретически землетрясения такой силы могут случаться здесь один раз в 1–2 тыс. лет. Пятибалльные же землетрясения, способные существенно активизировать гравитационные процессы в горах, повторяются в среднем каждые 10 лет, и при этом возможны обвалы, оползни от небольших подвижек до мощных нагромождений оползневых масс, охватывающих площадь 30–50 га.

Причиной возникновения селевых потоков могут быть и непосредственно сейсмические явления. Так, например, пострадал от селя в 1910 г. г. Верный (Алматы): сель обрушилась в результате прорыва горного озера во время землетрясения. Подобное неоднократно наблюдалось в горах Заилийского Алатау. Сильное землетрясение, происшедшее в Перу в конце мая 1970 г., явилось причиной возникновения нескольких гляциальных селей, в результате чего было полностью уничтожен пос. Ренарика.



Рис. 8. Начало движения селевого потока по ущелью Медео. 1921 г.

Прорыв горных озер и образование селевых потоков могут произойти и без сейсмогенных факторов. В Заилийском Алатау насчитывается более 100 больших и малых высокогорных озер. Прорыв одного такого озера может привести к образованию мощных селевых потоков. В безоблачный жаркий день 15 июля 1973 г. прорыв моренного оз. Туюксу в верховьях Малой Алматинки вызвал грязекаменный поток огромной разрушительной силы. Это был 15-метровой вал, двигавшийся со скоростью более 10 м/с. Максимальный расход воды достигал 5200 м³/с. Поток легко нес пятиметровые валуны весом до 300 т и превратил долину реки в глубокой каньон, но г. Алматы был надежно защищен 110-метровой плотиной с селехранищем емкостью 6,2 млн. м³. Это уникальное сооружение выдержало мощный натиск селя. Общий объем задержанной селевой массы составил 5,5 млн. м³, из них 4 млн. м³ наносов и 1,5 млн. м³ воды. В августе 1977 г. прорвало моренное озеро в верховьях Кумбельсу. Селевой поток, пройдя по Большой Алматинке, заполнил живописную горную долину грязью, валунами и нанес народному хозяйству огромный ущерб.



Рис. 9. Такие огромные валуны принес с собой сель

Селевые потоки в свою очередь принимают активное участие в образовании и усилении таких стихийных явлений, как водная эрозия, оползни, наводнения.

Озеро Иссык возникло несколько тысячелетий назад вследствие грандиозного оползня скальных пород правобережного склона р. Иссык. Образовавшийся завал высотой около 300 м задержал за годы своего существования около 80 млн. м³ селевых и озерных отложений. Объем озера составлял 17–18 млн. м³, площадь зеркала – 90 га, глубина – до 50 м. Сель, образовавшаяся 7 июля 1963 г. в Заилийском Алатау в результате таяния горных снегов и выпадения ливневого дождя, вынес в озеро около 1,5 млн. м³ селевой массы и поднял его уровень на 1,5 м. Вода перелилась через гребень завальной плотины, быстро размывла низовой откос и прорвала плотину. Весь объем озера был сброшен в русла горных рек. Наводнение опустошило нижерасположенную горную долину, разрушило ряд предприятий и 175 жилых домов в г. Иссык. При прорыве озера была уничтожена естественная преграда, созданная из наносов жерсайских селей; возникла возможность вовлечения в селевой поток материала завала, ранее накопленных селевых отложений.

В результате отложения грязекаменных наносов селевых потоков меняется сложившееся равновесие горных и предгорных склонов, и нередко наблюдается при этом оползневые подвижки.

Все сели по механизму зарождения подразделяются на три типа: эрозионный, прорывной и обвально-оползневый.

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

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

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

Сели обладают значительными скоростями, большой разрушительной силой и создают характерные для них грязецебнистые, грязевые, водокаменные и вододресвяные отложения. Имеющиеся материалы по селям свидетельствуют о том, что основные причины образования селевых потоков в разных районах примерно одинаковые и отличаются друг от друга соотношением отдельных факторов, состав-

ляющих комплекс причин.

Селевые потоки очень различаются по составу, большей частью они носят региональный характер. Например, в Таджикистане в среднегорной зоне, сложенной палеозойскими и меканозойскими породами, в продуктах разрушения которых имеется значительное количество глинистых фракций, чаще формируются сели грязекаменные. В районах высокогорья, где в селевых очагах скапливается преимущественно грубообломочный материал, формируются сели грязекаменного и водокаменного состава, но чаще последние. Нередко в процессе прохождения селевого потока происходит трансформация селей одного типа в другой в результате увеличения плотности потока в пути следования либо вследствие разбавления селевой массы при впадении потока в реку с большим расходом воды.

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

В последние годы к естественным причинам формирования селей добавились техногенные факторы: нарушение правил и норм работы горнодобывающих предприятий, взрывы при прокладке дорог и строительстве других сооружений, порубки леса, неправильное ведение сельхозработ и нарушение почвенно-растительного покрова.

На основе главных факторов возникновения сели классифицируются следующим образом:

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

Таблица 16
Классификация на основе первопричин возникновения селей

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

Классификация по мощности (по перенесенной твердой массе)

1. Мощные (сильной мощности), с выносом более 100 тыс. м³ материалов. Бывают один раз в 5–10 лет.

2. Средней мощности, с выносом от 10 до 100 тыс. м³ материалов. Бывают один раз в 2–3 года.

3. Слабой мощности (маломощные), с выносом менее 10 тыс. м³ материалов. Бывают ежегодно, иногда несколько раз в году.

Весьма мощные селевые потоки повторяются относительно редко – один раз в 30–50 лет и они выносят до 2–4 млн. м³ обломанного материала. Однако следует заметить, что катастрофические сели огромной мощности – явление относительно редкое на фоне общей селевой деятельности.

Селевые потоки в бассейне реки повторяются ежегодно, а иногда и по несколько раз в год, а в одном и том же русле ручья (реки), как было указано выше, значительно реже. Селевые потоки наступают внезапно, нарастают быстро, порой почти мгновенно, кратковременны

– продолжительность их обычно 1–3 ч, иногда 6–8 и редко более 10 ч. Крутой передний фронт селевой волны высотой от 5 до 15 м образует «голову» селя и движется сплошной стеной из грязи, камня и воды. Максимальная высота вала водогрязевого потока достигает 20–25 м, скорость движения составляет 10–15 км/ч, плотность – до 2 т/м³. При прохождении селя в бассейне Самура обнаружены валуны объемом свыше 1 м³, массой 2–3 т и более, а отдельные глыбы у выхода из долины достигали 5–6 м³, что составляет порядка 15–18 т. Селевой поток, прошедший 13 августа 1953 г. по долине р. Чхери (Кавказ), переместил каменную глыбу объемом 71 м³ и массой около 190 т (9). В первом приближении зона завала грязекаменной массой составляет порядка четверти площади конуса выноса, остальная часть конуса выноса заливается мутным водным потоком, как правило, исключается из сельскохозяйственного оборота.

Энергия давления селевого потока на препятствие составляет от 5 до 12 т на 1 м³.

Таблица 17

Классификация по объему единовременных выносов

Название селя	Объем селя, м ³
Очень мелкий	Менее 1,0 тыс.
Мелкий	1,0–10 тыс.
Средний	10–100 тыс.
Крупный	0,1–1 млн.
Очень крупный	1–10 млн.
Гигантский	Более 100 млн.

Классификация селевых бассейнов по повторяемости селей характеризует интенсивность развития или его селеактивность. По частоте схода можно выделить три группы селевых бассейнов:

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

Классифицируются сели также и по их воздействию на сооружения:

1. Маломощный – небольшие размывы, частичная забивка отверстий водопропускных сооружений.
2. Среднемощный – сильные размывы, полная забивка отверстий, повреждение и снос бесфундаментных строений.

3. Мощный – большая разрушительная сила, снос мостовых ферм, разрушение опор мостов, каменных строений, дорог.

4. Катастрофический – полное разрушение строений, участков дорог вместе с полотном и сооружениями, погребение сооружений под наносами.

Иногда применяется классификация бассейнов по высоте истоков селевых потоков:

- высокогорные. Истоки лежат выше 2500 м, объем выносов с 1 км² составляет 15–25 тыс. м³ за один сель;

- среднегорные. Истоки лежат в пределах 1000–2500 м, объем выноса с 1 км² составляет 5–15 тыс. м³ за один сель;

- низкогорные. Истоки лежат ниже 1000 м, объем выносов с 1 км² менее 5 тыс. м³ за один сель.

Селевые потоки наносят ущерб главным образом автомобильным и железным дорогам, мостам, ирригационным и деривационным каналам, линиям электропередачи, зданиям и сооружениям в населенных пунктах, заваливают грязекаменной массой, многолетние насаждения, посевы сельскохозяйственных культур, туристические базы и т. д.

Случаи завала посевов грязекаменными потоками разной мощности на площади от 60 до 200 га наблюдались довольно часто. Однако известны завалы посевов и на более крупных площадях: сель в бассейне Чирчика в 1921 г. затопил более 10 тыс. га посевов; сель в бассейне Соха в 1934 г. повредил 700 га посевов; сель в бассейне Бадама в 1958 г. повредил посевы на площади 600 га, при этом на полях образовались размывы. Селевые потоки, прошедшие в августе 1927 г. в долинах рек Опор и Стрый, завалили несколько сот гектаров обломочным материалом мощностью от нескольких сантиметров до двух метров. Селевые потоки нередко заваливают на большом протяжении грязекаменной массой магистральные каналы оросительных систем, при этом поля остаются без воды и возникает косвенный ущерб в результате гибели посевов.

Можно ли прогнозировать сели?

Ответ на этот вопрос утвердительный. Важнейшим фактором образования селей является климатический; он создает оптимальные условия для формирования жидкой и твердой составляющей селей в очагах их зарождения. Сели можно прогнозировать по результатам наблюдений за прошлые годы и по данным ожидаемой погоды.

Методы прогноза селей включают эмпирические, статистические и расчетные данные. Процесс разработки метода прогноза включает в себя несколько этапов: ретроспекция селевых явлений, определение степени их активизации, прогноз.

При разработке противоселевых мероприятий необходимо учитывать следующие факторы: условия для формирования и механизм образования селей; строение селеформирующего бассейна и его русловой сети, режим прохождения селей; размеры горизонтов селевого потока, расход, объем, скорость перемещения и плотность селя, размеры транспортируемых скальных обломков, повторяемость селей; характер, расположение и значимость объектов, подверженных селевой угрозе.

В Республике используется комплексный метод защиты от селей. Он включает в себя организационно-хозяйственные (административные), агротехнические, лесомелиоративные, гидротехнические мероприятия. Первые три направлены на предупреждение селей в самих очагах их образования, гидротехнические – на борьбу с уже сформировавшимися селями.

Каждое мероприятие является одинаково важным, и работы по их проведению должны начинаться либо с небольшим разрывом и вестись до полного завершения.

Организационно-хозяйственные мероприятия предусматривают: запрещение строительства в руслах селевых бассейнов промышленных предприятий, жилых и производственных зданий и сооружений, автомобильных дорог и других объектов хозяйствования без мер по защите от селевых потоков; охрану горных пастбищ, превращение их, где это возможно, в сенокосы, частичное или полное запрещение пастбы скота, особенно коз; подсев ценных пастбищных растений на разбитых и смытых пастбищах; полное прекращение пахоты на крутых склонах. Эти мероприятия включают также пропаганду среди населения правил разумного пользования природными ресурсами, организацию службы оповещения населения и туристов о селевой угрозе. К осуществлению организационно-хозяйственных мероприятий следует приступать сразу же после принятия общего решения о начале работ в данном селевом бассейне.

Агротехнические мероприятия включают в себя: обработку почв поперек склонов; правильный посев и уход за посевами; террасирования горных склонов; создание почвозащитных буферных полос; прерывистое бороздование; недопущение посевов пропашных культур; приемы по защите от эрозии и т. д.

Лесомелиоративные мероприятия предполагают осуществление следующих мер, таких, как охрана лесов, передача горных лесов колхозов и совхозов Государственному лесному фонду, борьба с вредителями и болезнями леса, облесение горных склонов и русел ручьев. Эффективность лесомелиоративных работ в отличие от гидротехниче-

ских сказывается не сразу, а спустя несколько лет, т. е. по мере развития и укрепления растительного покрова. Поэтому начало лесомелиоративных работ не следует откладывать, их нужно вести параллельно с гидротехническими работами. При проведении лесомелиоративных работ необходимо отдавать предпочтение противоэрозионным ассоциациям трав, кустарников и деревьев, дающим полезный выход сельскохозяйственной продукции (медоносные, эфирноносные, лекарственные и плодовые растения). Особенно эффективны медоносы, так как только пчелы могут снимать урожай с труднодоступных склонов, не оказывая на них вредного эрозионного влияния.

Гидротехнические сооружения, применяемые для борьбы с селевыми потоками и вообще с нерегулированным стоком в селевых бассейнах, в литературе делятся на два класса: противоэрозионные и противоселевые.

Противоэрозионные гидротехнические сооружения применяются в комплексе для борьбы с эрозионно-селевыми явлениями и служат основой для проведения агротехнических и лесомелиоративных работ.

Противоселевые гидротехнические сооружения применяются для борьбы с уже сформировавшимися селевыми потоками. По характеру воздействия на селевые потоки, гидротехнические сооружения можно разбить на четыре группы: селерегулирующие, селеделительные, селезадерживающие и селетрансформирующие.

Селерегулирующие гидротехнические сооружения по своему назначению делятся на четыре подгруппы: селепропускные, селенаправляющие, селесбрасывающие и селеотбойные. Селепропускные сооружения (селепропуски, селеотводы) устраиваются для пропуска селевых потоков под (или над) защищаемыми объектами или в обход объектов. Селенаправляющие сооружения (подпорные стенки, опояски, дамбы) устраиваются с углом отклонения менее 15° к оси движущегося селевого потока для пропуска его вдоль защищаемого сооружения. Селесбрасывающие сооружения (запруды, перепады, быстротоки, пороги) располагаются в русле горного водотока в местах с большим уклоном русла с целью укрепления дна и берегов русла и защитных береговых сооружений. Селеотбойные сооружения (полузапруды, бумы, шпоры) устраиваются перед защитными дамбами, опоясками и подпорными стенками с углом отклонения 25° к оси движущегося селевого потока.

Селеделительные гидротехнические сооружения (щелевые запруды, тросовые селерезы и селезаградители) устраиваются для задержания расчетной крупной и пропуска массы мелкой фракции селевого потока.

Селезадерживающие гидротехнические сооружения по своему

назначению делятся на две подгруппы: глухие и с отверстием. Селезадерживающие глухие гидротехнические сооружения (плотины, котлованы, обвалование) устраиваются для задержания как селевых потоков, так и других видов горного стока. Селезадерживающие гидротехнические сооружения с отверстиями (плотины с отверстиями) устраиваются для задержания массы селевых потоков и пропуска паводкового стока.

Селетрансформирующие гидротехнические сооружения устраиваются для трансформирования структурных селевых потоков в паводки. Для этого в русле основной реки или в ее притоке, куда впадает селеформирующий ручей, строится водохранилище. При достижении русла основной реки селевой поток пополняется водой из водохранилища, и уменьшается консистенция селя. Таким образом, селевой поток переходит в обычный паводок.

Снежные лавины

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

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

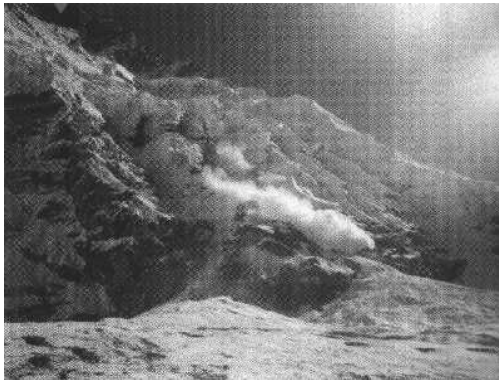


Рис. 10. Сход снежной лавины

Снежный покров представляет собой изменчивую среду, в которой интенсивно протекают процессы перекристаллизации. Лавине предшествует снегопад. Образно выражаясь, каждая снежинка таит в себе опасность будущей лавины. Снежные лавины – явление, характерное для горных районов. В Казахстане 95 тыс. км² горных территорий – от Алтая до Тянь-Шаня – подвержены лавинной опасности. Ежегодно в наиболее освоенных бассейнах горных рек Заилийского Алатау (Малой и Большой Алматинки, Тургеня, Иссыка, Талгара и др.) наблюдаются массовые сходы снежных лавин, которые заваливают дороги и русла рек, угрожают спортивным сооружениям, домам отдыха, объектам хозяйствования. Более 50 % всех лавин достигают дна и боковых долин и представляют угрозу для населения и объектов хозяйствования.

Наиболее распространенные признаки лавинной опасности представлены на рис. 11.



Рис. 11. Признаки лавинной опасности

Формирование лавин происходит в пределах лавинного очага. Лавинный очаг – это участок склона и его подножья, в пределах которого движется лавина. Каждый очаг состоит из 3 зон: зарождения (ла-

виносор), транзита (лоток), остановки лавины (конус выноса).

К лавинообразующим факторам относятся: высота старого снега, состояние подстилающей поверхности, прирост свежеснегавшего снега, плотность снега, интенсивность снегопада, оседание снежного покрова, метелевое перераспределение снежного покрова, температура воздуха и снежного покрова.

Наиболее важными из них являются прирост свежеснегавшего снега, интенсивность снегопада и метелевый перенос. В отсутствие осадков сход лавин является следствием интенсивного таяния снега под воздействием тепла и солнечной радиации и процесса переэкристиализации, приводящих к разрыхлению снежной толщи (вплоть до образования мелкодисперсной снежной массы в глубине этой толщи) и ослаблению прочности и несущей способности отдельных слоев.

Лавины образуются при достаточном снегонакоплении и на безлесных склонах крутизной от 15 до 50 °. При крутизне более 50 ° снег просто осыпается, и условия к образованию снежной массы не возникают. Оптимальные ситуации для возникновения лавин складываются на заснеженных склонах крутизной от 30 до 40 °. Там лавины сходят тогда, когда слой свежеснегавшего снега достигает 30 см, а для старого (лежалого) необходим покров толщиной 70 см. Считается, что ровный травянистый склон крутизной более 20 ° лавиноопасен, если высота снега на нем превышает 30 см. С увеличением крутизны склонов возрастает вероятность образования лавин. Кустарниковая растительность не является препятствием для схода.

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

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

Для схода снежных лавин необходимы снежная масса и благоприятные климатические условия. В этой связи возможен сход систематических и спорадических лавин. Спорадические лавины могут сходить через 100 и даже 200 лет, а систематические – чаще. Однако и при этом наблюдается определенная цикличность схода лавин. Например, на Алтае мощные лавины сходят через 10–15 лет, средней мощности – через 3–5 лет, слабые – через 2–3 года.

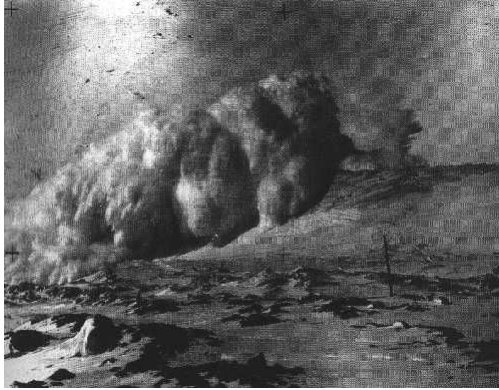


Рис. 12. Бушующая снежная лавина

В природе, однако, чаще можно наблюдать действие одного вида стихийного явления под влиянием другого. Для схода снежных лавин обязательно необходимо воздействие какого-либо фактора. В районах Средней Азии, Закавказья, Северного Кавказа, Крыма и Карпат одним из главных факторов образования снежных лавин является снегопад с интенсивностью в 10 мм (в пересчете на слой осадков) в сутки и более.

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

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

В месяцы холодного сезона южные склоны гор получают в 2–4 раза больше тепла по сравнению с северными. Солнечное тепло оплавляет кристаллы снега. Чем интенсивнее солнечная радиация, тем слабее прочность снега, а это способствует образованию лавин. Кроме того, отмечаются еще следующие метеорологические факторы, способствующие сходу снежных лавин:

- снегопады с метелями, образующие слой свежевыпавшего снега мощностью более 3 см (сумма осадков – более 3 мм);
- дождь, выпавший на поверхность снега;
- изменение температуры воздуха в ту или иную сторону на два

градуса в период снегопада. Чтобы дать представление о количестве сошедших лавин различных типов, ниже приводятся данные за 1960–1974 гг. в среднегорном поясе Заилийского и Джунгарского Алатау в Республике Казахстан (табл. 18).

Таблица 18

Тип лавины	Количество лавины за период наблюдений	Среднее количество лавины за год, % от общего количества	Наибольшее количество лавины данного типа за год, %
Возникшие в результате: снегопадов	<u>1003</u> 147	<u>64</u> 56	<u>89</u> 44
температурных изменений инсоляции (гладциальные)	<u>5</u> -	<u>0,3</u> -	<u>3</u> -
быстрого таяния снега	<u>168</u> 4	<u>11</u> 2	<u>77</u> 4
из-за вторжения теплых масс воздуха	<u>279</u> 93	<u>18</u> 35	<u>31</u> 100
выпадения дождя на снежный покров	<u>112</u> 24	<u>7</u> 8	<u>44</u> 59
Итого	<u>1567</u> 270	<u>100</u> 100	<u>---</u> ---

Примечание: в числителе данные по Заилийскому Алатау; в знаменателе – Джунгарскому Алатау.

Наблюдения также показывают, если снежный покров находится в состоянии, близком к предельному равновесию, достаточно землетрясения силой в 5–6 баллов, чтобы вызвать снежные лавины на склонах крутизной 45 ° и более. Такие лавины называются сейсмическими. 25 марта 1978 г., когда в Юго-Восточном Казахстане произошло землетрясение интенсивностью 7–8 баллов, сейсмические лавины были отмечены в хребтах Заилийского Алатау, Терскёй Ала-Тоо и Когмель. В эпицентре землетрясения лавины сошли практически со всех заснеженных склонов на территории 300 км².

В свою очередь лавины способствуют образованию селевых потоков, оползней, горных обвалов, водной эрозии и наводнений.

Однако и сами лавины в некоторых случаях переходят в селевые потоки.

В большинстве же случаев лавины играют значительную роль в подготовке и формировании селевых потоков. Дело в том, что лавины захватывают обломочный материал лавиносбора, подготовленный

процессами выветривания, эрозии, тектонических разломов, нарушают сплошность, сдирая в каналах стока почвенно-растительный покров, откладывают все это на дне ущелья селеносных балок, ручьев и рек и образуют так называемые лавинные конусы. В хребте Терскёй Ала-Тоо, например, каждая лавина объемом 30–40 тыс. м³ выносит в среднем около 2 тыс. т рыхлообломочного материала, который затем участвует в питании селевых потоков. Результаты специальных исследований, проведенных специалистами в Заилийском Алатау, показывают, что суммарный сток главных рек хребта в годы массового схода лавин значительно увеличивается. При этом замечено, что доля снежнково-лавинного стока в общем паводковом расходе увеличивается в многоснежные годы и уменьшается в малоснежные.

Наряду с лавинами в горах Юго-Восточного Казахстана нередко наблюдается еще одна форма движения значительных по объему и разрушительному эффекту снежных масс – водно-снежные потоки. По характеру аккумуляции снесенного материалами напоминают лавины, однако по составу движущейся массы и динамическим свойствам эти потоки приближаются скорее к селевым. В отличие от лавин водно-снежные потоки – явление сравнительно редкое. Лавины сходят в основном в феврале–апреле, однако время схода в большинстве своем является региональным фактором.

За десятилетний период наблюдений в бассейне Малой Алматинки сошло 1498 лавин, и выявилось следующее распределение их по месяцам, %: ноябрь – 4; декабрь – 4; январь – 23; февраль – 9; март – 39; апрель – 19; май – 2.

О масштабе лавинообразования в Заилийском Алатау можно судить по объему лавины, сошедшей на северном склоне в центральной части, ниже 3200 м, в междуречье Аксай-Турген в 1966 г. При этом лавиной было снесено со склонов более 110 млн. м³ снега (в водном эквиваленте), что в 1,5 раза превышает среднеголетный сток Малой Алматинки.

Лавины, сходящие до марта, небольшие по размерам, и ущерб от них, как правило, незначителен. В марте–апреле лавины сходят чаще, а по объему и силе разрушений они более мощные.

Мокрые лавины состоят из плотного и вязкого (мокрого) снега. Масса каждого кубометра такого снега составляет 400–600 кг. Скорость мокрых лавин колеблется в пределах 10–20 м/с. Мощность потока лавин составляет 10–15 м. Воздушная волна при движении мокрых лавин обычно не образуется. Давление мокрых лавин может достигать 200 т/м².

Скорость крупной сухой лавины достигает 100 м/с. Высокая ско-

рость и большая высота потока создают значительное давление сухих лавин на препятствие, которое составляет от 40 до 100 т/м², но может достигать в отдельных случаях и 200 т/м².

При сходе сухих лавин не меньшую опасность представляет сила воздушной волны. Однажды она перебросила железнодорожный вагон на расстоянии 80 м. Воздушная волна лавины № 7 на Кушколе (Северный Кавказ) вторглась в лесную зону и уничтожила тысячи крупных деревьев. Отдельные сосны, сорванные волной, имели возраст 200–250 лет. Расчет показал, что для такого разрушительного эффекта скорость ветра при воздушной волне должна превышать 80 м/с (37). В 1938 г. в Японии, в местечке Сияй-Дани, воздушная волна, образовавшаяся при сходе крупной сухой лавины, сорвала второй этаж деревянного жилого дома, пронесла его по воздуху около 800 м и разбила о скалы вместе с находившимися на этом этаже людьми.

Поражающая способность различна. Лавина в 10 м³ уже представляет опасность для человека и легкой техники. Крупные – в состоянии разрушить капитальные инженерные сооружения, образовать трудно- или непреодолимые завалы на транспортных трассах.

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

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

Повторяемость схода лавин является важной временной характеристикой лавинной деятельности. Различают среднемноголетнюю и внутригодовую повторяемость схода. Первая определяется как частота образования лавин в среднем за многолетний период. Внутригодовая повторяемость – это частота схода за зимний и весенний периоды. В отдельных районах лавины могут сходить по 15–20 раз в год.

Плотность лавинного снега является одним из важнейших физических параметров, от которого зависит сила удара снежной массы, трудозатраты на ее расчистку или возможность движения по ней. Она составляет для лавин из сухого снега 200–400 кг/м³, для мокрого – 300–800 кг/м³.

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

Потенциальный период лавинообразования – это интервал времени между сходами первых и последних лавин. Эта характеристика обязательно учитывается при планировании режима деятельности людей на опасной территории. Необходимо знать также количество и площадь лавинных очагов, сроки начала и окончания лавиноопасного периода. В каждом районе эти параметры различны.

В подавляющем большинстве в горных районах лавины сходят ежегодно, а иногда и несколько раз в год.

Как они классифицируются?

По характеру движения и в зависимости от строения лавинного очага различают следующие три типа: лотковые, осовые, прыгающие.

Лотковая движется по определенному каналу стока или лавинному лотку.

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

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

В связи со свойствами снега лавины могут быть сухими, влажными и мокрыми.

По характеру поверхности скольжения выделяют следующие типы: пластовые, когда движение осуществляется по поверхности нижележащего слоя снега; грунтовые – движение происходит непосредственно по поверхности грунта.

В зависимости от факторов лавинообразования делятся на четыре класса:

1. Непосредственная причина возникновения – метеорологические факторы.

2. Возникающие в результате совокупного действия метеорологических факторов и процессов, происходящих внутри снежной толщи при таянии.

3. Возникают исключительно в результате процессов, происходящих внутри снежной толщи.

4. В результате землетрясения, деятельности человека (взрывы, полет реактивных самолетов на малой высоте и др.).

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

Второй класс делится на четыре типа: связанные с радиационными оттепелями (на южных склонах гор), весенними оттепелями, дож-

дями и оттепелями при переходе к положительным температурам.

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

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

- стихийные (особо опасные), когда их сход наносит значительный материальный ущерб населенным пунктам, спортивным и санитарно-курортным комплексам, железным и автомобильным дорогам, линиям электропередачи, трубопроводам, промышленным и жилым сооружениям;

- опасные явления – сход лавин, затрудняющих деятельность предприятий и организации, спортивных сооружений, а также угрожающих населению и туристским группам.

По степени повторяемости лавины делятся на два класса – систематические и спародические. Систематические сходят каждый год или один в 2–3 года. Спародические – 1–2 раза в 100 лет. Место их определить заранее довольно трудно. Известно много случаев, когда, например, на Кавказе селения, существовавшие 200 и 300 лет, вдруг оказались погребенными под толстым слоем снега.

В целом лавины представляют серьезную угрозу для горных лесов, коммуникаций транспорта, энергетики, связи, рудников, производственных зданий и сооружений промышленных предприятий и жилых зданий многих населенных пунктов, туристических баз, горных санаториев, домов отдыха.

В определенной мере лавины наносят ущерб и сельскому хозяйству. Они нарушают целостность почвенного и растительного покрова, заваливают камнями и корнями деревьев горные пастбища.

Ущерб, причиняемый массовым сходом лавин, значительно больше стоимости мер, принимаемых для защиты от стихии, поэтому их можно предусмотреть, если вероятность прохождения лавин составляет всего лишь 25 %.

Данные по степени лавиноопасности основных типов территорий представлены в табл. 19. Эти данные позволяют оценить степень лавинной опасности территории и возможные объемы лавинных завалов.

В течение многих десятилетий в стране бытовало мнение, что для предупреждения и, возможно, даже для предотвращения ущербов от лавин достаточно организовать службу оповещения, чтобы в местах возможного схода лавин не оказались люди, техника и т. д. Однако в условиях интенсивного освоения горных районов создать только службу оповещения недостаточно.

Выбор того или иного типа защитного сооружения определяется в зависимости от характера склона, по которому сходит лавина, от условий строительства, от ожидаемого эффекта защиты, от стоимости и долговечности сооружений.

Таблица 19

Классификация лавинной опасности

Степень опасности	Характеристика
Незначительная	Сход небольших лавин в редких лавинных очагах практически не представляет угрозы для людей, техники и сооружений
Слабая	Опасности от лавин можно избежать без специальных противолавинных мероприятий
Небольшая	Обеспечение безопасности достигается использованием прогноза и профилактикой
Умеренная	Освоение территории требует возведения противолавинных сооружений (удерживающих щитов, отклоняющих стенок и др.)
Большая	Освоение территории невозможно без возведения капитальных – защитных и противолавинных сооружений (дамб, галерей)
Максимальная	Обеспечение безопасности существующими способами практически невозможно

Застройки опорных сооружений бывают двух типов: рассредоточенная и сплошная. При рассредоточенной опорной застройке используются отдельные сооружения длиной около 4–5 м, которые размещаются по склону в шахматном порядке. Опыт эксплуатации застройки такого типа показал, что, несмотря на ее экономичность, она не всегда выдерживает массу движущегося снега, поскольку боковые силы, возникающие при движении, могут во много раз превышать фронтальные нагрузки. Так, по данным Национального института исследований снега и лавин Швейцарии, отдельно стоящие опорные сооружения длиной 4 м при высоте снежного покрова 4 м и средних условиях его скольжения могут испытать общую нагрузку примерно 50 т. Поэтому в последнее время стали применять сплошную опорную застройку. При этом сооружения размещаются рядами, с междурядьем 15–20 м, из расчета величины суммарного давления – 1,5–4 т на 1 погонный метр в зависимости от конкретных условий, при высоте снежного покрова до 3 м у опорных объектов. Сооружения бывают разных видов. Например, используются снегоудерживающие щиты из металлической или капроновой сетки. Это дорогие, но достаточно эффективные сооружения. Благодаря большому снегонакоплению у этих сооружений сход лавин прекратился, лес стал быстро расти и в будущем защитит рудники и строения от лавин.

Для защиты от лавин отдельно стоящих небольших сооружений – опор высоковольтной линии электропередачи, линии связи – применяются различные отклоняющие сооружения: дамбы или лавинорезы. Чтобы защитить объект от лавин, на выкате строятся холмы и надолбы, разбивающие лавинный поток на отдельные струи. В целях защиты зданий и рудников возводятся капитальные сооружения из бетона и железобетона, насыпные дамбы, способные останавливать лавины.

Долгие годы бытовало мнение: чтобы избежать ущерба от снежных лавин, достаточно наладить за ними наблюдения и службу оповещения. Действительно, при налаженной системе службы наблюдения и оповещения довольно часто можно избежать катастроф. Однако для защиты объектов хозяйствования и культуры одного оповещения недостаточно, необходимы еще активные меры защиты от лавин, не допускающие перерывов в движении транспорта, в работе предприятий. Автомобильные и железные дороги, пересекающие лавинные лога на крутых склонах, можно защищать только с помощью навесов и галерей, которые пропускают лавины над дорогой. Такие сооружения можно видеть на автодороге Бишкек–Ош в районе перевала Тюз-Ашу. Для обеспечения безопасности зоны катка Медео в Заилийском Алатау и рудника «Коксу» в Джунгарском Алатау построены противолавинные щиты.

В части осуществления противоселевых сооружений большой опыт накоплен в Республике Казахстан. Осуществлены мероприятия по защите от селевой опасности г. Алматы. С этой целью была построена каменно-набросная плотина в ущелье Медео. Высота ее доведена до 150 м. Чаша этого уникального сооружения теперь может принять 12,6 млн. м³ селевой массы – в 3 раза больше объема селя 1973 г. Вдоль всего русла Малой Алматинки вплоть до ледниковых озер – очагов селеформирования – проложена дорога и сооружен водопропускной канал, обеспечивающий регулирование уровня озер, с тем, чтобы исключить образование прорывных гляциальных селей. Если, однако, принятые меры окажутся недостаточными и сель все же сформируется, ему будет противостоять плотина высотой 17 м, которая возведена в створе Мынжилки. Ее назначение – аккумулировать при прохождении потока воду и моренный материал.

Крупным противоселевым сооружением является 40-метровая ячеистая железобетонная плотина на Большой Алматинке. Строится плотина на р. Иссык для восстановления уникального творения природы – оз. Иссык, уничтоженного катастрофическим селом 1963 г. Сооружение сквозного типа поднялось в створе разрушенной селом скально-обвальной перемычки; оно рассчитано на задержание селевых

выносов выше озера. После выполнения всех намеченных работ озеро Иссык вновь станет местом отдыха жителей г. Алматы.

В республике организована служба Казселезащита, в составе которой созданы бассейновые эксплуатационные управления, куда входят службы предупреждения, контролирующие состояние селеопасных рек. Так, например, на Большой и Малой Алматинке установлены приборы, автоматически выдающие предупреждение о возникновении и движении селевых потоков.

Ближайшая задача Казселезащиты состоит в том, чтобы довести до конца начатые сооружения и полностью завершить комплекс селезащиты г. Алматы. В республике разработана схема противоселевых мероприятий Джунгарского Алатау, в которой определены объем защитных мероприятий, объем и стоимость работ и очередность осуществления основных противоселевых работ.

СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

Все они подразделяются на бедствия, вызываемые:

- ветром, в том числе бурей, ураганом, смерчем (при скорости 25 м/с и более, для арктических и дальневосточных морей – 30 см/с и более);
- сильным дождем (при количестве осадков 50 мм и более в течение 12 ч и менее, а в горных, селевых и ливнеопасных районах – 30 мм и более за 12 ч и менее);
- крупным градом (при диаметре градин 20 мм и более);
- сильным снегопадом (при количестве осадков 20 мм и более за 12 ч и менее);
- сильными метелями (скорость ветра 15 м/с и более);
- пыльными бурями;
- заморозками (при понижении температуры воздуха в вегетационный период на поверхности почвы ниже 0 °С);
- сильными морозами или сильной жарой.

Эти природные явления, кроме смерчей, града и шквалов, приводят к стихийным бедствиям, как правило, в трех случаях: когда они происходят на одной трети территории области (республики), охватывают несколько административных районов и продолжаются не менее 6 ч.

Ураганы и бури

В узком смысле слова ураган определяется как ветер большой разрушительной силы и значительной продолжительности, скорость которого

примерно равна 32 м/с и более (12 баллов по шкале Бофорта).

Причиной возникновения ураганов является резкое нарушение равновесия в атмосфере, проявляющееся в необычных условиях циркуляции воздуха, но с очень высокими скоростями воздушного потока. По пагубному воздействию на инженерные сооружения ураганы мало чем уступают землетрясениям.

Буря – это ветер, скорость которого меньше скорости урагана. Однако она довольно велика и достигает 15–20 м/с. Убытки и разрушения от бурь существенно меньше, чем от ураганов. Иногда сильную бурю называют штормом.

Ураганы возникают в любое время года, но более часто с июля по октябрь. В остальные 8 месяцев они редки, пути их коротки.

Самой важной характеристикой урагана является скорость ветра. Из нижеприведенной табл. 20 (по шкале Бофорта) видна зависимость скорости ветра и наименования режимов.

Размеры ураганов весьма различны. Обычно за его ширину принимают ширину зоны катастрофических разрушений. Часто к этой зоне прибавляют территорию ветров штормовой силы со сравнительно небольшими разрушениями. Тогда ширина урагана измеряется сотнями километров, достигая иногда 1000.

Таблица 20

Балл	Скорость ветра, миль/ч	Наименование ветрового режима	Признак
0	0–1	Затишье	Дым идет прямо
1	2–3	Легкий ветерок	Дым изгибается
2	4–7	Легкий бриз	Листья шевелятся
3	8–12	Слабый бриз	Листья двигаются
4	13–18	Умеренный бриз	Листья и пыль летят
5	19–24	Свежий бриз	Тонкие деревья качаются
6	25–31	Сильный бриз	Качаются толстые ветви
7	32–38	Сильный ветер	Стволы деревьев изгибаются
8	39–46	Буря	Ветви ломаются
9	47–54	Сильная буря	Черепица и трубы срываются
10	55–63	Полная буря	Деревья вырываются с корнем
11	64–75	Шторм	Везде повреждения
12	Более 75	Ураган	Большие разрушения

Для тайфунов (тропических ураганов Тихого океана) полоса разрушений составляет обычно 15–45 км.

Средняя продолжительность урагана – 9–12 дней.

Часто ливни, сопровождающие ураган, гораздо опаснее самого ураганного ветра.

Для бури характерна меньшая, чем для урагана скорость ветра (15–31 м/с). Длительность бурь – от нескольких часов до нескольких суток, ширина – от десятков до нескольких сотен километров. И те, и другие нередко сопровождаются выпадением довольно значительных осадков.

Ураганы являются одной из самых мощных сил стихии. По своему пагубному воздействию не уступают таким страшным стихийным бедствиям, как землетрясения. Это объясняется тем, что они несут в себе колоссальную энергию. Ее количество, выделяемое средним по мощности ураганом в течение одного часа, равно энергии ядерного взрыва в 36 Мгт.

Ураганный ветер разрушает прочные и сносит легкие строения, опустошает засеянные поля, обрывает провода и валит столбы линий электропередачи и связи, повреждает транспортные магистрали и мосты, ломает и вырывает с корнями деревья, повреждает и топит суда, вызывает аварии на коммунально-энергетических сетях в производстве. Бывали случаи, когда ураганный ветер разрушал дамбы и плотины, что приводило к большим наводнениям, сбрасывал с рельсов поезда, срывал с опор мосты, валил фабричные трубы, выбрасывал на сушу корабли.



Рис.13. Последствия урагана

Ураганы и штормовые ветры в зимних условиях часто приводят к возникновению снежных бурь, когда огромные массы снега с большой скоростью перемещаются с одного места на другое. Их продолжительность может быть от нескольких часов до нескольких суток. Особенно опасны снежные бури, проходящие одновременно со снегопадом, при низкой температуре или при ее резких перепадах. В этих условиях снежная буря превращается в подлинное стихийное бедствие, причиняя значительный ущерб регионам. Снегом заносятся дома, хозяйственные и животноводческие постройки. Иногда сугробы достигают высоты с четырехэтажный дом. На большой территории на длительное время из-за снежных заносов останавливается движение всех видов транспорта. Нарушается связь, прекращается подача электроэнергии, тепла и воды. Нередки и человеческие жертвы.

В летнее время сильные ливни, сопровождающие ураганы, нередко, в свою очередь, являются причиной таких стихийных явлений, как селевые потоки, оползни.

Так, в июле 1989 г. мощный тайфун "Джуди" со скоростью 46 м/с и с обильными ливнями прокатился с юга на север на дальнем востоке России. Затопило 109 населенных пунктов, в которых пострадало около 2 тыс. домов, было разрушено и снесено 267 мостов, выведено из строя 1340 км дорог, 700 км линий электропередачи, затоплено 120 тыс. га сельхозугодий. Из опасных зон эвакуировали 8 тыс. человек. Были и человеческие жертвы.

Классификация ураганов и бурь

Ураганы принято подразделять на тропические и внетропические. Тропическими называют ураганы, зарождающиеся в тропических широтах, а внетропическими – во внетропических. Кроме того, тропические ураганы часто подразделяют на ураганы, зарождающиеся над Атлантическим океаном и над Тихим. Последние принято называть тайфунами.

Общепринятой, установленной классификации бурь нет. Чаще всего их делят на две группы: вихревые и потоковые.

Вихревые представляют собой сложные вихревые образования, обусловленные циклонической деятельностью и распространяющиеся на большие площади.

Потоковые – это местные явления небольшого распространения. Они своеобразны, резко обособлены и по своему значению уступают вихревым бурям.

Вихревые бури подразделяются на пыльные, снежные и шкваль-

ные. Зимой они превращаются в снежные. Такие бури часто называют пургой, бураном, метелью.

Шквальные бури возникают, как правило, внезапно, а по времени крайне непродолжительны (несколько минут). Например, в течение 10 мин скорость ветра может возрасти с 3 до 31 м/с.

Потоковые бури подразделяются на стоковые и струевые. При стоковых поток воздуха движется по склону сверху вниз. Струевые характерны тем, что поток воздуха движется горизонтально или даже вверх по склону. Проходят они чаще всего между цепями гор, соединяющих долины.

Смерч

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, свисающую из облака и ниспадающую к земле в виде хобота. Это наименьшая по размерам и наибольшая по скорости вращения форма вихревого движения воздуха.

Образуются смерчи во многих областях земного шара. Очень часто сопровождаются грозами, градом и ливнями необычайной силы и размеров.

Возникают как над водной поверхностью, так и над сушей. Чаще всего – во время жаркой погоды и высокой влажности, когда особенно резко появляется неустойчивость воздуха в нижних слоях атмосферы. Как правило, смерч рождается от низкого кучево-дождевого облака, опускаясь на землю в виде темной воронки. Иногда они возникают и при ясной погоде.

Какими параметрами характеризуются смерчи?

Во-первых, 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.

Во-вторых, в основании материнского облака смерча располагается воротниковое облако. Его ширина 3–4 км, толщина примерно 300 м, верхняя поверхность на высоте, большей частью, 1500 м. Под воротниковым облаком лежит стенное облако, от нижней поверхности которого свисает сам смерч.

В-третьих, ширина стенового облака 1,5–2 км, толщина 300–450 м, нижняя поверхность – на высоте 500–600 м.

Сам смерч – как насос, засасывающий и поднимающий в облако

различные, сравнительно небольшие предметы. Попадая в вихревое кольцо, они поддерживаются в нем и переносятся на десятки километров.

Воронка – основная составная часть смерча. Представляет собой спиральный вихрь. Внутренняя полость ее 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 поднимаются вверх не по внутренней полости, обычно пустой, а в стенках.

Толщина стенок у плотных смерчей значительно меньше ширины полости и измеряется немногими метрами. У расплывчатых – наоборот, толщина стенок бывает значительно больше ширины полости и достигает нескольких десятков и даже сот метров.

Скорость вращения воздуха в воронке может достигать 600–1000 км/ч, иногда и более.

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 (если облако достигло 30–50 км). Общая длина пути смерча исчисляется от сотен метров до десятков и сотен километров, а средняя скорость перемещения примерно 50–60 км/ч. Средняя ширина 350–400 м.

Холмы, леса, моря, озера, реки не являются преградой. При пересечении водных бассейнов смерч может полностью осушить небольшое озеро или болото.

Одной из особенностей движения смерча является его прыгание. Пройдя какое-то расстояние по земле, он может подняться в воздух и не касаться земли, а затем снова опустится. Соприкасаясь с поверхностью, вызывает большие разрушения.

Такие действия определяются 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 того, что попадает на пути. В воздух могут быть подняты и перенесены на сотни метров и даже километры животные, люди, автомобили, небольшие и легкие дома, вырваны с корнем деревья, сорваны крыши. Смерч разрушает жилые и производственные здания, рвет линии электроснабжения и связи, выводит из строя технику, нередко приводит к человеческим жертвам.

Чудовищной, невероятной силой обладал смерч, который зародился 8 июля 1984 г. на северо-западе Москвы и прошел почти до Во-

логды (300 км), по счастливой случайности минуя крупные города и села. Ширина полосы разрушений достигала 300–500 м. Сопровождалось это выпадением крупного града.

Ужасающим были последствия от другого смерча этого семейства, получившего название «Ивановское чудище». Он возник в 15 км южнее Иванова и прошел зигзагообразно около 100 км через леса, поля, пригороды г. Иваново, дальше вышел к Волге, уничтожил турбазу «Луново» и затих в лесах близ Костромы. Только в Ивановской области существенно пострадали 680 жилых домов, 200 объектов промышленного и сельского хозяйства, 20 школ, детские сады. Без крова остались 416 семей, разрушено 500 садово-дачных строений. Более 20 человек погибли.

На Черном и Азовских морях за 10 лет походит в среднем 25–30 смерчей. Смерчи, образующиеся на морях, очень часто выходят на побережье, где не только не теряют, а и наращивают силу.

Крайне сложно прогнозировать место и время появления смерча. Поэтому большей частью они возникают для людей внезапно, предсказать последствие тем более невозможно.

Классификация смерчей

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

Кроме того, смерчи подразделяются на 4 группы: пылевые вихри, малые короткого действия, малые длительного действия, ураганные вихри.

Малые смерчи короткого действия имеют длину пути не более километра, но обладают значительной разрушительной силой. Они сравнительно редки. Длина пути малых смерчей длительного действия исчисляются несколькими километрами. Ураганные вихри являются более крупными смерчами и при своем движении проходят несколько десятков километров.

Пыльные (песчаные) бури

Сопровождаются переносом большого количества частиц почвы и песка. Возникают в пустынных, полупустынных и распаханых степях и способны перенести миллионы тонн пыли на сотни и даже тысячи километров, засыпав территорию площадью в несколько сот тысяч

квадратных километров. Подобные бури отмечаются в основном летом, во время суховеев, иногда весной и в бесснежные зимы. В степной зоне они обычно возникают при нерациональной распашке земли. На территориях Казахстана пыльные бури чаще всего наблюдаются в апреле–мае и в августе–сентябре. Сравнительно редко они могут разгаться и в зимние месяцы, если поверхность земли не покрыта снегом.

Исключительно сильное воздействие оказывают пыльные бури на целинных землях Казахстана и прилегающих областей. Пыльные бури здесь часто отмечаются при ураганных ветрах. В Прииртышье 19 мая 1960 г. пыльная буря продолжалась 12 ч, в результате которой на месте дружных всходов расстилалась пустыня, покрытая вырванной с корнем пшеницей. Во время бури воздух был так насыщен пылью, что в 3–4 м нельзя было разглядеть человека, а в домах днем зажгли свет. Из более ранних сведений о катастрофических пыльных бурях в Казахстане можно привести следующее: «В ноябре 1910 г. буря началась под вечер. В первую же ночь ветер достиг огромной силы и бушевал затем без перерыва трое суток. Все это время люди не покидали кибиток, так как и днем было темно. Вместе с массой пыли, песка и снега в воздухе неслись даже мелкие камешки. Ветер угнал в степь стада, где большинство скота и погибло. В районе одного только Мангышлака погибло 500 тыс. баранов и коз, 40 тыс. лошадей и 30 тыс. верблюдов».

Существует ещё одна, особо острая в настоящее время, негативная сторона пыльных бурь – их роль в миграции солей. Известно, что солончаки пустынь являются аккумуляторами солей, выпаривающихся из временных поверхностных водоемов и грунтовых вод. Содержание солей в их пухлом слое и корочке составляет 10–30 и даже 50 %. Повышенное положение солончаков по рельефу, слабая закреплённость растительностью, максимум солей у поверхности способствуют выносу солей ветром. Эродируемость пухлых солевых горизонтов выше, чем у обычных почв – поступление солей во взвешенном состоянии в атмосферу происходит уже при скоростях ветра лишь 2,5–4 м/с.

Вынос солей зависит от режима ветров как наземных, так и высотных. Соли выносятся за пределы пустынь, происходит сильное рассеивание их в атмосфере. Возврат солей на землю осуществляется как вместе с атмосферными осадками, так и путем самопроизвольного оседания пыли. В Казахстане наибольшее количество солей (более 20 т/км² в год) выпадает в лесостепной и степной зонах севера и в полосе среднегорья юга, где почвы не засолены, и наименьшее (менее 10 т/км² в год) – в пустынной зоне, где, как известно, почвы засолены. Причина такого «несоответствия»,

отмеченного многими исследователями, заключается в том, что при расчетах и оценках соленакопления в почвах не учитывался один из важнейших постоянно действующих факторов – вынос солей ветром из засоленных районов пустынь в незаселенные гумидные. Пагубные последствия этого явления уже сейчас сильно сказываются на плодородии и урожайности орошаемых земель в Кызыл-Ординской и Южно-Казахстанской областях в связи с катастрофическим «усыханием» Аральского моря.

В результате катастрофического, а по мнению ряда исследователей, уже необратимого падения уровня воды в море, местами Арал ушел от былых берегов на 100 км. Вслед за ним засоляются и уходят грунтовые воды, исчезают растительность и животный мир. Огромные, сильно засоленные пространства бывшего морского дна подвержены интенсивному выносу солей пыльными бурями, которые здесь часты. Преобладающее западное и юго-западное направление пыльных бурь способствует засолению больших массивов орошаемых земель в Кызыл-Ординской и Южно-Казахстанской областях, а также в Каракалпакии. С обнажившегося дна ветры вздымают и разносят на 400–500 км млн. т песка и едких солей, грозящих погубить то, ради чего забирается вода – сельскохозяйственные оазисы. Этим безжизненным пространствам даже дали новое географическое название – пустыня Аккум, которая имеет площадь более 60 тыс. км² и с каждым годом разрастается, как раковая опухоль. Подсчитано, что с поверхности новой пустыни ежегодно поднимается в атмосферу около 140 млн. т песка, пыли и солей, которые оседают не только на полях Узбекистана и Казахстана, но и достигают уже пределов Белоруссии и Литвы, где содержание солей в дождевой воде более, чем в 2 раза, а непосредственно вблизи умирающего моря – в 7 раз больше обычного.

Существует две классификации пыльных бурь. В своих исследованиях Н. Н. Романов (ТашГУ) подразделяет их по продолжительности проявления на четыре категории:

- 1) кратковременные пыльные бури с небольшим ухудшением видимости, их длительность нередко несколько минут и связана с прохождением шквалов;
- 2) кратковременные с сильным ухудшением видимости, длительность от нескольких минут до нескольких десятков минут, облако пыли плотное, различной высоты;
- 3) длительные и пульсирующие бури с относительно небольшим ухудшением видимости, длятся от нескольких часов до нескольких суток;

4) длительные сильные бури с большим ухудшением видимости, имеют большую вертикальную мощность и значительную длительность – от 2–4 ч до нескольких суток.

Существует классификация, основанная на цвете и составе переносимой бурями пыли:

1) черные бури – свойственны югу европейской части Российской Федерации и целинным землям Казахстана, развиты также в США и других странах. Обладают черным цветом благодаря выдуваемому и переносимому чернозему;

2) бурые или желтые бури – выдуваются и переносятся желто-бурые суглинки и супеси. К ним относятся почти все бури Средней Азии, описанные Н. Н. Романовым;

3) красные бури – выдуваются красноцветные породы того же состава, что и у желтых бурь, но окрашенные окислами железа;

4) белые бури – проходят перед обширными солончаками. Соли окрашивают пыль в белый цвет, сравнительно редки.

Желто-красные пыльные бури широко развиты в пустынных областях и часто имеют местные названия: самум, хамсин, хабуб, харматан, сирокко. Транспортирующая мощь «цветных» бурь огромна. Установлено, например, что хамсин, поднимая массы пыли в Сахаре, несет ее на высоте более 3–4 км в Южную и Среднюю Европу и даже на Урал.

В Казахстане преобладают кратковременные (15–45 мин) пыльные бури. Многочисленны бури продолжительностью 10–12 ч и редки длительностью более суток. Преобладают при пыльных бурях ветры со скоростью 4–10 м/с, многочисленны со скоростью 11–20 м/с и редки более 20 м/с. Существует ошибочное мнение, что пыльные бури поднимают высоко в облака и переносят на большие расстояния даже песок. Это совершенно неверно. При помощи особых пескоуловителей установлено, что пыльные бури целинных земель Казахстана переносят песок исключительно поземкой, в песчано-ветровом слое высотой 30 см. При этом 95 % всего песка переносится на высоте 0–15 см, а остальные 5 % – на высоте 15–30 см. За один час через поперечное песчано-ветровому потоку сечение длиной 100 м, было перенесено 1330 кг песка при скорости ветра 8–10 м/с на высоте 1 м и 4–5 м/с у поверхности земли. Сильные бури со скоростями более 20 м/с переносят значительно большее количество песка, но также поземкой. Песчаные поземки также являются страшным бичом для человека – он медленно, но неуклонно отвоевывает у него орошаемые земли и пастбища, засыпает дороги, оросительные системы и даже селения пустынных оазисов, изгоняя людей из обжитых мест.

Рекордсменами по числу дней с пыльными бурями являются отдельные районы Алматинской, Атырауской и Актюбинской областей, где в среднем бывает 50–60 дней в году с пыльными бурями, в Уральской, Кызыл-Ординской и Южно-Казахстанской областях – 35–45 дней. Можно заметить, что наиболее ветреные районы с пыльными бурями расположены вблизи крупных акваторий Каспийского и Аральского морей, оз. Балхаш, где летом чаще происходят внутримассовые процессы с усилением ветровой деятельности. В Атырауской области пыльные бури носят своеобразный характер. Пески здесь имеют вид нарезной слюды с острыми гранями и при возникновении бури режут лицо. Число засушливых дней до возникновения пыльных бурь колеблется от нескольких дней до двух и более месяцев.

Можно ли предсказывать пыльные бури? Это явление связано с двумя условиями: состоянием почвы и скоростью ветра. Если почва сухая, рыхлая, лишена снежного или травяного покрова, то при сильном ветре она легко выдувается – начинается пыльная буря. О состоянии почвы можно судить по температуре воздуха и продолжительности засушливого периода, чем они выше и дольше, тем суше почва. Если первое условие налицо, синоптики могут безошибочно предсказать пыльную бурю, как только обнаружат на картах погоды типичную ситуацию для возникновения сильных устойчивых ветров. Обычно это бывает периферийная часть мощного устойчивого антициклона над континентом Азии в холодное время года.

Беспыльные бури. Характеризуются отсутствием вовлечения пыли в воздух и сравнительно меньшими масштабами разрушений и ущерба. Однако при дальнейшем движении они могут превратиться в пыльную или снежную бурю в зависимости от состава и состояния поверхности земли и наличия снежного покрова.

Для предсказания пыльных бурь требуется хорошее знание местных условий, наличие большого объема метеорологической информации и методики прогноза этого опасного явления.

Сильные снегопады

Снег – одно из самых широко распространенных явлений природы, активно воздействующее на общество и экономику во многих уголках мира. Снег – друг. Он создает запасы воды для бытовых нужд, домашнего скота, производства сельскохозяйственной продукции, для нужд гидроэнергетики; служит материалом для сооружения снежно-ледовых дорог с минимальным ущербом для окружающей среды, создает условия для массовых занятий зимними видами

спорта. Снег значительно очищает атмосферу от загрязняющих веществ, особенно над городскими территориями и вблизи крупных промышленных предприятий, вымывая из неё аэрозоли, ионы, изотопы газов. Жители Алматы, Усть-Каменогорска, Тараза и других городов Казахстана хорошо знают, каким чистым и преобразенным становится город после снегопада, как легко дышится воздухом, лишенным копоти и выхлопных газов. Но снег и враг. Снегопады и метели засыпают дороги, резко затрудняют движение транспорта. В крупных городах сильные снегопады могут создать очень большие трудности во многих сферах человеческой деятельности.

В январе–марте 1969 г. серия сильнейших снегопадов на юго-востоке и востоке Казахстана покрыли 1,5–2 м снежным покровом предгорные равнины ряда областей в местах перезимовки скота. Снежные заносы были настолько большими, что к скирдам сена в степи не могли пробраться даже мощные тракторы К-700 и в некоторых районах помощь животноводам оказывали дислоцировавшиеся танковые части, вывозившие сено к фермам.

В Восточно-Казахстанской области из-за сильных снегопадов почти ежегодно закрывается движение по некоторым лесовозным дорогам.

В многоснежных районах не так уж редки случаи разрушения построек от снеговой нагрузки. Если учесть, что один кубометр свежеснега весит до 150–200 кг, то легко представить себе, какая нагрузка приходится, например, на крышу крупного здания. В справочнике по снегу приведены такие случаи: «В Вашингтоне, округ Колумбия, в 1922 г. после бурана, в течение которого выпало 71 см снега, рухнула крыша кинотеатра и погибло 100 зрителей. Крыши многих зданий, расположенных в долине Фрейзер, Британская Колумбия, обвалились, когда в январе 1935 г. вслед за обильным снегопадом пошел дождь. В 1977 г. в Новой Англии во многих домах обвалились крыши после бурана, в течение которого выпало 80 см снега».

Вся территория бывшего СССР по снеговым нагрузкам (P_0) поделена на 7 районов – при значениях P_0 от 0,5 до 2,5 кПа. Большая часть территории Казахстана отнесена по снеговым нагрузкам к 1 (южные и западные области) и 2 (Центральный и Северный Казахстан) районам со значениями P_0 соответственно равным 0,5 и 0,7 кПа. Карагандинская, Акмолинская, частично Алматинская и Восточно-Казахстанская области отнесены к 3 району со значением $P_0 = 1,0$ кПа. В горах и мало изученных районах значение P_0 должно устанавливаться по данным близлежащих метеостанций. Величина P_0 обычно вычисляется как среднее из ежегодных максимумов снегозапасов по

результатам снегосъемок на защищенных от ветра участках за период не менее 10 лет.

Сильные снегопады ранней осенью или поздней весной, когда еще на деревьях не опала листва, либо деревья уже распустились, приводят к повреждению или поломке деревьев в результате большой снеговой нагрузки.

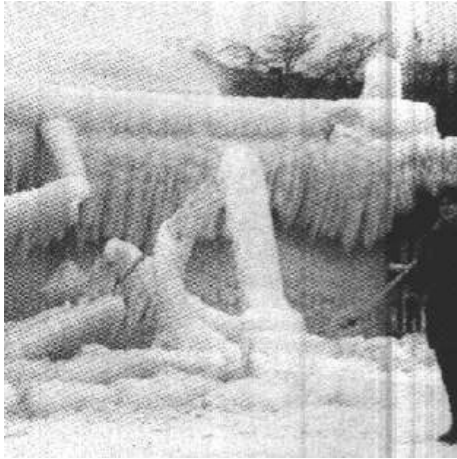


Рис. 14. Сильный снегопад – серьезная опасность



Рис. 15. Сильный снегопад

Это опасное явление называется снеголомом. В переходные сезоны года осадки часто выпадают в смешанном виде (мокрый снег, снег с дождем, снежный ливень и др.), на фоне нулевой или даже при положительной температуре, что способствует хорошему сцеплению снега с любой поверхностью – кронами деревьев, проводами и т. д. Наблюдениями установлено, что в течение сильного бурана вечнозеленое дерево высотой 15 м с кроной шириной 6 м может быть покрыто льдом и снегом массой 4,5 т. Степень повреждений изменяется в зависимости от вида дерева, его возраста, сомкнутости кроны. В количественном отношении ущерб, причиняемый снегом, непосредственно зависит от плотности посадки, чем больше деревьев на единицу площади, тем больше опасность снеголомов. Большой ущерб наносят снеголомы фруктовым садам, в Казахстане они нередки в Алматинской, Жамбылской и Южно-Казахстанской областях. Удручающее зрелище представляют снеголомы и в городах, когда повсюду видны на тротуарах и проезжей части дороги поломанные ветви деревьев, иные из

которых разодраны надвое до основания, порванные провода, остановившийся транспорт и грязная водоснежная каша под ногами. Сильные ранние снегопады часто вызывают полегание полевых культур, что снижает их урожайность и усложняет уборку.

Далеко не все снегопады можно считать опасными. Согласно «Положению о сборе и порядке предупреждений об особо опасных гидрометеорологических явлениях (ООЯ): позднее переименованных в СГЯ – стихийные гидрометеорологические явления», особо опасным снегопадом считается такой снегопад, когда за 12 ч и менее выпало 20 и более миллиметров осадков. Различают несколько видов снегопадов в зависимости от условий и характера выпадения снега: дождь со снегом, снег с дождем, морозящий снегопад, обложной снегопад, ливневый снегопад или снежный ливень и др. Как правило, опасную ситуацию создают обложные, и, особенно, ливневые снегопады. Ливневый снегопад обычно выпадает из кучево-дождевых облаков при температурах, близких к 0 °С, внутри неустойчивой воздушной массы или на холодном фронте и характеризуется резким нарастанием интенсивности и таким же быстрым ее спадом. Интенсивность снегопада измеряется количеством осадков в миллиметрах слоя воды за единицу времени – обычно час или сутки. Интенсивность слабого снегопада меньше 0,1 мм/ч, густого – более 1 мм/ч. По объемной плотности частиц выпадающего снега выделяют малую (меньше 0,03 г/см³), среднюю (0,03–0,1) и большую (свыше 0,1) плотности, другими словами, один кубометр свежевывавшего (сухого, влажного, мокрого) снега может весить от 30 кг и менее, до 100 кг и более (мокрый снег – до 300 кг). Можно легко подсчитать, что снегопад, за который выпало 10 мм осадков при плотности снега 0,1 г/см², дает приrost высоты свежевывавшего снега около 10 см (без учета его оседания). Однако, если плотность снега будет равной 0,03 г/см³, то 10 мм осадков дадут приrost высоты свежевывавшего снега уже около 30 см. Таким образом, особо опасные снегопады при определенных условиях за 12 и менее часов могут дать приrost высоты свежевывавшего снега до 60 см и более.

Какие же области Казахстана характеризуются наибольшей повторяемостью опасных снегопадов? Складывается ошибочное впечатление, что раз на юге теплее климат и короче зима, то и катастрофическим снегопадам там откуда взяться. Однако на территории различных областей Казахстана регистрируются сильные снегопады, из которых больше всего наблюдается только в двух областях – Южно-Казахстанской и Алматинской. Большая повторяемость сильных снегопадов по всей восточной периферии нашей республики объясняется

в значительной степени наличием высоких горных хребтов, являющихся экраном на пути движения влагонесущих масс с запада. Суровость зим Центрального и Северного Казахстана более связана с метелями, чем с сильными снегопадами, которых здесь несравненно меньше по сравнению с юго-восточными и восточными областями. В некоторых западных и южных областях Казахстана в зоне сухих степей и полупустынь случаи сильных снегопадов регистрируются редко.

Снежные бури

Характеризуются значительными скоростями ветра, что способствует зимой перемещению по воздуху огромных масс снега. Их продолжительность колеблется от нескольких часов до нескольких суток. Имеют сравнительную узкую полосу действия (до нескольких десятков километров). Снежные бури большой силы бывают на севере и востоке Казахстана и в степной части республики.

Снежные заносы

Зимние проявления стихийных сил природы нередко выражаются снежными заносами в результате обильных снегопадов и метелей.

Снежные заносы образуются в результате метелевого переноса снега, когда за 1 ч на 1 км дороги может быть перенесено до 5...6 тыс. м³ снега с образованием снежного покрова глубиной 5...6 м.

Снежные заносы широко распространены как на территории РК, так и за рубежом. В условиях циклонической погоды метельный перенос может происходить одновременно на территории площадью в сотни тысяч квадратных километров. Наиболее интенсивный перенос наблюдается на обширных открытых заснеженных пространствах при отсутствии растительности, высоких скоростях ветра, малой плотности и прочности снега. Особенностью распространения метелей на равнинах является уменьшение их интенсивности и повторяемости с севера на юг, что обусловлено, прежде всего, ветровым и температурным режимами. В залесенной местности снежные заносы наблюдаются редко, поскольку скорости ветра под кронами деревьев не достигают тех критических значений, при которых снег с поверхности может вовлекаться в ветровой поток. Сильные заносы наблюдаются также в степной и лесостепной зонах, где в понижениях овражно-балочной сети толщина снежных заносов может достигать 10 м.

Горные метели отличаются специфическими условиями формирования снежных заносов, их внезапностью и масштабом. В

горных районах наибольшей снегозаносимостью характеризуются перевальные участки с толщиной снега в заносах, часто превышающей 5 м. Большая протяженность заносов нередко вынуждает закрывать горные перевалы на срок до 8 месяцев. Помимо того, устойчивые сильные ветры формируют с подветренной стороны привершинной части гор особый тип снежных заносов – снежные козырьки, которые в результате обрушения могут привести к сходу снежной лавины из нижележащего лавинного очага.

Одним из наиболее эффективных средств предупреждения снегозаносимости дорог и других объектов является устройство снегозащитных ограждений: лесонасаждений; постоянных решетчатых заборов; переносных решетчатых щитов; снежных траншей, стенок и валов; простейших ограждений из местных материалов (хворостяные изгороди и т. п.). При защите дорог от заносов в первую очередь ограждаются выемки, наиболее подверженные заносам, во вторую очередь – нулевые места и третью очередь – невысокие насыпи. Средства защиты дорог выбирают в соответствии с расчетными объемами снегопереноса и рекомендациями табл. 21.

Таблица 21
Средства защиты дорог в зависимости от снегозаносимости

Степень снегозаносимости участков	Количество подносивого снега за зиму, м ³ /м	Средство защиты дорог
Слабозаносимые	до 100	Щиты с разреженной нижней частью
Среднезаносимые	100...250	Двух-трехполосные лесонасаждения, заборы облегченного типа высотой 3...4 м
Сильнозаносимые	250...400	Трех-четыреполосные лесонасаждения, заборы облегченного типа высотой 5 м
Особо сильнозаносимые	> 400	Четыреполосные (и более) лесонасаждения, заборы облегченного типа, дополнительный забор с просветленностью 75 %

Величину снегопереноса для конкретных территорий или застраиваемых участков определяют расчетом на основе информации о числе случаев, продолжительности и направлении метелевых ветров разной скорости, зафиксированных на близлежащих к участку трех-четырёх метеостанциях за десятилетний период наблюдений, с учетом качественной информации о растительности и рельефе, получаемой при рекогносцировке территории и анализе крупномасштабной карты

и аэроснимков.

Траншеи в снегу по 3...5 снежных валов с каждой стороны дороги при расстоянии между ними 12...15 м устраивают путепрокладчиками и специальными бульдозерами. Ближайшую к дороге траншею размещают на расстоянии не менее 30 м и не далее 100 м от края проезжей части.

В зависимости от величины снегопереноса щиты устанавливают на следующих расстояниях от края земляного полотна: до $25 \text{ м}^3/\text{м}$ – не ближе 25...30 м; до $50 \text{ м}^3/\text{м}$ – не ближе 35...40 м; до $75 \text{ м}^3/\text{м}$ – не ближе 45...50 м и более $75 \text{ м}^3/\text{м}$ – не ближе 55...60 м.

Расчистка дорог от снежных заносов, особенно в горных условиях, требует привлечения техники не только из объектов хозяйствования и органов ГО, но и войсковой снегоочистительной и землеройной техники.

Отрицательное влияние этого явления усугубляется метелями и снежными буранами, при которых резко ухудшается видимость, прерывается транспортное сообщение как внутригородское, так и междугородное. Выпадение снега с дождем при пониженной температуре и ураганном ветре создает условия для обледенения линий электропередач и связи, контактных сетей электротранспорта, а также кровли зданий, различного рода опор и конструкций, что нередко вызывает их разрушение.

СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

Эти природные явления подразделяются на бедствия, вызываемые:

- высоким уровнем воды – наводнения, при которых происходит затопление пониженных частей городов и других населенных пунктов, посевов сельскохозяйственных культур, повреждение промышленных объектов;
 - низким уровнем воды, когда нарушается судоходство, водоснабжение городов народнохозяйственных объектов, оросительных систем;
 - селями (при прорыве завальных и моренных озер, угрожающих населенным пунктам, дорожным и другим сооружениям);
 - снежными лавинами (при угрозе населенным пунктам, автомобильным и железным дорогам, линиям электропередачи, объектам промышленности и сельского хозяйства);
 - ранним ледоставом и появлением льда на судоходных водоемах.
- Сюда же несколько условно относятся и морские гидрологиче-

ские явления: цунами, сильные волнения на морях и океанах, тропические циклоны (тайфуны), напор льдов и интенсивный их дрейф.

В Казахстане имеется около 85 тыс. рек и временных водотоков, в том числе рек длиной более 10 км – 8386, и их общая протяженность близка к 223 тыс. км. Речная сеть лучше развита в хорошо увлажненных горных районах Алтая, Джунгарского и Заилийского Алатау, расположенных на восточных и юго-восточных окраинах Республики.

Самой крупной водной артерией Казахстана является р. Иртыш. Ее верховья находятся в КНР, часть нижнего течения – в России. Длина реки 4248 км, на территории Казахстана – 1677 км. Сток Иртыша зарегулирован каскадом водохранилищ. Средний многолетний расход воды у с. Шульба до зарегулирования стока был равен 895 м³/с, максимальный достигал 8330 м³/с.

К крупным рекам, частично протекающим по территории Казахстана, относятся Урал, Сырдарья, Или, Ишим, Тобол, Шу. Из рек, полностью находящихся в пределах Казахстана, наибольшей протяженностью отличаются Нура, Тургай, Уил, Сарысу, Эмба, Иргиз, Сагиз. Повышенной водностью характеризуются реки Бухтарма, Уба, Ульба, стекающие с хребтов Алтая, и р. Каратал в Джунгарском Алатау.

На равнинных реках и временных водотоках резко выделяется волна весеннего половодья продолжительностью обычно до месяца, формирующаяся преимущественно за счет таяния сезонного снежного покрова. На горных реках из-за неодновременности снеготаяния в разных высотных зонах половодье растягивается на 3–6 месяцев. Максимальные расходы воды при высоких половодьях в десятки, сотни и даже тысячи раз превышают меженные. Амплитуда колебаний уровня воды составляет несколько метров. Иногда за сутки уровень воды поднимается на 2,5–3,5 м, а на реках Западного Казахстана до 4–5 м, что приводит к значительным разливам рек и наводнениям. Наоборот, в маловодные годы на малых и средних равнинных реках, особенно на реках Центрального и Северного Казахстана, с характерным для них наличием больших бессточных площадей, половодье может быть слабо выраженным или совсем отсутствовать.

На территории Казахстана находятся свыше 57 тыс. озер, не менее 4 тыс. искусственных водоемов–водохранилищ, прудов, копаней, прудо-копаней. Озера чаще встречаются на территории Северного Казахстана, а также в поймах и дельтах рек. Общая площадь водной поверхности всех озер около 45 тыс. км². Количество озер с площадью зеркала более 1 км² – 2999, их суммарная площадь составляет около 40,5 тыс. км². Самые крупные водоемы – Каспийское и Аральское моря (расположенные в Казахстане частично), озера – Балхаш, Алаколь,

Тенгиз, Селетытенгиз, Кушмурун, водохранилища – Бухтарминское, Капчагайское, Шульбинское, Шардаринское.

Многие озера Казахстана – бессточные, соленые, имеющие глубину до 1 м, часто пересыхают или перемерзают. К проточным и пресным озерам относятся преимущественно пойменные, дельтовые и горные озера. Колебания уровня воды в основном определяются сезонной динамикой поверхностного притока воды и испарением с водной поверхности. Максимальная сезонная высота подъема уровня озер достигает 1,5–3,3 м. Летне-осеннее понижение уровня в среднем составляет 0,3–0,7 м.

Наводнения

Наводнение – это затопление водой прилегающей к реке, озеру или водохранилищу местности, которое причиняет материальный ущерб, наносит урон здоровью населения или приводит к гибели людей. Если затопление не сопровождается ущербом, это есть разлив реки, озера.

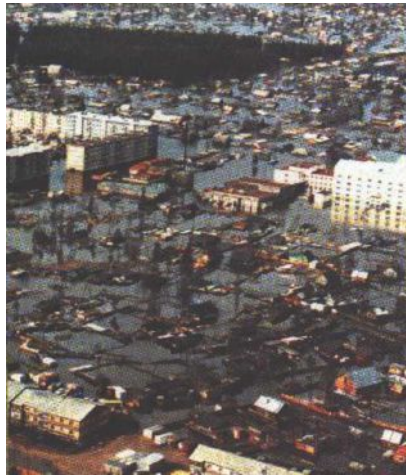


Рис. 16. Так выглядит город в период наводнения

Наводнения, вызванные весенним, либо весенне-летним половодьем, отмечаются на реках практически во всех регионах Казахстана. Возникновение наводнений этого типа на реках южного Казахстана вероятно в феврале–июне, юго-восточного и восточного Казахстана – в марте–июле, на равнинных реках республики – в марте–июне. Наи-

большой ущерб приносят наводнения на реках Урал, Тобол, Ишим, Нура, Эмба, Тургай, Сарысу и др., а также на многочисленных их притоках.

В последние годы резко увеличилось число наводнений, вызванных антропогенными факторами. Так как на р. Сырдарья наводнение происходит при повышенных сбросах воды из Шардаринского водохранилища (из-за несоблюдения графика пропусков) в зимний период. Опасность представляют накопители сточных вод ряда крупных городов республики (Алматы, Актюбинска, Тараза и др.). В аварийном состоянии находятся некоторые плотины крупных гидроузлов (например, Тасоткельского, Терс-Ашибулакского, Шардаринского, Сергеевского и др.), что может явиться причиной возникновения катастрофических наводнений.

При перезаполнении в результате ливневых дождей, сильного таяния снегов или прорыва плотин могут создаться большие площади затопления (до 60 тыс. км²) с численностью населения в них до 1,5 млн. человек.

В зонах возможного затопления могут оказаться около 2,6 тыс. км автомобильных дорог республиканского значения, 1,6 тыс. км автомобильных дорог областного и местного значения, 140 мостов с общей протяженностью 10 тыс. пог. м. 480 населенных пунктов, 14 дорожных организаций, промышленных предприятий (табл. 22).

В случае прорыва Бухтарминского, Капчагайского, Вячеславского, Каратамарского, Бадамского, Сергеевского, Бартогайского, Ташиткульского, Карагайлинского водохранилищ объектам отрасли будет нанесен наиболее ощутимый ущерб.

Так, например, при прорыве плотины Бухтарминского водохранилища затопятся города Усть-Каменогорск, Серебрянск, пгт. Глубокое, 27 населенных пунктов. Волна прорыва высотой 42,3 м со скоростью 19 м/сек доходит до г. Усть-Каменогорска через 1,63 ч. Будут затоплены автодороги республиканского значения – 191 км, областного и местного значения – 163 км, два автодорожных моста через р. Иртыш (310 пог. м и 260 пог. м) и один через р. Ульба (195 пог. м).

До г. Семипалатинска волна прорыва высотой 12 м и скоростью 13,2 м/сек добежит через 7 ч. Площадь затопления 302,4 км², в которой окажется г. Семипалатинск (по отм. 208,9), 40 сельских населенных пунктов с населением 285,3 тыс. человек, дорог республиканского значения – 500 км, областного и местного значения – 140 км.

Таблица 22

Наименование водохранилища	Наименование реки	Наименование области	Объём водохранилища, млн. м ³		Высота плотины	Площадь зоны возможного затопления, км ²	В зону затопления попадает	
			проектный	фактический			население, проживающее в зоне затопления, тыс. чел.	населенный пункт
Бухтарминское	Иртыш	Восточно-Казахстанская	49600	33070	90	632	294,4	28
Усть-Каменогорское	Иртыш	Восточно-Казахстанская	650	327	57	302,4	285,3	41
Шульбинское	Иртыш	Восточно-Казахстанская	12700	10100	52	6491	198,2	117
Актастинское	Актасты	Карагандинская	77,0		20	400	1,5	3
Актюбинское	Каман-Каргалы	Актюбинская	245		16,7	52	111	3
Бартогайское	Чилик	Алматинская	320	153	60	453	2,0	6
Бадамское	Бадам	Южно-Казахстанская	61	46	42,6	420	35,9	32
Бугуньское	Бугунь	Южно-Казахстанская	370	227	20	1406	10,8	13
Верхне-Тобольское	Тобол	Костанайская	816	776	42	62	25,9	11
Вячеславское	Ишим	Акмолинская	414	326	28,8	1808,5	43,7	34
Егенсуйское	Урджар	Восточно-Казахстанская	30,5	30,5	41,5			

Продолжение табл. 22

Наименование водохранилища	Наименование реки	Наименование области	Объём водохранилища, млн. м ³		Высота плотин	Площадь зоны возможного затопления, км ²	В зону затопления попадает	
			проектный	фактический			население, проживающее в зоне затопления, тыс. чел.	населенный пункт
Жездинское	Жезды	Карагандинская	6	0	16	45,2	1,45	1
Капчагайское	Или	Алматинская	8100	6690	52	26228	34,6	40
Карагалинское	Карагалы	Актюбинская	80	54	35	509,4	111,3	17
Капчагайское	Чаян	Южно-Казахстанская	4	0	26,4	34,4	12,7	12
Чон-Копка	Талас	Киргизская Республика	50	08		2320	405	64
Куртинское	Курты	Алматинская	20	8	42	143	4,3	7
Сергеевское	Ишим	Северо-Казахстанская	93	34	5	66,6	0,7	5
Каратамарское	Тобол	Костанайская	86	73	26	60	23	7
Самаркандское	Нура	Карагандинская	54	35				
Таш-Уткулское	Шу	Жамбылская	20	84	28	300	6,26	19
Терс-Ащибулакское	Терс	Жамбылская	58	5	29,3	300	6,3	14
Топарское	Шербай-Нура	Карагандинская	74	14	22	78		5
Уйденское	Уйдене	Восточно-Казахстанская	5,5	8	73,5	18,4	1,12	3
Шардаринское	Сыр-Дарья	Южно-Казахстанская	2000	2000		980	174,0	7
Шарское	Шар	Южно-Казахстанская	0	0	23,3	47	7,8	12

До г. Павлодара волна прорыва высотой 10 м и скоростью 10 м/сек достигает через 21 ч. Площадь затопления составит 6491 км², в которой могут оказаться 117 населенных пунктов с населением 198,2 тыс. человек, дорог республиканского значения – 729 км, областного и местного значения – 140 км.

При прорыве плотины Карагалинского водохранилища в зону затопления почти полностью попадает г. Актюбинск, а также поселки – Александровский, Петропавловка, Илек, Шопаксай, Георгиевка, Нагорный. При волне прорыва высотой 7 м и скоростью 2 м/сек, участок длиной 182 км до г. Актюбинска волна достигает за 39,5 ч. Площадь затопления – 509,4 км².

Реки отличаются друг от друга различными условиями формирования стока воды, а это в немалой степени определяет и условия возникновения наводнений. Исходя из этого, например, реки России по условиям возникновения наводнения подразделяются на четыре типа:

1) реки с максимальным стоком, вызываемым таянием снега на равнинах. К ним относятся большинство рек Европейской части и Западной Сибири;

2) реки с максимальным стоком, возникающим при таянии горных снегов и ледников. Наводнения здесь могут наблюдаться несколько раз в течение года. Главным образом, это реки Северного Кавказа;

3) реки с максимальным стоком, обусловленным выпадением интенсивных дождей. К этому типу относятся реки Дальнего Востока и Сибири;

4) реки с максимальными стоками, образующимися от совместного влияния снеготаяния и выпадения осадков. Их режим характеризуется весенним половодьем от таяния снегов, повышением летнего и зимнего стоков за счет обильного грунтового питания, а также значительными осенними осадками. Наличие такого типа рек характерно для северо-западных районов России.

Особенно опасные наводнения наблюдаются на реках дождевого и ледникового питания или при сочетании этих двух факторов.

Наводнение, характерное для рек первого типа, часто называют ПОЛОВОДЬЕМ. Это ежегодно повторяющийся в один и тот же сезон значительный и довольно длительный подъем уровня воды в реке. Обычно половодье вызывается весенним таянием снега на равнинах или дождевыми осадками.

Наводнение, характерное для рек третьего типа, обычно называют ПАВОДКОМ. Это интенсивный, сравнительно кратковременный подъем уровня воды. Формируется сильными дождями, иногда таянием снега при зимних оттепелях.

Кроме названных источников наводнения могут возникать вследствие других гидрометеорологических явлений, таких как заторы, зажоры, нагоны и прорывы плотин.

Важнейшими основными характеристиками являются максимальный уровень и максимальный расход воды за время наводнения. С максимальным уровнем связаны площадь, слой и продолжительность затопления местности. К одной из основных характеристик относится и скорость подъема уровня воды.

Для осуществления прогноза наводнения необходимо знать и такую характеристику, как скорость течения, которая выражается в м/с.

К факторам, обуславливающим величины максимального уровня и максимального расхода воды, для случая весеннего половодья, относятся следующие: запас воды в снежном покрове перед началом весеннего таяния; атмосферные осадки в период снеготаяния и половодья; осенне-зимнее увлажнение почвы к началу весеннего снеготаяния; глубина промерзания почвы; ледяная корка на почве; интенсивность снеготаяния.

Для определения величины интенсивности снеготаяния широко применяется метод измерения так называемого коэффициента стаивания – слоя талой воды в мм, приходящегося на один градус средней суточной температуры воздуха. Коэффициенты стаивания снега приведены в табл. 23.

Таблица 23

Характер природной зоны	Коэффициент стаивания (мм/сут на 1° положительной средней суточной температуры воздуха)
Поле	5,0
Смешанный лес	2,5
Густой хвойный лес	1,5

Для случаев паводка к факторам, влияющим на величины основных характеристик, относятся: количество осадков, их интенсивность, продолжительность, площадь охвата, предшествующая выпадения осадков, увлажненность бассейна, водопроницаемость почвы, рельеф бассейна, величины уклонов рек, наличие и глубина мерзлоты.

К основным характеристикам последствий наводнения относятся: численность населения, оказавшегося в зоне, подверженной наводнению; количество населенных пунктов, попавших в зону наводнения; количество предприятий, протяженность автомобильных и железных дорог, линий электропередачи, связи и коммуникаций, оказавшихся в зоне затопления; количество погибших животных, разрушенных мостов и тоннелей.

Различают прямой и косвенный ущерб от наводнений. Прямой – это, например, повреждение и разрушение жилых и производственных зданий, железных и автомобильных дорог, линий электропередач и связи, гибель скота и урожая, уничтожение и порча сырья, топлива, продуктов питания, кормов, затраты на временную эвакуацию населения и материальных средств.

К косвенному ущербу обычно относят: затраты на приобретение и доставку в пострадавшие районы продуктов питания, строительных материалов и кормов для скота, сокращение выработки продукции, ухудшение условий жизни населения.

Прямой и косвенный ущербы находятся, большей частью, в соотношении 70 % : 30 %.

Иногда наводнения сопровождаются пожарами из-за обрыва проводов и короткого замыкания. Здания теряют капитальность: отваливается штукатурка, выпадают кирпичи, размываются фундаменты, деревянные конструкции гниют. Из-за неравномерной просадки грунта происходят разрывы канализационных, водопроводных труб, нарушается работа кабельных линий.

Существуют понятия "подтопление" и "затопление". При подтоплении вода проникает в подвалы через канализационную сеть, различного рода траншеи и коллекторы. В случае же затопления местность покрывается слоем воды определенной высоты.

По метеорологическим условиям все регионы республики различны. Однако наводнения происходят практически ежегодно то в одном, то в другом районе.

Классификация наводнений

В зависимости от причин возникновения наводнения подразделяются на четыре группы:

1) наводнения, связанные с максимальным стоком от весеннего таяния снега. Они отличаются значительным и довольно длительным подъемом уровня воды в реке и называются половодьем;

2) наводнения, формируемые интенсивными дождями. Они характеризуются интенсивными, сравнительно кратковременными подъемами уровня воды и называются паводками;

3) наводнения, вызванные в основном большим сопротивлением, которое водный поток встречает в реке. Происходит такое, большей частью, в начале или в конце зимы при зажорах и заторах льда;

4) наводнения, создаваемые ветровыми нагонами воды на крупных озерах и водохранилищах, а также в морских устьях рек.

Может быть и пятый тип наводнений, связанный с прорывом плотин, но он больше относится к ЧС техногенного характера.

По размерам и масштабам убытка они также делятся на четыре группы.

Первая – низкие (малые) наводнения. Наблюдаются в основном на равнинных реках и имеют повторяемость примерно 1 раз в 5–10 лет. Затопляется при этом менее 10 % сельхозугодий, расположенных в низинных местах. Они наносят незначительный материальный ущерб и почти не нарушают ритма жизни населения.

Вторая – высокие наводнения. Сопровождаются значительным затоплением, охватывают сравнительно большие участки местности, существенно нарушают хозяйственную деятельность и установленный ритм жизни. Иногда приходится временно эвакуировать население. Материальный и моральный ущербы значительны. Происходят 1 раз в 20–25 лет.

Третья – выдающиеся наводнения. Они охватывают целые речные бассейны. Парализуют хозяйственную деятельность, наносят большой материальный и моральный ущерб. Очень часто приходится прибегать к массовой эвакуации населения и материальных ценностей. Повторяются примерно один раз в 50–100 лет.

Четвертая – катастрофические наводнения. Вызывают затопления громадных территорий и в пределах одной или нескольких речных систем. Хозяйственная деятельность полностью парализуется. Резко изменяется жизненный уклад населения. Материальный ущерб огромен. Наблюдаются случаи гибели людей. Случаются один раз в 100–200 лет и реже.

Заторы и зажоры льда на реках

Затор – это скопление льда в русле, ограничивающее течение реки. В результате происходит подъем воды и ее разлив.

Затор образуется обычно в конце зимы и в весенний период при вскрытии рек во время разрушения ледяного покрова. Состоит он из крупных и мелких льдин.

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.

Главной причиной образования затора является задержка процесса вскрытия льда на тех реках, где кромка ледяного покрова весной

смещается сверху вниз по течению. При этом движущейся сверху раздробленный лед встречает на своем пути еще ненарушенный ледяной покров. Последовательность вскрытия реки сверху вниз по течению является необходимым, но недостаточным условием возникновения затора льда. Основное условие создается только тогда, когда поверхностная скорость течения воды при вскрытии довольно значительно (0,6–0,8 м/с и более). Различные русловые препятствия, как, например, крутые повороты, сужения, острова, изменения уклона поверхности от большого к меньшему, лишь усиливают процесс.

Зажоры образуются на реках в период формирования ледяного покрова. Необходимым условием образования является возникновение в русле внутриводного льда и его вовлечение под кромку ледяного покрова. Решающее значение при этом имеет поверхностная скорость течения (более 0,4 м/с), а также температура воздуха в период замерзания. Образованию зажоров способствуют острова, отмели, валуны, крутые повороты, сужение русла. Скопление шуги и другого рыхлого ледяного материала, образующегося на этих участках в результате непрерывного процесса образования внутри водяного льда и разрушения ледяного покрова, вызывает стеснение водяного сечения, вследствие чего происходит подъем воды выше по течению. Ниже уровни понижаются. Образование сплошного покрова в месте образования зажора задерживается.

Краткая характеристика заторов и зажоров

Их главными определяющими являются: строение, размеры, максимальный уровень и максимальный подъем воды.

В строении затора выделяются три характерных участка: замок – покрытый трещиной ледяной покров или перемычка изо льда, заклинивших русло; собственно затор (голова затора) многослойное скопление хаотически расположенных льдин, подвергшихся интенсивному торошению; хвост – примыкающее к затору однослойное скопление льда в зоне подпора.

Длина головной части затора обычно превышает ширину реки в 3–5 раз. На этом участке скопление льда имеет максимальную толщину. Длина хвоста затора на крупных реках может достигать нескольких десятков километров. На средних реках общая длина затора может быть от одного до нескольких километров.

Зажорные массы льда однородные по своему строению и располагаются непосредственно у кромки ледяного покрова и под ним. Здесь они имеют небольшую толщину. Длина зажорного участка мо-

жет составлять от 3 до 5 величин ширины реки. Это примерно 3–5 км на средних и до 15 км на больших реках.

Основными характеристиками являются максимальные подъемы уровня воды. Максимальный заторный уровень, как правило, превышает уровень весеннего половодья. Максимальный зажорный уровень превышает уровень воды при ледоставе.

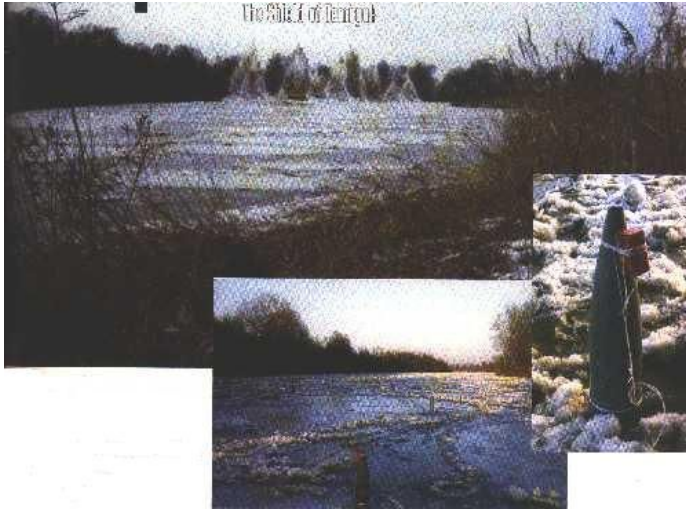


Рис. 17. Ликвидация ледяного затора с помощью артиллерийских снарядов

Применяется также такая характеристика, как продолжительность затора или зажора. Затор льда – явление кратковременное. Высокий уровень держится обычно от 0,5 до 1,5 сут. Бывали случаи и более длительного стояния, но они всегда связаны с похолоданием и сокращением стока воды. Период подъема зажорного уровня несколько более длительный до 3 сут. Спад уровня обычно происходит за 10–15 сут.

Другой часто применяемой характеристикой заторов и зажоров служит повторяемость этих явлений. Здесь колебания весьма велики. В одних местах они повторяются через 2–5 лет, в других – значительно реже.

Непосредственная опасность этих явлений заключается в том, что происходит резкий подъем воды, и в значительных пределах. Вода выходит из берегов и затопляет прилегающую местность. Кроме того,

опасность представляют и навалы льда на берегах высотой до 15 м, которые часто разрушают прибрежные сооружения.

Зажорные явления приводят к более тяжелым последствиям, так как они случаются в начале, а иногда и в середине зимы и могут длиться до 1,5 месяцев. Разлившаяся вода замерзает на полях и в других местах, создавая сложности для ликвидации последствий такого стихийного бедствия.

Места образования заторов льда можно разделить на постоянные и непостоянные. Постоянные места известны. Непостоянные — известны меньше. Большей частью это крутые повороты в сочетании с сужением русла.

Классификация заторов и зажоров

Главным критерием является мощность затора или зажора. Поэтому они подразделяются на катастрофически мощные, сильные, средние и слабые. Катастрофически мощный затор или зажор определяется так: к рассчитанному максимальному уровню весеннего половодья приплюсовывается 5 и более метров; для сильных — от 3 до 5 м, средних — 3 м и меньше. При слабых заторах и зажорах в величины наивысших уровней воды весеннего половодья поправки не вводятся.

Нагоны

Нагоны — это подъем уровня воды, вызванный воздействием ветра на водную поверхность. Такие явления случаются в морских устьях крупных рек, а также на больших озерах и водохранилищах.

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

Главным условием возникновения служит сильный и продолжительный ветер, который характерен для глубоких циклонов.

Основной характеристикой, по которой можно судить о величине нагона, является нагонный подъем уровня воды, обычно выражающийся в метрах. Другими величинами служат глубина распространения нагонной волны, площадь и продолжительность затопления.

Главные факторы, влияющие на величину нагонного уровня — скорость и направление ветра. В таких условиях скорость обычно достигает 25 м/с, а иногда и более. Так, наиболее катастрофические на-

гонные наводнения в Петербурге (Ленинграде) наблюдались в 1777, 1824, 1924, 1955 гг. Тогда максимальным подъем воды в районе Горного института достигал 2–4 м. В пределах дельты Северной Двины (г. Архангельск) – 1,8–2 м, в устье р. Преголь (г. Калининград) – 0,9–1,9 м, в устье р. Енисей – 1,5–2,1 м, в устье р. Дон (г. Азов) – 2,6–2,8 м.

Общим для морских устьев рек является то, что нагон может совпасть по времени с приливом или отливом. Соответственно уровень повысится или понизится.

И еще одна общая закономерность. Чем меньше уклон водной поверхности и больше глубина реки, тем на большее расстояние распространяется нагонная волна. Вот почему на крупных реках с малым уклоном волна распространяется на значительно большие расстояния, чем на малых.

Нагонные наводнения нередко охватывают большие территории.

Продолжительность затопления обычно находится в пределах от нескольких десятков часов до нескольких суток.

Чем крупнее водоем и меньше его глубина, тем больших размеров достигают нагоны.

Отмечается это явление и в нашей республике, на побережье Каспийского моря. Каспийское море – замкнутый внутренний водоем, здесь нет сильных приливов и отливов, сюда не заглядывают именные «ветреные» особы женского пола, поэтому типичных ураганных волн здесь не бывает. Тем не менее, условия для ветровых нагонов на сушу здесь идеальные. По данным прибрежных метеостанций (Форт-Шевченко, Атырау, п. Ганюшкино и др.) здесь отмечается в среднем 45–65 дней в год с сильным ветром, преимущественно южных и юго-западных направлений. Каспийское море в своей северной части чрезвычайно мелководное, имеет много отмелей, кос, заливов (култуков), а Прикаспийская низменность на больших площадях имеет мизерный уклон к морю, в связи с чем, она заболочена и засолена. По этой причине весной и осенью в период сильных ветров морское побережье от с. Ганюшкино (на границе с Астраханской областью) до полуострова Бузачи на Мангышлаке во многих местах затапливается водой вглубь территории на расстоянии до 50 км. Нагоны воды здесь характеризуются одним неожиданным и коварным свойством. В связи с незначительным уклоном местности, высоким уровнем залегания грунтовых вод и заболоченностью, морская вода как бы регулирует уровень грунтовых вод, подпитывает их. Поэтому в периоды нагона воды, еще находясь вдали от линии морского побережья, на заболоченной местности, вдруг, незаметно оказываешься по шиколотку в воде, которая все прибывает, и вот уже вокруг тебя обширное водное

пространство. Это коварное явление обманывает даже инстинкт животных (сайгаков), которые в большом количестве спасаются на огражденных дамбах, питаясь скудной растительностью.

Ветер, дующий с моря на берег, на Каспийском море называют моряной. Под этим названием подразумевают и подъем уровня моря. На севере Каспия сгонно-нагонные колебания уровня моря достигают очень больших величин. Как подъемы, так и падения уровня моря бывают более 2 м, а повышение или понижение уровня моря на такую большую величину в районе северного Каспия, где дно моря и берега очень пологие, приводит к затоплению (или осушению) очень больших пространств. Иногда эти явления носят характер стихийного бедствия.



Рис. 18. Ветровой нагон на побережье Каспия

Когда идёт моряна и поднимается уровень моря, вследствие очень пологого берега, затопление его происходит настолько быстро, что даже легковые автомобили не в состоянии уйти от воды и избежать затопления. Поэтому моряна очень опасна.

Во время ветровых нагонов морской воды на побережье Каспия его уровень повышается по сравнению с фоновыми значениями. По данным Казахстанских ученых, эти повышения 2 %-й (1 раз в 50 лет) обеспеченности в пределах Республики Казахстан изменяются от 0,8 до 2,5 м, в зависимости от геоморфологических условий побережья и режима ветра. Наиболее значительные нагоны, более 2,0 м, наблюдаются на мелководном восточном побережье, включая устье р. Урал, в заливах Комсомолец, Кочак, Сарыташ, а так же на пологих местах полуострова Бузачи. На остальной части побережья нагоны редкой повторяемости не превышают 1,0–1,2 м. В Российском секторе бере-

жья Каспия при максимальных нагонах уровень может повыситься на 2,0–4,5 м, при сгонах понизиться на 1,0–2,5 м. Сгонно-нагонные колебания уровня моря вызываются устойчивыми штормовыми ветрами и проявляются в различных частях моря неодинаково. Средняя продолжительность нагонов и сгонов в большинстве случаев составляет 10–12 ч наибольшая 24 ч и в редких случаях около 2-х сут и более.

Повышение уровня Каспийского моря продолжалось в течение 18 лет (1978–1995 гг.). К началу 1996 г. повышение приостановилось. За это время уровень моря повысился 2,1 м и к началу 1996 г. достиг отметки 26,98 м. Средняя интенсивность подъема уровня моря за эти годы составила около 14 см в год. Суммарный прирост уровня моря составил более 2,4 м, береговая линия продвинулась на 20–40 км, а на отдельных участках – до 70 км в сторону суши. В целом же площадь затопления в Казахстане составила около 2 млн. га.

По данным исследований, выполненных в Казахском научно-исследовательском гидрометеорологическом институте аналогичные по высоте и средней интенсивности повышение уровня наблюдались в 18-м начале 19 вв, а амплитуда колебаний уровня моря за последние 450–500 лет составляет около 7 м.

Современное повышение уровня моря в основном обусловлено увеличением речного стока в море и осадков, выпадающих на его поверхность, а также некоторым уменьшением слоя испарения морской воды. Увеличение интенсивности повышения уровня моря в определенной мере было обусловлено ограничением поступления морской воды в залив Кара-Богаз-Гол в период с марта 1980 по июнь 1992 г. Результаты восстановления уровня моря, с учетом поправок на водопотребление и изменение стока морской воды в залив Кара-Богаз-Гол показывают, что в естественных условиях уровень начала 90-х годов превысил бы наблюдаемый почти на 1,5 м и достиг бы отметок, наблюдавшихся в 1830–1932 гг. В условиях современного водопотребления уровень равновесия моря находится на отметке около -28,5 м. Это указывает на то, что в настоящее время уровень моря примерно на 1,5 м превышает уровень равновесия.

Расчеты, выполненные в КазНИГМИ показали, что в современных климатических условиях при достигнутом в бассейне Каспия водопотреблении, равном 40–45 км³ в год уровни моря 1 %-й обеспеченности (1 раз в 100 лет) имеют отметку около -26 м, а уровни 0,1 %-й обеспеченности (1 раз в 1000 лет) около -25,0 м. При планировании мероприятий в прибрежной зоне необходимо располагать данными о высоких уровнях редкой повторяемости на ближайшую и более отдаленную перспективу. Расчеты показывают, что с большой

долей вероятности уровни моря 1995, 2000, 2010 гг. не превысят отметок соответственно -26,5; -26,3; -26,2 м. Для нужд строительного проектирования и обеспечения мероприятий в прибрежной зоне в качестве предельной (по крайней мере до 2020 г.) может быть рекомендована отметка фонового уровня 0,1 % обеспеченности (повторяемость один раз в 1000 лет), равная -25 м абсолютной высоты. Это значение соответствует в естественных климатических условиях и при отсутствии недопотребления в бассейне моря отметок уровня Каспия -22 м, которая является наивысшей за последние 2000–2500 лет.

При восточных и юго-восточных ветрах опасные нагоны воды распространяются и на северо-западное побережье Каспийского моря. Учеными приводятся сведения, что чрезвычайно мощный нагон с катастрофическими последствиями имел место 10–14 ноября 1952 г. Море вышло из берегов и затопило значительную зону общей площадью несколько более 17 тыс. км.

Этот шторм относится к редко встречающейся группе штормов, когда восточные и юго-восточные ветры распространялись одновременно на весь Каспий. По интенсивности, продолжительности и территориальной протяженности шторм 10–14 ноября 1952 г. превзошел все известные за последние 100 лет случаи. Аналогичные, но менее интенсивные нагоны имели место в 1877 и 1910 гг.

С ветровыми нагонами воды связано другое явление – апвеллинг. Апвеллингом называют подъем глубинных вод в морях и океанах, вызывающий значительное охлаждение поверхности моря. Различают два типа апвеллинга: прибрежный и в открытом океане. Прибрежный апвеллинг возникает при сильном и продолжительном ветре. При этом происходит сгон поверхностных вод и подъем на их место более холодных глубинных вод. Явление апвеллинга наблюдается на Черном и Каспийском морях, а также у юго-западного побережья Камчатки. Диапазон понижения температур воды при апвеллинге очень широкий – от нескольких градусов до 10–15 °С. На Черном и Каспийском морях бывают случаи резких скачков температуры воды после сгона поверхностных вод береговыми ветрами: от 24 до 8–10 °С и от 20 до 10–11 °С соответственно.

С сильными ветрами на Каспийском море связаны также такие опасные явления, как сгоны воды и штормовое волнение. Сильные сгоны воды, которые часты в Северном Каспии и редки в бухтах и заливах прибрежной полосы, представляют опасность для морского транспорта, а также рыболовного флота, особенно на мелководьях.

Каспийское море является внутриконтинентальным замкнутым водоемом, однако из-за частых сильных ветров здесь развиваются вол-

ны весьма крупных размеров. Волны высотой 6 м наблюдаются ежегодно, а примерно один раз в 5 лет они достигают 10 и более метров. Наибольшими скоростями и разгоном обладают ветры северных и южных направлений, при которых происходят наиболее сильные волнения. Например, в ночь на 2 марта 1952 г. скорость ветра в районе Нефтяных Камней достигала ураганной силы (40 м/с). Продолжительный и сильный ветер с севера вызвал исключительно сильное волнение почти по всей акватории Каспийского моря. В районе Нефтяных Камней при глубине моря 15 м наблюдались волны высотой 11 м, что привело к повреждениям и разрушениям нефтепромысловых гидротехнических сооружений.

Здесь же, в шторм 20–21 ноября 1957 г. была зафиксирована наибольшая длина волны – 204 м. На восточном побережье Каспия, в районе Форта-Шевченко в этот период шторм бушевал в продолжении 6 сут – со 2 по 8 марта 1952 г. Наиболее штормовыми на Каспии являются районы Махачкалы и Апшерона (на западном побережье), Форта-Шевченко и Кара-Богаз-Гола – на восточном побережье. Число штормовых дней (со скоростями ветра более 10 м/с) в Форте-Шевченко, Атырау, с. Ганюшкино составляет 123, 81, 77, а непрерывная максимальная продолжительность штормовых ветров равна соответственно: 126, 126, 114 ч. Повторяемость штормовых ветров в районе Форта-Шевченко составляет 22 %, а сильных ветров (скорость более 15 м/с) около 4 %. При сильных ветрах (20–25 м/с) высота волн в районе Форта-Шевченко может достигать 4–6 м, а один раз в 20 лет – до 7–8 м.

Разрушающая сила морского волнения может достигать колоссальных размеров и этот факт нужно учитывать, особенно при развитии морских нефтепромыслов.

По оценке, приведенной в технико-экономическом докладе Правительству Комитетом по водным ресурсам в 1994 г., в целом на защитные мероприятия от повышения уровня Каспийского моря в Атырауской и Мангистауской областях необходимо затратить 3,23 млрд. долларов США, в том числе 2,51 – на первом этапе работ при обеспечении безопасности объектов и населения, находящихся на территории в диапазоне отметок от минус 27 до минус 26 с учетом воздействия фонового уровня нагонов воды. Кроме того, потребуются дополнительные затраты на антисейсмические мероприятия в связи с возможным повышением сейсмической опасности в зоне нефтепромыслов.

По прогнозам некоторых ученых повышение уровня Каспийского моря будет продолжаться до 2020–2030 гг. и дополнительный прирост уровня может составить еще более 1,5 м.

Цунами

Цунами – это длинные волны, возникающие в результате подводных землетрясений, а также вулканических извержений или оползней на морском дне. Их источник находится на дне океана.

В 90 % случаев цунами возникают из-за подводных землетрясений.

Механизм образования до конца еще не выяснен. Ясно одно, для образования этих волн необходимо вертикальное смещение морского дна.

Образовавшись в каком-либо месте, цунами может пройти несколько тысяч километров, почти не уменьшаясь. Это связано с длинными периодами волн (от 150 до 300 км). В открытом море корабли эти волны могут и не обнаружить, хотя те движутся с большой скоростью (от 100 до 1000 км/ч). Высота волн небольшая. Однако, достигнув мелководья, волна резко замедляется, ее фронт вздымается и обрушиваются со страшной силой на сушу. Высота крупных волн в таком случае у побережья достигает 5–20 м, иногда доходит до 40 м.

Волна цунами может быть неединственной. Очень часто эта серия волн с интервалами в час и более. Самую высокую из серии называют главной.

Часто перед началом цунами вода отступает далеко от берега, обнажая морское дно. Затем становится видна надвигающийся. При этом слышны громоподобные звуки, создаваемые воздушной волной, которую водная масса несет перед собой.

Цунами опасными районами, например для России, являются Курилы, Камчатка, Сахалин, побережье Тихого океана.

Основными характеристиками цунами служат: магнитуда цунами, интенсивность и скорость движение волны.

За магнитуду принят натуральный логарифм амплитуды колебаний уровня воды (в метрах), измеренный у береговой линии на расстоянии от 3 до 10 км до источника явления. Магнитуда цунами во многом отличается от магнитуды землетрясения. Если сейсмическая магнитуда характеризует энергию в целом, то магнитуда цунами отражает только часть энергии – собственно цунами.

Цунами небольшой интенсивности происходят довольно часто, средней – 1 раз 5–10 лет, катастрофические – еще реже.

Возможные масштабы последствий классифицируются балльностью:

1 балл – цунами очень слабое (волна фиксируется лишь приборами);

2 балла – слабое (может затопить плоское побережье. Его замечают лишь специалисты);

3 балла – среднее (отмечается всеми. Плоское побережье затопляется. Легкие суда могут оказаться выброшенными на берег. Порто-

вые сооружения могут получить слабые повреждения);

4 балла – сильное (побережье затопляется. Прибрежные постройки повреждаются. Крупные парусные и небольшие моторные суда могут быть выброшены на берег, а затем снова смыты в море. Возможны человеческие жертвы);

5 баллов – очень сильное (прибрежные территории затоплены. Волноломы и молы сильно повреждены. Крупные суда выброшены на берег. Имеются человеческие жертвы. Велик материальный ущерб).

ПРИРОДНЫЕ ПОЖАРЫ

В это понятие входят лесные пожары, пожары степных и хлебных массивов, торфяные и подземные пожары горючих ископаемых.

Основными видами природных пожаров в Республике Казахстан являются ландшафтные пожары – лесные, лесостепные и степные (полевые).

Пожары представляют серьезную опасность, наносят большой материальный ущерб экономике, угрожают жизни людей.

Лесные пожары

Леса составляют 4 % от всей площади Республики Казахстан.

Лесные пожары – это неконтролируемое горение растительности, стихийно распространяющееся по лесной территории. Явление совсем нередкое. Такие бедствия происходят, к сожалению, ежегодно и во многом зависят от человека.

Лесные пожары при сухой погоде и ветре охватывают значительные пространства. При жаркой погоде, если дождей не бывает в течение 15–18 дней, лес становится настолько сухим, что любое неосторожное обращение с огнем вызывает пожар, быстро распространяющийся по лесной территории.

От грозových разрядов и самовозгорания торфяной крошки происходит ничтожно малое количество возгораний. В 90–97 случаях из 100 виновниками возникновения бедствия оказываются люди, не проявляющие должной осторожности при пользовании огнем в местах работы и отдыха. Доля пожаров от молнии составляет не более 2 % от общего количества.

В отдельных районах севера и востока республики в весенний период основной причиной возникновения пожаров являются сельскохозяйственные палы, которые проводятся с целью уничтожения прошлогодней сухой травы и обогащения земли зольными элементами.

При плохом контроле огонь часто уходит в лес. В районах лесозаготовок они возникают главным образом весной при очистке лесосек огнем – сжиганием порубочных остатков.

В середине лета значительное число пожаров возникает в местах сбора ягод и грибов.

Наиболее часты пожары в период сильной жары, длительного отсутствия осадков, когда создаются условия для самовозгорания растительности, как первопричины лесных и степных пожаров. Развитию этих пожаров способствуют сильные ветры.

До 80 % лесных пожаров возникают из-за нарушения населением мер пожарной безопасности при обращении с огнем в местах труда и отдыха, а также в результате использования в лесу неисправной техники.

Особенно часто пожары возникают при неблагоприятных метеорологических условиях, которые в Казахстане не редкость (высокая температура воздуха, длительное отсутствие дождей).



Рис. 19. Лесной пожар



Рис. 20. Тушение лесного пожара

Пожары часто являются следствием недостаточно надежной службы наблюдения за состоянием природных объектов и несвоевременного оповещения соответствующих органов о появлении отдельных очагов огня, а также в результате необъективной оценки обстановки и т. д. Все это приводит к превращению отдельных очагов пожаров в массовые, которые становятся стихийным бедствием.

Ежегодно наносимый ущерб от лесных и степных пожаров в Республике оценивается десятками и сотнями миллионов тенге (табл. 24).

Таблица 24

Год	Количество лесных пожаров	Площадь, пройденная лесными пожарами, га	Материальный ущерб, млрд. тенге	Область, где произошло наибольшее количество пожаров
1999	946	206501	88,9	ВКО, Костанайская, Павлодарская, СКО
2000	937	27487	81,6	ВКО, Павлодарская, Акмолинская
2001	741	28398	308,6	ВКО, Павлодарская
2002	668	31416	108,6	ВКО
2003	875	89535	347,3	ВКО, Павлодарская, Акмолинская

Возможность возникновения лесных пожаров определяется степенью пожарной опасности. Для этого разработана "Шкала оценки лесных участков по степени опасности возникновения в них пожаров".

Больше всего от огня страдает сельское хозяйство: гибнут деревья и кустарники, заготовленная лесная продукция, торф, строения и сооружения, животные и растения, ослабевают защитные и водоохраные функции леса. Нередко лесные пожары приводят к гибели людей.

Таблица 25

Класс пожарной опасности	Объект загорания	Наиболее вероятный вид пожара, условия и продолжительность периода возникновения и распространения	Степень пожарной опасности
V	Хвойные молодняки. Сосняки. Захламленные вырубки	В течение всего пожароопасного сезона возможны низовые пожары, на участках древостоя – верховые	Высокая
IV	Сосняки с наличием соснового подростка или подлеска	Низовые пожары возможны в течение всего пожароопасного сезона, верховые – в период пожарных максимумов	Выше средней
III	Сосняки-черничники. Ельники-брусничники. Кедровики	Низовые и верховые пожары возможны в период летнего пожароопасного максимума	Средняя
II	Сосняки и ельники, смешанные с лиственными породами	Возникновение пожаров возможно в период пожарных максимумов	Ниже средней
I	Ельники, березняки, осинники, ольховники	Возникновение пожара возможно только при особо неблагоприятных условиях (длительная засуха)	Низкая

Классификация лесных пожаров

В зависимости от характера возгорания и состава леса пожары подразделяются на низовые, верховые и подземные (почвенные). Почти все они в начале своего развития носят характер низовых и, если создаются определенные условия, переходят в верховые или почвенные.

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

Низовые лесные пожары могут быть беглыми и устойчивыми. Беглые пожары характеризуются быстро продвигающейся кромкой пламени и дымом светло-серого цвета, при этом быстро сгорает опад, подрост, подлесок. Устойчивые низовые пожары распространяются медленно, отличаются они полным сгоранием живого и мертвого надпочвенного покрова.

Верховые лесные пожары характеризуются сгоранием надпочвенного покрова и полосы древостоя. Скорость их распространения достигает 25 км/ч. Развиваются они обычно из низовых пожаров в густых хвойных лесах, когда засуха сочетается с ветром. Верховые пожары, как и низовые, также могут быть беглыми и устойчивыми. При устойчивых верховых пожарах огонь движется сплошной стеной от надпочвенного покрова до крон деревьев со скоростью до 8 км/ч. При таких пожарах образуется большая масса искр и воспламененного материала, летящих перед фронтом огня. Для беглых верховых пожаров характерен отрыв горения по пологоту от кромки низового пожара, при этом огонь распространяется со скоростью до 25 км/ч.

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

Торфяные пожары – это подземные пожары. Они охватывают огромные площади. Торф горит медленно, на всю глубину залегания; в выгоревшие места проваливается почва, техника, люди, дома.

Степные (полевые) пожары возникают на открытой степной местности с сухой растительностью. При сильном ветре фронт огня перемещается со скоростью до 25 км/ч. Если горит хлеб, то огонь рас-

пространяется медленно.

Важнейшими характеристиками являются скорость распространения низовых и верховых пожаров, глубина прогорания подземных. Поэтому они делятся на слабые, средние и сильные. По скорости распространения огня низовые и верховые подразделяются на устойчивые и беглые. Скорость распространения слабого низового пожара не превышает 1 м/мин, среднего – от 1 до 3 м/мин, сильного – свыше 3 м/мин. Слабый верховой имеет скорость до 3 м/мин, средний – до 100 м/мин, а сильный – свыше 100 м/мин. Слабым подземным (почвенным) считается такой пожар, у которого глубина прогорания не превышает 25 см, средним – от 25 до 50 см, сильным – более 50 см.

Интенсивность горения зависит от состояния и запаса горючих материалов, уклона местности, времени суток и особенно силы ветра. Поэтому при одном и том же пожаре скорость распространения огня на лесной территории может сильно меняться.

Беглые низовые характеризуются быстрым продвижением кромки огня, когда горят сухая трава и опавшая листва. Они чаще происходят весной и преимущественно в травянистых лесах, обычно не повреждают взрослые деревья, но часто создают угрозу возникновения верхового. При устойчивых низовых пожарах кромка продвигается медленно, образуется много дыма, что указывает на гетерогенный характер горения. Они типичны для второй половины лета.

Особенно большой ущерб приносят верховые пожары, когда горят кроны деревьев верхнего яруса. Беглые верховые характерны как для первой, так и для второй половины лета.

Подземные являются следствием низовых или верховых. После сгорания верхнего напочвенного покрова огонь заглубляется в торфянистый горизонт. Их принято называть торфяными.

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

Таблица 26

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

Крупные лесные развиваются в период чрезвычайной пожарной опасности в лесу, особенно при длительной и сильной засухе. Их развитию способствуют ветреная погода и захламленность лесов.

Средняя продолжительность крупных лесных пожаров составляет от 10 до 15 сут, выгоревшая площадь в среднем составляет 450–500 га при периметре от 8 до 16 км.

МАССОВЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Термины и определения

Инфекционные болезни людей – это заболевания, вызываемые болезнетворными микроорганизмами и передающиеся от зараженного человека или животного к здоровому. Такие болезни появляются в виде эпидемических очагов.

Эпидемический очаг – место заражения и пребывания заболевшего, окружающие его люди и животные, а так же территория, в пределах которой возможно заражение людей возбудителями инфекционных болезней.

Эпидемическим процессом называется явление возникновения и распространения инфекционных заболеваний среди людей, представляющее непрерывную цепь последовательно возникающих однородных заболеваний. Проявляется он в форме эпидемической и экзотической заболеваемости. Для характеристики интенсивности используются такие понятия, как спорадическая заболеваемость, эпидемическая вспышка, эпидемия и пандемия.

Эпидемическая заболеваемость – это постоянно регистрируемая на определенной территории заболеваемость, свойственная данной местности.

Экзотическая заболеваемость отмечается при завозе возбудителей на территорию, где ранее такая инфекционная форма не отмечалась.

Эпидемической вспышкой называют ограниченный во времени и по территории резкий подъем заболеваемости, связанный с одномоментным заражением людей.

Эпидемия – широкое распространение инфекционной болезни, значительно превышающее обычно регистрируемый на данной территории уровень заболеваемости.

Пандемия – необычно большое распространение заболеваемости как по уровню, так и по масштабам распространения с охватом ряда стран, целых континентов и даже всего земного шара.

Для количественной характеристики эпидемического процесса используют такие понятия, как заболеваемость, смертность и летальность.

Заболеваемость определяется отношением числа заболеваний за определенный период времени (например, за год) к числу жителей данного района, города. Заболеваемость выражается коэффициентами на 100 тыс. 10 тыс. или 1 тыс. человек.

Смертность – число смертей от данного заболевания, выраженное коэффициентом на 100, 10, 1 тыс. человек.

Летальность – процент умерших от числа заболевших данным инфекционным заболеванием.

Возникновение и поддержание эпидемического процесса возможно при наличии трех условий (компонентов): источника инфекции, механизма передачи и восприимчивости человека. Зараженные люди и животные являются естественными носителями возбудителей, от которых патогенные микроорганизмы могут передаваться здоровым людям. Их называют источниками инфекции.

В тех случаях, когда биологическим носителем возбудителя болезни является зараженный человек, говорят об антропонозных инфекционных заболеваниях или антропонозах.

В тех случаях, когда источником инфекции служат различные животные и птицы, говорят о зоонозных инфекциях или о зоонозах.

Под механизмом передачи патогенных микробов понимается совокупность способов, обеспечивающих перемещение живого возбудителя болезни из зараженного организма в здоровый. Процесс передачи возбудителя инфекции состоит из трех фаз, следующих одна за другой: выведение возбудителя из зараженного организма, пребывание его в течение какого-то времени во внешней среде и затем внедрение в организм другого (здорового) человека.

Под путями передачи возбудителя следует понимать определенные элементы внешней среды или их сочетание, которые обеспечивают перенос возбудителя от источника к окружающим людям. Основные пути передачи: воздушно-капельный, пищевой, водный, трансмиссивный, контактный.

Восприимчивость – это биологическое свойство тканей организма человека или животного быть оптимальной средой для размножения возбудителя и отвечать на его внедрение инфекционным процессом. Степень восприимчивости зависит от индивидуальной реактивности человека.

Активность эпидемического процесса меняется под влиянием природных и социальных условий. Влияние последних более значимо. Под социальными понимается все многообразие условий жизни: плот-

ность населения, жилищные условия, санитарно-коммунальное благоустройство населенных пунктов, материальное благосостояние, условия труда, культурный уровень людей, миграционные процессы, состояние здравоохранения. К природным условиям относят: климат, ландшафт, животный и растительный мир, наличие природных очагов инфекционных заболеваний, стихийные бедствия.

Катастрофы, являясь крупномасштабными нарушениями экологического равновесия, часто порождают серьезные медицинские последствия. Это жертвы среди людей и травмы разной тяжести, увеличение заболеваемости населения и животных, ухудшение эпидемического статуса (табл. 27).

На формирование и изменение эпидемической и санитарно-гигиенической обстановки при ЧС оказывают влияние:

- резкое изменение экологических условий (увеличение миграции населения и животных, чрезмерное размножение грызунов, насекомых и других переносчиков возбудителей болезней, нарушение экологического равновесия в природных очагах, заболевания);
- разрушение объектов санитарно-гигиенического и коммунально-бытового назначения (канализация, водопровод, бани);
- снижение устойчивости людей к инфекционным заболеваниям;
- ухудшение условий размещения людей (полевые условия, скученность, загрязнение воды, продуктов и окружающей среды);
- выход из строя санитарно-эпидемиологических учреждений (лабораторий, стационаров, имеющих запасы лечебно-профилактических средств);
- панические слухи о положении дел в районе бедствия, что затрудняет проведение противоэпидемических мероприятий.

Таблица 27

Инфекционная заболеваемость населения при ЧС

Болезнь	Страна или город	Вид ЧС, г.	Число заболевших
Малярия	Гаити	Ураган, 1963	75000
	Перу	Наводнение, 1983	18 560
	Эквадор	Наводнение, 1984	29000
	Колумбия	Землетрясение, 1983	49
Гастронтериты	Индия	Циклон, 1977	2 150
	Ямайка	Наводнение, 1979	70
Брюшной тиф	Ашхабад	Землетрясение, 1948	Рост на 36 %
	Ленинград	Наводнение, 1979	Рост на 50 %
	Пуэрто-Рико	Ураган, 1956	Рост на 23 %
Гепатит, диарея	Колумбия	Землетрясение, 1983	241 15000

Из-за наличия в очаге поражения большого количества неубранных трупов, отсутствия или загрязнения воды, температуры воздуха порядка 30...40 °С возникают крайне благоприятные условия для размножения микроорганизмов. Скопление беженцев, антисанитарные условия их жизни еще больше усугубляют последствия.

Особо опасными заразными (контагиозными) заболеваниями являются чума, холера, оспа, которые передаются при малейшем контакте с больными (табл. 28).

Таблица 28
Классификация инфекционных заболеваний

Заболевание	Путь передачи болезни	Скрытый период, сут	Время нетрудоспособности, сут
Чума	Воздушно-капельный. Укусы инфицированных насекомых	3	7...14
Туляремия	Вдыхание инфицированной пыли, употребление зараженной воды, контакт с больными грызунами	3...6	40...60
Сибирская язва	Контакт с больными животными, употребление зараженного мяса	2...3	7...30
Холера	Употребление инфицированной воды	3	5...30
Ботулизм	Употребление пищи, содержащей токсин	1,5	40...180
Оспа	Воздушно-капельный, контакт через инфицированные предметы	12	12...24
Сыпной тиф	Укусы инфицированных вшей	10...14	60...90
Лихорадка	Инфицированная пыль, вода, пища, укусы клещей	12...18	8...23

Особо опасные инфекционные болезни людей

Это такие болезни, которые характеризуются высокой летальностью и могут вызвать эпидемии.

Чума – острое зоонозное инфекционное заболевание, которое вызывается чумными палочками – особо вирулентными возбудителями, способными распространяться по всему организму и приводить к образованию геморрагических очагов в различных органах и тканях. Клинически чума характеризуется явлениями сильнейшей общей интоксикации, тяжелым поражением сердечно-сосудистой системы и, в зависимости от места внедрения возбудителей в организм, местными признаками в виде лимфаденита (бубонная форма) или карбункула и кожной язвы с лимфаденитом (кожно-бубонная форма), или в виде геморрагической пневмонии (легочная форма). Всем формам чумы свойствен переход к септическому течению, которое без надлежащего лечения быстро приводит к летальному исходу.

В Казахстане хранителями чумной инфекции являются, прежде всего, суслики и другие грызуны. Есть несколько природных очагов. Существование очагов чумы, возрастание международных связей, современных средств сообщения – вот факторы, которые требуют поддержания постоянной противоэпидемической настороженности.

Холера – инфекционное заболевание человека, вызываемое холерными вибрионами. Клинически выраженная форма холеры характеризуется внезапным возникновением обильного поноса и рвоты, приводящих к сильному обессоливанию организма, резкому нарушению кровообращения, прекращению мочеотделения, снижению кожной температуры, появлению судорог, цианоза, глубокому нарушению обмена веществ и угнетению функции центральной нервной системы вплоть до развития комы.

Естественный источник возбудителей холеры – люди, выделяющие холерные вибрионы во внешнюю среду главным образом с испражнениями и реже рвотными массами. Главным путем распространения возбудителей является заражение воды выделениями здоровых носителей холерных вибрионов или больными со стертыми и латентными формами болезни, а также употребление загрязненной пищи, не мытые руки и мухи.

Жидкая лихорадка – острое инфекционное заболевание, вызываемое специфическим вирусом и передающееся комарами строго определенных видов. Клинически характеризуется резкими явлениями общей интоксикации, лихорадкой, желтухой, геморрагическим синдромом и поражением почек.

Эпидемиологи различают две формы желтой лихорадки. Первая – влажных джунглей, вторая – классическая городская, является антропонозным заболеванием. Источник инфекции – больной человек, от которого вирус попадает в организм комара, где сохраняется до конца его жизни. Здоровому человеку вирус передается при сосании крови зараженным комаром.

СПИД – синдром приобретенного иммунодефицита человека, вызываемый вирусом ВИЧ. Попадая в кровь, ВИЧ внедряется в Т-лимфоциты, где проходит цикл его размножения, ведущий к гибели клетки-хозяина.

Источником СПИДа является прежде всего больной человек. После заражения наступает инкубационный период, который продолжается от нескольких месяцев до 5 лет. Затем следует период с неопределенной клинической картиной, который переходит в период развития болезни. Иногда заболевание принимает хроническую форму.

Передача вируса-возбудителя осуществляется половым путем, при переливании крови, при внутривенных введениях препаратов (лекарств).

Летальность при заболевании СПИДом достигает 65–70 %.

Брюшной тиф и паратифы А и В вызываются сальмонеллами. Тифопаратифозные бактерии достаточно устойчивы во внешней среде. Попадая в организм человека, возбудители оседают на слизистой тонкой кишке, где происходит их накопление и размножение, а затем микроб поступает в кровь.

Заболеваемость тифом и паратифами в настоящее время не высока. Болезнь протекает в виде спорадической заболеваемости, либо в виде хронической водной эпидемии. Случаи водной вспышки регистрируются сравнительно редко, они возникают чаще всего в результате аварийных ситуаций.

В системе мероприятий по борьбе с брюшным тифом ведущее положение занимает обеспечение населения водой, отвечающей современным требованиям к ее качеству, а также контроль за пищевыми продуктами, особенно молочными.

Дифтерия – острая инфекционная болезнь, характеризующаяся воспалением слизистых оболочек зева, гортани и поражением различных органов. Сопровождается образованием плотных пленок и тяжелым общим отравлением организма. Наиболее часто дифтерией заболевают дети от 4 до 6 лет.

Возбудитель – дифтерийная палочка. Хорошо сохраняется в окружающей среде. В воде и молоке выживает в течение 7 дней, на посуде, белье и игрушках – несколько недель.

Основной источник заражения – больной, который опасен для

окружающих весь период болезни, и даже некоторое время после выздоровления. Благодаря прививкам заболеваемость детей резко снизилась.

Дизентерия – инфекционное заболевание человека. Клинически характеризуется явлением общей интоксикации и симптомами поражения толстой кишки. Передается главным образом через зараженную пищу и воду. При неблагоприятных санитарно-гигиенических условиях дизентерия может принимать эпидемическое распространение.

Вирусный гепатит типа А – это инфекционное заболевание человека, которое вызывается специфическим вирусом и протекает с преимущественным поражением печени. Клинически вирусный гепатит проявляется симптомами желтухи, расстройством обмена веществ. Механизм передачи инфекции – фекально-оральный.

Грипп – острое инфекционное вирусное заболевание. Клинически характеризуется лихорадкой, синдромом общей интоксикации и катаральным воспалением слизистых оболочек верхних дыхательных путей, особенно трахеи. Инфекция распространяется воздушно-капельным путем.

Классификация инфекционных болезней людей

Среди многих эпидемиологических классификаций наиболее широкое применение получила классификация, в основу которой положен механизм передачи возбудителя.

Кроме того, все инфекционные болезни подразделяются на 4 группы: 1 – кишечные инфекции; 2 – инфекции дыхательных путей; 3 – кровяные (трансмиссивные); 4 – инфекции наружных покровов (контактные).

В основу общепризнанной классификации инфекционных заболеваний положено их подразделение, прежде всего в соответствии с особенностями резервуара возбудителя: антропонозы, зоонозы, а также предусмотрено разделение инфекционных болезней на трансмиссивные и нетрансмиссивные.

Широко применяется классификация инфекционных болезней по виду возбудителя: вирусные болезни, риккетсиозы, бактериальные инфекции, протозойные болезни, гельминтозы, тропические микозы, болезни системы крови.

В Республики Казахстан из особо опасных инфекционных заболеваний встречаются: чума, холера, туляремия, бруцеллез, сибирская язва, крымская геморрагическая лихорадка и бешенство.

К заболеваниям, последствия которых в Казахстане могут принять характер эпидемии, относятся чума и холера.

Самые активные природные очаги чумы расположены в Атырауской и Кызылординской областях. В Атырауской области больные чумой люди выявлялись во всех районах, а в Кызылординской области подавляющее большинство больных выявилось в Аральском и Казалинском районах.

Природные очаги чумы в Казахстане подразделяются на перманентные (с постоянной активностью) и дискретные (с циклической активизацией). В дискретных очагах межэпизоотический период в 4–6 лет сменяется активным периодом продолжительностью от 6 до 10 лет.

Большие масштабы эпидемии чумы в республике маловероятны, поскольку для профилактики этой инфекции в Казахстане существует специальная противочумная служба, деятельность которой достаточно эффективна.

Казахстан не является зоной, эпидемичной по холере. Все эпидемические осложнения по этой инфекции, так или иначе, связаны с ее заносом на территорию республики, поэтому в разные годы частота выявления больных холерой людей в разных областях Казахстана была различной. Наиболее часто холера отмечалась в Южно-Казахстанской области и ее приграничных с Узбекистаном районах. Статистически по холере неблагополучна и Алматинская область (33,5 % зарегистрированных случаев холеры), что обусловлено наличием в Алматы крупного международного аэропорта и завозом инфекции извне.

Не следует ожидать неуправляемых эпидемий по холере, хотя количество больных может быть большим из-за недостаточной обеспеченности населения доброкачественной питьевой водой.

В целом прогноз эпидемиологической ситуации в Казахстане по чуме и холере на ближайшую перспективу неблагоприятный из-за снижающего объема профилактических мероприятий, связанного с ограниченным финансированием.

Снижается санитарно-технический уровень канализационных сетей и сооружений.

Продолжаются многочисленные нарушения правил реализации пищевых продуктов, особенно скоропортящихся, на улицах населенных пунктов, вдоль автомобильных магистралей, что является одним из главных факторов, поддерживающих высокий уровень заболеваемости людей кишечными инфекциями.

Особо опасные инфекционные болезни животных

Инфекционные болезни животных – группа болезней, имеющая такие общие признаки, как наличие специфического возбудителя, цикличность развития, способность передаваться от зараженного живот-

ного к здоровому и принимать эпизоотическое распространение.

Эпизоотический очаг – место пребывания источника возбудителя инфекции на определенном участке местности, где при данной ситуации возможна передача возбудителя болезни восприимчивым животным. Эпизоотическим очагом могут быть помещения и территории с находящимися животными, у которых обнаружена данная инфекция.

По широте распространения эпизоотический процесс характеризуются тремя формами: спорадической заболеваемостью, эпизоотией, панзоотией.

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

Эпизоотия – средняя степень интенсивности (напряженности) эпизоотического процесса. Эпизоотия характеризуется широким распространением инфекционных болезней в хозяйстве, районе, области, стране. Эпизоотии свойственны массовость, общность источника возбудителя инфекции, одновременность поражения, периодичность и сезонность.

Панзоотия – высшая степень развития эпизоотии. Характеризуется необычайно широким распространением инфекционной болезни, охватывающей одно государство, несколько стран, материк. К инфекционным болезням животных, имеющих тенденцию к панзоотиям, относятся ящур, чума крупного рогатого скота, свиней и птиц.

Ящур – высококонтагиозная остропротекающая вирусная болезнь парнокопытных домашних и диких животных, характеризующаяся лихорадкой и автозными поражениями слизистой оболочки ротовой полости, кожи вымени и конечностей.

Наиболее восприимчивы к ящуру крупный рогатый скот, свиньи. Менее чувствительны овцы и козы. Источник возбудителя ящура – больные животные, в том числе находящиеся в инкубационном периоде заболевания, а так же вирусоносители. Такие животные выделяют вирус во внешнюю среду с молоком, слюной, мочой и калом, в результате чего происходит инфицирование помещений, пастбищ, водоисточников, кормов, транспортных средств.

Распространение ящура во многом зависит от хозяйственных и экономических связей, способов ведения животноводства, плотности поголовья животных, степени миграции населения.

Большое значение в распространении вируса ящура имеет человек. Он после соприкосновения с животными может перемещаться на большие расстояния. Ящур, как правило, проявляется в форме эпизо-

отии, реже – панзоотии.

При обнаружении ящура на неблагополучное в этом отношении хозяйство или населенный пункт накладывают карантин, вводят ограничения в хозяйственную деятельность.

Классическая чума свиней – инфекционная, высококонтагиозная вирусная болезнь. В естественных условиях ею болеют только домашние и дикие свиньи всех пород и возрастов. Более восприимчивы к вирусу высокопородные животные. Источником инфекции являются больные и переболевшие домашние и дикие свиньи – вирусоносители. Заражение происходит при совместном содержании больных животных и вирусоносителей со здоровыми, а также при скормливании инфицированных кормов. Обычно такое происходит в хозяйствах с низкой ветеринарно-санитарной культурой, не имеющих надежной защиты от заноса возбудителя извне.

Чума может возникнуть в любое время года, но чаще осенью, когда осуществляются массовые перемещения, продажа и убой. В свежих очагах при наличии неимунного поголовья заболеваемость достигает 95–100 %, летальность – 60–100 %.

Специфическое лечение свиней больных чумой не разработано. Заболевших животных немедленно убивают, а трупы сжигают.

Ньюкаслская болезнь птиц (псевдочума) – высококонтагиозная вирусная болезнь из отряда куриных, характеризующаяся поражением органов дыхания, пищеварения и центральной нервной системы.

Источником возбудителя инфекции являются больные и переболевшие птицы, выделяющие вирус со всеми секретами, экскрементами, яйцами и выдыхаемым воздухом. Вирус начинает выделяться в инкубационный период через 24 ч после заражения птицы.

Заражение происходит через корм, воду, воздух при совместном содержании здоровой и больной птицы. Эта болезнь чаще проявляется в виде эпизоотий, имеет некоторую периодичность и относительную летне-осеннюю сезонность, связанную с увеличением поголовья в этот период и с усилением хозяйственной деятельности. Заболеваемость высокая – до 100 %, летальность – 60–90 %.

Специфическое лечение не разработано. Как правило, на неблагополучные хозяйства накладывают карантин, а птицу убивают и сжигают.

Классификация инфекционных болезней животных

По эпизоотологической классификации все инфекционные болезни животных делятся на 5 групп:

- 1) алиментарные инфекции передаются через почву, корм, воду.

Характерно поражение органов пищеварительной системы. Главными факторами передачи возбудителя служат инфицированные корма, навоз и почва. К таким инфекциям относятся сибирская язва, ящур, сап, бруцеллез;

2) респираторные инфекции (аэрогенные) – поражение слизистых оболочек дыхательных путей и легких. Основной путь передачи – воздушно-капельный. К ним относятся: паратрипп, экзотическая пневмония, оспа овец и коз, чума плотоядных;

3) трансмиссивные инфекции, механизм их передачи осуществляется при помощи кровососущих членистоногих. Возбудители постоянно или в отдельные периоды находятся в крови. К ним относятся: энцефаломиелиты, туляремия, инфекционная анемия лошадей;

4) инфекции, возбудители которых передаются через наружные покровы без участия переносчиков. Эта группа довольно разнообразна по особенностям механизма передачи возбудителя. К ним относятся: столбняк, бешенство, оспа коров;

5) инфекции с невыясненными путями заражения, т. е. неклассифицированная группа.

В Республике Казахстан распространены следующие эпизоотические заболевания животных: бруцеллез, туберкулез, оспа, бешенство, крымская геморрагическая лихорадка, ящур, сибирская язва, лептоспиртоз эмфизематозный карбункул.

В последние годы значительно выросли объемы импорта в республику животноводческой продукции, резко ухудшилась эпизоотическая обстановка в сопредельных странах и в условиях открытости границы это негативно повлияло на ветеринарно-санитарное благополучие в республике.

Обострилась ситуация по оспе в Алматинской, Жамбылской, Южно-Казахстанской, Кызылординской и Актюбинской областях.

Бешенство сельскохозяйственных животных встречается повсеместно во всех областях.

Особо опасные болезни растений

Болезнь растений – это нарушение нормального обмена веществ клеток органов и целого растения под влиянием фитопатогена или неблагоприятных условий среды, приводящее к снижению продуктивности растений или к полной их гибели.

Фитопатоген – возбудитель болезни растений, выделяет биологически активные вещества, губительно действующие на обмен веществ, поражая корневую систему, нарушая поступление питательных

веществ.

Для оценки масштабов заболеваний растений применяют такие понятия, как эпифитотия и панфитотия.

Эпифитотия – распространение инфекционных болезней на значительные территории в течение определенного времени.

Панфитотия – массовые заболевания, охватывающие несколько стран или континентов.

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

Чем раньше происходит заражение посевов, тем выше степень поражения растений, существеннее потери урожая.

Наиболее опасными болезнями являются стеблевая (линейная) ржавчина пшеницы, ржи, желтая ржавчина пшеницы и фитофтороз картофеля.

Стеблевая ржавчина пшеницы и ржи – одно из наиболее распространенных и вредоносных заболеваний этих растений. Стеблевая ржавчина поражает преимущественно стебли и листовые влагалища злаков. Способность ржавчинных болезней к быстрому распространению обусловлена высокой плодовитостью возбудителей.

Желтая ржавчина пшеницы является распространенным и вредоносным грибковым заболеванием. Кроме пшеницы гриб поражает ячмень, рожь и другие виды злаков. Заражение озимой пшеницы желтой ржавчиной может происходить на протяжении всего периода вегетации, но в основном только при наличии капельно-жидкой влаги и при температуре воздуха +10 – 20 °С.

В районах с сухим и жарким климатом она появляется крайне редко.

Наиболее вредоносные виды эпифитотии отмечаются в годы с мягкой зимой, теплой весной и влажным прохладным летом. При поражении посевов пшеницы желтой ржавчиной урожай зерна часто снижается до 50 %, а в годы с благоприятными для гриба условиями недобор урожая может достигать 90 и даже 100 %.

Фитофтороз картофеля – широко распространенное вредоносное заболевание. Вредоносность заключается в недоборе урожая из-за преждевременной гибели пораженной ботвы в период образования клубней и массового их гниения в земле. Возбудитель болезни – гриб,

который в течение зимы сохраняется в клубнях. Фитофтора поражает все наземные органы растений. Заболевание, как правило, наблюдается во второй половине лета. Потери достигают 15–20 % и более.

Классификация болезней растений

Производится она последующим признакам:

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

Все патологические изменения в растениях проявляются в разнообразных формах и подразделяются на основные типы: гнили, мумификация, увяжание, некрозы, налеты, наросты.

Из заболеваний растений значительную угрозу представляют инфекции ржавчины и сентуриоза, которые встречаются в северном Казахстане и вызывают угрозу возникновения эпифитотии этих заболеваний на значительных площадях. Аналогичная ситуация складывается с серой зерновой совкой.

В настоящее время сохраняется опасность появления саранчовых вредителей растений во многих областях республики, которые могут нанести существенный урон посевам и пастбищам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Становление и укрепление нашего отечества происходило при бесконечном чередовании ужасных природных катастроф в той или иной части Казахстана: землетрясений, селевых потоков, бурь, половодий, засух, эпидемий и т. д., принесших народу неисчислимые лишения.

Жизнь и благополучие людей всегда и во многом зависели от климатических и погодных условий. Конечно, в исторических хрониках прошлого зарегистрированы катастрофические природные явления, преимущественно редкой повторяемости, которые надолго остаются в памяти людей. Например, такие разрушительные наводнения от приливных волн и ураганов, которые неоднократно отмечались в Бенгальском заливе, на крупнейших реках Китая и других приморских странах, когда гибли сотни тысяч людей, вполне могли быть первопричиной библейской легенды о всемирном потопе.

Масштаб и актуальность этой проблемы показывает, что в современных условиях развития научно-технического прогресса опасность стихийных бедствий для человечества не ослабевает.

Установлено, что хотя само число природных стихийных бедствий почти не растёт, материальный ущерб от них и количество человеческих жертв увеличивается, во-первых, быстрым ростом народонаселения (особенно в уязвимых регионах планеты), во-вторых, интенсивным освоением неблагоприятных районов (гор, пустынь, северных территорий).

Как показывает статистика, капризы погоды и необдуманная деятельность людей с каждым годом обходятся всё дороже. И эта тенденция имеет вполне объективные предпосылки.

Таким образом, тенденция развития этой глобальной проблемы не становится успокаивающей, ждать её автоматического решения не приходится. В этих условиях глубокие знания природы стихийных явлений, поступающая информация о научных основах и технических методах их изучения, являются одной из важнейших задач предупреждения и защиты от стихийных бедствий.

Изучение проблематики стихийных природных явлений имеет важное значение для нашей страны в целом и для отдельных её регионов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Закон Республики Казахстан “О чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера”, 5 июля, 1996 г.
2. *Алексеев Н.А.* Стихийные проявления в природе: проявления, эффективность защиты. М.: Мысль, 1988. 254 с.
3. Чрезвычайные ситуации. Краткая характеристика и классификация: Учеб. пособие. М.: Военные знания, 2000. 80 с.
4. *Гринин А.С., Новиков В.А.* Экологическая безопасность. Защита территории и населения при чрезвычайных ситуациях: Учеб. пособие. М.: Торговый дом “Гранд”, 2000. 336 с.
5. *Байнамов Ж.Б., Нурмагамбетов Е.К.* Расчет и проектирования сейсмостойких зданий и сооружений: Учеб. пособие. Алматы: КазГАСА, 1997. 146 с.
6. *Кулмаханов Ш.К.* План подготовленности Казахстана к природным катастрофам. Алматы: Агентство РК по ЧС. Общество Красного Полумесяца и Красного Креста, 2000. 166 с.
7. *Благовещенский В.П.* Снежные лавины Казахстана. Алма-Ата: 1981. 43 с.
8. *Северский И.В.* Снежные лавины Заилийского и Джунгарского Алатау. Алма-Ата, 1978.
9. *Северский И.В.* Лавины – грозная стихия гор. Алма-Ата, 1980.
10. *Кондрашов И., Колесников Е.* Белые стрелы гор. Алматы: ТОО “Паритет”, 1994. 96 с.
11. *Колесников Е.И.* Буйные ветры казахских степей. Алматы: ТОО “Паритет”, 1994. 124 с.
12. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие. Кн. 1. Алматы: Агентство РК по ЧС. Республиканские курсы ЧС и ГО, 2000. 232 с.
13. СНиП 2.01.51.90. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования. Госстрой СССР. М.: АПП ЦИТП, 1991. 32 с.
14. СНиП РК В.1.2–4–98. Строительство в сейсмических районах. Комитет РК по жилищной и строительной политике. Алматы, 1998. 42 с.
15. Оползни и сели. Т. 1, 2. М., 1984.
16. *Ралов И.Н.* Организация и проведение спасательных и других неотложных работ в зоне чрезвычайных ситуаций. Алматы: КазНТУ, 2001. 14 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
I. Основные понятия.....	7
II. Характеристика и классификация ЧС природного характера.....	10
Стихийные бедствия геологического характера.....	12
Землетрясения	12
Вулканическая деятельность.....	40
Оползни.....	42
Сель (селевой поток).....	51
Снежные лавины.....	61
Стихийные бедствия метеорологического характера.....	72
Ураганы и бури	72
Смерч.....	76
Пыльные (песчаные) бури.....	78
Сильные снегопады.....	82
Снежные бури.....	86
Снежные заносы.....	86
Стихийные бедствия гидрологического характера.....	88
Наводнения.....	90
Заторы и зажоры льда на реках.....	97
Нагоны.....	100
Цунами.....	106
Природные пожары.....	107
Лесные пожары.....	107
Массовые заболевания.....	112
Термины и определения.....	112
Особо опасные инфекционные болезни людей.....	116
Особо опасные инфекционные болезни животных.....	119
Особо опасные болезни растений.....	122
Заключение.....	125
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	126

Учебное издание

Ралов Иван Николаевич

ПРИРОДНЫЕ СТИХИЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Учебное пособие

Зав. РИО

З.А. Губайдулина

Редактор

А.К. Кудайбергенова

Техн. редактор

К.Ж. Кошербаева

Компьютерный набор

и верстка

Д.Ш. Тажиева

Подписано в печать 30.06.05.

Тираж 500 экз. Формат 60 х 84 1/16. Бумага типогр. № 1.

Объем 7 п. л. Заказ №.... Цена договорная.

Издание Казахского национального технического
университета им. К.И. Сатпаева

Издательский центр КазНТУ
Алматы, Ладыгина, 32