

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники

Апкарьян А.С.

# **Техногенные и природные чрезвычайные ситуации**

Учебное пособие

Томск 2024

УДК [536.46+662](075.8)  
ББК 24.54я73  
А764

**Рецензенты:**

**Буякова С. П.**, д-р техн. наук;  
**Зуев Л. Б.**, д-р физ.-мат. наук

Печатается по решению научно-методического совета ТУСУРа  
(протокол № 5 от 01.06.23)

**Апкарьян Афанасий Саакович**

Техногенные и природные чрезвычайные ситуации: учебное пособие/ А.С.  
Апкарьян. – Томск: ТУСУР, 2024. –285 с.

В учебном пособии представлены разделы «Статистика чрезвычайных ситуаций», «Природные чрезвычайные ситуации», «Техногенные чрезвычайные ситуации». Рассмотрены причины чрезвычайных ситуаций, последствия, меры по их предупреждению и спасению населения. По каждой чрезвычайной ситуации представлены наиболее крупные катастрофы, произошедшие по всему миру и в России.

Учебное пособие разработано для студентов высших учебных заведений всех направлений подготовки, уровней и форм образования.

УДК [536.46+662](075.8)  
ББК 24.54я73

© Апкарьян А. С., 2024  
© Томск. гос. ун-т систем управления  
и радиоэлектроники

## СОДЕРЖАНИЕ

№	Наименование	Стр.
	Введение	6
	<b>Глава 1. История природных и техногенных чрезвычайных ситуаций в мире и в России</b>	
1.1	Самые разрушительные природные чрезвычайные ситуации за историю человечества.	8
1.2	Крупнейшие природные катастрофы XXI века	10
1.3	Статистика природных чрезвычайных ситуаций в России	13
1.4	Статистика техногенных чрезвычайных ситуаций в мире	18
1.5	Статистика техногенных чрезвычайных ситуаций в России	19
1.6	Биолого-социальные чрезвычайные ситуации	25
	<b>Глава 2. Природные чрезвычайные ситуации</b>	
2.1	Общие положения	28
2.2	Космогенные чрезвычайные ситуации	29
	2.2.1 Физическая природа околоземного пространства	30
	2.2.2 Космогенные опасные явления и катастрофы	32
	2.2.3 Поражающие факторы опасных космических объектов	34
	2.2.4 Чрезвычайные космогенные ситуации в мире	35
	2.2.5 Способы защиты от опасных космических объектов	36
	Контрольные вопросы	38
2.3	Геофизические чрезвычайные ситуации	
	2.3.1 Землетрясения	39
	2.3.2 Вулканы	49
	2.3.3 Цунами	57
	Контрольные вопросы	62
2.4	Геологические чрезвычайные ситуации	63
	2.4.1 Оползни	63
	2.4.2 Сели	68
	2.4.3 Лавина	75
	2.4.4 Обвалы	78
	Контрольные вопросы	83
2.5	Метеорологические чрезвычайные ситуации	84
	2.5.1 Ветер	84
	2.5.2 Смерч	95
	2.5.3 Шквал	96
	2.5.4 Ураган	98
	2.5.5 Бури. Действия населения при угрозе и во время бурь, ураганов и смерчей	100
	Контрольные вопросы	102
2.6	Гидрометеорологические чрезвычайные ситуации	103

	2.6.1	Очень сильный дождь (ливень)	103
	2.6.2	Крупный град	107
	2.6.3	Сильный снегопад	110
	2.6.4	Сильный гололед	117
	2.6.5	Заморозки	119
	2.6.6	Сильный мороз	122
	2.6.7	Засуха	131
	2.6.8	Сильная жара	137
	2.6.9	Сильный туман	146
		Контрольные вопросы	154
2.7		Морские гидрологические чрезвычайные ситуации	155
	2.7.1	Тропические циклоны (тайфуны)	155
	2.7.2	Цунами	161
	2.7.3	Сильные колебания уровня моря	167
	2.7.4	Сильный тягун в портах	169
	2.7.5	Ранний ледяной покров и припай	172
	2.7.6	Интенсивный дрейф льда	177
	2.7.7	Непроходимый (труднопроходимый) лед	180
	2.7.8	Отрыв прибрежных льдов	183
	2.7.9	Обледенение судов	188
		Контрольные вопросы	192
2.8		Гидрологические чрезвычайные ситуации	193
	2.8.1	Наводнения	193
	2.8.2	Низкие уровни воды	203
	2.8.3	Ранний ледостав и преждевременное появление льда на судоходных водоемах и реках	207
	2.8.4	Повышение уровня грунтовых вод (подтопление)	210
	2.8.5	Природные пожары	214
		Контрольные вопросы	225
		<b>Глава 3. Техногенные чрезвычайные ситуации</b>	
3.1		Чрезвычайные ситуации на автомобильном транспорте	226
		Контрольные вопросы	232
3.2		Чрезвычайные ситуации на железнодорожном транспорте	233
		Контрольные вопросы	240
3.3		Чрезвычайные ситуации на водном транспорте	241
		Контрольные вопросы	248
3.4		Чрезвычайные ситуации на воздушном транспорте	249
		Контрольные вопросы	256

3.5		Чрезвычайные ситуации на промышленных предприятиях и гражданских объектах	257
	3.5.1	Классификация чрезвычайных ситуаций на промышленных предприятиях и гражданских объектах	260
	3.5.2	Пожары и взрывы на промышленных предприятиях и гражданских объектах	264
	3.5.3	Загрязнение территорий радиоактивными веществами	270
	3.5.4	Загрязнения химически опасными веществами (ХОВ)	273
	3.5.5	Крупные чрезвычайные ситуации на промышленных предприятиях и гражданских объектах СССР и современной России	275
		Контрольные вопросы	279
		Литература	280

## Введение

Развитие земной цивилизации неразрывно связано с чрезвычайными ситуациями. Постоянными спутниками человека являются: землетрясения, наводнения, ураганы, холод, жара, пожары, взрывы, аварии на производстве, войны, терроризм, голод, эпидемии.

**Чрезвычайное состояние** – обстановка на объекте или территории, при которой нарушаются условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни или здоровью, наносится ущерб имуществу, природе и экономике государства.

Классификацию чрезвычайных ситуаций проводят по:

- происхождению ЧС (техногенного, антропогенного и природного характера);
- типам и видам событий, лежащих в основе таких ситуаций;
- масштабу распространения;
- сложности обстановки (например: категория пожара или взрыва);
- тяжести последствий.

Классификация чрезвычайных ситуаций учитывает количество, пострадавших, или людей, у которых нарушены условия жизнедеятельности, размеры материального ущерба, а также границы зон распространения поражающих факторов [1].

В мире ежегодно при чрезвычайных ситуациях погибает около 3-х миллионов человек. Материальные потери составляют от 50 до 100 миллиардов долларов. Имеет место также тенденция ежегодного роста числа пострадавших на 8,6% и материальных потерь на 10,4% в год от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Аналогичная ситуация наблюдается и в Российской Федерации.

Полностью избавиться от чрезвычайных ситуаций практически невозможно. Поэтому одной из главных задач человечества является – предупреждение населения, организация спасательных работ, и ликвидация последствий.

**В зависимости от масштаба и тяжести последствий чрезвычайные ситуации подразделяются на [2]:**

- *Чрезвычайная ситуация локального характера.* Зона ситуации не выходит за пределы территории организации (объекта). Количество погибших или получивших ущерб здоровью – не более 10 человек или размер материального ущерба – не более 240 тыс. рублей.

- *Чрезвычайная ситуация муниципального характера.* Зона ситуации не выходит за пределы территории одного муниципального образования. Количество погибших и (или) получивших ущерб здоровью, составляет не более 50 человек или размер материального ущерба не более 12 млн. рублей;

• *Чрезвычайная ситуация регионального характера.* Зона ситуации не выходит за пределы территории одного субъекта Российской Федерации. Количество людей, погибших или получивших ущерб здоровью, составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек или размер материального ущерба составляет свыше 12 млн. рублей (но не более 1,2 млрд. рублей);

• *Чрезвычайная ситуация межрегионального характера.* Зона ситуации охватывает территорию двух и более субъектов Российской Федерации. Количество людей, погибших или получивших ущерб здоровью, составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек, или размер материального ущерба составляет свыше 12 млн. рублей, но не более 1,2 млрд. рублей;

• *Чрезвычайная ситуация федерального характера.* Ситуация, в результате которой количество людей, погибших или получивших ущерб здоровью, составляет свыше 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 1,2 млрд. рублей.

***В зависимости от характера происхождения чрезвычайные ситуации подразделяются на:***

- природные;
- техногенные;
- биолого-социальные;
- военные.

В настоящем пособии рассматриваются чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера: причины, способы предупреждения и оповещения, спасательные работы, последствия и способы ликвидации последствий

## Глава 1

# История природных и техногенных чрезвычайных ситуаций в мире и в России

### 1.1. Самые разрушительные природные чрезвычайные ситуации за историю человечества

По статистике природные ЧС, которые изменили ход истории за время существования человечества происходили множество раз. Некоторые из них до сих пор считаются самыми катастрофическими. Самые разрушительные катаклизмы в мире [3,4]:

- наводнение в Китае 1931 года (катастрофа 20 века унесла жизни 4 млн. людей);
- извержение вулкана Кракатау в 1883 году (погибло 40 тыс. чел. и уничтожено около трех сотен городов);
- землетрясение в Шэньси 1556 года в 11 баллов (погибло около 1 тыс. человек, провинция была разрушена и на долгие годы опустела);
- извержение вулкана Везувий. Помпеи в 79 г. до н.э. Извержение вулкана Везувий длилось около суток и привело к гибели несколько городов и тысяч людей;
- извержение вулкана Санторин в 1645–1600 гг. до н.э. (привело к гибели целой цивилизации).

За период с 1996 г. по 2016 г. в мире зафиксировано более 7 тыс. природных чрезвычайных ситуаций. В результате погибло более миллиона людей, а ущерб оценивается в сотни миллиардов долларов. На рисунке 1.1 показаны самые смертоносные чрезвычайные ситуации этого периода.

На рисунке 1.2 представлены континенты, которые наиболее часто становятся эпицентрами стихийных бедствий. Первое место занимает Азия. На втором месте стоят Соединённые Штаты Америки. Многие учёные предполагают исчезновение с лица земли Северной части Америки из-за стихийных бедствий. Статистика ЧС природного происхождения последние 5 лет показывает их 3-кратное увеличение. За это время пострадало более 2 млрд. человек. Это каждый третий житель нашей планеты. Наиболее чаще случаются землетрясения, цунами, ураганы, наводнения, засухи, эпидемии, голод и прочие бедствия.

## 10 САМЫХ СМЕРТОНОСНЫХ БЕДСТВИЙ НА ЗЕМЛЕ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ



Рисунок 1.1- Десять самых смертоносных природных ЧС на земле за период 1996 – 2016 гг.

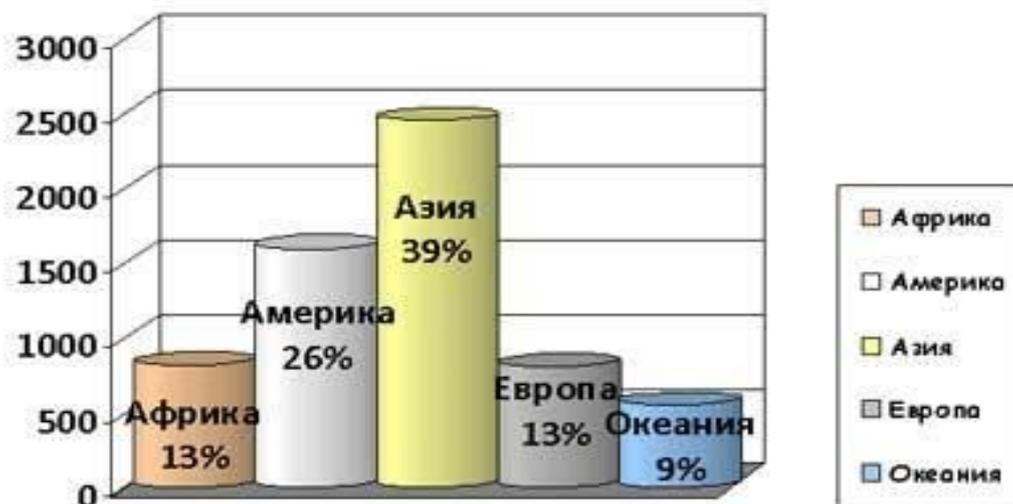


Рисунок 1.2 – Континенты с эпицентрами стихийных бедствий

Ученые называют следующие причины природных катаклизмов:

- воздействие человека;
- конфликты военного, социального и политического характера;
- выброс энергии в геологические слои.

Часто причиной бедствий природного характера становятся последствия катаклизмов случившихся до этого. Например, после масштабного наводнения, может наступить голод или начаться эпидемия. Виды природных катаклизмов:

- литосферные (извержения вулканов, землетрясения);
- метеорологические (холод, засуха, жара, град);
- геологические (оползни, пыльные бури, сели);
- атмосферные (торнадо, ураганы, бури);
- гидросферные (тайфуны, циклоны, наводнения);
- пожары.

В настоящее время среди всех видов природных ЧС общая доля катастроф (%) приходится на ЧС гидросферного характера.

В таблице 1.1 представлена статистика природных ЧС, где ЧС гидросферного характера (а именно наводнений) сегодня в мире демонстрирует самые высокие показатели.

Таблица 1.1 – Общая доля катастроф природных ЧС (%)

Природные явления	% от общей доли катастроф
Наводнения с затоплениями территорий	42
Тропические циклоны	18
Землетрясения	14
Засухи	16
Остальное	10

Все природные ЧС происходят с огромным количеством человеческих жертв. Они приносят смерть, страдания, материальный и моральный ущерб.

## 1.2. Крупнейшие природные катастрофы XXI века

В 1989 году ООН установил 8 октября Международным днём борьбы с природными катастрофами и катаклизмами. Цель – привлечение внимания лидеров государств к опасности стихийных бедствий и принятие мер по их снижению

В таблице 1.1 представлена статистика, которая фиксирует число погибших людей при техногенных и природных ЧС [1].

Таблица 1.2 – Количество погибших при техногенных и природных ЧС (2012-2018 г.)

Страна	Количество чрезвычайных ситуаций		Количество погибших
	Природных	Техногенных	
Индонезия	2	1	620
Индия	9		596
Россия	3	2	272
Алжир		1	257
Япония	5		208
США	6		104
Куба		1	100
Катманду		1	49
Турция		1	24
Филиппины	2	1	21
Мексика	1	1	15
Всего	28	9	2266

По данным ООН наибольшие экономические потери от природных чрезвычайных ситуаций у США, Китая и Японии. (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Страны с наибольшими экономическими потерями

Страна	США	Китай	Япония	Индия	Франция	Германия	Италия
Экономические потери, млрд. \$	944,8	492,2	376,3	79,5	48,3	57,9	56,6

***Наиболее катастрофические чрезвычайные ситуации в мире за 1988 – 2010 годы:***

– ***Армения. 1988 год.*** Катастрофическое землетрясение произошло 7 декабря 1988 года в 10 часов 41 минуту по московскому времени в Советском Союзе на северо-западе Армянской ССР магнитудой 6,8—7,2 баллов, известное как Спитакское землетрясение или Ленинаканское землетрясение. Интенсивность толчков в эпицентре г. Спитак достигла 10, в г. Ленинакане – 9, в г. Кировакане – 8 баллов (по 12-балльной шкале MSK-64). Северная часть Армении. Волна, вызванная землетрясением, обошла планету два раза и была зарегистрирована научными лабораториями в Европе, Азии, Америке и Австралии.

Мощные подземные толчки мгновенно разрушили почти всю северную часть республики, с населением около 1 млн. человек. Это около 40 % территории республики. Разрушено около 45 % промышленных объектов. Полностью был разрушен город Спитак и 58 сёл; частично разрушены города Ленинакан (ныне

Гюмри), Степанаван, Кировакан (ныне Ванадзор). В результате землетрясения погибло 45 тысяч человек, 150 тысяч стали инвалидами, 520 тысяч человек остались без крова.

– **Европа. 2003 год.** Жара. В июне и августе 2003 года в Европе стояла с жара, от которой умерло 35 тысяч человек. Большой ущерб был нанесен популяциям рыб в Средиземном море, урожаю винограда и пшеницы. [5]

– **Индийский океан. 2004 год.** Цунами в Индийском океане 26 декабря в Индонезии, Шри-Ланке, Таиланде, на Мальдивах, в Сомали, Мьянме и Малайзии. Волны высотой более пятнадцати метров практически уничтожили здания и сооружения, погибло около 320 тысяч человек.

– **Пакистан. 2005 год.** Землетрясение в Кашмире 8 октября. Самое мощное землетрясение в Азии. Погибло около 80 тысяч человек. Полностью уничтожено десятки деревень

– **США. 2005 год.** Ураган "Катрина". Ураган затопил город Новый Орлеан, повредил и разрушил 1,2 млн. домов. Погибло более 2000 человек, 600 000 остались без крова. В настоящее время инфраструктура полностью не восстановлена.

– **Китай. 2008 год.** Сычуанское землетрясение. Землетрясение 2008 года в китайской провинции Сычуань унесло жизни более 69 000 человек. Это одно из самых масштабных чрезвычайных ситуаций по числу жертв за всю историю человечества. Без крова оказалось более 4,8 млн. человек.

– **Мьянма 2008 год.** Циклон «Наргис». Погибло 140 тысяч человек. Жертв могло быть значительно меньше, если бы правительство, зная о надвигающемся циклоне предприняло соответствующие меры по предупреждению, эвакуации и спасению населения от катастрофы.

– **Гаити. 2010 год, январь.** Землетрясение практически разрушило столицу Порт-о-Пренс. 15 подземных толчков с магнитудой от 5 до 7. Погибло 223 тысяч человек.

– **Гватемала. 2010 год, май-июнь.** Ураган «Агата» способствовал образованию огромных провалов глубиной до 30 метров и диаметром до 20 метров. Воронки поглощали людей, транспорт и целые фабрики

– **Исландия. 2010 год, апрель.** Извержение вулкана Эйяфьятлайокудль. Образовавшееся вулканическое облако накрыло Европу на 15 дней. Было отменено более 100 000 рейсов по всему миру. Ущерб составил более 1 миллиарда долларов.

– **Россия. 2010 год, июль-сентябрь.** Лесные пожары. Температура в отдельных областях доходила 40 градусов. Пожары на торфяниках Подмосковья способствовали образованию смога. Видимость на дорогах достигала 50–100 метров. Увеличилась смертность от сердечнососудистых заболеваний и болезней органов дыхания.

Пожары уничтожил 127 населенных пунктов и урожай на площади более 13 млн га, это 30% посевной площади России.

– *Россия. 2010 год, декабрь.* В конце декабря Москву накрыл ледяной дождь. Столица превратилась в сплошной каток, линии электропередач в Подмоскowie оборвались под тяжестью льда. Было отменено около 160 авиарейсов.

– *Япония. 2011 год.* Землетрясение и последующее цунами спровоцировало аварию на АЭС "Фукусима-1". Экономический ущерб составил \$243,9 млрд. В 2019 году был произведен сброс радиоактивной воды в Тихий океан.

– *США. Калифорния. Сентябрь 2015 год.* Лесные пожары оставили без крова несколько тысяч человек. Около 30 тысяч гектаров территории были охвачены огнем, северная часть штата была объявлена территорией стихийного бедствия.

– *Европа. 2017 год.* Мороз охватил такие страны как Польша, Чехия, Италия, Германия. Температура упала ниже  $-14^{\circ}\text{C}$ . Понижение температуры сопровождалось сильной метелью. Было остановлено авиасообщение, и возникали перебои с энергоснабжением. Замерзла река Дунай. в Болгарии льдом покрылись берега Черного моря. 60 человек стали жертвами низких температур.

– *Индонезия. 2018 год.* Цунами. Мощное землетрясение магнитудой 7,5 вызвало цунами, которое смыло множество зданий и сооружений острова. Погибло более 1400 жизней, а около 16 тысяч человек остались без крова.

– *Греция. 2018 год.* В этот год в Греции произошли самые катастрофические лесные пожары за последние 200 лет. В результате погибло около 126 человек.

– *Россия. Сибирь. 2019 год.* Лесные пожары охватили труднодоступные районы Красноярского края, Иркутской области, Бурятии, Забайкалья и Якутии. Огонь охватил более трех миллионов гектаров леса. Чрезвычайные ситуации были введены в пяти субъектах РФ. Пострадавших и погибших от лесных пожаров не было. Пожары в Сибири в 2019 году способствовали ускоренному таянию льдов в Арктике.

Лесные пожары в Сибири продолжаются ежегодно, нанося огромный экономический, экологический и материальный ущерб стране.

### **1.3. Статистика природных чрезвычайных ситуаций в России**

Классификация чрезвычайных ситуаций введена Постановлением Правительства РФ 21.05.2007 №304 [2]. Параметры распространения природных катастроф и техногенных происшествий представлены в таблице 1.4.[3,5]

Таблица 1.4 – Классификация природных и техногенных ЧС на территории страны, региона или объекта

Классификация	Поражающие факторы	Нарушаются условия жизни	Пострадало (чел.)	Причинён ущерб (тыс. МРОТ)
Локальные Местные	1 объект Район, город, поселение	<100 100-300	<10 10-50	<1 1-5
Территориальные Региональные	Субъект РФ Два субъекта РФ	300-500 500-5000	>50 50-500	5-5000 500-5000
Федеральные	>2 субъектов РФ	>1000	>500	>5000

Данную классификацию применяют при оценивании угрозы ЧС на территории страны, региона или объекта. По данным статистики на территории России, отсутствует какая – либо, динамика снижения количества чрезвычайных ситуаций и их последствий. Ежегодно фиксируется до 320 – 360 фактов природных и до 600 – 650 техногенных чрезвычайных ситуаций. За период с 2012 по 2018 год зарегистрировано 2110 случаев с высоким разрушительным характером. На рисунке 1.3 представлено количество природных ЧС, количество погибших и пострадавших людей за период 2012-2022 годы. Как видно из гистограммы количество ЧС природного характера составило 438-386 случаев. Наибольшее количество в 2012 г. – 438 случаев (832 погибших) и наименьшее в 2015 г. – 257 случаев (699 погибших).

По данным МЧС РФ число погибших при чрезвычайных ситуациях в России за последние десять лет превысило 6 тыс. человек. Почти 830 тыс. пострадали. Основная доля погибших приходится на техногенные ЧС. Материальный ущерб от технических пожаров в 2022 году превысил 15 млрд. руб. В среднем в стране происходит более 1 тыс. пожаров, в которых погибает 23 человека и уничтожается порядка 120 объектов. Площадь природных пожаров в РФ достигла почти 5 млн. га.

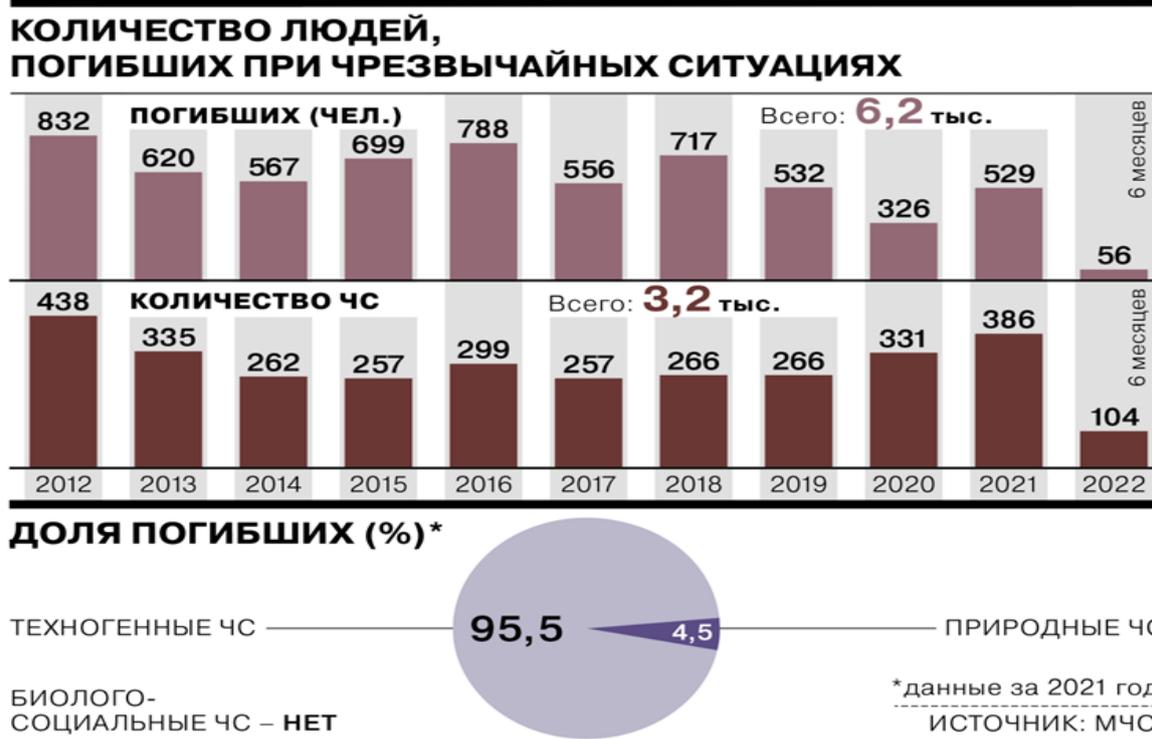


Рисунок 1.3 - Количество природных ЧС, погибших и пострадавших людей за период 2012-2022 годы

Наибольшее количество природных ЧС в России приходится на гидрометеорологические ЧС и пожары. В таблице 1.5 представлено количество гидрометеорологических ЧС и пожаров, число погибших и пострадавших за 2017 и 2018 г.

Таблица 1.5. Гидрометеорологические чрезвычайные ситуации [3,5]

Чрезвычайные ситуации	Количество чрезвычайных ситуаций		Погибло, чел		Пострадало, чел.	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Сильные дожди, снегопады и град	14	11	7	8	20468	1452
Заморозки, засухи	4	14	-	-	-	-
Опасные гидрологические явления	13	12	3		11756	52177
Крупные природные пожары	5	5	5	-	1382	-
<b>Всего</b>	<b>42</b>	<b>44</b>	<b>13</b>		<b>33964</b>	<b>53632</b>

На территории России находятся также зоны высокой степени сейсмичности. На рисунке 1.4 представлена карта сейсмической активности в России (зоны показаны до максимального количества баллов интенсивности в раскрашенных регионах).

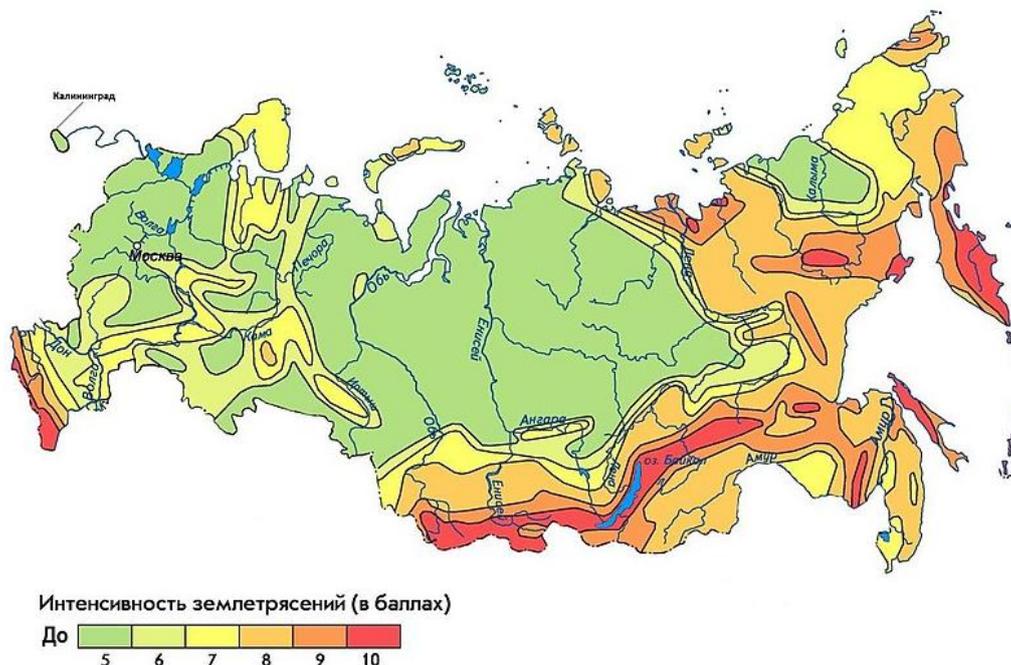


Рисунок 1.4 – Карта сейсмической активности в России

По данным статистики и карты Общего Сейсмического Районирования (ОСР), в стране больше 28 % площади находится в сейсмически-опасных зонах, где землетрясения от 5 баллов и выше. К этим зонам относится Камчатка, район Байкала, Курилы, Алтай, Северный Кавказ и Саяны. Здесь располагаются около 3000 городов и поселков, около 100 ТЭС и ГЭС, 5 АЭС и предприятия повышенной экологической опасности.

### Список землетрясений в России [3,5]

#### *Российская империя*

- Землетрясения в Санкт-Петербурге (1840).
- Землетрясение на Байкале (1862).

#### *РСФСР*

- Землетрясения на Камчатке (1924, 1952).
- Крымские землетрясения (1927).
- Землетрясения в Ленинграде (1940, 1977, 1986, 1990).
- Землетрясение на Курилах (1963).

- Землетрясения в Дагестане (1970) *Современная Россия*.
- Землетрясение в Нефтегорске (1995).
- Чуйское землетрясение (2003).
- Землетрясения в Санкт-Петербурге (2004).
- Землетрясение в Калининграде (2004).
- Землетрясение на Курильских островах (2006).
- Землетрясения на Камчатке (2006).
- Землетрясение в Чечне (2008).
- Землетрясение на Байкале (2008).
- Землетрясение в Бурятии (2011)
- Землетрясение в Красноярском крае (2011).
- Землетрясение в Туве (2011).
- Землетрясение в Туве (2012).
- Землетрясение в Кемеровской области (2013).
- Землетрясение в Иркутской области (2020).
- Землетрясение в Республике Бурятия (2020).
- Землетрясение в Республике Дагестан (2020)

Следует отметить, что деятельность человека также является одним из главных факторов возникновения природных чрезвычайных ситуаций (антропогенное влияние). Вырубка лесов, добыча материалов для строительных работ и полезных ископаемых, выброс дымовых газов от промышленных предприятий, военные действия, аварии на нефте- и газодобывающих скважинах и трубопроводах приводят к оползням, селям, паводкам, сильным дождям, наводнениям, ливням, тайфунам, смерчам, изменению уровня Мирового океана и климата на Земле.

Человечеству известно, что природные катастрофы часто становятся причиной развития техногенных и социальных чрезвычайных ситуаций. Вулканы и землетрясения вызывают пожары, взрывы на газопроводах, и нефтескважинах, прорывы плотин, уничтожают пастбища. Наводнение, ливни и паводки вызывают загрязнение почвенных вод удобрениями и иными химикатами, отравление колодцев, инфекционные и другие заболевания.

Для борьбы со стихией и ликвидации последствий человечество имеет огромный опыт, но следует иметь в виду, что для получения высоких результатов необходимы глубокие знания механизмов происхождения чрезвычайной ситуации, характера процесса протекания и прогнозирования последствий.

## 1.4. Статистика техногенных чрезвычайных ситуаций в мире

Основной причиной техногенных катастроф является жизнедеятельность человека. [3.5].

Начиная с середины XX века, наблюдается постоянный рост техногенных чрезвычайных ситуаций. Это связано с вводом новых и сложных технологий, усложнением условий добычи полезных ископаемых, внедрением новых материалов и оборудования, увеличением объёма производства, отставанием уровня знаний сотрудников промышленных предприятий от развития научно-технического прогресса.

Экономические потери от техногенных чрезвычайных ситуаций за этот период времени выросли с 60 до 700 миллиардов долларов в год; их число увеличилось в среднем в 3 раза, а количество жертв — до двух с половиной раз [3,5]. В таблице 1.6 представлены крупнейшие техногенные катастрофы за рубежом в XX в.

Таблица 1.6 – Крупные техногенные катастрофы за рубежом в XX и XXI в.

Страна, город, дата	Техногенная ЧС	Причина	Последствия
Италия, г. Севесо, 10 июля 1976 г.	Утечка трихлорфенола — токсичного химического вещества.	Нарушение технологического процесса.	Погибла вся флора и фауна. У местных жителей наблюдается рост сердечных и респираторных заболеваний.
США, штат Пенсильвания, 28 марта 1979 г. Трехмильный остров.	Расплавления части реактора АЭС, выброс радиоактивных веществ.	Нарушение эксплуатации, износ атомного реактора.	Жители болеют раком и лейкемией в 10 раз чаще, чем в других штатах.
Украина, Чернобыльская АЭС. 1986 г.	Взрыв реактора.	Халатность, конструктивные недоработки реактора.	От последующих заболеваний умерло более миллиона человек на территории бывшего СССР.
(США). Береговая линия Аляски. 24 марта 1989 г.	Утечка нефти из танкера компании «Эксон Валдес».	Износ оборудования, нарушение	Загрязнено более 2000 км. береговой линии.

		технологии эксплуатации.	Нанесен вред 32 видам морских животных и рыб, 13 из которых не восстановлены.
Кувейт, январь 1991 года	Война.	Поджог 600 нефтяных скважин.	5 % площади Кувейта были покрыты копотью и гарью. Увеличилось количество онкологических заболеваний
Мексиканский залив. 20 апреля 2010 года.	Взрыв нефтяной платформы Deepwater Horizon	Нарушения при эксплуатации, износ механизмов, коррупция при добыче нефти и газа	Погибли 11 человек, а в океан попало более 5 миллионов баррелей нефти
Япония. Фукусима, 11 марта 2011 года	Сильное землетрясение и цунами. Разрушение корпусов АЭС.	Недостатки конструкции зданий без учета эксплуатации в сейсмологических районах, нарушения условий эксплуатации.	Разрушены системы охлаждения реакторов, что привело к загрязнению земель, грунтовых вод, мирового океана.

Как видно по таблице 1.6. чрезвычайные ситуации техногенного характера являются не только следствием природных чрезвычайных ситуаций, но и во многом являются фактором технического социального и экономического развития общества.

В связи с этим важную роль в снижении случаев техногенных ЧС является соблюдение правил охраны труда, пожаро- и взрывобезопасности и эксплуатация оборудования в соответствии с технической документацией. При проектировании объекта необходимо учитывать природные и климатические условия территории.

## 1.5. Статистика техногенных чрезвычайных ситуаций в России

Последние десятилетия XXI были отмечены критическим ростом уязвимости нашего общества к техногенным катастрофам: число пострадавших от них людей во

всем мире возрастает ежегодно на 6 %, а в России ежегодно аварии и катастрофы уносят более 50 тысяч человеческих жизней, приводя к увечьям более 250 тысяч человек.

Причины техногенных ЧС в России:

- интенсивное строительство объектов повышенной опасности;
- изменение окружающей среды;
- внедрение новых технологий;
- урбанизация;
- террористические акты.
- отсутствие методов прогнозирования опасных технологических процессов

Техногенные чрезвычайные ситуации в России составляют 70-75% от всех чрезвычайных ситуаций.

Ежегодный ущерб от всех чрезвычайных ситуаций оценивается в 100-120 миллиардов рублей, а с учетом косвенных потерь 460-520 миллиардов рублей [6]. В таблице 1.7 представлены наиболее трагические техногенные катастрофы, прошедшие на территории СССР и России с середины XX до начала XXI века.

Таблица 1.7 – Крупные техногенные катастрофы за рубежом в XX и XXI в.

Место аварии. Дата	Техногенная ЧС	Причина	Последствия
Челябинская область Кыштымская авария: взрыв на химкомбинате «Маяк». Челябинск-40 (ныне Озёрск). 29 сентября 1957.	Первая в СССР радиационная чрезвычайная ситуация.	Взрыв ёмкости с высокорadioактивными ядерными отходами.	Около 20 млн. кюри радиоактивных веществ выброшено в атмосферу. 23 деревни с населением от 10 до 12 тысяч человек переселены, а их строения, имущество и скот уничтожены. 90% радиационных загрязнений выпали на территории комбината «Маяк».
Украинская ССР. Чернобыльской АЭС. Недалеко от города Припять. 26 апреля 1986 года.	Самая катастрофическая авария в своём роде на территории СССР.	Разрушение реактора четвёртого энергоблока. В окружающую среду выброшено большое	В течение первых трёх месяцев после аварии скончался 31 человек, ещё 19 смертей с 1987 по 2004 год. 134 человека из числа ликвидаторов

		количество радиоактивных веществ.	перенесли острую лучевую болезнь той или иной степени тяжести.
Атомная подводная лодка "Курск". 12 августа 2000 года	В ходе учений в Баренцевом море произошло затопление атомной подводной лодки АПК К-141 "Курск" с крылатыми ракетами на борту.	По данным госкомиссии причина аварии – утечка топлива в одной из торпед. Произошел взрыв, вызвавший пожар, который привел к детонации торпеды в 1-ом отсеке лодки.	Оставшиеся в живых подводники закрылись в одном из уцелевших отсеков. Все применяемые меры не дали результатов и спасти их не удалось. Весь экипаж "Курска" погиб. На борту лодки было 118 человек. В 2001 году (спустя год) удалось поднять 115 тел погибших моряков.
Москва. Аквапарк "Трансвааль". 14 февраля 2004 год.	Обрушение крыши спортивно-развлекательного комплекса.	Причины: – нарушение при проектировании и строительстве; – неправильная эксплуатация.	Погибли 28 человек, в том числе восемь детей, около 200 человек получили травмы различной степени тяжести.
Кемеровская область. Шахта "Ульяновская". 19 марта 2007г.	Взрыв на шахте.	Взрыв метана. По данным комиссии на шахте были допущены "грубейшие нарушения правил безопасности".	Погибли 110 человек. Удалось спасти 93 шахтера.
Красноярский край. Саяно-Шушенская ГЭС. 17 августа 2009 г.	Авария на Саяно-Шушенской ГЭС.	Длительное действие на шпильки переменных динамических нагрузок, привели к образованию усталостных напряжений, их полному разрушению и срыву крышки.	Машинный зал был полностью потоплен. В результате аварии погибло 75 человек, пострадало – 13. [7]. Производство электроэнергии было приостановлено. На проектную мощность станция вышла в 2014г.

<p>Кемеровская область. Шахта «Распадская». 9 мая 2010 года</p>	<p>Взрывы на шахте.</p>	<p>По заключению следователей Следственного комитета РФ причина катастрофы – нарушение – пылевого режима шахты.</p>	<p>Погибли 91 человек и 12 пропали без вести. По шахтам страны были проведены проверки, которые выявили большое количество недостатков, которые обязали устранить в кратчайшее время</p>
<p>Г. Москва. Московское метро. Станции «Парк культуры» и «Лубянка». 29 марта 2010.</p>	<p>Теракт. Взрывы.</p>	<p>Виновники взрыва были две террористки-смертницы от террористической организации «Кавказский эмират» (запрещена на территории РФ).</p>	<p>Погибли 41 человек и 88 человек получили ранения. По все стране был усилен контроль на вокзалах, учреждениях, улицах, жилых домах, предприятиях.</p>
<p>Г. Москва. Московское метро. Станции «Парк Победы» и «Славянский бульвар». 15 июля 2014 года</p>	<p>Крушение поезда.</p>	<p>Неправильная блокировка регулятора стрелочного перевода при строительстве служебной соединительной ветви на Солнцевскую линию.</p>	<p>Погибли 24 человека, потерпевших 240. Это самое крупная авария в метро на постсоветском пространстве.</p>
<p>Куйбышевское водохранилище в районе села Сюкеево Камско-Устьинского района Республики Татарстан. 10 июля 2011 год</p>	<p>Затонул теплоход «Булгария» с пассажирами на борту.</p>	<p>Нарушение правил эксплуатации речного пассажирского транспорта – не задранные иллюминаторы способствовали крену теплохода.</p>	<p>На борту теплохода находилось 201 человек, 122 человека погибли, 79 человек спаслись. Авария послужила поводом для проведения массовых проверок речного флота.</p>

Охотском море, в 150 милях южнее Магадана. 2 апреля 2015 г.	Потерпел крушение траулер «Дальний Восток» .	Нарушение балластировки судна во время подъема трала.	В результате трагедии погибли 62 человека, 7 пропали без вести. Спасти удалось 63 рыбакам.
Египет. Синайский полуостров. 31 октября 2015 г.	Теракт. Потерпел крушение лайнер Airbus A321-23. над Синайским полуостровом.	На борту самолёта произошёл взрыв взрывного устройства. Организаторы-запрещенная в России ИГИЛ.	Погибли 224 человека, в том числе и семь членов экипажа. Авиационное сообщение с Египтом было приостановлено Россией и многими странами Европы.
Карелия. Озеро Сямозеро. 18 июня 2016 год.	Группа из 47 детей шли на лодках по озеру с инструктором.	Попав в шторм, лодка с детьми перевернулась.	По данным Главного управления МЧС России 14 из 47 детей погибли.
Крым. Политехнический колледж. 17 октября 2018 г.	Студент В. Росляков расстрелял и подорвал на самодельной бомбе сокурсников.	Причиной явилось унижение молодого человека студентами колледжа.	Погибли 20 человек, 67 человек были ранены. Погиб и сам Росляков. По результатам расследования ужесточён контроль по обороту оружия.
г. Кемерово. Торговый центр "Зимняя вишня". 25 марта 2018 г.	В торговом центре "Зимняя вишня" произошел один из крупнейших по числу жертв пожаров в России.	Причины: –замыкание в силовом кабеле; – отключена автоматическая сигнализация, не активирована система тушения. –запасной выход был заперт.	Погибли 60 человек, среди которых 37 детей, и пострадали 79 человек. Площадь возгорания составила 1600 квадратных метров. По данным следствия, МЧС проверил все ТРЦ.
Г. Магнитогорск. Жилой дом. 31 декабря 2018 г.	Взрыв в жилом десятиэтажном доме. Обрушился целый подъезд.	Основная версия - теракт запрещенной в России террористической организацией «ИГИЛ».	В результате взрыва погибли 39 человек. Из-за аварийности были переселены жители двух подъездов дома. Принято решение провести проверки

		Другая версия – взрыв бытового газа.	газовых сетей в жилых домах по всей стране.
Г. Москва. Аэропорт «Шереметьево». 5 мая 2019 год.	Загорелся пассажирский самолет «Sukhoi Superjet 100» авиакомпании «Аэрофлот», рейса Москвы – Мурманск.	Причиной стали технические неполадки на борту самолёта.	На борту находились 78 человек. Погибли 40 пассажиров и один член экипажа.
Сибирь, Лето. 2019 год.	Лесные пожары.	Причины: -неосторожное обращение с огнем; - попытка скрыть незаконную вырубку леса. - молнии.	Лесные пожары затронули 9 миллионов гектаров леса. Накрыло дымом всю Сибирь. От огня погибла масса животных и растений. Лесные пожары продолжаются.
Г. Ухта. НПЗ «ЛУКОЙЛ-Ухтанефтепереработка». 9 января 2020 г.	Мощный взрыв и пожар, на установке гидродепарафинизации, охватил площадь 1 тыс.м <sup>2</sup>	Причиной взрыва стала разгерметизация ёмкостей с горюче-смазочными материалами.	В результате аварии повреждения получили 9 колонн с нефтепродуктами и десятки тонн загрязняющих выбросов.
Г. Находка. Склад котельной «Примтеплоэнерго». Приморский край. 14. 03 2020 г.	Взорвался резервуар с топочным мазутом.	Нарушение правила хранения мазута.	Произошёл разлив около 2,5 тысяч тн. нефтепродуктов на площади около 1 га, часть мазута попала на озеро Солёное и его береговую линию. В Находке был объявлен режим ЧС.
Г. Санкт-Петербург. Ленинградский судостроительный завод. 30 марта 2021 г.	Опрокинулся строящийся рыболовецкий траулер "Скорпион".	Крен рыболовецкого траулера.	В результате ЧП два человека погибли, еще двое были госпитализированы с переломами ребер.

Г. Кемерово. Обога­тительная фабрика "Березовская".	Пожар.	Нарушение правил пожарной безопасности.	Были выведены 39 человек. Один человек погиб –крановщица.
Г.Пермь. Пороховой завод. 27 января 2021 г.	Пожар.	Загорелись промышленные отходы.	В результате пожара пострадали четверо мужчин
Россия. Май-август 2022 г.	Лесные пожары.	Причины пожаров стали неосторожное обращение с огнём во время майских праздников, замыкания ЛЭП и подстанций, возгорание сухой травы и поджоги.	В Сибири огонь уничтожил 1,3 тысячи строений в 72 пунктах. В Красноярском крае погибли 17 человек. В августе действовало 90 лесных пожаров на площади 122,5 тысячи гектаров. Сильнее горела Якутия, Коми, Красноярский край, Ханты-Мансийский автономный округ.
Г. Сочи. 23-24 июля 2021 г.	Наводнения.	За один час 23 июля выпало 55 мм. осадков,	Подтопило 153 дома, власти признали пострадавшими 644 человека.

Приведённые в таблице примеры крупнейших катастроф в России свидетельствует о том, что техногенные аварии и террористические акты являются основными источниками техногенных чрезвычайных ситуаций. Они представляют существенную угрозу для безопасности граждан, и экономики страны. Техногенные катастрофы препятствуют динамичному развитию и обеспечению национальной безопасности страны.

## 1.6. Биолого-социальные чрезвычайные ситуации

Ситуация, когда на какой – либо территории возникают условия, нарушающие нормальные условия жизни людей, животных и растений, возникает угроза эпидемии и её распространения, называется биолого-социальной чрезвычайной ситуацией.

### *Биологические чрезвычайные ситуации.*

Биолого-социальные чрезвычайные ситуации приводят к большому количеству человеческих жертв, гибели флоры и фауны, домашних животных и птиц, Биолого-

социальные ЧС – это огромные, порой невосполнимые, экономические и экологические потери.

Биологически опасными организмами для человека, фауны и флоры являются: бактерии, вирусы, паразиты, плесень, грибки.

Они способствуют распространению респираторной и паразитарной инфекции или паразитарные инфекции, пищевому отравлению, столбняку,

С середины XX века по настоящее время наблюдается рост численности опасных инфекционных заболеваний. Три быстро распространяющиеся эпидемии гриппа в разных странах унесли около 55 миллионов человеческих жизней в прошлом веке.

В начале XX века от пандемии гриппа H1N1 (2009 г.) умерло около 600 тысяч человек [4,8]. От пандемии COVID-19 скончалось 6 873 477. Это была трагедией для всего человечества.

Однако, следует отметить, что некоторые правительства агрессивных стран пытаются использовать смертоносное влияние микроорганизмов на человека, для создания одного из наиболее страшных видов оружия – бактериологического.

Особая опасность, способствующая созданию чрезвычайных ситуаций биологического характера, исходит от санитарного состояния городов, сёл и посёлков. Свалки мусора, мусорные контейнера, разбросанные по улицам бытовые отходы являются местом размножения грызунов, которые зачастую являются переносчиками инфекционных заболеваний. Опасными считаются также и медицинские отходы или образцы микроорганизмов, вирусы или токсины, которые могут воздействовать на здоровье человека и животных. Эти элементы называются биологическими агентами. Многие из этих агентов трудно культивировать, но некоторые могут быть очень долгоживущими, например, споры сибирской язвы [8]. В настоящее время существуют различные способы защиты от биологических агентов. Применение того или иного способа зависит от их типа и особенностей распространения.

В таблице 1.8 представлены территории вспышки эпидемий и пандемий за последние 10 лет.

Таблица 1.8 – Биологические катастрофы в мире за последние 10 лет

Территория распространения эпидемии	Дата	Инфекция. пандемия
Западная Африка	2013-2016 г.г.	Вирусная болезнь Эбола
Северная и Южная Америка	2016г.	Инфекции вируса Зика
Анголе, Конго. Уганда.	2016 г.	Желтая лихорадка
Г. Ухань, Китай	декабрь 2019 год.	Вирус COVID-19

Вирус COVID-19 впервые была зафиксирован в Ухане, Китай, в декабре 2019 года. 30 января 2020 года. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила эту вспышку чрезвычайной ситуацией в области общественного здравоохранения, а 11 марта – пандемией. По состоянию на 13 июля 2023 года зарегистрировано свыше 767 миллионов случаев заболевания по всему миру; подтверждено более 6,9 млн. летальных исходов заболевания, что делает пандемию COVID-19 одной из самых смертоносных в истории человечества [4,8].

### **Чрезвычайные ситуации социального характера.**

Чрезвычайные ситуации социального характера – ситуации на определенной территории, сопровождаемые опасными противоречиями и конфликтами в сфере социальных отношений, которые могут повлечь за собой гражданские беспорядки, акты массового гражданского неповиновения и забастовки.

Чрезвычайные ситуации социального характера влекут за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и окружающей среде нарушение условий жизнедеятельности людей, значительные материальные и экономические потери.

Источниками социальных ЧС являются политические течения и экстремистские партии, террористы, преступные организации и коррумпированные чиновники.

Различают три категории чрезвычайных ситуаций социального характера:

- чрезвычайные ситуации по политическим и экономическим мотивам;
- чрезвычайные ситуации, в которых организаторы и участники стремятся причинить вред другим людям;
- чрезвычайные ситуации больше сосредоточенные на преступлениях против собственности.

Чрезвычайным ситуациям биолого-социального характера местные органы управления, правительство и государственные структуры должны уделять особое внимание и заблаговременно предусмотреть назревающую опасную ситуацию. Иметь разработанные мероприятия по защите людей, имущества и окружающей среды.

## Глава 2

# Природные чрезвычайные ситуации

### 2.1. Общие положения

Природные чрезвычайные ситуации – это стихийные бедствия природного происхождения, которые по своей мощности, масштабу распространения и продолжительности могут вызвать негативные последствия для жизнедеятельности людей, фауны, флоры, экологии и экономики.

*Природные чрезвычайные ситуации* – это природное катастрофическое явление или процесс, который приводит к многочисленным человеческим жертвам, материальному ущербу и нарушению экологии. По происхождению природные ЧС разнообразны и классифицируются как: космогенные, геофизические, геологические, метеорологические, гидрометеорологические, морские гидрологические, природные пожары.

Природные ЧС могут возникать как независимо друг от друга, так и во взаимодействии: одно явление может повлечь за собой другое. Большая часть из них имеет субъективный характер – часто возникают в результате деятельности человека.

С целью единого подхода к оценке чрезвычайных ситуаций природного характера и выбору формы реагирования на них, общую классификацию производят на основе причин возникновения источников и важнейших показателей их проявления (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Классификация природных чрезвычайных ситуаций

Согласно данным ООН наибольшее число погибших при гидрометеорологических катастрофах (наводнения и цунами), далее идут геологические (землетрясения, сходы селевых потоков, извержения вулканов и пр.). При техногенных катастрофах наименьшее количество погибших.

## 2.2. Космогенные чрезвычайные ситуации

### 2.2.1. Физическая природа околоземного пространства

Опасности, исходящие из космоса и угрожающие жизнедеятельности людей, природе, экологии и экономике относятся к **космическим чрезвычайным ситуациям**.

Виды космических ЧС: астероиды, кометы, метеоры, метеориты, магнитные бури, космические излучения [9,10,11].

**Астероиды** – вращающиеся по орбите вокруг Солнца относительно небольшие небесные тела (малые планеты). Астероиды значительно уступают по массе и размерам планетам, имеют неправильную форму и не имеют атмосферы, хотя при этом и у них могут быть спутники (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 - Астероид приближается к Земле

**Кометы.** Кометы – небольшие небесные тела, вращающиеся вокруг Солнца по вытянутой орбите в виде конического сечения. При приближении кометы к Солнцу образуется газовая оболочка неправильной формы (кома). Кома вместе с ядром (телом) называется головой кометы (рисунок 2.3).

На расстояниях 3-4 а.е. от Солнца у кометы, под действием солнечного ветра, начинает развиваться хвост, который становится хорошо заметным на расстоянии менее 2 а.е. Хвосты могут иметь разную форму. Встречаются кометы с несколькими хвостами. Иногда наблюдаются кометы, у которых хвост направлен не от Солнца, а к нему. Плотность кометного хвоста небольшая, так как состоит из разреженного светящегося газа и пыли, а длина достигает сотни миллионов километров.

Масса вещества кометы заключена в ее ядре. Массы ядер комет, находятся в пределах от нескольких тонн (мини-кометы) до 1000-1050 т.

Для Земли опасность представляют только кометные ядра.



Рисунок 2.3 - Комета летит возле Земли

**Метеоры** – явления, наблюдающиеся в виде кратковременных вспышек, возникающие при сгорании в земной атмосфере мелких метеорных объектов (например, осколков комет или астероидов). Метеоры проносятся по небу, иногда оставляя за собой на несколько секунд узкий святящийся след, после чего исчезают (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 - Метеоритный дождь

**Метеорит.** Метеорит – твёрдое тело космического происхождения, упавшее на поверхность Земли или другого крупного небесного тела (рисунок 2.5) [12]. На месте падения крупного метеорита может образоваться кратер. Учёные считают, что самый большой метеоритный кратер на Земле — Кратер Земли Уилкса (диаметр около 500 км).



Рисунок 2.5 - Метеорит

Масса метеоритов колеблется от нескольких граммов до нескольких десятков тонн. Самый крупный из найденных метеоритов – Гоба, массой около 60 тонн.

Каменные метеориты состоят в основном из силикатов: оливинов (Fe, Mg)  $2\text{SiO}_4$  (от фаялита  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$  до форстерита  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ ) и пироксенов (Fe, Mg)  $\text{SiO}_3$  (от ферросилита  $\text{FeSiO}_3$  до энстатита  $\text{MgSiO}_3$ ).

Метеорное тело входит в атмосферу Земли на скорости около 11-25 км/сек. Входя в атмосферу тело, разогревается и светится с уменьшением массы. При скорости 25 км/с и более тело сгорает почти без остатка и следы его сгорания видны на протяжении всей траектории его полёта.

В случае если метеорное тело не сгорело в атмосфере, то оно теряет горизонтальную составляющую скорости, что приводит к траектории падения почти горизонтальной вначале (при входе в атмосферу) и почти вертикальной в конце. В атмосфере земли тело разрушается, образуя так называемый Метеорный дождь.

## 2.2.2. Космогенные опасные явления и катастрофы

**Типы космических катастроф.** Исходя из масштабности и экологических последствий. Различают два типа космических катастроф [9,10,11]:

- ударно - столкновительная, когда не разрушенные в атмосфере части космического объекта сталкиваются с поверхностью Земли, образуя на ней кратер. Пример – кратер Земли Уилкса диаметром около 500 км.

- воздушно - взрывная – объект полностью разрушается в атмосфере Земли. Пример – тунгусская катастрофа, когда метеорит диаметром 50 м полностью разрушился в атмосфере.

### **Последствия от космогенных опасных явлений и катастроф.**

Астрономами последнее время активно обсуждается астероидно-кометная опасность – падения на Землю крупных космических тел, которые могут стать всемирной катастрофой для человечества. Особенно реальную опасность представляют астероиды размером более 30 м и кометы от 3 км и более. В таблице 1.9 представлены наиболее катастрофические последствия катастроф космогенного характера.

Таблица 2.1 – Последствия от опасных космических явлений и катастроф

№	Последствия от космических явлений и катастроф	Результат
1	Природно-климатические	Изменение климата и экологии, эрозия почвы, необратимые воздействия на флору и фауну, загазованность атмосферы, кислотные дожди, разрушение озонового слоя атмосферы, пожары, гибель и поражение людей, возникновение эффекта ядерной зимы.
2	Экономические	Разрушение объектов экономики, инженерных сооружений и коммуникаций, разрушение и повреждение транспортных магистралей.
3	Культурно-исторические	Разрушение архитектурных и культурно-исторических ценностей.

4	Политические	Возможное осложнение международной обстановки, связанной с миграцией населения из мест катастрофы, и ослабление отдельных государств, войны.
---	--------------	--

### 2.2.3. Поражающие факторы опасных космических объектов

К поражающим факторам опасных космических объектов относятся: ударная волна, световое излучение, электромагнитный импульс, отравляющие вещества и аэрозольное загрязнение атмосферы. вирусы, солнечные вспышки, магнитные бури.

#### 1. Ударная волна:

- в воздухе – поражения людей, флоры и фауны, разрушения сооружений и зданий, коммуникаций, линий связи и электропередач, транспортных магистралей;
- в воде - стихийные природные явления (цунами), разрушения гидросооружений, надводных и подводных судов, частичные поражения морской флоры и фауны;
- в грунте - гибель и поражения людей, флоры и фауны, разрушения зданий и сооружений, инженерных коммуникаций, линий связи и электропередач, транспортных магистралей.

**2. Световое излучение.** Световое излучение способствует гибели и поражению людей, флоры и фауны, уничтожению материальных ценностей, изменению климата.

**3. Электромагнитный импульс** нарушает работу электрической и электронной аппаратуры, выводит из строя системы связи, теле- и радиовещания и др.

**4. Отравляющие вещества** – высокая загазованность атмосферы в районе катастрофы оксидами азота и другими ядовитыми соединениями.

**5. Аэрозольное загрязнение атмосферы** - эффект этого опасного явления подобен пыльным бурям, а при больших масштабах катастрофы может привести к изменению климатических условий на Земле.

**6. Вирусы.** Многие ученые считают, что в основе многих инфекционных заболеваний и пандемий, которые приводят к многочисленным человеческим жертвам, находятся **новые вирусы** иного происхождения и внеземного образования, Опасность подобных «гостей из космоса трудно переоценить для человечества.

**7. Солнечные вспышки.** Нынешняя активность Солнца может создать условия для повторения "квебекского катаклизма", когда после мощной солнечной вспышки поток частиц достиг поверхности Земли, вызвав в Канаде техногенную катастрофу – были выведены из строя все генераторы электричества. Город, с населением шесть миллионов человек, на сутки остался без тепла и света.

Американское аэрокосмическое агентство считает, что ряд космических спутников вышли из строя из-за мощных солнечных выбросов.

**8. Магнитные бури.** Магнитные поля, достигнув планеты, вызывают крупные магнитные бури, которые выводят из строя спутниковую связь. Такие выбросы влияют на здоровье и самочувствие людей. Магнитное поле Земли это надежный экран, оно отклоняет большую часть солнечного ветра за пределы Земли.

#### **2.2.4. Чрезвычайные космогенные ситуации в мире**

**1908 год.** 17 июня 1908 в 07:15 в бассейне реки Подкаменная Тунгуска (Енисейская губерния Российской империи; ныне — Красноярский край). На большой территории Восточной Сибири был виден двигавшийся с юго-востока на северо-запад яркий болид с пылевым следом, сохранявшимся в течение нескольких часов, что закончилось мощным взрывом над незаселённым районом тайги, Люди, живущие в губернии слышали звук взрыва на расстоянии более 1000 км от эпицентра. Сейсмографы по всему миру зафиксировали взрывную волну.

Мощность взрыва составила 10-40 мегатонн в тротиловом эквиваленте. Это соответствует энергии средней водородной бомбы.

**1932 год.** На планету летел астероид "Аполлон" диаметром один километр, но он промахнулся на 10 миллионов километров. По космическим меркам небольшое расстояние, но столкновение с космическим объектом подобного размера стало бы страшной катастрофой для человеческой цивилизации с непредсказуемыми последствиями.

**1936 год.** Через четыре года после астероида "Аполлон" к Земле приблизился астероид "Адонис" на расстояние 2 миллиона километров. Диаметр потенциально опасного космического тела один километр.

**1968 год.** В опасной близости промчался астероид (микро-планета) «Икар» диаметром один километр. Астероид, открытый в 1949 году, постоянно опасно сближается с Землёй. Это случается каждые 9, 19 и 38 лет.

**1996 г.** В мае 1996 года со скоростью 20 километров в секунду совсем рядом с Землёй пролетел астероид диаметром пятьсот метров. В случае столкновения такого тела с Землей, мощность взрыва достигала бы примерно 3 тысячи мегатонн тротилового эквивалента. В результате существование цивилизации на Земле стало бы невозможным.

**2013 год.** Чебаркульский метеорит. Город Челябинск. 15 февраля 2013 года астероид диаметром около 18 метров и массой порядка 11 тыс. тонн вошёл в атмосферу Земли на скорости около 18,6 км/с. Вход в атмосферу произошёл под очень острым углом. Спустя примерно 32,5 сек, после этого небесное тело разрушилось.

Разрушение сопровождалось серией, ударных волн. Общее количество высвободившейся энергии по оценкам РАН составило 100–200 килотонн в тротиловом эквиваленте. Всего пострадало 1615 человек.

### **2.2.5. Способы защиты от опасных космических объектов**

Учёные считают, что при падении космических тел на Землю суммарная энергетика их воздействия на атмосферу и гидросферу значительно превышает кинетическую энергию упавшего тела. Пыль воздушными потоками распространяется в атмосфере и экранирует поступления солнечных лучей к поверхности Земли. В тоже время она не мешает инфракрасному излучению беспрепятственно покидать поверхность планеты, что приводит к понижению температуры тропосферы.

Перепад температур между холодной сушей и относительно тёплым океаном будет способствовать интенсификации процесса теплообмена. В результате резко увеличатся количества смерчей и тайфунов, осадков и бурь,

Таким образом, падение космических тел приводит к резкому, кратковременному изменению климата и катастрофическим чрезвычайным ситуациям.

Для защиты от реальных угроз космических объектов необходимо иметь следующие данные:

1. тела угрожающие планете;
2. характеристики тел;
3. свойства тел;
4. траекторию полёта тел.

На основе полученных данных и тактики ближнего перехвата опасных космических объектов, разработанный российскими учёными, предложен сублимационный способ увода опасных комет, и порядок действий по защите населения в случае надвигающейся космической опасности

Российские учёные, для защиты Земли от опасных объектов в качестве первоочередной задачи, предлагают установить в системах планет-гигантов дозорные зонды, которые будут фиксировать начало выброса кометных ядер. Это позволит заведомо определить минимальное располагаемое время на отражение опасных комет.

Предлагается также создать систему защиты Земли. Для этого необходимо дооборудовать уже существующие стартовые комплексы, с которых запускаются межпланетные космические аппараты. В связи с ограничением времени, необходимо

иметь в составе этих стартовых комплексов несколько комплектов перехватчиков и периодически обновляемые ракетоносители. В дальнейшем следует создать специализированный противокосмический ракетно-космический комплекс [8].

Очень перспективным является изменение траектории полёта объекта.

Для этого случая уже имеется способ, предложенный ЦНИИМАШ на международной конференции по защите Земли, состоявшейся в г. Снежинске, 1994 г. Согласно законам небесной механики, любое воздействие на комету должно изменить параметры ее орбиты. Задача состоит в том, чтобы это воздействие не разрушило ее ядро и в тоже время быть достаточным для обеспечения гарантированного пролета мимо Земли. Наиболее вероятно, что атаку на комету придется осуществлять на пересекающихся орбитах, на высоких относительных скоростях, достигающих нескольких десятков км/с. Поэтому наиболее легко реализуемый является надповерхностный ядерный взрыв. Рекомендуемая мощность боеприпаса 10-20 Мт. К сожалению, какой-либо разумной альтернативы ядерному заряду, пока не просматривается. В результате такого взрыва, с поверхности кометного ядра сносится ее корка и ядро получает небольшой импульс. Далее, под действием солнечной радиации должен резко усиливаться сублимационный реактивный эффект, который создаст небольшую, но постоянно действующую тягу и комета начнет сходить с опасной орбиты [8].

В зависимости от массы кометы число ракет может достигать нескольких десятков. Для повышения эффективности каждый перехватчик является навигатором для идущего следом. Такая тактика отражения комет обеспечит последовательные мягкие воздействия на ядро, периодическое обнажение внутренних пород, что в свою очередь позволит получить максимальную отдачу от сублимационного реактивного эффекта.

Развитие высоких технологий позволило астрономам открыть половину из наиболее опасных космических тел километрового диапазона, блуждающих в космосе. Опасные тела астрономы смогут обнаружить заранее. Это позволит изучить их поведение и попытаться изменить траекторию, чтобы отвлечь катастрофу от Земли.

Согласно, концепции системы планетарной защиты "Цитадель", в первую очередь, опасный объект необходимо обнаружить. Для этого организовать единую глобальную систему контроля космического пространства и ряд региональных центров перехвата опасных объектов в странах с необходимым арсеналом защиты. После обнаружения опасного тела заработают все службы наблюдения на Земле, а информация будет обрабатываться в специально созданном центре планетарной защиты, где ученые вычислят место падения, объем предварительного разрушения и выработают рекомендации для правительства. После этой работы взлетят

космические аппараты, сначала для разведки и определения параметров траектории, размеров, формы и прочих характеристик угрожающего объекта. Затем полетит аппарат-перехватчик с ядерным зарядом, который разрушит тело или изменит его траекторию. Создание системы оперативного перехвата позволит заранее обнаружить более крупные объекты и сосредоточить усилия региональных служб на борьбу с угрозой [8-12].

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение стихийному бедствию.
2. Как классифицируются природные ЧС?
3. Что такое космические ЧС?
4. Перечислите виды космических ЧС.
5. Назовите типы космогенных опасных явлений и катастроф.
6. Перечислите поражающие факторы воздействия космических объектов
7. Какие предлагаются учёными способы защиты от опасных космических объектов.

## **2.3. Геофизические чрезвычайные ситуации**

К геофизическим чрезвычайным ситуациям относятся землетрясения, извержения вулканов и цунами.

### **2.3.1. Землетрясения.**

**Землетрясения** – 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 [13].

Землетрясения происходят в виде толчков:

- форшоки;
- главный толчок;
- афтершоки.

Все землетрясения отличаются силой толчка и продолжительностью. Наибольшей силой обладает главный толчок, но при короткой продолжительности (несколько секунд) и с трагическими последствиями.

#### **Причины землетрясений**

Землетрясения происходят в результате движения тектонических плит, плавающих на полужидкой мантии. При их столкновении между собой или соскакивания одной с другой возникает огромное давление с энергией в виде сейсмических волн, которые воспринимаются как землетрясение.

Движение тектонических плит колеблется от нескольких миллиметров до метров. Энергия, выделившаяся при землетрясении, характеризуется магнитудой землетрясения, которая определяется величиной смещения вдоль разлома (рисунок 2.6).

#### **Классификация землетрясений по видам**

Различают следующие виды землетрясений: тектонические, вулканические, взрывные, обвальные, рой, оползневые.

- Тектонические землетрясения. Причина – движения и взаимодействия между собой тектонических плит. Наиболее распространенный тип землетрясений и может произойти в любой точке мира.
- Вулканические землетрясения. Причина - вулканическая активность местности. Встречаются вблизи активных вулканических районов.

- Взрывные землетрясения. Причина – искусственные взрывы (ядерные испытания, взрывные работы в карьерах).
- Обвальные землетрясения. Причина – обрушение подземных шахт, подземных полостей, искусственных сооружений.
- Рои землетрясений. Причина – Причина вулканическая или геотермальная активность. Последовательные землетрясения в одном районе в течение короткого периода времени (1–15 дней).
- Оползневые землетрясения. Причина – перемещение больших масс камней, земли и других материалов вниз по склону.

### **Классификация землетрясений по признакам**

Землетрясения по своим признакам классифицируются как:

- Незаметные (фиксируется только сейсмическими приборами);
- Очень слабые (ощущается людьми, находящимися в состоянии полного покоя);
- Слабые (ощущается лишь частью населения);
- Умеренные (легкое дребезжание и колебание предметов);
- Довольно сильные (сотрясение зданий, колебание мебели, трещины в стеклах, штукатурке);
- Сильные (ощущается всеми, падают со стен картины, откалываются куски штукатурки, трескаются стены, легкое повреждение зданий);
- Очень сильные (трещины в стенах каменных домов);
- Разрушительные (дома частично обрушиваются, памятники сдвигаются с места);
- Опустошительные (сильное повреждение и разрушение каменных домов);
- Уничтожающие (сильное повреждение и разрушение каменных домов);
- Катастрофа (каменные дома совершенно разрушаются, оползни, обвалы, широкие трещины в земле);
- Сильная катастрофа (ни одно сооружение не выдерживает). Огромные трещины в земле. Многочисленные оползни, обвалы. Возникновение водопадов, подпруд на озерах, изменение течения рек.

По данным ЮНЕСКО, землетрясениям принадлежит первое место по причиняемому экономическому ущербу и числу человеческих жертв.

## Параметры, характеризующие землетрясения

Землетрясения характеризуют по следующим параметрам (рисунок 2.6):

- глубина очага;
- магнитуда (характеризует общую энергию землетрясения);
- интенсивность энергии на поверхности Земли.

**Очаг землетрясения (гипоцентр)** – определённый объем в толще Земли, в пределах которого происходит высвобождение энергии.

Землетрясения с очагом глубиной 10 – 100 км. считаются наиболее опасными.

**Центр очага** – условная точка, именуемая **гипоцентром**, или фокусом. Проекция гипоцентра на поверхность Земли называется **эпицентром**. Вокруг него происходят наибольшие разрушения.



Рисунок 2.6 – Причины землетрясений

## Оценка интенсивности землетрясения

Страны Европы, Азии и Америки по разным шкалам определяют интенсивность землетрясения [12].

**Шкала Медведева — Шпонхойера — Карника (MSK-64)** – это способ измерения интенсивности землетрясения, основанный на описании последствий подземных толчков на поверхности Земли и на искусственных сооружениях.

Шкала варьируется от 1 до 12, при этом каждое увеличение на одну единицу соответствует увеличению интенсивности землетрясения.

- 1 балл - Не ощущаются людьми;
- 2–4 балла - Ощущаются частью людей, повреждений зданий нет;
- 5 баллов (довольно сильное) – Ощущается большинством людей, спящие просыпаются. Жидкость в сосудах частично расплескивается. Небольшие предметы смещаются или опрокидываются. Слышен лёгкий скрип полов и перегородок, дребезжание стёкол, осыпание побелки;

- 6 баллов (сильное) - Ощущается всеми людьми, многие выбегают наружу. Походка людей неуверенная. Легкая мебель сдвигается. В деревянных домах появляются повреждения, в некоторых кирпичных и бетонных зданиях значительные;

- 7 баллов (очень сильное) - Население пугается, люди выбегают из помещений, иногда выпрыгивают из окон. Трудно устоять на месте. Висящие предметы раскачиваются, двигается крупная мебель, В некоторых деревянных домах значительные повреждения, во многих кирпичных и бетонных зданиях значительные;

- 8 баллов (разрушительное) - Признаки паники. Падают заводские трубы, памятники и балки на высоких опорах. Обламываются ветви деревьев. Мебель частично опрокидывается. Во многих деревянных домах значительные повреждения, в некоторых кирпичных и бетонных зданиях – разрушение;

- 9 баллов (опустошительное) - Всеобщая паника. Нарушаются подземные трубопроводы. Мебель опрокидывается и ломается. Горные обвалы. Много оползней и обвалов грунта. В деревянных домах - разрушение, кирпичные и бетонные здания – сильное разрушение, в некоторых – обвалы;

- 10 баллов (уничтожающее) - Разрушение дамб и искривление железнодорожных рельсов. Многие деревянные дома – сильное разрушение, в некоторых - обвалы, кирпичные и бетонные здания – обвалы;

- 11 баллов (катастрофическое) - Общее разрушение зданий и сооружений. Гибель многих людей, животных и имущества под обломками зданий;

- 12 баллов (сильная катастрофа) - Подземные трубопроводы приходят в полную негодность. Сильно искривляется железнодорожное полотно. Изменение ландшафта. Многочисленные оползни, обвалы, трещины.

12-балльная шкала интенсивности землетрясений Медведева-Шпонхойера-Карника применяется в России и лежит в основе СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах».

### ***Модифицированная шкала Меркалли в Европе и США.***

В начале XX века итальянским сейсмологом Джузеппе Меркалли в начале XX века была разработана 12-балльная европейская макросейсмическая шкала. Эта шкала также основана на воздействии землетрясения на окружающую среду и созданные человеком сооружения.

MSK-64 и Европейской шкалы имеют ряд различий. Например, MSK-64 основывается на количестве повреждений зданий в конкретном районе, в то время как определение того же уровня интенсивности по Европейской макросейсмической шкале учитывает и степень подвижек грунта, и количество повреждений искусственных сооружений.

В США тоже используют модифицированную шкалу Меркалли (Modified Mercalli Intensity, MMI). Она также основана на комбинации инструментальных показаний и наблюдений за воздействием землетрясения на окружающую среду и искусственные сооружения и варьируется от 1 (не ощущается) до 12 баллов (полный ущерб), но была изменена, чтобы лучше отражать последствия землетрясений именно в Соединенных Штатах.

### ***Японская шкала сейсмической интенсивности.***

Японское метеорологическое агентство (JMA) использует собственную шкалу сейсмической интенсивности, также известную как шкала Синдо. Шкала Синдо была названа в честь японского сейсмолога Кийо Синдо, который разработал шкалу в 1950-х годах. Шкала была разработана для отражения интенсивности землетрясений в Японии, где последствия землетрясений для сооружений значительно отличаются из-за уникальной географии страны.

Шкала Синдо варьируется от 0 до 7 баллов и учитывает как показания приборов, так и наблюдения за воздействием землетрясения на искусственные сооружения и окружающую среду.

### **Магнитуда землетрясений**

***Магнитуда землетрясений*** – условная величина, характеризующая общую энергию упругих колебаний, вызванных землетрясением [12].

Профессор Калифорнийского технологического института Ч. Рихтер В 1935 г предложил оценивать энергию землетрясения магнитудой (от: лат. *magnitude* – величина). Сейсмологи используют несколько магнитудных шкал. В Японии используют шкалу из семи магнитуд. Именно из этой шкалы исходил Рихтер К.Ф., усовершенствовав японскую шкалу из семи магнитуд, предложив 9-магнитудную шкалу. Шкала Рихтера основана на оценке энергии сейсмических волн, возникающих при землетрясениях, регистрируемой сейсмографами.

Сейсмограф – это прибор, регистрирующий изменения сейсмических волн, возникающих в результате землетрясений

Он состоит из:

- сейсмометра — датчика, измеряющего движение грунта;
- устройства, которое записывает сигнал, производимый сейсмометром.

Сейсмограф графический изображает изменения волн землетрясения (Рисунок 2.7). Сделав анализ графического изображения можно определить величину надвигающейся опасности и её эпицентр.

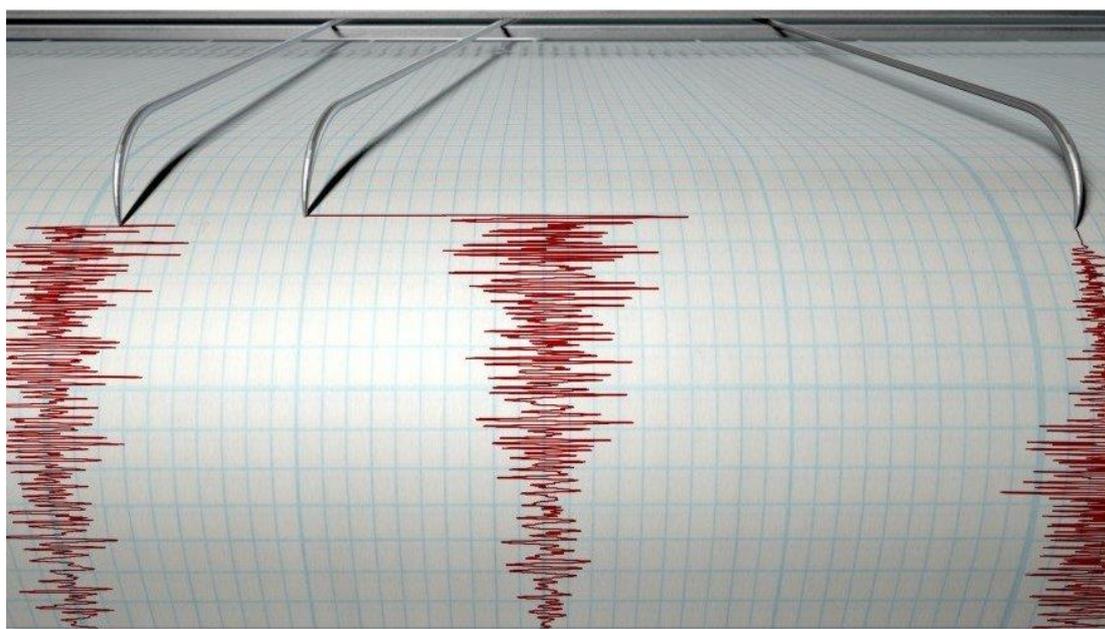


Рисунок 2 7 - Запись аппаратуры сейсмографа

### **Определение времени и места землетрясения**

В настоящее время отсутствуют приборы, и методики точного определения времени и места землетрясения. Основное внимание уделяется совершенствованию систем раннего предупреждения, а также подготовке и повышению осведомленности населения.

Система раннего предупреждения основана на применении сети сейсмического мониторинга для обнаружения начала землетрясения и быстрой выдачи предупреждений жителям районов о надвигающейся чрезвычайной ситуации.

Последнее время для прогнозирования землетрясений и систем раннего предупреждения рассматривают идею применения нейросети. Однако множество факторов, таких как ограниченный набор данных, доступных для обучения, нелинейный и хаотический характер землетрясений, влияние человеческой деятельности ограничивают и усложняют точность прогнозирования.

## **Научные центры России по исследованию, мониторингу и прогнозированию землетрясений**

В России работает целый ряд научных учреждений и организаций, которые занимаются исследованиями, мониторингом и прогнозированием землетрясений. К ним относятся:

- Институт физики Земли – специализирующийся на геофизике, в том числе на изучении землетрясений.
- Институт динамики геосфер РАН – специализируется на геодинамике, сейсмологии и изучении землетрясений.
- Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) – специализируется на мониторинг и прогнозирование опасных природных явлений, включая землетрясения.
- Дальневосточное отделение РАН – специализируется на исследованиях в различных областях, включая сейсмологию и изучение землетрясений в Дальневосточном регионе.

## **Землетрясения в мире и в России**

В мире есть несколько районов, которые подвержены землетрясениям больше других [13].

- Тихий океан. Тихоокеанское «огненное кольцо», представляет собой кольцо действующих вулканов и границ тектонических плит.
- США. Калифорния. Разлом Сан-Андреас один из самых известных зон землетрясений в мире.
- Средиземное море – Гималаи. Альпийско-Гималайский пояс, который простирается от Средиземноморского региона через Центральную Азию и в Гималаи. Районы с самым высоким риском землетрясений из-за наличия активных линий разломов и границ плит.
- 2023 год. Турция. Крупнейшее с 1939 года землетрясение. Страна расположена на границе Африканской и Евразийской плит, которые сталкиваются и вызывают значительную тектоническую активность в регионе. Самые подверженные риску города – Стамбул, Измир и Бурса,

Вероятность землетрясения в России зависит от конкретного региона. Полуостров Камчатка и остров Сахалин расположены в сейсмически активных районах и подвержены более высокому риску землетрясений. Северо-Европейская равнина расположена в регионах с более низкой сейсмической активностью и подвержена меньшему риску.

Значительными землетрясениями в истории России можно назвать Камчатское землетрясение 1952 года магнитудой 9,0 и Сахалинское землетрясение в Нефтегорске 1995 года магнитудой 7,5 баллов.

### **Защита от землетрясений.**

В сейсмически опасных районах необходимо постоянно проводить мероприятия, способствующие спасению людей, зданий, сооружений, и материальных ценностей [14]. К таким мероприятиям относятся:

- 1** ограничить землепользования, строительство зданий и сооружений в сейсмически опасных районах;
- 2** проводить только сейсмостойкое строительство;
- 3** провести реконструкцию зданий и сооружений с учётом сейсмостойкости;
- 4** демонтировать недостаточно сейсмостойкие здания и сооружения, реконструкция которых экономически нецелесообразно;
- 5** ограничить размещение внутри зданий опасных или легко повреждаемых объектов;
- 6** разработать мероприятия необходимых действий в случае возникновения чрезвычайной ситуации;
- 7** создать материальные резервы;
- 8** проводить тренировки населения и персонала спасательных служб.

В основном многочисленные человеческие жертвы при землетрясении являются следствием разрушения зданий. Землетрясения сопровождаются также пожарами, вызванными утечкой газа из поврежденных труб, замыканием электропроводов, порывом водопроводов. Особую опасность вызывают неконтролируемые действия людей, охваченных паникой.

Только заранее продуманные мероприятия по поведению людей в экстремальных ситуациях уменьшат количество травм и жертв.

### **Правила поведения при землетрясении**

Для снижения риска во время землетрясения, необходимо соблюдать определенные правила поведения (разработана МЧС России.)[15].

#### ***Дома следует:***

- 1.** укрыться под крепкими столами, вблизи главных стен или колонн, потому что главная опасность может исходить от падения внутренних стен, потолков, люстр;
- 2.** держаться подальше от окон, электроприборов, кастрюль на огне, который надо сразу потушить;

3. не поддаваться панике и сохранять спокойствие, ободрить присутствующих;
4. сразу же загасить любой источник пожара;
5. разбудить и одеть детей, помочь отвести в безопасное место их и пожилых людей;
6. использовать телефон только в исключительных случаях, чтобы позвать на помощь, передать сообщение органам правопорядка, пожарным, гражданской обороне;
7. постоянно слушать информацию по радио;
8. открыть двери для того, чтобы обеспечить себе выход в случае необходимости;
9. не выходить на балконы;
10. не пользоваться лифтом;
11. не пользоваться спичками, потому что может существовать опасность утечки газа;
12. едва закончится первая серия толчков, покинуть дом, но прежде чем оставить его, закрыть водопроводные краны, отключить газ и электроэнергию;
13. закрыть дверь дома;
14. вынести предметы первой необходимости и ценности;
15. выходить из жилища, прижавшись спиной к стене, особенно если придется спускаться по лестнице;
16. избегать узких и загроможденных чем-либо улиц.

***На улице следует:***

1. направляться к свободным пространствам, удаленным от зданий, электросетей и других объектов;
2. внимательно следить за карнизами или стенами, которые могут упасть, держаться подальше от башен, водохранилищ;
3. удалиться из зоны бедствия, если это невозможно — укрыться под портиком входа в подъезд;
4. следить за опасными предметами, которые могут оказаться на земле (провода под напряжением, стекла, сломанные доски и пр.);
5. не подходить близко к месту пожара;
6. не укрываться вблизи плотин, речных долин, на морских пляжах и берегах озер: вас может накрыть волна от подводных толчков;
7. обеспечить себя питьевой водой.

***Находясь в машине, следует:***

- 1 не позволять пассажирам поддаваться панике;
- 2 не останавливаться под мостами, путепроводами, линиями электропередач;

- 3 при парковании машины не загромождать дорогу другим транспортным средствам;
- 4 ехать и останавливать автомобиль подальше от балконов, карнизов и деревьев;
- 5 если можно, лучше не пользоваться автомобилем, а передвигаться пешком;
- 6 лучшее решение, если его принять вовремя, — покинуть город.

В общественном месте главную опасность представляет толпа, которая, поддавшись панике, бежит, не разбирая дороги.

***Оказавшись в толпе, следует:***

1. не позволять пассажирам поддаваться панике;
2. не останавливаться под мостами, путепроводами, линиями электропередач;
3. при парковании машины не загромождать дорогу другим транспортным средствам;
4. ехать и останавливать автомобиль подальше от балконов, карнизов и деревьев;
5. если можно, лучше не пользоваться автомобилем, а передвигаться пешком;
6. лучшее решение, если его принять вовремя, — покинуть город.

В общественном месте главную опасность представляет толпа, которая, поддавшись панике, бежит, не разбирая дороги.

***По возвращении домой необходимо:***

1. посмотреть, не получило ли здание серьезных повреждений;
2. не пользоваться спичками, электровыключателем, так как существует опасность утечки газа.

***Если вы погребены под обломками, необходимо:***

1. помнить, что человек способен выдержать жажду и особенно голод в течение довольно большого срока, если не будет бесполезно расходовать энергию;
2. оценить ситуацию и определить, что в ней есть положительного;
3. помнить, что человек способен выдержать жажду и особенно голод в течение довольно большого срока, если не будет бесполезно расходовать энергию;
4. если не хватает воздуха, не зажигать свечей, которые потребляют кислород;
5. верить, что помощь придет обязательно;
6. поискать в карманах или поблизости предметы, которые могли бы помочь подавать световые или звуковые сигналы (любой предмет, которым можно стучать по трубам или стенам, чтобы привлечь внимание);
7. приспособиться к обстановке, осмотреться и поискать выход;
8. если единственным путем выхода является узкий лаз, попытаться протиснуться через него, для этого необходимо, расслабив мышцы, постепенно протискиваться, прижимая локти к бокам и двигая ногами вперед, как черепаха

## 2.3.2. Вулканы

### *Основные компоненты и типы вулканов*

Вулканизм это совокупность явлений, основанных на перемещении магмы в земной коре и на ее поверхности. Вулканические извержения часто связаны землетрясениями.

Ученые-вулканологи, которые занимаются исследованиями этой чрезвычайной ситуацией, считают что вулкан – это гора, которая расположена над каналом или трещиной в земной коре. Обычно вулкан имеет конусообразную или куполообразную форму с кратером (впадиной в форме воронки) на вершине.

Основными компонентами вулкана являются: вулканический очаг, жерло и кратеры.

Очаг вулкана - это место, где образуется магма.

Жерло вулкана - особый канал, который объединяет очаг с поверхностью земли.

Кратером называют небольшое углубление в форме чаши на поверхности вулкана. Его размер может достигать нескольких километров.

Вулканы подразделяют на: действующие, спящие и потухшие.

К спящим относят вулканы, которые сохранили свою форму, под ними происходят локальные землетрясения и движения тектонических плит. О спящих вулканах отсутствуют сведения об извержениях.

Спящий вулкан очень опасен. Он в любое время может «проснуться» и начать извергать потоки лавы, растекающейся на множество километров. Поэтому не стоит селиться вблизи таких вулканов. В случае расположения извергающегося вулкана на острове может возникнуть такое опасное явление, как цунами.

Потухшие — это вулканы без какой-либо вулканической активности.

Большую часть своей времени он спит, а когда «просыпается», то начинается извержение.

Действующие вулканы – это вулканы высокой активности, Магма под высоким давлением поднимается вверх по каналу, заполняет жерло и выходит на поверхность после дегазации в виде потока лавы.

### **Процесс образования и структура вулкана**

Возникновение вулканов стало возможным благодаря особенностям нашей планеты: Самый верхний слой оболочки Земли называют литосферой, то есть каменной оболочкой. Ее максимальная ширина достигает 80 км, а на дне океана может составлять всего 20 км. Эта оболочка не сплошная, в ней есть разломы, из-за чего литосфера похожа на мозаику. Пространство между литосферой и твердым

ядром, которое находится в центре планеты, занято вязким слоем горячей мантии. Ее температура достигает тысяч градусов: чем ближе к ядру, тем она выше, а рядом с оболочкой минимальная. Разница в температурах приводит к перемешиванию вещества мантии: горячий слой поднимается вверх, а холодный — опускается (то же самое происходит с водой, которая закипает в чайнике) [15,16].

Таким образом, литосфера погружена в мантию и очень медленно перемещается в ней из-за постоянного движения последней. Так как каменная оболочка не сплошная, отдельные ее части (плиты) периодически сталкиваются и напозают друг на друга. Так формируются горы и вулканы.

Если часть плиты, оказавшаяся под другой плитой, постепенно погрузится в мантию и начнет плавиться, то получится магма.

Расплавленная масса, в основном силикатного состава, с высоким содержанием газов и паров воды, образующаяся в глубинных зонах Земли называется магма

Магма постоянно находится под сильным давлением. Поэтому над ней в любое время есть облако газов. Постепенно они толкают раскаленную магму к поверхности земли через жерло вулкана.

Так как магма легче, чем все, что ее окружает, она начинает медленно подниматься на поверхность и накапливается в магматическом очаге, расположенном в месте столкновения плит. Все это вместе и представляет собой части вулкана. Снаружи он выглядит как обычная гора, а внутри постепенно накапливает магму, которая однажды вырвется на поверхность мощным извержением.

Причины извержения зависят от поведения раскаленной магмы. Магматический очаг внутри наполнен, словно дрожжевым тестом: магма постоянно растет в объеме, поднимается из недр Земли и заполняет собой все пространство внутри вулкана. Как тесто способно приподнять крышку кастрюли и потечь наружу, так и большое количество магмы прорывается сквозь земную кору и оказывается на поверхности.

Процесс извержения также связан с дегазацией магмы. В жизни подобная ситуация происходит, когда мы открываем бутылку с газированными напитками (лимонад, кока-кола, квас, шампанское). Обычно слышим хлопок и видим дымок или пену, которые появляются из горлышка. Это и есть процесс выхода наружу газа, то есть дегазация. Если же такую бутылку до открывания тряссти или нагревать, то произойдет выброс мощной струи. В случае неплотно закрытой бутылки, пробка легко выскочит под ее давлением.

Точно так же под давлением живет и магма в своем очаге. Найдя место, где земная кора «закрыта неплотно», она вырывается наружу, вышибая «пробку» вулкана. Чем сильнее последний был закрыт, тем мощнее окажется извержение. Пока

магма поднимается наверх, газы и водяной пар ее покидают и образуется лава. При извержении из магмы улетучиваются газы и образуется лава, движущаяся по поверхности Земли (рисунок 2.8).

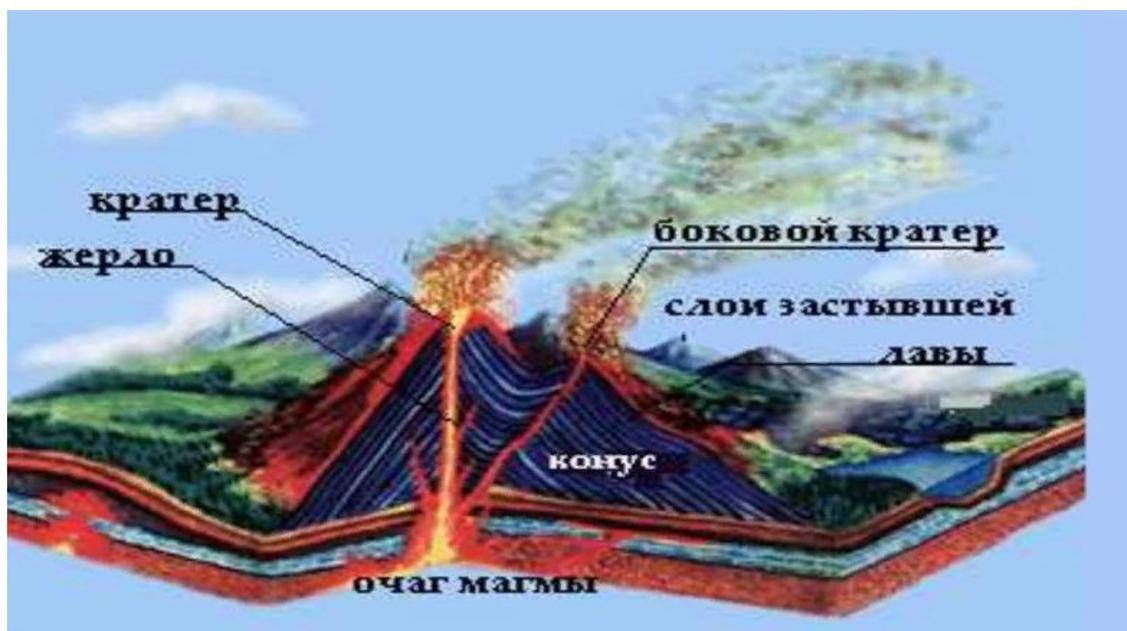


Рисунок 2 8 – Образование вулкана

Газы в составе магмы горючие, то есть легко воспламеняются и взрываются. Все эти процессы наблюдаем, когда происходит извержение. Иногда получается так, что магма находит легкий выход и лава спокойно вытекает наружу без взрыва. Может случиться и так, что у магмы не хватит сил оказаться на поверхности, тогда она будет застывать в глубинах. И на этом месте будет обычная гора, а не вулкан.

### **Извержение вулкана**

Под давлением изнутри открывается «клапан» (пробка вулкана), образуется так называемое жерло. Вверху давление магматического очага падает, а внизу оно еще поддерживается, насыщая магму газами. В жерле магма выделяет пузырьки газов: они легко поднимаются вверх, увлекая за собой слой вязкой магмы. На поверхности земли она начинает распадаться на раскаленную лаву, которая затем застывает, заставляя вулканическую гору становиться все больше и больше. Рядом с поверхностью происходит формирование сплошной пенистой массы (известная как пемза). Процесс дегазации заканчивается на поверхности, где вырвавшаяся на свободу магма становится лавой, пеплом, горячими газами, парами воды и обломками горных пород. Бурная дегазация сопровождается снижением давления в магматическом очаге, и постепенно извержение прекращается. Жерло закрывает застывшая лава, но не всегда прочно: магматический очаг сохраняет жар, выпуская на поверхность вулканический

газ или струи горячей воды (гейзеры). Такой вулкан считают действующим. Если он накопит достаточно магмы, то новое извержение неизбежно. Такие вулканы могут «молчать» столетиями, но все равно остаются опасными, так как у них внутри идут процессы, описанные выше (Рисунок 2.9).

По извержению вулканы подразделяют на длительные и кратковременные.

Продукты извержения вулкана выбрасываются на высоту до 10 км и переносятся расстояния в несколько сот километров, а объем излившейся лавы достигает десятки кубических километров. В состав вулканического газа входят: пары  $H_2O$ ,  $H_2$ ,  $HCl$ ,  $HF$ ,  $H_2S$ ,  $CO$ ,  $CO_2$  и др.



Рисунок 2.9 – Извержение вулкана

Учёные вулканологи отмечают взаимозависимость вулканической деятельности и землетрясений. Землетрясения толчками способствуют началу вулканической деятельности. При этом опасность представляют лавовые фонтаны, потоки горячей лавы, раскаленные газы. Взрывы, сопровождающие извержение вулкана, способствуют образованию оползней, обвалов, лавины, а на морях и в океанах – цунами. Определены пять видов вулканов. Каждый из них имеет свои признаки и характеристики извержения:

1. Гавайский – Жидкая базальтовая лава медленно вытекает по трещинам в земной коре. Образуются мощные базальтовые покровы.

2. Стромболи – Вулкан, образованный последовательными напластованиями лавы. Лава выбрасывается в виде шлаков газовыми взрывами.

3. Вулкано – Вязкие лавы забивают подводный канал. Под давлением газов время от времени происходит прорыв кратера. Происходит извержение и выброс лавы. Затем лава вытекает свободно.

4. Мон-Пеле – Очень вязкая лава забивает подводный канал и образует вулканический столб. К подножию вулкана устремляется палящая туча.

5. Везувий – Из глуболежащего магмического очага на земную поверхность изливается лава, насыщенная газами. Сильными взрывами она выбрасывается в атмосферу на высоту нескольких километров и выпадает в виде пепла.

### **Опасные процессы при извержении вулкана**

Непредсказуемый мощный взрыв и сильнейший выброс лавы способны уничтожить все живое в очень большом радиусе вокруг себя. Такие случаи в истории человечества происходили неоднократно. Поэтому ученые тщательно изучают процесс извержения и следят за всеми вулканами на планете.

Наиболее опасными явлениями при извержении вулкана считаются:

- Вулканические газы. Извержения вулкана сопровождаются выделением газов с водяными парами — смесью сернистого и серного окислов, сероводорода, хлористо-водородной и фтористо-водородной кислот в газообразном состоянии, а также углекислого и угарного газа в больших концентрациях, смертельно опасных для человека. Выделение этих газов продолжается даже после того, как вулкан перестаёт извержение;

- Выпадение тефры. Тефра - состоит из обломков застывшей лавы. Выпадение тефры приводит к гибели людей, флоры и фауны;

- Лавовые потоки. Это расплавленные горные породы в основном силикатного состава температурой около 1000 -1100°C. Скорость потока чаще всего более 1 км/ч.

- Вулканические 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.

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

- Вулканическая туча. Это смесь раскаленных газов и тефры. Поражающее действие ее обусловлено возникновением ударной волны (сильным ветром), распространяющейся со скоростью до 30-40 км/ч, и температурой до 1000-1100 °C.

- Выброс вулканического пепла. Интенсивный выброс вулканического пепла ухудшает видимость, создает большую опасность для полетов авиации (попадание пепла в двигатель), в больших количествах пепел накапливается на крышах домов.

### **Уникальные вулканы на Земле. [17]**

- *Эйяфьядлайёкюдль*. Этот гигант расположен в Исландии. В 2010 году он стал известен на весь мир, когда его вулканический пепел и пар послужили причиной отмены множества авиарейсов и остановили работу крупных аэропортов.

- *Этна*. Этот деятельный сицилийский вулкан известен более 200 извержениями. Примерно раз в 150 лет Этна просыпается, и тогда случаются сильные извержения. Когда в 1928 году раскаленная лава застыла прямо перед католической процессией, Этна был признан символом острова. Пока она спит.

- *Невадо-дель-Руис*. К сожалению, не всегда люди верят предупреждениям ученых об опасности извержения. 13 ноября 1985 года колумбийский вулкан Невадо-дель-Руис ожил и в результате извержения стер с лица Земли город Армеро. Раскаленная лава прошла 50 км всего за 10 минут и унесла жизни более 20 тысяч жителей.

- *Кракатау*. Индонезия считается страной вулканов, а самый известный из них Кракатау. Он ожил 15 августа 1883 года. Ударная волна после его извержения семь раз обошла вокруг земного шара и стала причиной гигантского цунами, которое уничтожило 295 городов на Яве и Суматре.

- *Везувий*. Итальянский вулкан высотой 1281 м расположился рядом с Неаполем. Он до сих пор действует и считается одним из самых опасных в мире. Сильно извергался этот вулкан более 80 раз. Самым известным стало происшествие 24 августа 79 года — извержение уничтожило Помпею. Последний раз вулкан оживал в 1944 году.

- *Льюльяйльяко*. Этот южноамериканский действующий вулкан высотой 6739 м самый высокий в мире. У него есть вечная ледяная шапка, а рядом находится пустыня Атакама. Также на вулкане часто находят ценные объекты археологи. Фудзияма

- *Японская Фудзияма* считается действующим, но малоактивным вулканом. В последний раз она оживала в начале XVIII века. Сегодня она больше известна своей красотой.

## **Защитные мероприятия**

Внутри каждого вулкана постепенно накапливается магма, ученые следят за этими процессами и предупреждают о возможном извержении, до начала которого необходимо провести целый ряд мероприятий:

- Ограничить землепользования, строительство зданий и сооружений;
- Разработать план и мероприятия по эвакуации населения.
- Разработать план и организовать работы по воздействию на лавовый поток: отклонение потока, разделение его на несколько мелких, охлаждение, создание преград.
- Организовать разрушение стенки кратера (бомбардировкой) и направление потока лавы в безопасное направление.
- Разработать план и организовать работы по отклонению в безопасное направление потоков лавы.
- Организовать работы по сбрасыванию вулканического пепла с крыши домов.

## **Основные правила поведения при извержении вулкана [18]**

**Разработаны Главным управлением МЧС России по Сахалинской области.  
Меры безопасности при извержении вулкана.**

1. Если вы живете в непосредственной близости к вулкану, постоянно следите за сообщениями о его состоянии, подготовьте горячий рюкзак с самыми необходимыми вещами и документами. Он всегда должны быть наготове.

2. При получении предупреждения об извержении или возможных последующих осложнениях (наводнение, сход сели) закройте свое жилище, собирайте все самые необходимые вещи и ищите себе укрытие, желательно подальше от огнедышащих, пеплоизвергающих, лавосочащихся склонов до лучших времен, пока минует опасность извержения вулкана.

3. Если извержение застало вас врасплох, обязательно защищайте свое тело и голову от пепла и камней. Голову защитит почти все, от деревянных конструкций до картона, о дыхании позаботится марлевая повязка своими руками или респиратор. Оденьте противогаз, если он есть в наличии.

4. Извержение вулканов часто сопровождается паводками, сходами селевых потоков, затоплениями. Поэтому избегайте рек, особенно вблизи вулкана, старайтесь взобраться, как можно выше, чтобы не стать жертвой потоков воды или селя.

5. Если при извержении вулкана вы покидаете опасную зону на транспорте, выбирайте маршрут, противоположный направлению ветра. Это поможет вам избежать неприятного столкновения с пеплом в дальнейшем.

6. Средняя скорость движения лавы – 40 км/ч. От неё реально сбежать на транспорте. Как и в случае с пеплом, стоит выбирать направление движения, перпендикулярное сходу потока.

7. Одевайте как можно больше теплой одежды. Это позволит защитить ваш организм от кислоты, которая будет образовываться в огромных количествах в результате реакции с окружающей средой и с SO<sub>2</sub>.

8. После извержения не спешите возвращаться в свой дом. Сигналом должны послужить сообщения служб по ЧС. Если есть возможность, проведите несколько дней подальше от зоны, которая пострадала от извержения вулкана.

9. Возвращаясь в свое жилище, старайтесь как можно дольше не открывать окна (2-3 недели), пока пепел полностью не выветрится из окружающей среды. Не забывайте защищать дыхательные органы.

Главное, в каждом случае не паниковать, а принимать обдуманные и взвешенные решения.

#### ***Находясь дома:***

- Закрывать окна, двери, вентиляцию.
- Следует сохранять спокойствие, не поддаваться панике, не пытаться убежать.

Очень важно не покидать убежище.

• Если кто-то из родных сейчас находится на работе или в учебном заведении, не стоит пытаться всеми силами найти его. Лучше оставаться в безопасном убежище.

• Включить радио и слушать сообщения МЧС. Вся информация о ходе катастрофы и порядке действия населения будет передаваться.

Возможно, потребуется эвакуация, поэтому необходимо быть готовым покинуть убежище, услышав соответствующее указание по радио.

#### ***При нахождении на улице:***

• Необходимо немедленно защитить голову и тело от камней и пепла при помощи одежды.

• Очень важно защитить дыхательные пути ватно-марлевой повязкой, если же ее нет с собой, можно использовать одежду, желательно из натуральных тканей и слегка смоченную водой. Например, оторвать от рубашки рукав и сделать импровизированный респиратор из него.

• Извержение может сопровождаться наводнением, поэтому следует спасаться на возвышенных участках.

Если катастрофа застала человека в непосредственной близости от сейсмически нестабильного района, то правила поведения при извержении вулкана таковы:

- Укрыв голову одеждой, следует бежать по направлению к дороге.

- При перемещении на личном автомобиле, следует ожидать того, что колеса увязнут в пепле. В этом случае транспортное средство придется оставить и спастись самому.

- Заметив вдали шар из газа и раскаленной пыли, необходимо укрыться в подземном убежище, они имеются в большинстве сейсмически опасных областей. Если это по каким-то причинам невозможно, лучше всего нырнуть под воду и переждать.

Попав под «град» из вулканических выбросов, следует присесть на землю спиной к вулкану, защитив голову руками, сумкой, рюкзаком – любым способом.

### **Применение застывшей лавы в промышленности**

Несмотря на свою опасность, вулканы могут сослужить человечеству хорошую службу.

- В ходе извержения появляется большое количество металлов, которые можно применять в промышленности.

- Вулкан порождает крепчайшие горные породы, которые можно использовать для строительства.

- Пемза, которая появляется вследствие извержения, используется в промышленных целях, а также при производстве канцелярских резинок и зубной пасты.

### **2.3.3 Цунами**

**Цунами** – волны большой длины, образовавшиеся в результате сильнейшего воздействия на толщу воды в океане или море. Такие волны образуются при подводных землетрясениях или оползнях на дне моря или океана, а также при вулканических извержениях.

Цунами – одно из самых опасных и разрушительных природных чрезвычайных ситуаций. Размер волн зависит от объемов водоёма и охватывает всю его толщину. Распространяется цунами со скорости до 900 км/ч с высотой волн до 40 метров. На берег волны накатываются с промежутком времени – от 3-х минут до 2-х часов. (Рисунок 2.10).

Цунами и тайфун это разные чрезвычайные ситуации. Общее между ними – лишь скорость распространения. Тайфуны в отличии от цунами возникают на поверхности воды и вызваны сильными ветрами.

#### **Причины образования цунами**

Причинами образования цунами в основном являются землетрясения (86% от всех случаев). На дне водоёма происходит смещение тектонических плит, которое

способствует образованию колебательных движений воды по вертикали. Цунами возникает только в том случае, если землетрясение произошло на малой глубине и способно вызвать сильные волны.



Рисунок 2.10 – Цунами

Оползни вызывают цунами в 6% случаев, они образуются в результате землетрясения, при этом обрушиваются массивные горные породы.

Извержения вулкана занимают 4% от общего количества цунами. Они создают такой же эффект, как и подземные толчки при землетрясении. Другие возможные причины возникновения цунами: падение метеоритов; сильный ветер; деятельность человека.

При падении метеорита может возникнуть цунами, но лишь в том случае, если космическое тело упадет рядом с берегом – на расстоянии 15-25 км.

Ветер может создать волны до 20-25 метров в высоту, и при резком изменении атмосферного давления образуется метеоцунами.

Деятельность человека может создать искусственных цунами. К такой деятельности относят испытания в виде атомных взрывов, водородных бомб и т.п., в настоящее время они запрещены по международным договорам.

## **Классификация цунами [19]**

Цунами классифицируют по:

– **происхождению**. В зависимости от происхождения цунами делятся на вызванные: подводными землетрясениями, извержениями вулканов, оползнями, береговыми землетрясениями.

– **интенсивности явления**. По интенсивности волн, их высоте и силе цунами различают системой баллов:

- 1 балл – заметить такие волны можно только приборами;
- 2 балла – частично затапливается береговая линия;
- 3 балла – волны достигают 2-х метров. Представляют опасность для мелких судов, сооружений на берегу;
- 4 балла – высота волн до 3-х метров. Суда небольшого размера могут быть выброшены на берег, а потом смыты в океан. Сооружения на береговой линии получают ущерб среднего уровня;
- 5 баллов – сильные волны 8-23 метра в высоту. Степень разрушений зависит от близости объектов к береговой линии. На сушу выбрасываются тяжелые суда;
- 6 баллов – явление данного типа считается природным катаклизмом. Страдает большое количество людей, береговая линия затапливается, сооружения полностью разрушаются.

– **количеству пострадавших людей**.

Классификация цунами по количеству пострадавших представлена 5 группами: нет пострадавших, до 50, от 50 до 100, от 100 до 1000, больше 1000.

## **Сигналы, предвещающие цунами**

Цунами в основном возникают внезапно и распространяются очень динамично. Однако существует ряд признаков, предвещающих бедствие. К ним относятся:

- Необычное поведение животных, уходящих с прибрежной полосы. Гул подземных толчков. Неожиданный прилив или отлив, в результате которого вода уходит на несколько километров в сторону водоема.
- Зимой слышны звуки трескающегося льда, а также можно увидеть необычно дрейфующие ледяные пластины.

## **Последствия цунами**

Последствия от цунами зависят от высоты, скорости, направления волны и т.п.

Последствия от цунами, делятся на первичные и вторичные.

**Первичные последствия**. Разрушение слабых прибрежных конструкций, наводнение сельскохозяйственных территорий и уничтожение урожая, вымывание

фундамента жилых и производственных зданий, смыв в море и выбрасывание на сушу судов, гибель людей и высокий травматизм.

**Вторичные последствия.** Полное разрушение промышленных объектов, повреждение судов, хранилищ нефти, предприятий по переработке различных продуктов. Особенно опасны аварии на атомных электростанциях. Как первичные, так и вторичные последствия цунами влекут за собой нарушение экологии, загрязнение окружающей среды и пожары. Прибрежные районы в основном являются густонаселёнными, поэтому необходимы высокие экономические затраты на восстановление инфраструктуры и объектов жизнедеятельности людей.

Цунами представляют опасность только для прибрежных районов, для судов, находящихся в этот период в море или в океане они не опасны.

### **Меры безопасности при наступлении цунами**

После оповещения о приближающемся цунами необходимо максимально быстро отреагировать и принять следующие меры [20]:

- не паниковать;
- оценить ситуацию;
- выходя из здания выключить электроэнергию, газ и воду;
- взять с собой все необходимые вещи и документы;
- предупредить других о надвигающейся стихии;
- Оказывать помощь детям, инвалидам и старикам;
- покинуть береговую линию на расстояние не ближе 3-4 км и двигаться в сторону возвышенных участков.

Людям, которые живут в чрезвычайно опасных зонах необходимо заранее иметь план эвакуации и его придерживаться.

### **Меры защиты от цунами [20]**

Для того чтобы минимизировать последствия цунами, разработана система защитных мер:

- Специалисты осуществляют постоянный мониторинг сейсмической активности и составляют краткосрочные/долгосрочные прогнозы.
- Своевременное оповещение населения при помощи сирен, теле- и радиовещания.
- Запрет на строительство зданий вдоль опасных побережий или возведение зданий повышенной прочности.
- Возведение гидротехнических конструкций (волнорезов, дамб, моллов).
- Укрепление береговой линии насаждением деревьев.

- Отправка судов в открытое море.
- Составление и распространение планов действий в случае цунами среди местных жителей, а также регулярные учения.
- Предварительная подготовка средств и мест эвакуации, оснащенных всем необходимым.
- Противопожарные мероприятия.
- Волнорезы.
- Береговая служба предупреждения должны быть обеспечена сейсмографами.
- Частичной защитой от цунами могут служить волнорезы, молы, насыпи, лесные полосы, гавани. Для судов в открытом море цунами не опасны.

### **Самые известные цунами в мире [21]**

Известные цунами с большим количеством жертв и экономическим уроном:

- 2004 г. Цунами в Индийском океане. Побережье Таиланда, Индии, Шри-Ланки, Восточной Африки. Произошел разлом морского дна. Высота волны достигала 20-35-метров.
- 2011 г. Япония. Цунами в северо-восточной части. Высота волн достигала 30-40 метров. Материальный ущерб – сотни миллиардов долларов. Также произошли крупная авария на АЭС.
- 2011 г. Цунами в Японии.
- Цунами на Аляске, Фьорда Литуя (2011).
- 1958 г. Цунами на Аляске. Землетрясение и оползень. Огромная масса льда и грунта обрушилась на бухту с расстояния в 1 км. Волна, которая достигла противоположного берега, достигая более 500 м.
- 1988 г. Папуа-Новая Гвинея. Оползень, вызвал 15-метровые волны. Около 300 поселений смыло водой.

## Контрольные вопросы

1. Что относится к геофизическим ЧС?
2. Что такое землетрясение?
3. Назовите причины и виды землетрясений.
4. По какой шкале оценивается интенсивность землетрясения В России?
5. Что такое магнитуда землетрясений?
6. Назовите защитные мероприятия при землетрясении.
7. Опишите процесс образования вулкана.
8. Назовите чрезвычайные ситуации сопровождающие извержения вулкана.
9. Перечислите защитные мероприятия при извержении вулкана.
10. Что такое цунами и Назовите причины возникновения цунами.
11. Какие меры необходимо принимать при наступлении цунами

## 2.4. Геологические (экзогенные геологические) чрезвычайные ситуации

К чрезвычайным ситуациям геологического характера относятся оползни, сели, снежные лавины, обвалы, просадки земной поверхности

### 2.4.1. Оползни

**Оползень** – смещение масс горных пород по склону под воздействием собственного веса и дополнительной нагрузки вследствие подмыва склона, переувлажнения, сейсмических толчков и иных процессов (Рисунок 2.11).

Такие явления возникают на склонах долин или речных берегов, в горах, на берегах морей и т.д., самые грандиозные на дне морей.

**Факторы, способствующие возникновению оползней [22].**

Учёные рассматривают естественно-природные и антропогенные факторы.

**К естественно-природным** относятся: землетрясения, увеличение крутизны склона в результате подмыва водой, переувлажнение склонов осадками, наличие в толще грунта размягченных глин, плавунных песков, ископаемого льда, ослабление прочности твердых пород при выветривании, вымывании или выщелачивании,



Рисунок 2.11 – Оползни

**К антропогенным** относятся: вырубка лесов и кустарников на склонах, взрывные работы, распахивание склонов, чрезмерный полив садов и огородов на склонах, разрушение склонов котлованами, траншеями, дорожными выемками,

закупоривание, засорение, заваливание мест выхода подземных вод, строительство жилья и промышленных объектов на склонах.

Поражающим фактором оползней является его объем, измеряемый в кубометрах.

### **Виды смещений при оползнях**

Смещения при оползнях бывают [22,23]:

- медленными;
- средними;
- быстрыми.

- Медленные оползни (их часто называют *крипами*) можно заметить лишь по искривленным стволам растущих на склоне деревьев, изгибу или смятию поверхностных пластов, наклону заборов или элементов строений. За год они сползают всего на несколько сантиметров.
- Оползни средней скорости. Смещения на пару метров в сутки (или даже часы) относятся к оползням *средней скорости*. Такие оползни не настолько опасны, как быстрые, приобретающие форму обвала, или камнепада, когда скорость перемещения породы может достигать 100 м/с. Почва может годами прочно держаться на склоне, но достаточно незначительного подземного толчка, чтобы она обрушилась вниз.
- Оползни быстрой скорости. К быстрым (стремительным) относят оползни-потоки, которые возникают при смешении твердого материала с водой. Они могут быть как грязевыми (сюда относят вулканические), так и каменными.

Следует отметить, что оползни редко случаются на склонах крутизной менее 10-12°. Даже при уклоне 15° они возникают лишь при достаточно благоприятных для них гидрогеологических условиях.

### **Особенности оползней**

Важной особенностью оползней является скорость развития чрезвычайной ситуации.

Оползни при медленном движении (в течение месяцев или лет), не вызывают несчастные случаи. Можно предпринять целый ряд предупредительных мер: определить возможную динамику развития процесса зафиксировать изменение рельефа, перекос зданий и сооружений, организовать эвакуацию людей и животных, значительно снизить уровень разрушений, обеспечить безопасность людей и снизить экономические затраты.

Скорость оползня зависит от рельефа местности, свойства материала и механизма образования. В горных районах, с достаточно крутым рельефом, землетрясения сопровождаются оползнями. При землетрясении Сан-Фернандо

(Калифорния 1971 г.), в горах Сан-Габриель было отмечено несколько тысяч оползней и обвалов. Обвалы были характерны и для землетрясения в Инангахуа (Новая Зеландия в 1968г) [22,23].

Одной из главных причин оползня является подмыв подножия склона морскими волнами или рекой.

Оползни развиваются значительно медленнее, чем обвалы, и у него существуют признаки, по которым можно определить зарождающуюся опасность.

### **Классификация оползней**

Оползни классифицируются по:

- скорости движения:
  - 3 м/с - исключительно быстрое движение;
  - 0,3 м/мин - очень быстрое движение;
  - 1,5 м/сут – быстрое движение;
  - 1,5 м/мес – умеренное движение;
  - 1,5 м/год - очень медленное движение;
  - 0,06 м/год - исключительно медленное движение.

- масштабу:
  - крупные;
  - средние;
  - мелкомасштабные.

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

- активности.

Оползни могут быть активными и неактивными, что определяется породой склонов, скоростью движения, которая может составлять величину от 0,06 м/год до 3 м/с. и наличием влаги.
- наличию влаги
  - сухие;
  - слабовлажные;
  - влажные;
  - очень влажные.
- механизму процесса:
  - оползни сдвига;
  - выдавливания;
  - вязкопластические;

- гидродинамического выноса;
- внезапного разжижения.

- мощности процесса:

- малыми;
- средними;
- крупными;
- очень крупными.

Оползни характеризуются объемом смещающихся пород, которые могут составлять от нескольких сотен кубических метров до 1 млн. куб. м и более.

- месту образования:

- горные;
- подводные;
- смежные;
- искусственные земляные сооружения.

Некоторые типы оползней полностью состоят из скального материала, другие - только из материала почвенного слоя, а третьи представляют собой смесь льда, камня и глины.

- признакам зарождения:

- разрывы и трещины в грунте, на дорогах;
- нарушения и разрушения подземных и наземных коммуникаций;
- смещение, отклонение от вертикали деревьев, столбов, опор, неравномерное натяжение или обрыв проводов;
- искривление стен зданий и сооружений, появление на них трещин;
- изменение уровня воды в колодцах, скважинах, в любых водоемах.

После обрыва оползня на его месте образуется углубление с уступом в верхней части - стенкой срыва. Сползший оползень покрывает нижние части склона или буграми, или ступенями. Оползень, толкая перед собой рыхлые породы, у подножья склона образует оползневый вал.

Оползни могут быть на всех склонах с крутизной 20 градусов, а на глинистых грунтах - при крутизне склона 5-7 градусов. Оползни могут сходить со всех склонов не зависимо от времени года.

### **Меры предупреждения оползней**

К мерам по предупреждению относятся:

- анализ и прогнозирование возможности оползней;
- наблюдение за состоянием склонов;
- проведение инженерных защитных работ;

– обучение людей, находящихся в опасной зоне.

Оползни разрушают населенные пункты, уничтожают сельскохозяйственные угодья, создают опасность проведения горных работ, выводят из строя инженерные сети и коммуникации, образуют озера и способствуют наводнениям.

### **Самые известные оползни в истории [22,23,24].**

– **Юг Ирана.** Самым крупным в мире по количеству оползневого материала (масса 50 млрд. т, объем около 20 куб. км) был оползень, произошедший в начале н. э. в долине реки Саидмаррех на юге Ирана. Оползневая масса обрушилась с высоты 900 м (гора Кабир-Бух), пересекла долину реки шириной 8 км, перевалила через хребет высотой 450 м и остановилась в 17 км от места возникновения. При этом за счет перекрытия реки образовалось озеро длиной 65 км и глубиной 180 м.

– **Нижний Новгород.** В русских летописях сохранились упоминания о грандиозных оползнях на берегах рек. Катастрофический оползень произошёл в начале 15 в. в районе Нижнего Новгорода: "... И Божьим изволением, грех ради наших, оползла гора сверху над слободой, и засыпало в слободе сто пятьдесят дворов и с людьми и со всякой скотиной...".

– **Китай.** Наиболее разрушительными из зарегистрированных были оползни, произошедшие в 1920 в Китае в провинции Ганьсу на обжитых лесовых террасах, что привело к гибели 100 тыс. человек.

– **Перу.** Перу часто страдает от последствий землетрясений, поскольку эта страна лежит над зоной субдукции, в которой плита Наска погружается под Южно-Американскую плиту. Самое страшное землетрясение произошло 31 мая 1970 г., очаг которого находился в Тихом океане, в 25 км от побережья, недалеко от города Чимботе. Высоко на склоне горы Уаскаран, примерно в 130 км от очага землетрясения, сотрясения расшатали скалы и лед, образовав гигантский оползень, а точнее каменно-ледяную лавину. Несясь вниз по склону, набирая скорость и увеличивая свою массу, лавина быстро приобрела гигантские размеры. Она промчалась со скоростью более 200 км/ч вниз по долине, забивая ее обломками скал, льдом и грязью и частично разрушив городок Ранрахирка, расположенный на расстоянии 12 км от горы. Часть лавины свернула в сторону, перевалила через высокий гребень и с ревом пронеслась через городок Юнгай. Городок был полностью уничтожен; лишь немногие его жители смогли спастись на высоких местах. Высота лавины превышала 30 м. Только в двух указанных населенных пунктах было погребено под лавиной более 18000 человек. Многочисленные оползни и разрушения тысяч глинобитных домов привели к гибели еще большего числа людей. 67000

погибших и 800000 оставшихся без крова, таков итог этой самой тяжелой сейсмической катастрофы Западного полушария.

## 2.4.2. Сели

**Сель** – стремительный бурный грязевый или грязекаменный поток, состоящий из смеси воды, песка, глины и обломков горных пород, внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек (рисунок 2.12) [25].

Причины образования селей:

- интенсивные и продолжительные ливни;
- таяние снега;
- прорывы моренных и завальных озер;
- обвалы;
- оползни;
- землетрясения.

Формирование селя протекает следующим образом:

– в начале вода заполняет поры и трещины, одновременно устремляясь вниз по уклону. Резко ослабевают силы сцепления между частицами, и рыхлая порода приходит в состояние неустойчивого равновесия. Вода начинает течь и по поверхности.

– приходят в движение мелкие частицы грунта, затем галька и щебень, наконец, камни и валуны.

– процесс лавинообразно нарастает. Вся масса поступает в лог или русло и вовлекает в движение новые массы рыхлой горной породы. Если расход воды недостаточный, то сель как бы выдыхается.

– мелкие частицы и небольшие камни уносятся водой вниз, крупные камни создают в русле самоотмокку. Остановка селевого потока может так же происходить в результате затухания скорости течения при уменьшении уклона реки.



Рисунок 2.12 – Водокаменные селевые потоки

### **Классификация селей**

Сели классифицируются по:

- составу переносимого твёрдого материала:
  - грязевые потоки. Смесь воды с мелкоземом при небольшой концентрации камней. Объемный вес 1,5-2,0 т/куб.м;
  - грязекаменные потоки. Смесь воды, мелкозема, гальки, гравия небольших камней; попадаются и встречаются и крупные камни. Объемный вес 2,1-2,5 т/куб. м;
  - водокаменные потоки. Смесь воды с преимущественно крупными камнями, валунами и скальными обломками. Объемный вес 1,1 -1,5 т/куб. м.
- характеру движений:
  - связанные потоки. Смеси воды, глинистых и песчаных частиц. Раствор имеет свойства пластичного вещества. Поток движется как единое целое. Поток не следует изгибам русла, а разрушает и выпрямляет их или переваливает через препятствия;
  - несвязанные потоки. Поток движется с большой скоростью, в основном следует изгибам русла, подвергая его разрушению.
- объему перенесенной твердой массы (таблица 2.2)

Таблица 2.2 - Классификация селей по объему, перенесенной твердой массы

Размер селя	Объём селя
Небольшой	0,1 - 1,0 тыс. м <sup>3</sup>
Довольно большой	1,0 - 10 тыс. м <sup>3</sup>
Большой	10 - 100 тыс. м <sup>3</sup>
Очень большой	0,1 – 1,0 млн. м <sup>3</sup>
Огромный	1,0 - 10 млн. м <sup>3</sup>
Грандиозный	10 - 100 млн. м <sup>3</sup>

### Самые известные сели в истории [25-29]

– **25 мая 1946 г.** на реке Гедар в районе г. Еревана прошел исключительный селевой паводок. Наводнение началось в 20 час. 30 мин. по местному времени и стремительной волной прокатилось по улицам центральной и восточной частей Еревана. Прорвав правобережные укрепленные валы, лавина камня и земли устремилась на кварталы города, сметая и разрушая все на своем пути. Там, где путь потоку преграждали здания, он начисто смывал их или, входя в здание с одной стороны, не изменяя направления, выходил из противоположной стороны, увлекая все содержимое домов. Смытые на улицах автомашины, деревья и столбы вместе с базальтовыми глыбами устремлялись во дворы и часто застревали в подвалах домов. Стальные рельсы и балки разрушенных мостов искривились самым причудливым образом; булыжный и асфальтовый настил мостовых сдирался и уносился течением. Своей внезапностью и быстротой подъема волна вначале напоминала катящийся вал из воды и наносов, включая и огромные камни до 1,0-1,5 м в диаметре. По мере движения вдоль улиц волна разбивалась и распластывалась, отлагая камни и более мелкие наносы в затопляемых улицах и дворах. Паводок был вызван мощным ливневым дождем, выпавшим в этот день дважды - в середине дня и вечером. Дневной дождь с общей суммой осадков до 20 мм не вызвал паводка в реке Гедар, так как, по-видимому, полностью пошел на напитывание почвы. Второй ливневый дождь, наблюдавшийся после 20 часов, выпал на почву, уже насыщенную предшествующим дождем. Он и вызвал селевой паводок, приведя в движение насыщенный водой делювий.

– **7 июля 1963 г.** Высокогорное озеро Иссык с чистой и прозрачной водой голубовато-зеленого цвета долгое время служило излюбленным местом отдыха жителей г. Алма-Ата. Сюда была проложена автомобильная дорога, на берегах построены гостиница, турбаза, пионерские лагеря. И Воскресный день 7 июля 1963 г. озеро перестало существовать. День был жарким, около полудня пошел дождик. Внезапно из-за поворота впадающей в озеро реки Иссык выкатился черный грязекаменный вал. Вслед за первым валом прошло еще несколько, но самым

большим оказался третий вал. На озере возникли огромные волны, которые наносили каменной перемычке, образующей чашу озера, один удар за другим. В конце концов, перемычка высотой в 50 м была разрушена. Вода из озера бушующим потоком (с расходом до 1000 куб. м/с) ринулась вниз. Селем оказалась разрушена часть поселка Иссык в 10 км ниже озера. Селевой поток распластался ниже этого поселка в виде конуса выноса длиной 8 км и шириной 2 км. Как потом выяснила специально снаряженная экспедиция, у края ледника в долине реки Жирсай (правый приток реки Иссык) существовало глубокое моренное озеро. Предшествующие селю дни были жаркими. Ледник интенсивно таял. Моренное озеро переполнилось водой, и край морены обрушился. Сель доставил в озеро Иссык около 3 млн. куб. м камней, грязи и леса.

– **24--25 июля 1971 г.** С северного склона хребта Хамар-Дабин (южное Прибайкалье) спустились многочисленные селевые потоки. Их причиной послужили обильные ливневые дожди, которые прошли 24--25 июля. В движение была вовлечена не только рыхлая горная порода, но также почвенный слой и высокоствольные деревья. Оказались поврежденными железная дорога на участке Слюдянка-Танхой и автомобильная дорога между Иркутском и Читой.

– **1 апреля 2017 год.** В Колумбии вышедшие из берегов реки Мокоа, Сангояко и Мулатос вызвали селевой поток. Он прокатился по 17 районам города Мокоа с населением 45 тысяч человек. Последние данные о погибших свидетельствует о гибели 254 человек. По данным местного Красного Креста, еще 400 человек получили ранения, 220 считаются пропавшими без вести.

– **В конце мая 2016** года сразу несколько селевых потоков обрушились на Кадамжайский район Киргизии. Были затоплены 84 дома, кроме того, подтоплены участки 95 домов. Стихия размыва 25 километров дорог, разрушила 12 мостов, были повалены линии электропередачи, повреждена 21 автомашина. Погибли пять человек, один ребенок пропал без вести.

– **В июле 2015 год** вследствие аномально жаркой погоды, что привело к таянию ледников, сошли селевые потоки в высокогорных районах Таджикистана. Общий ущерб от стихийных бедствий оценивается правительством в 600 миллионов сомони (около 92 миллионов долларов). Сообщалось о восьми погибших.

– **В конце мая 2014 года** сильнейшие ливневые дожди выпали на юге Китая. Непогода больше всего затронула города Гуанчжоу, Чжаоцин и Цинъюань. Реки вышли из берегов, образовались селевые потоки. В связи с непогодой было закрыто 16 скоростных магистралей, было разрушено более 1,1 тысячи домов. Погибли 19 человек, еще семь пропали без вести. Подобные обильные осадки выпадают в провинции раз в сотню лет.

- 13 апреля 2014 года селевые потоки обрушились на поселки на юго-востоке Таджикистана. В Шууроабадском районе были полностью разрушены около десяти домов, значительно повреждены 50 жилых построек. В селении Тугарак Восейского района были повреждены 250 домов, нанесен огромный ущерб посевным площадям. Погибли 14 человек.

– **22 марта 2014 года** сход оползня произошел к северу от американского города Сиэтл, были разрушены около 30 домов. Селевой поток перекрыл один из рукавов реки Стилагамиш, создав угрозу наводнения. Погиб 41 человек.

– **24 апреля 2013 года** сели сошли на населенные пункты в Афганистане. В Мазари-Шарифе, уездных центрах Шульгара, Кушанда и Чарканд погибли 20 человек, было разрушено более двух тысяч жилых домов и построек.

– **4 октября 2012 года** селевой поток сошел в районе деревни Чжэньхэ уезда Илян городского округа Чжаотун провинции Юньнань в Китае. Более 10 тысяч кубометров камней и грязи полностью разрушили здание деревенской начальной школы. В результате схода селя на месте школы образовалось грязевое озеро глубиной семь метров. 18 школьников погибли.

В сентябре 2012 года мощные муссонные дожди, выпавшие на индийский штат Уттаракханд, стали причиной сильных оползней и сходов селевых потоков. По информации СМИ, мощный селевой поток снес несколько десятков домов в восьми деревнях. Жертвами стали по меньшей мере 45 человек, еще не менее 18 пропали без вести.

– **24 октября 2011 года** сильные грозы обрушились на северную область Лигурия и центральную Тоскану в Италии. Они спровоцировали мощные оползни и селевые потоки в ряде населенных пунктов, погибли десять человек.

– **В сентябре 2011 года** в провинции Нангархар на востоке Афганистана трое суток подряд шли проливные дожди, за ними последовали селевые потоки. Более 640 домов были разрушены, селевые потоки уничтожили около 200 гектаров сельхозугодий в уездах Хесарак, Хугиани и Чапархар, погибли сотни голов домашнего рогатого скота. Уничтоженными оказались более 35 километров оросительных каналов, 20 мини-плотин, десятки строившихся объектов инфраструктуры. Сведений о человеческих жертвах не поступало.

– **12 января 2011 года** мощные грязевые потоки сошли сразу на несколько городов в горной части штата Рио-де-Жанейро (Бразилия) после сильного ливня. За сутки в регионе выпало около 800 миллиметров осадков, что соответствует месячной норме. В результате стихийного бедствия погибли более 630 человек, свыше 13 тысяч остались без крова. Этот природный катаклизм стал крупнейшим бедствием в истории Бразилии.

– **20 сентября 2010 года** тайфун Фанапи, прошедший по южно-китайской провинции Гунадун, привел к образованию селевых потоков и оползней. Осадки, ставшие сильнейшими за последние 200 лет, привели к гибели по меньшей мере 70 человек, еще 65 местных жителей пропали без вести. Стихия разрушила почти четыре тысячи домов, повредила более 42 тысяч гектаров сельхозугодий. Число эвакуированных в безопасные регионы достигло 95 тысяч человек.

– **16 августа 2010 года** проливные дожди привели к сходу селевых потоков в китайской провинции Ганьсу. Сели уничтожили более 30 тысяч гектаров посевов, и повредил 15,2 тысячи жилых помещений. В результате природной катастрофы 36 человек погибли, еще 23 пропали без вести.

– **9 августа 2010 года** в результате массового схода селевых потоков, вызванных ливнями в индийских штатах Джамму и Кашмир, в округе Ладакх погибли 145 человек, еще 500 пропали без вести. Были повреждены многие постройки и объекты инфраструктуры.

– **7 августа 2010 года** в провинции Ганьсу на северо-западе Китая в результате схода селя погибли свыше 1250 человек, еще около 500 пропали без вести. В ночь катастрофы за 40 минут в районе схода селя выпало 98 миллиметров осадков (годовая норма составляет около 200 миллиметров).

– **28 июня 2010 года** в китайской провинции Гуйчжоу в районе населенного пункта Дачжай произошел сход крупного селевого потока, который полностью накрыл собой деревню. Под оползнем оказались 99 человек, в числе которых, по меньшей мере, 30 учеников младших классов. Шансов спастись у погибших не было, так как селя накрыл жилой район буквально за две минуты.

– **19 мая 2010 года** селевой поток, сошедший со склонов вулкана на востоке Демократической республики Конго, унес жизни не менее 46 человек, было смыто 200 домов.

– **7 мая 2010 года** 16 человек погибли, 40 пропали без вести в результате схода селевых потоков на юге Таджикистана. Были разрушены свыше 1,5 тысячи домов, десятки мостов, сотни километров дорог.

– **2 апреля 2010 года** в департаменте Уануко (Перу) в результате схода селя был полностью уничтожен поселок Арройто. Жертвами стихийного бедствия стали не менее 12 человек и еще около 100 пропали без вести.

– **1 января 2010 года** после проливных дождей селевые потоки вызвали оползни на острове-курорте Илья Гранди бразильского штата Рио-де-Жанейро. Они привели к гибели по меньшей мере 52 человек. Под завалами грунта оказалась в том числе и прибрежная гостиница, где спасатели нашли тела 31 погибшего.

## Защитные мероприятия от селевых потоков [30]

К защитным мероприятиям относятся:

- посадка леса на горных склонах;
- строительство противоселевых плотин, дамб и канав;
- регулярный спуск воды с горных водоемов;
- строительство защитных сооружений вдоль русел рек;
- создание дымовых завес, для снижения скорости таяния снега в горах;
- перенаправление селевых потоков в котлованы, расположенные в руслах рек.

### 2.4.3. Лавина

**Лавина** — это снежный обвал, низвергающийся с горных склонов с огромной разрушительной силой и увлекающий на своем пути новые массы снега.

Лавина считается разновидностью оползня и возникает в результате продолжительных снегопадов (Рисунок 2.13).

Несмотря на современные противолавинные действия, его последствия могут быть очень тяжёлыми для жителей горных регионов, посетителей лыжных курортов и альпинистов.

Снежная масса оказывает внушительное давление до  $100 \text{ т/м}^2$  на любую преграду, будь то небольшая деревянная постройка или полноценный инфраструктурный объект. В высоту оползень достигает до 50 метров. Лавинная масса обладает большой кинетической энергией и как следствие огромной разрушительной силой.

Эти характеристики объясняют разрушительный эффект явления.



Рисунок 2.13 – Лавина

## **Причины схода.**

Основными причинами схода снежных лавин являются:

- большой объем снега на горных склонах;
- любые физические формы сильного воздействия (выстрелы, звуки большой громкости, толчки);
- высокий показатель влажности;
- действие землетрясений.

Снежные лавины распространены в горных районах. Поэтому одной из важных побудительных причин лавины является землетрясение.

Вместе с тем, сложно гарантировать безопасность людей, которые в одиночку или в небольших группах находятся на горном склоне. Нередко сход лавины может быть спровоцирован действиями самих туристов.

## **Классификация снежных лавин**

- Классификация снежных лавин по характеру движения:
  - склоновые (основы) – двигаются по верхушке хребта;
  - лотковые – перемещаются по ложбинам;
  - прыгающие – поднимаются вверх во время соприкосновения с препятствиями.
- Классификация по качеству снежной массы:
  - из сухого снега;
  - из порошкового снега высокой плотности;
  - образовавшиеся в результате метелей;
  - обвальные – падение снежных карнизов;
  - пылевые – легкие оползни из снежной пыли;
  - пластовые;
  - твердо-пластовые;
  - мягко-пластовые;
  - ледово-снежные и ледовые;
  - комплексные – сухие в верхней части и плотные у основания;
  - влажные – последствия оттепели;
  - мокрые – образуются в результате весенних дождей;
  - селеподобные – масса, состоящая из воды и снега.

Каждый из перечисленных лавин несет угрозу жизни.

## **Опасность снежной лавины**

Благодаря изучению свойств этого природного явления, люди смогли обезопасить населенные пункты от разрушительного действия ледяных оползней.

Для людей, находящихся в горах, лавина представляет смертельную опасность по ряду причин:

- из-за скорости и тяжести массы снега, у человека могут случиться переломы костей. В результате шансы на то, что человек сумеет выбраться на поверхность, снижаются до минимума. Даже в случае чудесного спасения, человек рискует на всю жизнь остаться инвалидом.

- закупорка дыхательных путей снегом. Даже если человеку повезло, и он не получил никаких повреждений, количество воздуха под лавиной будет уменьшаться колоссальными темпами.

- обморожение – еще одна опасность, с которой могут столкнуться проигнорировавшие технику безопасности альпинисты и лыжники.

### **Предвестники снежных лавин. Уровни опасности**

К признакам схода лавин можно отнести метеорологическую ситуацию и состояние осадков. Если в ближайшее время в горном регионе ожидаются снегопады, ветреная погода или дожди, следует воздержаться от походов по склонам, поскольку такие природные явления могут стать причиной возникновения лавин. При наблюдении за склоном, подверженном образованию оползней, можно заметить минимальное движение снега.

В начале 90-х годов для предупреждения туристов о лавинной опасности была разработана специальная пятиуровневая система рисков. Все места восхождений и лыжные пути отмечаются разнообразными флажками. Так туристы могут вовремя узнать о надвигающейся опасности, что повышает вероятность выжить. Для каждого из уровней есть свой определенный флажок нужного цвета и формы.

#### ***Уровни опасности.***

- минимальный уровень опасности – 1;
- показатель неустойчивости снега в отдельных зонах – 2;
- средний уровень опасности;
- предупреждение о возможном сходе лавин на крутых склонах;
- высокий уровень риска схода лавин на любых склонах.

### **Меры безопасности**

Находясь на горном склоне, можно спастись от лавины, если знать правила поведения при попадании под толщу снега.

При наличии расстояния между лыжником и лавиной не менее 200 метров, можно попробовать отбежать в сторону.

Алгоритм действий при попадании в движущийся слой снега:

- предотвратить попадание снега в ротовую полость и носоглотку;

- удалить часть снега в области лица и груди, что позволит сохранить нормальное дыхание;

- важно не расходовать силы на крики, поскольку снег отлично поглощает звук. Единственный способ позвать на помощь – выбраться на поверхность.

- следует постепенно удалять снег на пути к поверхности, осторожно перемещая вниз или в стороны и утрамбовывая его под собой.

Важно оставаться в сознании и стараться не уснуть, чтобы услышать спасателей.

Грамотное поведение при попадании в опасную для жизни ситуацию поможет сохранить жизнь себе и другим участникам группы.

### **Классификация по профилактическим мероприятиям. Защиты от лавин с помощью дополнительных средств**

Противолавинные профилактические мероприятия подразделяются на:

– **пассивные.** Использование опорных сооружений, дамб, лавинорезов, надолбов, снегоудерживающих щитов, посадках и восстановлении леса;

– **активные.** Искусственное провоцирование схода лавины в заранее выбранное время и при соблюдении мер безопасности – обстрел головной части потенциальных срывов лавины разрывными снарядами или минами. Проводят взрывы направленного действия, используя сильные источники звука.

Защиты от лавин с помощью дополнительных средств:

- лавинный датчик, который начинает работать сразу после начала маршрута. В случае попадания под оползень, вероятность определения местонахождения туристов, существенно возрастает;

- лопата, которая может пригодиться, если один или несколько участников группы сумели убежать от лавины. В этом случае потребуется откапывать остальных альпинистов;

- лавинный зонд, который помогает узнать расстояние до человека, попавшего под слой снега;

- рюкзак с подушками безопасности, которые обеспечивают расположение человека максимально близко к поверхности;

- Avalung от Black Diamond – система для отвода теплого воздуха к области затылка или спины. В этом случае не произойдет закупорка толщи подтаявшего снега, которая может перекрыть доступ свежего воздуха.

## **Самые большие снежные лавины в истории**

Жители горных регионов неоднократно сталкивались с разрушительной силой снежных оползней:

- *Начало 50-х годов.* Самая сильная серия лавин была зафиксирована в Альпах в начале 50-х годов из-за масштабных снежных осадков в этом регионе. Крупнейшие потоки снежно массы унесли жизни 250 человек и разрушили горные населенные пункты в Австрии, Швейцарии и Италии.
- *В 1954 году* в Австрии вследствие двух потоков снега погибло более ста жителей горного поселка Блонс.
- *В 1980 году* во Франции сошла лавина, разрушившая горнолыжный курорт. Погибло 280 человек. Эта лавина считается одна из самых больших в мире
- *В американском штате Вашингтон в 10-х гг. 20 века* массивный снежный оползень накрыл железнодорожную станцию, в результате чего 10 человек стали жертвами стихии.

Снежная лавина, несмотря на современные меры предотвращения этого явления, представляет большую угрозу для любителей активного зимнего отдыха. Важно понимать степень этой угрозы и заранее позаботиться о безопасности.

### **2.4.4. Обвалы**

Обвал – это отрыв и падение больших масс горных пород на крутых и обрывистых склонах гор, речных и морских побережий. (рисунок 2.14) [30].

Причина обвалов – ослабления цельности горных пород под влиянием:

- деятельности поверхностных и подземных вод;
- дожди;
- таяния снега;
- проведение взрывных и строительных работ.

#### **Поражающие факторы и признаки возможного обвала**

Поражающими факторами обвала и падения тяжелых масс горных пород являются;

- вывод из строя техники и оборудования;
- разрушение даже прочные сооружений;
- полностью заваленные грунтом техника, здания и сооружения;
- прекращение движения транспорта;
- возможные человеческие травмы и жертвы;
- запруживании рек и обрушение берегов озер.

Признаками обвала являются:

- многочисленные трещины в отвесных скалах;

- нависающие блоки;
- появление отдельных фрагментов скал, глыб, отделяющихся от основной породы.

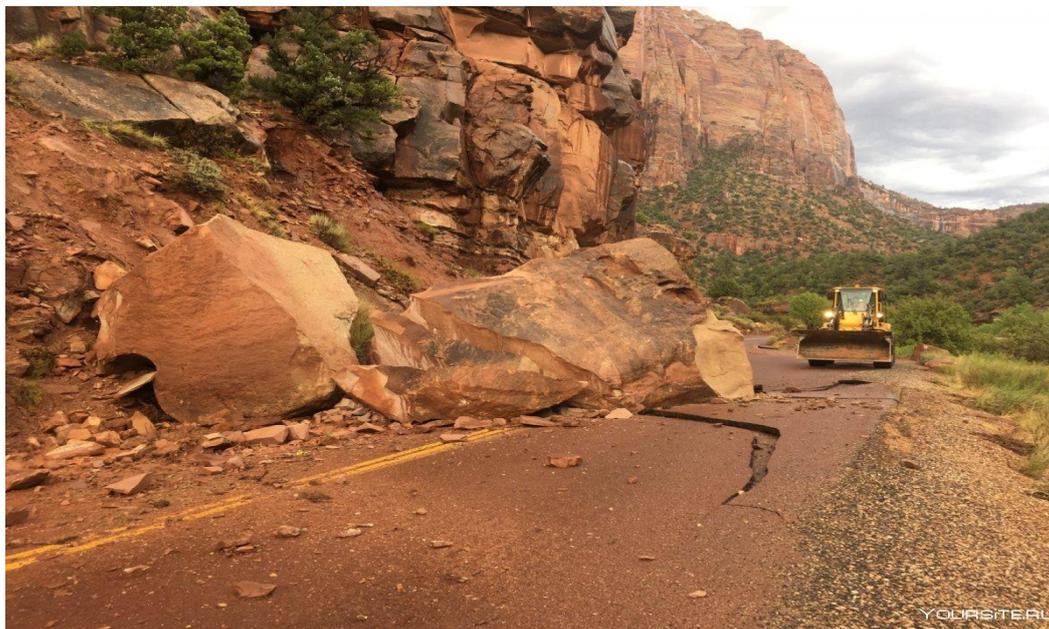


Рисунок 2.14 – Обвал

### **Классификация обвального процесса**

Обвальный процесс классифицируется по:

- по мощности обвального процесса:
  - крупные (отрыв пород более 10 млн. куб. м),
  - средние (от 1 млн. до 10 млн. куб. м);
  - мелкие (отрыв пород менее 1 млн. куб. м).
- по масштабам проявления обвалов:
  - огромные (100 - 200 га.);
  - средние (50 - 100 га.);
  - малые (5 - 50 га.);
  - мелкие (менее 5 га.).

Обвалы в районах распространения горных пород в основном состоят из известняка, доломита, гипса и каменной соли и легко выщелачиваются водой. Вода в этих породах выщелачивает большие пустоты (пещеры), и по достижении большого объема потолок пещеры обваливается, а на поверхности земли образуется впадина (воронка, провал). Впадины заполняются водой, образуя «провальные озера». В этих районах при возведении зданий и сооружений необходимо производить исследование грунта.

## **Крупные обвалы в России и за рубежом**

– **1894 г. Крым.** деревушка К-учу к-Ко. В результате землетрясения верхняя часть обрыва отделилась и рухнула вниз, образовав беспорядочное нагромождение мощных каменных глыб, под которыми оказались несколько крайних домов деревни. После катастрофы деревню перенесли на новое место. Сейчас она называется посёлком Лучистое, а о старой деревне напоминают лишь остатки садов. 30 августа 1966 г. в этом же месте вновь произошёл мощный обвал, звук от которого напоминал взрыв; однако нагромождения, оставшиеся от прежнего обвала, задержали каменную лавину. Обвал был столь сильным, что сейсмические станции зарегистрировали его как местное землетрясение.

- **Горы Памира 1911 г.** Сарезское озеро с прозрачной зеленоватой водой. Образовалось это красивое озеро в 1911 г., когда более 7 миллиардов тонн горных пород рухнули со склонов и грандиозной плотиной перегородили реку Мургаб. Через несколько лет возникло высокогорное озеро. Гигантский обвал был вызван землетрясением, которые на Памире случаются очень часто.

- **1608 г. Альпы.** Обвалилась часть горы Монте-Конто, более 2 тыс. жителей деревни Плюр оказались погребёнными в своих домах под массой камней и грунта.

- **В VI в. на Апеннинском полуострове** под каменной лавиной исчез городок Велейя со всеми его жителями. Обвал произошёл на склонах горы Ровинаццо.

## **Способы борьбы с обвалами**

Профилактические мероприятия по защите можно подразделить на пассивные и активные.

### ***Пассивные мероприятия.***

- наблюдения за состоянием склонов;
- запрещение строительства в районах возможного действия обвалов;
- оползней и селей;
- запрещение взрывных и горных работ вблизи оползневых участков;
- охрана горных пастбищ, древесно-кустарниковых насаждений и травы на склонах.

***Активные мероприятия,*** связанные с устройством инженерных и гидротехнических сооружений, которые либо задерживают массы пород, либо отводят их от построек и дорог:

- поверхность земли закрепляется посадками леса;
- расширяется площадь растительного покрова на склонах;
- устраиваются противоселевые плотины, дамбы.

Кроме того, на селеопасных склонах и конусах старых селей запрещается строительство предприятий, жилых зданий, дорог.

### **Правила поведения при возникновении оползней, селей и обвалов [31]**

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

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

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

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

В случае, если заблаговременное предупреждение об опасности отсутствовало, и жители были предупреждены об угрозе непосредственно перед наступлением стихийного бедствия или заметили его приближение сами, каждый, не заботясь об имуществе, производит экстренный выход в безопасное место самостоятельно. При этом об опасности должны предупреждаться близкие, соседи, все встречающиеся по пути люди. Для экстренного выхода необходимо знать пути движения в ближайшие

безопасные места. Эти пути определяются и доводятся до населения на основе прогноза наиболее вероятных направлений прихода оползня (селя) к данному населенному пункту (объекту).

Естественными безопасными путями для экстренного выхода из опасной зоны являются склоны гор и возвышенностей, не предрасположенные к оползневому процессу. При подъеме на безопасные склоны нельзя использовать долины, ущелья и выемки, поскольку в них могут образовываться побочные русла основного селевого потока. В пути следует оказывать помощь больным, престарелым, инвалидам, детям и ослабевшим. Для передвижения по возможности используются личный транспорт, подвижная сельскохозяйственная техника, верховые и вьючные животные.

В случае, когда люди и сооружения оказываются на поверхности движущегося оползневого участка, следует передвигаться по возможности вверх, остерегаться скатывающихся глыб, камней, обломков, конструкций, земляного вала, осыпей. При высокой скорости оползня возможен сильный толчок при его остановке, а это представляет большую опасность для находящихся на оползне людей.

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

### **Правила действия при обвалах**

1. Не пытайтесь убежать, скорость обвала в горах выше человеческой. Лучше попытайтесь двигаться поперек схода камнепада к его краю, где интенсивность движения меньше. Попробуйте взобраться на возвышение или дерево.
2. Если уйти в сторону не удалось, отбросьте в сторону имеющиеся у Вас острые и твердые предметы, катитесь в направлении обвала, стараясь держать мышцы расслабленными. Закрывайте голову руками.
3. Защищайте органы дыхания от песка и грязи при помощи одежды.
4. При обрушении здания старайтесь расположиться под устойчивыми конструкциями: стенами, дверными проемами. Не пользуйтесь лифтами и лестницами.
5. Когда обвал остановится, освободите достаточное пространство вокруг лица, чтобы обеспечить доступ кислорода.
6. Чтобы сориентироваться под завалом, плюньте сквозь зубы. Если слюна попадет в лицо, значит, Вы находитесь вниз головой.

7. Постарайтесь освободить зажатые конечности, попытайтесь двигаться в сторону поверхности или в более безопасное место. Если есть опасность повторного осыпания, движение следует остановить.
8. Кричите и зовите на помощь, попробуйте петь, чтобы спасатели услышали Вас.
9. Попробуйте не паниковать. Ждите освобождения, регулярно проверяя состояние пальцев рук и ног.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение оползню.
2. Назовите причины возникновения оползня.
3. Как классифицируются оползни по масштабу и по активности?
4. Как классифицируются оползни по скорости и месту образования?
5. Какие принимают меры по предупреждению оползня?
6. Что такое сель?
7. Назовите условия возникновения селевых потоков?
8. По каким признакам характеризуется сель?
9. Что влияет на формирование селевых потоков?
10. Назовите защитные мероприятия при селевых потоках?
11. Что такое лавина?
12. Какие причины схода снежных лавин?
13. Назовите профилактические мероприятия от снежных лавин.
14. Что такое обвал?
15. Как подразделяются обвалы по мощности обвального процесса?
16. Назовите способы борьбы с оползнями, селевыми потоками и обвалам

## 2.5. Метеорологические чрезвычайные ситуации

*Метеорологические чрезвычайные ситуации* - это природные ситуации, возникающее в атмосфере под действием природных факторов или их совокупности, оказывающие поражающее воздействие на людей, животных, здания и сооружения, сельскохозяйственные угодья, флору и фауну

### **Причины, вызывающие метеорологические чрезвычайные ситуации:**

- ветер, буря, ураган, смерч (при скорости 25 м/с и более);
- сильный дождь (при количестве осадков 50 мм и более в течение 12 ч и более, а в горных, селевых и ливнеопасных районах -- 30 мм и более за 12 ч);
- крупный град (при диаметре градин 20 мм и более);
- сильный снегопад (при количестве осадков 20 мм и более за 12 ч);
- метель (скорость ветра 15 м/с и более);
- пыльные бури;
- заморозки (понижение температуры воздуха на поверхности почвы ниже 0 °С в вегетационный период);
- сильный мороз или сильная жара.

### **Классификация метеорологических чрезвычайных ситуаций**

- Сильный ветер.
- Шквалы.
- Смерчи.
- Ураганы.
- Бури.

### 2.5.1. Ветер

*Ветер* – это поток воздуха, который перемещается, в горизонтальном направлении из-за неравномерного распределения атмосферного давления. Основные свойства ветра – направление, сила и продолжительность.

Различают:

- сильные ветры;
- бури;
- ураганы;
- шквалы;
- смерчи.

Ветер в основном образуется благодаря неравномерному распределению атмосферного давления. Солнечные лучи, достигая поверхности Земли, нагревают океан и сушу. При этом температура в разных уголках нашей планеты возрастает неравномерно (рисунок 2.15) .

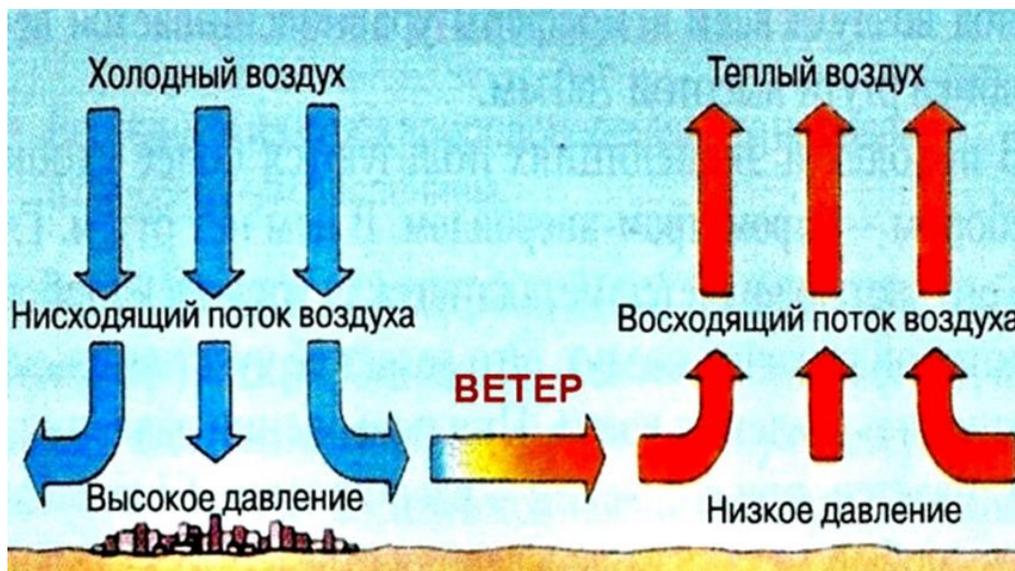


Рисунок 2.15 - Образование ветра

Сильнее всего нагревается зона экватора и соответствующие пояса. Температура океанических вод повышается менее интенсивно, чем температура суши, однако водные массивы дольше удерживают тепло. Воздушные массы тоже нагреваются неравномерно. В результате образуются зоны с разным давлением, что приводит к воздушной циркуляции. Нагретые потоки (восходящие) из зоны низкого давления устремляются вверх. Тем временем, остывший воздух (нисходящие потоки) опускается вниз и устремляется в область низкого давления. Атмосфера Земли не останавливается ни на секунду. Процесс воздушной циркуляции носит глобальный характер. Когда массивные потоки теплого и холодного воздуха сталкиваются, возникают различные по интенсивности ветры [32].

### **Классификация скорости ветра в баллах по шкале Бофорта**

Ветер различают по скорости и силе в баллах от 0 до 12. Для этого используется шкала Бофорта, разработанная ирландским моряком, картографом и военным адмиралом – Фрэнсисом Бофортом. Во время службы на флоте Фрэнсис вел регулярные наблюдения за ветром. Полученные данные он записывал в дневник. В результате он разработал шкалу, которую официально утвердили в 1838 году [35].

В 20-м веке шкала Бофорта была доработана: систему из 12 баллов расширили до 17, чтобы можно было классифицировать особенно сильные ветры, например,

тайфуны. Но расширенная версия используется лишь в тех зонах, где такие тайфуны происходят достаточно часто (Китай, Тайвань и т.п.). Согласно шкале Бофорта, сила ветра определяется по 2-м критериям: волнение открытого моря; влияние ветра на сухопутные объекты. Соответственно имеется и 2 таблицы: одна для суши, другая – для открытого океана. В таблице для суши показана сила ветра и скорость в метрах за секунду. Во втором варианте скорость ветра дается в узлах. В обеих шкалах указаны общие черты, по которым можно определить силу воздушных потоков (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Шкала Бофорта. Сила ветра в баллах и морское волнение [34]

Баллы	Наименование ветра	Скорость ветра, м/с	Скорость ветра км/ч	Действие ветра	
				на суше	на море (баллы)
0	Штиль	0-0,2	Менее 1	Затишье. Дым поднимается вертикально, листья деревьев неподвижны.	0. Волнение отсутствует Зеркально гладкое море
1	Тихий	0,3-1,5	2-5	Дым слегка отклоняется от вертикального направления, листья деревьев неподвижны	1. Слабое волнение. На море лёгкая рябь, пены на гребнях нет. Высота волн 0,1 м, длина - 0,3м.
2	Легкий	1,6-3,3	6-11	Тонкие ветки и листья временами слабо колеблются, флюгер начинает двигаться,	2. Слабое волнение Гребни не опрокидываются и кажутся стекловидными. На море короткие волны высотой 0,3 м. и длиной – 1-2м.
3	Слабый	3,4-5,4	12-19	Листья и тонкие ветки деревьев с листвой непрерывно колеблются, колышутся лёгкие флаги. Дым как бы слизывается с верхушки трубы (при скорости более 4 м/сек).	3. Легкое волнение Короткие, хорошо выраженные волны. Гребни, опрокидываясь, образуют стекловидную пену, изредка образуются маленькие белые барашки. Средняя высота волн 0,6-1 м, длина – 6м.

4	Умеренный	5,5-7,9	20-28	Ветер поднимает пыль, бумажки. Качаются тонкие ветви деревьев и без листвы. Дым перемешивается в воздухе, теряя форму. Это лучший ветер для работы обычного ветрогенератора (при диаметре ветроколеса 3-6 м)	4. Умеренное волнение Волны удлиненные, белые барашки видны во многих местах. Высота волн 1-1,5 м, длина – 15 м. Достаточная ветровая тяга для виндсёрфинга (на доске под парусом), с возможностью выйти в режим глиссирования (при ветре не менее 6-7 м/с)
5	Свежий	8,0-10,7	29-38	Качаются ветки и тонкие стволы деревьев, ветер чувствуется рукой. Вытягивает большие флаги. Свистит в ушах.	4. Непокойное море Хорошо развитые в длину, но не очень крупные волны, повсюду видны белые барашки (в отдельных случаях образуются брызги). Высота волн 1,5-2 м, длина – 30 м
6	Сильный	10,8-13,8	39-49	Качаются толстые сучья деревьев, тонкие деревья гнутся, гудят телеграфные провода, зонтики используются с трудом	5. Крупное волнение Начинают образовываться крупные волны. Белые пенистые гребни занимают значительные площади. Образуется водяная пыль. Высота волн — 2-3 м, длина – 50 м
7	Крепкий	13,9-17,1	50-61	Качаются стволы деревьев, гнутся большие ветки, трудно идти против ветра.	6. Сильное волнение Волны громоздятся, гребни срываются, пена ложится полосами по ветру. Высота волн до 3-5 м, длина – 70 м
8	Очень крепкий	17,2-20,7	62-74	Ломаются тонкие и сухие сучья деревьев, говорить на ветру нельзя, идти против ветра очень трудно.	7. Очень сильное волнение Умеренно высокие, длинные волны. По краям гребней начинают взлетать брызги. Полосы пены ложатся рядами по

					направлению ветра. Высота волн 5-7 м, длина – 100 м
9	Шторм	20,8-24,4	75-88	Гнутся большие деревья, ломает большие ветки. Ветер срывает черепицу со многих крыш.	8.Очень сильное волнение Высокие волны. Пена широкими плотными полосами ложится по ветру. Гребни волн начинают опрокидываться и рассыпаться в брызги, которые ухудшают видимость. Высота волн — 7-8 м, длина – 150 м
10	Сильный шторм	24,5-28,4	89-102	На суше бывает редко. Значительные разрушения строений, ветер валит деревья и вырывает их с корнем	8.Очень сильное волнение Очень высокие волны с длинными загибающимися вниз гребнями. Образующаяся пена выдувается ветром большими хлопьями в виде густых белых полос. Поверхность моря белая от пены. Сильный грохот волн подобен ударам. Видимость плохая. Высота — 8-11 м, длина – 200 м
11	Жестокий шторм	28,5-32,6	103-117	Наблюдается очень редко. Сопровождается большими разрушениями на значительных пространствах.	9. Исключительно высокие волны. Суда небольшого и среднего размера временами скрываются из вида. Море всё покрыто длинными белыми хлопьями пены, располагающимися по ветру. Края волн повсюду сдуваются в пену. Видимость плохая. Высота — 11м, длина 250м
12	Ураган	>32,7	>117	Опустошительные разрушения.	9. Исключительное волнение

				Отдельные порывы ветра достигают скорости 50—60 м.сек. Ураган может случиться перед сильной грозой	Воздух наполнен пеной и брызгами. Море всё покрыто полосами пены. Очень плохая видимость. Высота волн >11м, длина – 300м.
--	--	--	--	--	---

### Направление ветра

Направление ветра зависит преимущественно от разницы атмосферного давления и вращения Земли. На полюсах планеты преобладают восточные ветры, в умеренном поясе обоих полушарий ветры дуют в западном направлении, а в области тропического пояса наблюдаются воздушные потоки восточного направления. Также есть большие зоны, в которых ветер движется по вертикали, соблюдая правило низкого и высокого атмосферного давления. Это субтропические и приполярные пояса.

В метеорологии существует понятие розы ветров [24, 26, 27,28]. Это диаграмма векторного типа, которая отображает режим ветра в заданной местности, основанный на продолжительном наблюдении (рисунок 2.16).

Роза ветров представляет собой многоугольник, лучи которого расходятся от центральной части диаграммы. По длине каждого луча можно судить, насколько часто ветер дует в определенном направлении. Эту информацию учитывают при строительстве объектов инфраструктуры (дорог, посадочных полос и т.д.) и во многих других отраслях.

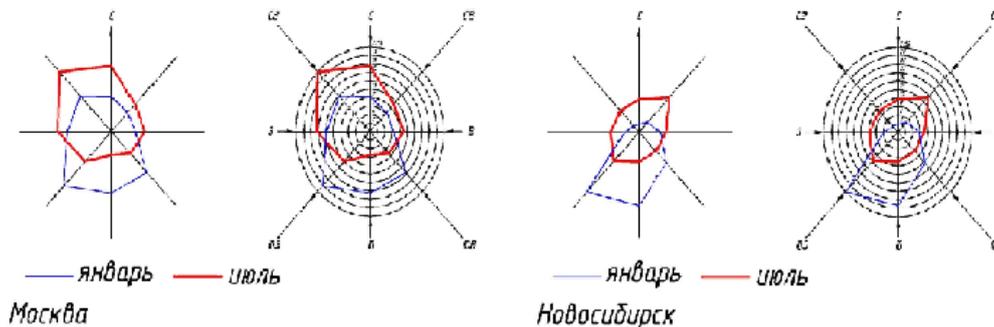


Рисунок 2.16 – режим ветра в заданной местности

### Виды ветров

По основной классификации ветры делятся на постоянные (или преимущественные), сезонные и местные (рисунок 2.17) [32].

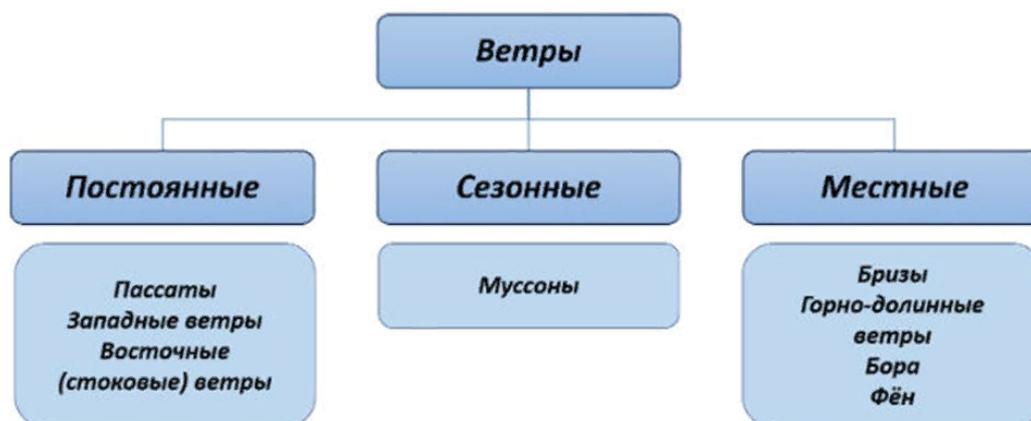


Рисунок 2.17 - Виды ветров

- Постоянными называются ветры, которые не меняют своего направления. Они образуются благодаря соприкосновению зон высокого и низкого давления.

К постоянным ветрам относятся: пассаты; западные; восточные (рисунок 2. 18).

Пассаты – ветры, дующие с востока между тропиками и устремляющиеся к экватору. Они разделены безветренной полосой. Именно пассаты направляют тропические циклоны в западном направлении.

**Западные ветры** умеренного пояса представляют потоки воздуха, которые преобладают на умеренной широте – в зоне между 35 и 65 градусами северной и южной широты. Двигутся они с запада на восток.

**Восточные ветры** полярных районов направляются из зон высокого давления в зоны низкого давления.

- Сезонные ветры, соответственно, меняют свое направление в зависимости от текущего времени года. Сезонные ветры представлены одной категорией – муссонами (рисунок 2.19). Они дуют в области тропиков на протяжении нескольких месяцев. При этом дважды в год муссоны резко меняют свое направление.

В летний период воздушные потоки движутся с океана на сушу, а зимой, наоборот – с материковой части в сторону океана. Муссоны приносят с собой большое количество осадков в теплое время года. Формирование ветров происходит на востоке и юго-востоке Азии.

- Местные ветры. Это воздушные массы, которые циркулируют только на определенных территориях планеты. При этом они определяют климатические условия данной зоны.

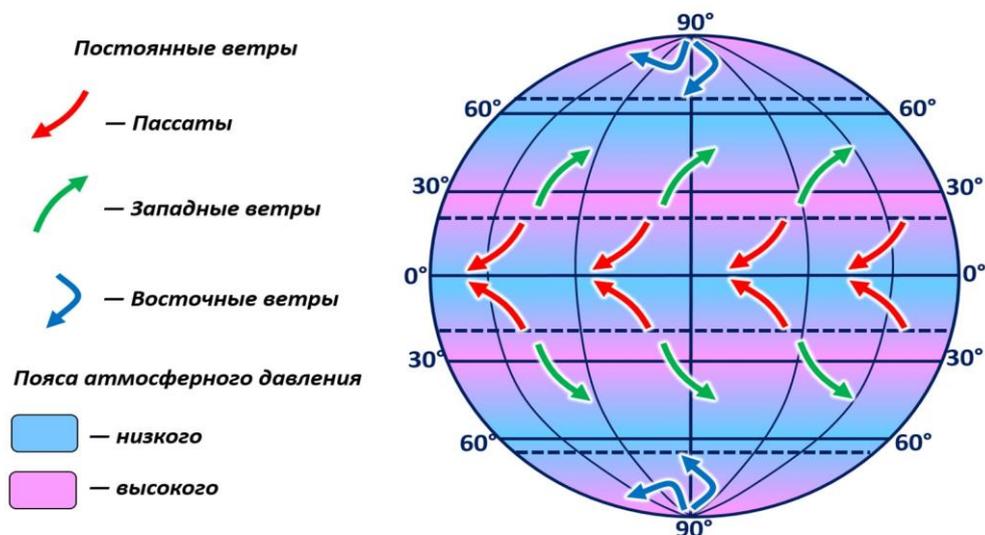


Рисунок 2.18 - Постоянные ветры

### Образование муссонов

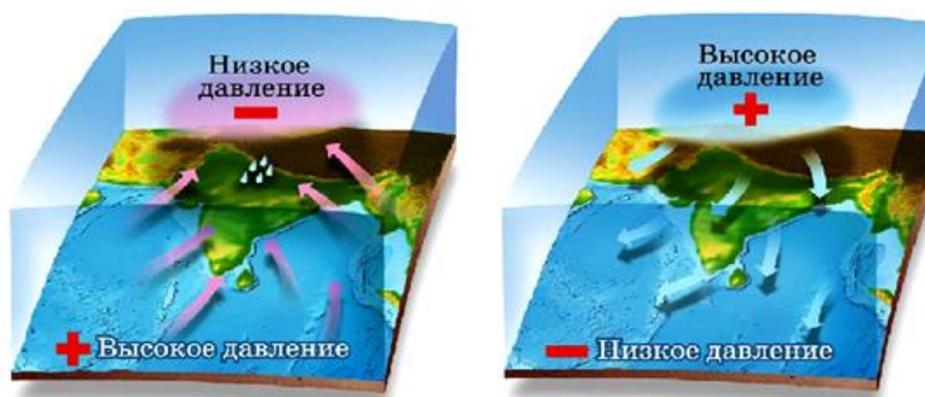


Рисунок 2.19 – Муссоны

Наибольшим разнообразием отличаются местные ветры. Среди них можно выделить следующие виды:

– Бриз – теплый поток воздуха на стыке морских водоемов и береговой линии. Меняет направление два раза в сутки. Днем бриз дует с моря на сушу, ночью – с побережья в сторону моря.

– Самум – сухой ветер пустынного типа, который переносит огромные песчаные массы. Встречается в африканских пустынях и на Аравийском полуострове.

– Сирокко – воздушные потоки над Северной Африкой и Средиземноморьем, которые имеют юго-западное и южное направление.

– Бора – ветры, формируемые на территориях, где горы граничат с морями. Температура потоков зависит от времени года. Направление – с гор к морю.

– Фён – ветер, дующий порывами с гор в направлении долин. Отличается сухостью и возникает из-за перепада высоты на небольшой территории. Распространен в горных районах Северной Америки, Евразии.

– Суховей – возникает в умеренном поясе над степями и пустынями. Воздух сухой и горячий.

– Нордер – ветер, наблюдаемый в Мексиканском заливе и дующий с севера.

– Зюйд – название обозначает южный ветер, встречающийся на северном полюсе.

– Зефир – воздушный поток в восточной части Средиземноморья, возникающий в теплое время года.



Рисунок 2.20 – Песчаная буря - хабуб

Также бывают необычные виды ветров, такие как торнадо (ураган, встречающийся в Северной Америке), хабуб (африканские песчаные бури). (Рисунок 2.20), близзард (канадский буран наподобие сибирской пурги), хамсин (горячий штормовой ветер в Саудовской Аравии, дующий около 50 дней) и другие.

### **Измерение скорости ветра**

Для измерения скорости ветра изобрели специальные приборы, которые называются анемометрами. Они бывают механическими, ультразвуковыми и тепловыми.

Механические делятся на чашечные и крыльчатые.

### ***Механический чашечный анемометр.***

Чашечный анемометр считается наиболее распространенным. Такой прибор состоит из полусферических чаш и ротора. При этом чаши насажены на ротор и при дуновении ветра начинают вращаться. В основе данного способа измерения содержится разница давления, которую создает ветер на выпуклые и вогнутые стороны чаш. Скорость вращения ротора соответствует скорости ветра (Рисунок 2.22).



Рисунок 2.22 - Механический чашечный анемометр

Скорость ветра зависит от того, насколько велика разница атмосферного давления между территориями. Таким образом, чем быстрее движется ветер, тем больше показатель его силы, с которой поток воздействует на окружающие предметы [32,33].

### **Использование ветра человеком**

Ветер является одним из самых главных экологически безопасных источников энергии. Человек с давних пор использует силу ветра – от простейших ветряных мельниц до комплексных ветроэнергетических установок преобразования силы ветра в электричество.

Энергия ветра может быть преобразована в следующие виды энергии:

- кинетическую – для передвижения парусных судов;
- полетов воздушных шаров;

- механическую – для установок, перекачивающих воду и измельчающих зерновые (устаревшие способы);
- электрическую – для производства электроэнергии.

### **Основные последствия влияния ветров [34]:**

- Возникновение сильных океанических течений, которые определяют климат прилегающих зон.
- Эрозия почвы из-за выдувания мелких частиц.
- Образование новых форм рельефа. Например, перенос и откладывание песка ветром приводит к появлению песчаных дюн.
- Перенос пыли из пустынь и загрязнение воздуха. Например, летом дуют пассаты в Северном полушарии. При этом они постепенно приближаются к областям субтропических пустынь. В результате пыль из Сахары на протяжении сезона достигает южно-восточной части Северной Америки.
- Распространение пожаров. Ветер – один из основных факторов, который влияет на быстрое распространение пожаров, в особенности лесных.
- Влияние на растения. Воздушные потоки распространяют семена некоторых растений, ограничивают рост деревьев, а также могут наносить механические повреждения переносимыми твердыми частицами.
- Влияние на животных. Ветер усиливает холод в совокупности с низкими температурами – это основной аспект его влияния на животный мир. К влиянию ветра вынуждены приспособляться, например, пингвины, птицы, насекомые.

Некоторым видам животных движение воздушных масс приносит пользу – олени за счет острого обоняния распознают издали хищников.

К сильному ветру относится ветер, скорость которого составляет более 90 км/ч. Поражающим фактором сильного ветра является скоростной напор, который зависит от плотности и скорости воздушного потока.

Сильный ветер и ураган способны разрушать здания и сооружения, выводить из строя транспорт, повреждать лесные насаждения. Вторичными факторами сильных ветров являются пожары, затопление территорий, взрывы на объектах, повреждение инженерных сетей и коммуникаций. Основные последствия сильных ветров – большие человеческие жертвы и экономические потери.

## 2.5.2. Смерч

**Смерч** - атмосферный воздушный вихрь большого диаметра, вращающийся с высокой скоростью и разрушительной силой. Основные характеристики:

- диаметр воронки у поверхности 25-30 метров;
- высота воронки 700-1600 метров;
- скорость движения по горизонтали до 70-75 км/ч;
- диаметр воронки в верхней части 900-1100 м.
- скорость вращения до 100 м/с

Основные поражающие факторы смерча [31-34]:

- скоростной напор ветра;
- давление разрежения внутри вихря.

### **Поражающие факторы смерча**

При смерче рассматривают первичные и вторичные факторы.

**Первичные факторы.** В очаге смерча происходят разрушения зданий и сооружений, инженерных сетей и коммуникаций, вывод из строя транспортных средств, порыв линий передач и связи, повреждение деревьев, травмы и жертвы среди людей и животных. Смерч способен переносить на большие расстояния различные предметы, людей и животных. Особенностью смерча также является всасывание воды из водоемов и вместе с фауной перенос на большие расстояния. (Рисунок 2.23).

**Вторичные факторы.** Вторичными факторами смерчи являются: пожары, заражение атмосферы и местности, взрывы, воздействие летящих обломков и осколков, падение строительных конструкций и других предметов.



Рисунок 2.23 – Смерч

### 2.5.3. Шквальный ветер

Шквальный ветер - конвективные процессы в атмосфере, сопровождаемые изменением направления ветра и резким кратковременным усилением его скорости до 20-30 м/с и выше, (Рисунок 2.24).



Рисунок 2.24 - Механизм образования шквала

Шквал - довольно опасное природное явление, соответствует резкому усилению ветра. Шквальный ветер способен за несколько минут увеличить скорость на 8 м/с и более. В некоторых странах шквал наблюдается только в том случае, если сильный ветер дует на протяжении нескольких минут как минимум, а в других странах достаточно лишь факта кратковременного усиления ветра.



Рисунок 2.25– Шквал

Шквальный ветер приводит к таким разрушениям как: сломанные деревья, оборванные линии электропередач, повреждение зданий и т.д. Скорость ветра при этом иногда достигает 30 м/с. Длится это опасное явление от 2 минут до двух часов (Рисунок 2.25)

Возникновение шквала связано с присутствием в небе грозовых облаков (кучево-дождевых). Поэтому очень часто шквалистый ветер наблюдается во время грозы. Иногда явлению сопутствуют ливень, град или буря.

#### 2.5.4. Ураган.

Ураганы являются одной из самых катастрофических сил в природе. (Рисунок 2.25). Ураганы обладают большой энергией и очень высоким давлением, которое достигает нескольких сот килограммов на квадратный метр неподвижной поверхности, расположенный перпендикулярно к направлению движения ветра.

Для измерения потенциального ущерба от ураганов используют шкалу ураганов Саффира – Симпсона (Таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Категории ураганов по шкале Саффир-Симпсона

Категория	Атмосферное давление, мбар	Скорость ветра, м/с	Причиняемый ущерб
1	Свыше 980	34-42	Незначительный
2	965 - 975	43-48	Небольшой
3	945 - 965	49-57	Значительный
4	920 - 944	58-68	Очень большой
5	Ниже 920	Выше 68	Колоссальный

**На суше.** Опустошительные разрушения. Ураганный ветер 12 баллов, разрушает прочные и сносит легкие строения, опустошает засеянные поля, обрывает провода и валит столбы линий электропередачи и связи, разрушает транспортные магистрали и мосты, ломает и вырывает с корнями деревья, повреждает и топит суда, вызывает аварии на коммунально-энергетических сетях, в производстве. Отдельные порывы ветра достигают скорости 50-60 м/сек. Очень часто ураган начинается перед грозой и сопровождается сильным ливнем, селевыми потоками и оползнями.

**На море.** Наблюдается исключительное волнение. Воздух наполнен пеной и брызгами. Море всё покрыто полосами пены. Очень плохая видимость. Высота волн более 11м, длина – 300м.

Ураганы отличаются своими размерами. Ширина урагана является зоной катастрофических разрушений. Средняя продолжительность урагана - 9-12 суток. Ураганы наиболее часто возникают в период с июля по октябрь. В остальные время они редки и малозначительны.

Главным параметром урагана является скоростной напор воздушного потока  $q$ .

$$q = \rho v^2 / 2,$$

где  $\rho$  - плотности атмосферного воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$v$  – скорость воздушного потока, м/сек.

Максимальное нормативное значение ветрового давления для территории России составляет 0,85 кПа, что при плотности воздуха 1,22 кг/м<sup>3</sup> соответствует скорости ветра:  $v = 37,3$  м/с (134 км/ч).



Рисунок 2.26 – Ураган

### **Ураганы на территории России**

**2020 г. апрель.** Побережье Азовского моря. Ураган захватил территорию Краснодарского края и Ростовскую область. В результате сильного ветра произошел ветровой нагон воды на устьевом участке р. Дон и в Таганрогском заливе. Уровень воды в г. Азов - 752 см, г. Таганрог - 804 см. Было подтоплено 36 населенных пункта.

**Ураган на Черноморском побережье.** Скорость ветра в г. Новороссийске достигала 45-52м/сек. Погибло 3 человека. Ущерб составил 49 млрд. рублей.

В таблице 2.5 представлены наиболее крупные катастрофы от ураганов по всему миру.

Таблица 2.5 – Последствия воздействия некоторых ураганов

Место катастрофы, год	Число погибших	Число раненых	Сопутствующие явления
Гаити, 1963	5000	Не фиксировалось	-
США, 1967	18	8000	-
США, 1970	250	Не фиксировалось	-
Гондурас, 1974	6000	Не фиксировалось	-
Австралия, 1974	49	1140	-
США, 1976	450	200	-
Оман, 1977	105	48	-
Шри-Ланка, 1978	905	Не фиксировалось	-
Доминиканская республика, 1979	2000	4000	-
США, 1980	272	Не фиксировалось	-
Индокитай, 1981	300 000	Не фиксировалось	Наводнение
Бангладеш, 1985	20 000	Не фиксировалось	Наводнение

## 2.5.5. Буря

Буря – наблюдаемый при прохождении циклона сильный ветер, обладающий высокой скоростью.

Признаки:

- скорость более 20 м/с;
- на море сильное волнение;
- на суше сильные разрушения.

Различают бури вихревые и потоковые.

**Вихревые бури** – это сложные вихревые образования, обусловленные циклонической деятельностью и распространяющиеся на большие площади.

Вихревые бури подразделяют на *пыльные, беспыльные, снежные и шквальные (или шквалы)*. Пыльные бури характерны тем, что воздушный поток таких бурь насыщен пылью и песком (обычно на высоте до нескольких сот метров, иногда у больших пыльных бурь – до 2 км). В беспыльных бурях, благодаря отсутствию пыли, воздух остается чистым. В зависимости от пути своего движения, беспыльные бури могут превращаться в пыльные (при движении воздушного потока, например, над пустынными районами).

Зимой вихревые бури нередко превращаются в снежные бури. В России такие бури называют пургой, бураном, метелью. Особенности шквальных бурь являются быстрое, почти внезапное, образование, крайне непродолжительная деятельность (несколько минут), быстрое окончание и нередко значительная разрушительная сила. Например, в течение 10 мин скорость ветра может возрасти с 3 м/с до 31 м/с.

**Потоковые бури** – это местные явления небольшого распространения. Они своеобразны, резко обособлены и уступают вихревым бурям.

Пыльные бури — это атмосферные возмущения, при которых в воздух вздымается большое количество пыли, перенесенной на значительные расстояния. Пыльные бури вызывают удушье и приводят к болезни, от них страдает техника, они могут разносить опасных паразитов.

Потоковые бури подразделяются на *стоковые* и *струевые*.

Стоковые бури образуются при стоке воздуха с вершин и гребней гор вниз, в долину или к берегу моря. Нередко в данной, характерной для них местности, они имеют свои местные названия (например, Новороссийская бора, Балхашская бора).

Струевые бури характерны тем, что поток воздуха движется горизонтально или даже вверх по склону. Струевые бури характерны для природных коридоров, проходов между цепями гор, соединяющих различные долины. Они также часто имеют свои местные наименования (например, Норд, Улан, Санташ, Ибэ).

Буря наблюдается обычно при прохождении циклона и сопровождается сильным волнением на море и разрушениями на суше. На рисунке 2.27 представлены все три вида бурь: песчаные, снежные и водные.



Песчаные

Снежные

Водные

Рисунок 2.27 – Бури

### **Действия населения при угрозе и во время бурь, ураганов и смерчей [36,37,38,39]**

1. С получением сигнала о надвигающейся опасности население приступает к неотложным работам по повышению защищенности зданий, сооружений и других мест обитания людей, предотвращению пожаров и созданию необходимых запасов для обеспечения жизнедеятельности в экстремальных условиях ЧС.

2. С наветренной стороны зданий нужно плотно закрыть окна, двери, чердачные люки и вентиляционные отверстия, стекла окон оклеить, окна и витрины защитить ставнями или щитами, для уравнивания внутреннего давления двери и окна с подветренной стороны зданий следует открыть. Непрочные сооружения (дачные домики, навесы, гаражи, штабеля дров, туалеты) желательно закрепить, прикопать землей, убрать выступающие части или разобрать, придавив разобранные фрагменты тяжелыми камнями, бревнами. Нужно убрать все вещи с балконов,

3. Необходимо позаботиться о подготовке в местах укрытия электрических фонарей, керосиновых ламп, свечей, походных плиток, керосинок и примусов, о создании запасов продуктов питания и питьевой воды на 2—3 дня, медикаментов, постельных принадлежностей и одежды. Жильцы должны проверить размещение и состояние домовых электрощитов, газовых и водопроводных магистральных кранов

и в случае необходимости уметь их перекрыть. Всех членов семьи необходимо научить правилам самоспасения и оказания первой помощи при травмах и контузии.

4. Радиоприемники и телевизоры должны быть постоянно включенными. С получением информации о приближении урагана или сильной бури люди должны занять подготовленные места в зданиях или укрытиях, лучше всего в подвальных помещениях и подземных сооружениях (но не в зоне затопления).

5. Находясь в здании, следует остерегаться ранений осколками оконного стекла. При сильных порывах ветра необходимо отойти от окон и занять место в нишах стен, дверных проемах или стать вплотную к стене. Для защиты рекомендуется использовать также встроенные шкафы, прочную мебель и матрасы. При вынужденном пребывании под открытым небом необходимо отойти от зданий и укрываться в оврагах, ямах, рвах, канавах, кюветах у дорог. При этом нужно лечь на дно укрытия и плотно прижаться к земле, руками ухватиться за растения.

6. Во время бури следует избегать находиться на мостах, трубопроводах, в местах непосредственной близости от объектов, имеющих химически опасные и легко воспламеняющиеся вещества (химические, нефтеперегонные заводы и базы хранения).

7. Нельзя укрываться под отдельно стоящими деревьями, столбами, близко подходить к опорам линий электропередачи. В ходе или после урагана или бури не рекомендуется заходить в поврежденные здания, а при необходимости это следует делать с осторожностью, убедившись в отсутствии значительных повреждений лестниц, перекрытий и стен, очагов пожара, утечек газа, порыва электропроводов.

## **Контрольные вопросы**

1. Что такое метеорологические ЧС?
2. Назовите причины вызывающие метеорологические ЧС.
3. По какой шкале классифицируется скорость ветра?
4. Какие виды ветров Вы знаете?
5. Назовите приборы для измерения скорости ветра.
6. Основные последствия влияния ветров.
7. Что такое смерч?
8. Чем отличается смерч от шквала?
9. Что такое буря?
10. Виды бури.
11. Назовите основные меры, которые необходимо принять при возникновении метеорологической чрезвычайной ситуации.

## 2.6. Гидрометеорологические чрезвычайные ситуации

### 2.6.1. Очень сильный дождь (ливень)

**Сильный дождь (ливень)** - атмосферные осадки большой интенсивности.

Признаки:

- с выпадением более 50 мм. в течение 12 ч и менее – ливень;
- с выпадением более 120 мм - за трое суток – продолжительный дождь.

Сильные дожди выпадают как в летний сезон, так и в осенний и весенний и значительно превышают обычные значения для данного региона. В среднем сильные дожди наблюдаются один раз в 5 лет в каждом пункте наблюдений.

#### **Факторы процесса образования сильного дождя**

Процесс образования сильного дождя обуславливается несколькими факторами [40]:

- Влажность воздуха. Когда влажность повышается, возникают благоприятные условия для образования облаков и выпадения осадков.

- Подъем воздуха. Горячий воздух поднимается в атмосферу и охлаждается, что приводит к образованию облаков и выпадению осадков.

- Соприкосновение холодного и теплого воздуха. При встрече холодного и теплого воздушных масс происходит конденсация и образование облаков, а затем дождя.

- Наличие фронтов. Если фронт проходит через регион, то может образоваться сильный дождь, особенно если воздух находится под значительным давлением.

Сильный дождь может иметь серьезные последствия, такие как наводнения, затопления и селевые потоки. Он также может привести к разрушению зданий и инфраструктуры, а также создать опасные условия для дорожного движения.

#### **Последствия сильного дождя**

Ливень вызывает различные последствия, которые негативно сказываются на окружающую среду и здоровье людей. Последствия продолжительного дождя:

- **Наводнения.** Сильный дождь может вызывать повышение уровня воды в реках и ручьях, что может привести к их переполнению и затоплению прилегающих территорий. Наводнения могут разрушать дома и инфраструктуру, а также угрожать жизням людей и домашним животным.

- Селевые потоки. Большое количество дождевой воды насыщает почву, что может вызывать селевые потоки. Потоки могут уносить землю, деревья и другие объекты, создавая опасность для человека и окружающей среды.

- **Стихийные бедствия.** Сильный дождь может вызвать различные стихийные бедствия. Ветер, гроза и молния могут сопровождать дождь, что увеличивает риск возникновения пожаров и других опасных ситуаций.

- **Ухудшение качества воды.** Дождь может промывать вредные вещества и загрязнения с поверхности земли в реки и озера. Это может привести к загрязнению воды и ухудшению ее качества, что негативно сказывается на живых организмах и экосистемах.

- **Ущерб сельскому хозяйству.** Сильный дождь может повредить сельскохозяйственные угодья, унести урожай и повредить огороды и сады. Это может привести к убыткам для фермеров и нарушению питания и продовольственной безопасности.

Все эти последствия сильного дождя подчеркивают необходимость принятия мер предосторожности и развития инфраструктуры, способной справиться с экстремальными погодными условиями. Это может включать в себя строительство и укрепление дамб, водоотводных систем, а также улучшение гидротехнических сооружений.

### **Угрозы для безопасности и экономики**

Сильные дожди (ливни) могут представлять серьезные угрозы для безопасности и экономики.

Основные угрозы:

- **Наводнения.** Продолжительные дожди могут вызывать наводнения, в районах с низкими площадями, плохими системами ливневой канализации плотной застройкой. Наводнения разрушают здания и сооружения, уничтожают сельскохозяйственные угодья и повреждают инженерные коммуникации, транспортные пути и мосты.

- **Здоровье людей.** Загрязнение питьевой воды водами от канализационных систем, что является причиной инфекционных заболеваний (холера и дизентерия). Также может возникать угроза здоровью и безопасности от луж и затопленных улиц, которые могут сокрыть опасные предметы или привести к несчастным случаям при попытке перехода через них.

- **Ущерб для сельского хозяйства.** Продолжительные дожди могут приводить к затоплениям полей и уничтожению урожая. Это может нанести значительный ущерб сельскохозяйственной промышленности и вызвать нестабильность на продовольственном рынке.

- **Экономический ущерб.** Сильные дожди могут привести к прерыванию деятельности предприятий и уничтожению инфраструктуры. Это может привести к

сокращению рабочих мест, ухудшению экономического роста и повышению стоимости восстановления.

Исходя из перечисленных угроз, важно принимать меры предосторожности и разрабатывать планы готовности к сильным дождям. Это может включать улучшение систем водоотведения, строительство защитных сооружений, разработку эвакуационных планов и повышение осведомленности населения о мерах безопасности при наводнениях.

### **Меры предосторожности при сильном дожде [40]**

Для предотвращения негативных последствий сильного дождя рекомендуется принимать следующие меры предосторожности [33]:

- Соблюдать правила безопасности на дорогах и избегать поездок во время сильного дождя.
- Обеспечить хорошее дренажное основание на участке и регулярно проверять, чтобы оно не забивалось.
- Очищать каналы от мусора и обеспечивать нормальный сток воды.
- Укреплять откосы и склоны, чтобы предотвратить селевые потоки и оползни.
- Отслеживать прогноз погоды. Быть в курсе ситуации о возможных сильных дождях.
- Внимательно отслеживайте уровень воды в реках и резервуарах. При поднятии уровня воды ближе к краю берега может возникнуть наводнение. Будьте готовы к эвакуации, если это необходимо.
- Не ходите по затопленным улицам или поплывшим рекам. Потоки воды после сильного дождя могут быть очень сильными и опасными. Оставайтесь в безопасном месте и дождитесь, пока уровень воды не снизится.
- Избегайте низинных и подземных проходов. Они могут быть затоплены водой и стать ловушкой для вас.
- Проверьте крыши и окна вашего дома на герметичность. Утечки воды через крышу или окна могут привести к неприятностям, таким как затопление и повреждение имущества.
- Будьте осторожны на дороге. По сильному дождю дороги могут быть скользкими и ухудшить видимость. Увеличьте дистанцию между автомобилями и соблюдайте ограничения скорости.
- Имейте багажник вашего автомобиля с необходимыми предметами. Вам может потребоваться одеяло, еда, вода, фонарик и другие предметы первой необходимости, если вы застрянете в машине из-за сильного дождя.

- Будьте осторожны при переходе через лужи. В некоторых случаях небольшие лужи могут быть очень глубокими, и вы можете упасть или затонуть в них. Попробуйте обойти их или используйте предметы для перехода.

- Убедитесь, что вы имеете средства связи. В случае чрезвычайной ситуации важно иметь возможность связаться с помощью телефона.

- Поддерживайте хорошую систему водоотвода. Убедитесь, что здание имеет хорошую систему водоотвода, включая водосточные трубы и желоба. Регулярно проверяйте и чистите их, чтобы избежать засоров, которые могут вызвать затопление или повреждение здания.

- Укрепите свое жилище, чтобы уменьшить риск повреждения. Установите дождеприемники и водонепроницаемые материалы на крыше. Также стоит думать о создании дополнительной защиты от проникновения воды в подвал или первый этаж здания.

- Подготовьте дренажную систему. Убедитесь в правильности водоотвода и отсутствия мест, где вода может задерживаться и вызывать затопление. Регулярно очищайте дренажные каналы и проверяйте их работоспособность.

- Имейте запас необходимых материалов и практического оборудования, которые могут понадобиться в случае сильного дождя. К ним могут относиться насосы, песок или мешки с песком для создания преград. Также подготовьте запасы пищи, воды и других необходимых товаров.

- Избегайте путешествий. Во время сильного дождя стоит избегать лишних путешествий и поездок. Если вы не можете отсрочить поездку, убедитесь, что ваш автомобиль находится в хорошем состоянии и имеет хорошее сцепление с дорогой. Следуйте правилам безопасности и, если возможно, выбирайте дороги с лучшими условиями.

Все эти предосторожности помогут уменьшить риски от сильного дождя и сделать его последствия менее тяжелыми.

## 2.6.2. Крупный град

**Крупный град** – частички плотного льда диаметром 20 мм и более выпадающие вместе с дождём в виде атмосферного осадка. Градины диаметром градин до 15 мм не относятся к ЧС метеорологического характера (Рисунок 2.28).



Рисунок 2.28– Крупный град

Продолжительность выпадения: от нескольких минут до получаса, чаще всего 5-10 мин, редко – около 1 ч. Град возникает во время гроз или сильных ливней. Плотные частицы льда бывают разных размеров и форм. Чаще всего они представляют собой шарики диаметром от 1 миллиметра до нескольких десятков миллиметров.

Состав одной такой ледяной горошины чередуется. В ней совмещаются как прозрачные, так и полупрозрачные слои льда. Визуально ледышка кажется белой именно потому, что таких слоёв в ней много.

Понять, что погода может принести с собой ледяной ливень, можно по объёмным кучевым облакам, которые имеют тёмно-серый или пепельный оттенок.

Нижние слои облаков в таком потоке образуют форму воронки, напоминающую ту, которая появляется во время смерчей. Град редко идёт дольше нескольких минут, однако и этого может быть достаточно, чтобы уничтожить посевы или значительно подпортить внешний вид зданий, транспорта и другого имущества.

В зависимости от ряда погодных факторов градины могут отличаться по структуре, форме и цвету.

Наиболее распространённой формой градин является конусообразная: у верхушки конус похож на снег, а в середине он представляет собой полупрозрачную льдинку, которая ближе к основанию становится и вовсе прозрачной. Встречаются шарообразные градины. У них сформировано снежное ядро, вокруг наложены льдины.

Редкие формы, например, в виде цветка с лепестками, кристаллы, сферы, параллелепипеды и даже пластины. И это не столько чудо природы, сколько воздействие на градины вертикальных потоков воздуха.

### **Факторы процесса образования града**

Водяной пар (вода в газообразном состоянии) поднимается с поверхности Земли, охлаждается и превращается в мельчайшие водяные капельки или кристаллики льда. Из них образуются облака. В тёплое время года осадки из облаков выпадают в жидком виде – это дождь. Однако иногда летом образуются твердые осадки в виде града.

Процесс образования града. Когда на улице поднимается температура, с поверхности водоёмов начинает испаряться вода. Водяной пар вместе с раскалёвшимся воздухом начинает стремительно подниматься вверх и охлаждаться. Порой эти восходящие потоки настолько мощные, что частички пара улетают на очень большую высоту, где они резко охлаждаются и образуют не воду, а льдинки – градины.

Для формирования полноценных градин требуется два фактора: скорость восходящих потоков равная или превышающая 10 м/с и температура не ниже 20-25°C.

В градинах можно увидеть цветные вкрапления, которые выглядят необычно. Это частицы пыли, песка, сажи, которые могут присоединиться при формировании града.

Если упавшую с неба градину разрезать, то можно увидеть в ней столько ледяных слоёв, сколько раз градина поднималась и опускалась в облачной массе. Чем больше она проведёт в воздухе, тем больше и толще будет.

Ночью град практически невозможен. Для его формирования требуется высокая температура и испаряющаяся вода в виде пара. Из-за отсутствия одного или обоих факторов образования этих ливневых осадков невозможно.

Град не встречается зимой. В это время возможно выпадение ледяного дождя, но это уже другое природное явление.

### **Угрозы для безопасности и экономики**

Град крайне опасное явление. Он формируется в тучах стремительно, затем также стремительно выпадает на землю, нанося урон посевам, растениям, животным, птицам, уничтожает имущество и угрожает здоровью человека. Травмы от крупных градин могут быть серьёзными, угрожать жизни человека [41].

Последствия града могут быть катастрофическими как для природы, так и для человека. Большие ледяные глыбы могут нанести серьезный вред земледелию, уничтожая посевы и растения. Крупный град способен повредить и дома, разрушая крыши, окна и другие элементы конструкции. Кроме того, град может привести к разрывам линий электропередачи и телефонной связи, а также вызвать наводнения, если большое количество града выпадает за короткий промежуток времени.

Находясь на открытой местности во время града, люди могут быть серьезно травмированы, у них может развиваться шоковое состояние или гипотермия из-за холодных ледяных глыб.

Наблюдается заметное увеличение вреда от града в последние годы. Основные причины такого увеличения связаны с изменением климата и увеличением населения.

. Плотная застройка городов и увеличение количества жилых и промышленных объектов в зоне риска способствуют увеличению ущерба при граде. Большое количество крыш, окон и автомобилей делает города более уязвимыми перед градом.

Последствия увеличения вреда от града включают значительные материальные потери, повреждение зданий и инфраструктуры, потерю урожайности сельского хозяйства и разрушение личного имущества. Град может нанести ущерб экологическим системам, заповедникам и ландшафтам.

Для снижения вреда от града необходимо принимать меры по адаптации к изменению климата, строить более устойчивые и защищенные объекты, проводить обучение и информирование населения о мерах предосторожности и защите от града.

Объекты наиболее подверженные повреждениям от града.

1. Сельскохозяйственные угодья.
2. Садовые участки и огороды.
3. Стеклянные и пластиковые конструкции (окна, теплицы)
4. Автомобили и транспортные средства.
5. Крыши и кровли зданий.
6. Электроопоры и линии электропередач.
7. Личные предметы и имущество на открытом пространстве.

Такие объекты находятся в зоне повышенного риска в случае града, и их повреждения могут быть значительными и нанести серьезный ущерб, как частным лицам, так и экономическим секторам.

### **Правила безопасности при сильном граде**

1. Правила поведения в автомобиле при сильном граде:
  - прекратите движение;
  - не покидайте автомобиль;

- держитесь дальше от стёкол;
- прикройте глаза руками или одеждой;
- маленьких детей следует закрыть своим телом (глаза закройте рукой или одеждой).

## 2. В помещении:

- держитесь дальше от окон;
- не выходите из помещения;
- не пользуйтесь электроприборами (град часто сопровождается грозой).

## 3. На улице:

- постарайтесь защитить голову и найти укрытие;
- не рекомендуется укрытие под деревьями (есть риск попадания молнии, большие градины могут сломать ветки деревьев).

### **Сильные ливни и град в мировой истории [42]**

- В 1970 году в Канзасе выпал крайне необычный град. По рассказам свидетелей на землю приземлился огромный шар, диаметр которого достигал 40 сантиметров, а вес – 800 г. Со всех сторон у этого ледяного «чудовища» торчали острые шипы.

- Самый большой град зафиксировали в Китае в 1981 году. Тогда на землю выпало несколько экземпляров, вес которых составлял 6,5-7 кг. Пять человек погибли в результате этого природного катаклизма, пострадали также здания, автотранспорт, линии электропередач.

- Град, который выпадает вместе с ливнем часто зеленоватого окраса. Это связано с тем, что градины отражают зелёный цвет спектра солнечных лучей. В тропиках град – это большая редкость. Но вот в Северной Индии люди часто сталкиваются с этим природным явлением.

- С градом могут выпасть предметы, поднятые сильным восходящим воздушным потоком, например, камни, куски дерева и др.

- В 1892 году в Боснии выпал град вместе с рыбой. Жители несколько минут наблюдали настоящий ледяной рыбный дождь.

### **2.6.3. Сильный снегопад**

**Сильные снегопады** - метеорологическое явление, характеризующееся интенсивным выпадением снега в течение короткого периода времени (20 см и более за 12 часов и менее). Опасные снегопады более 20 - 30 см снега в сутки. Наиболее опасные снегопады – с сильными метелями одновременно.

## **Причины возникновения сильного снегопада**

Причины возникновения сильного снегопада могут быть разнообразными и зависят от ряда факторов. Вот некоторые из них: – Холодные массы воздуха. Сильный снегопад обычно связан с наличием холодных масс воздуха, которые проникают в регион [46].

– Влажность. Для образования снегопада необходимо наличие достаточной влажности в воздухе. Влажный воздух сочетается с холодными массами и приводит к образованию снега.

– Рельеф местности. Особенности рельефа местности могут способствовать усилению снегопада. Когда воздух поднимается над горами, он охлаждается, что может привести к образованию облаков и снегопаду.

– Фронтальные системы. Фронтальные системы, такие как холодные фронты и влажные туманности, могут вызывать сильный снегопад.

– Морские ветры. Ветры, дующие с моря, могут принести большое количество влаги. Когда такие ветры встречаются с холодными массами воздуха, они могут вызвать сильный снегопад.

Все эти факторы могут взаимодействовать и влиять на интенсивность и продолжительность снегопада. Понимание этих причин позволяет улучшить прогнозы погоды и подготовиться к снегопаду заранее (рисунок 2.29).

## **Последствия сильных снегопадов**

Сильный снегопад может иметь серьезные и долгосрочные последствия для людей, природы и городской инфраструктуры. Вот некоторые из них:

– Транспортные проблемы: Снежные заносы и скользкие дороги могут привести к серьезным проблемам на дорогах и задержкам в общественном транспорте. Автомобили могут застрять на дорогах, что вызовет пробки и затруднит передвижение.

– Окружающая среда: Плотный снегопад может создать проблемы для животных и растений. Снег может покрыть растения и скрыть доступ к пище, а животные могут иметь проблемы с поиском укрытия. Кроме того, сильные снегопады могут привести к обрушениям деревьев и повреждениям зеленых насаждений.

– Электроснабжение: Сильные снегопады могут сопровождаться льдом и снежными заносами, которые могут повредить электрические линии и привести к отключению электро- и светофоров. Это может стать причиной временного прекращения работы предприятий и повышенной нагрузки на основные системы энергоснабжения.

– **Здоровье людей:** Частые перепады погоды и сильный снегопад могут негативно сказаться на здоровье людей. Из-за сильных морозов возникает риск обморожения, а также повышается вероятность возникновения простудных заболеваний.

– **Разрушение строений:** Снежные заносы и наледь могут оказывать давление на крыши и строения, что может привести к их повреждению или даже разрушению.

Все эти последствия сильного снегопада подчеркивают важность принятия мер предосторожности и подготовки, а также необходимость оказания помощи оказавшимся в трудной ситуации из-за погодных условий.



Рисунок 2.29 – Сильный снегопад

### **Самые сильные снегопады в мире [46]**

Зимой 2022 года Москва, Санкт-Петербург, Казань и многие другие города пострадали от снегопадов. Из-за большого количества снега на дорогах, тяжело приходится как пешеходам, так и водителям автомобилей. В такие дни метеорологи рекомендуют в часы пик пользоваться только общественным транспортом, потому что на трассах образуются длинные пробки. Но все это — цветочки, по сравнению с последствиями снегопадов, которые устраивали людям неприятные сюрпризы десятки и сотни лет назад. Например, в 1967 году на земли американского города Чикаго выпало 58 сантиметров снега. Возникшая снежная буря стала причиной гибели 76 человек. В современной истории возникали и более серьезные снегопады, из-за которых люди лишились электричества, еды и прочих благ цивилизации. Рассмотрим эти случаи:

– **Снегопад в Канаде в 1971 году.** В 1971 году, на территории канадских Онтарио и Квебека, выпал 61 сантиметр снега. Но его обилие не было единственной проблемой — его сопровождали сильный ветер и мороз. Службы спасения заранее

предупреждали о таких капризах природы и, во избежание жертв, просили людей оставаться дома.

– **Снегопад в Бостоне в 1978 году.** Несколько лет спустя, в американском Бостоне выпало 69 сантиметров снега. Стихия застала людей врасплох, явившись в полдень, когда все уже находилось на работе и учебе. Интенсивность снегопада была очень большой — каждый час прибавлялось по 10 сантиметров. На дорогах образовались пробки, потому что многие люди поспешили домой. Но стремительный снегопад дал очутиться в теплом жилище далеко не всем, и оставил некоторых из них внутри своих автомобилей. В результате снегопада, в штатах Массачусетс и Род-Айленд погибло около 100 человек.

– **Шторм века» в 1993 году.** В марте 1993 года снежный покров покрыл собой самую большую территорию. Под снегом оказались земли от восточной части Канады до Карибского побережья. Всего было охвачено 26 штатов, причем жители некоторых из них дополнительно пострадали от холодной погоды. Заметное похолодание было замечено даже в штате Флорида — даже зимой температура воздуха там не опускается ниже 12 градусов Цельсия. На равнины выпало около 100 сантиметров снега, а в горах толщина снежного покрова достигла 127 сантиметров. Снегопад стал причиной гибели 270 человек.

– **Снегопад в Тибете в 2008 году.** Тибет — это огромный район Центральной Азии, который находится на большой высоте и является домом для 10,5 миллионов человек. Из-за расположения в горах, в Тибете зачастую очень холодно, но снег выпадает там редко. Но 2008 год подготовил тибетцам сюрприз — в один день снегопад не прекращался на протяжении целых 36 часов. Некоторые районы Тибета оказались под 180-сантиметровым слоем снега. Многие здания не смогли выдержать огромный вес снежной массы и частично обрушились. Дороги были полностью перекрыты, так что дойти до врачей или за пищей было невозможно. Некоторые люди, чтобы не умереть от голода, начали забивать своих домашних животных. Несмотря на все старания, в результате этого снегопада погибло 7 человек.

– **Снегопад в Буффало в 1977 году.** Буффало — это достаточно большой американский город, который расположен в северо-западной части штата Нью-Йорк. Если сравнивать его климат с соседними территориями, обычно это достаточно теплое место с небольшим количеством снега. Природа часто преподносит здесь неприятные сюрпризы. В 1977 году в Буффало уже лежал слой снега, но потом возник ветер со скоростью до 70 километров в час. Видимость стала нулевой, температура воздуха резко понизилась и, в результате ужасной метели, слой снега над городом возвышался на 506 сантиметров. В некоторых источниках говорится, что сугробы

были 9-метровой высоты. Чтобы спасти людей, армии пришлось доставить пищу для 176 000 человек. Также люди нуждались в одежде и убежище (рисунок 2.30).

Для проведения спасательных работ было выделено до 150 тысяч долларов. Всего во время метели погибло около 45 человек, причем некоторые из них были найдены замурованными в своих автомобилях. Некоторые люди умерли из-за сердечных приступов во время уборки снега. Так что снегопад в Буффало можно считать самым сильным и разрушительным за всю современную историю.



Рисунок 2.30– Снежные сугробы в Буффало достигали огромной высоты

– **Снегопад в Иране.** 3 февраля 1972 года, в Иране начался один из самых страшных природных катаклизмов в истории страны. Пришедшая со стороны Кавказа пурга бушевала в течение шести дней. Государство с засушливым климатом, где снег обычно выпадает только в горных районах, естественно, оказалось совершенно не готовым к такому свирепству стихии. Метель, погубившая более четырех тысяч человек, считается самой смертоносной в истории. 9 февраля, когда натиск снегопада значительно снизился, на северо-западе и в центре страны высота снежного покрова достигала трех метров, а на юге снежные барханы возвышались на восемь метров. Сотни населенных пунктов оказались отрезанными от внешнего мира: пурга оборвала телефонные линии и ЛЭП, завалила дороги. В результате более ста сел и деревень были полностью разрушены. Люди, укрывшиеся в домах, погибали при обрушении крыши или оказывались погребенными заживо. В селах Каккан и Кумар не осталось ни единого выжившего.

Огромное количество жертв объясняется, прежде всего тем, что спасатели не могли прийти на помощь. Практически нулевая видимость не позволяла передвигаться даже на вертолете. Многие погибли от обморожения и болезней, не имея необходимых медикаментов. Температура воздуха в те дни опустилась до –20 градусов по Цельсию. А после того как стихия отступила и снег начал таять, измученных иранцев настигло еще и мощное наводнение.

### **Снегопад в России**

– *Москва, февраль 2018 года.* Один из сильнейших и продолжительных снегопадов столица переживала 3-4 февраля 2018 года. Тогда выпало 45 мм осадков: сначала — в виде мокрого снега, иногда переходящего в дождь, а затем — в виде сильной метели. К 5 февраля высота снежного покрова достигла 55 см, почти побив рекорд для этого дня в 56 см, который был поставлен в 2013 году. Из-за налипания снега и обледенения в городе упало более 2 тыс. деревьев, более 100 из них упали на автомобили. Мэр Москвы сообщил об одном погибшем, пятеро горожан получили травмы различной степени. В столичных аэропортах задержали около 200 рейсов. Последствия снегопада устранялись в течение месяца.

– *Москва, март 2016 г.* Сильный снегопад обрушился на столицу и в начале марта 2016 года. В течение 12 часов — с девяти вечера 1 марта до девяти утра 2 марта — в городе выпало до 24 мм осадков на северо-востоке и до 26 мм в центре города. Высота снежного покрова увеличилась на 20 см и достигла 50 см. Снегопад пришелся на середину рабочей недели, и вся Москва оказалась парализована из-за гигантских сугробов. В столичных аэропортах было задержано более 100 рейсов.

– *Краснодар, 1950-е гг.* Согласно архивным данным, самые снежные зимы в кубанской столице были зафиксированы в 1953 и 1954 годах. Тогда высота снега достигала 97 см в пригородах Краснодара и 63 сантиметра в самом городе. Краснодарские улицы тогда утонули в снегу, тротуары расчищали вручную. Жители кубанской столицы запомнили и трамвайный вагон, который замело в мастерской, и буквально тонувшие в снегу частные дома. Горожане фотографировались на фоне гигантских сугробов выше их самих.

– *Новороссийск, XIX в.* Один из сильнейших снегопадов за всю историю был в 1899 году в Новороссийске. По свидетельствам очевидцев, тогда на улицу было невозможно выйти, поскольку водяная пыль и снег образовали на набережной города слой льда высотой до четырех метров. Стихия срывала крыши домов, опрокидывала лавочки, столбы, переворачивала груженные железнодорожные вагоны. Ветер разбил четыре парусных судна, опрокинул их и посадил на мель. Пароходы «Северная

Звезда», «Кура» были снесены к городскому берегу, пароход «Игорь» был посажен на мель и весь покрылся льдом. Экипаж удалось спасти.

### **Советы по поведению во время сильного снегопада**

– Во время сильного снегопада, чтобы ваше передвижение было безопасным и эффективным, рекомендуется соблюдать следующие советы:

– Оставайтесь дома. Если нет необходимости покинуть дом, лучше остаться внутри и дождаться улучшения погоды.

– Следите за прогнозом погоды. Имейте представление о времени и интенсивности снегопада, чтобы знать, когда ожидается сильнейшая активность и принять соответствующие меры.

– Освещайте светильниками. Если вы вынуждены находиться на улице во время снегопада, убедитесь, что вы видимы для других участников движения. Используйте светоотражающие элементы одежды или фонари, чтобы вас легко узнавали.

– Носите теплую и защитную одежду. Во время сильного снегопада температура может значительно понизиться, поэтому одевайтесь соответствующе, чтобы предотвратить переохлаждение.

– Будьте предельно осторожны на дороге. Если вам все же приходится ехать автомобилем во время снегопада, снизьте скорость, увеличьте дистанцию до впереди идущих машин и используйте фары и фонари во время движения.

– Очищайте дорогу и тротуар от снега. Для обеспечения безопасности всех участников движения, не забывайте очищать тротуары и дороги от снега и льда перед входом в здания или передвижением по ним.

– Используйте соль для растапливания льда. Если на дороге или тротуаре образовался гололед, используйте специальные химические средства, такие как соль, для растапливания льда и предотвращения падений.

– Следите за древесными конструкциями. Во время сильного снегопада наблюдается риск обрыва крыш или снежных сглаживаний на деревьях, поэтому будьте внимательны и избегайте прохождение под подозрительными местами.

– Будьте внимательны к слуху. Во время сильного снегопада слышимость может быть сильно ограничена, поэтому увеличьте внимание к окружающим звукам, чтобы быть в курсе происходящего.

Соблюдение этих советов поможет сохранить безопасность и эффективность передвижения во время сильного снегопада.

## 2.6.4. Гололёд

Гололёд - слой плотного льда, образующийся на земной поверхности и на предметах при замерзании переохлажденных капель дождя. Опасным считается гололед при толщине отложения слоя льда на проводах стандартного гололедного станка 20 мм и более. (Рисунок 2.31).

Обычно гололед образуется при температуре от 0 до -3 °С и сохраняется при температуре до -15 °С. Слой гололеда может достигать нескольких сантиметров.



Рисунок 2.31 – Сильный гололёд

### **Образования гололеда и гололедицы**

Гололед и гололедица – разные понятия. Гололедица – тонкий слой льда, который образует скользкую поверхность. Возникает в неустойчивую погоду поздней осенью или зимой, при резком похолодании, когда периоды оттепели или дождей сменяются резким похолоданием. При гололедице происходит частичное обледенение – скользкие участки чередуются с нескользкими

И гололед, и гололедица превращают город в большой каток и очень опасны для людей.

### **Способы борьбы с гололедом**

– *Тепловой*. На стадии строительства дорог и тротуаров в них прокладывают нагревательные системы, которые работают по принципу теплого пола. В качестве

источника тепла они используют электричество, горячую воду или пар. Недостаток такого способа высокие затраты на установку и эксплуатацию.

– **Механический.** Сбивание ледяной корки с помощью снегоуборочной техники или лопаты. Метод подходит для уборки снежных масс, но малоэффективен для удаления наледи, требует больших временных затрат и большого количества рабочих. Этот метод применяется на коротких участках

– **Химический.** Этот способ основан на использовании антигололедных материалов в жидком и твердом виде. Под действием химических веществ, которые входят в состав материалов, снег и лед быстро плавятся независимо от погодных условий, при этом сами вещества полностью растворяются.

К противогололедным материалам относятся смеси солей натрия, кальция, калия как в чистом виде, так и в разных сочетаниях друг с другом. Пропорции подбирают так, чтобы негативное воздействие на окружающую среду было минимальным. С этой же целью в состав ПГМ вводят различные биофильные вещества и ингибиторы коррозии.

– **Фрикционный.** На скользкие поверхности разбрасывают песок и другие фрикционные материалы. Мелкие частицы песка делают корку льда шероховатой, уменьшая скольжение. Этот метод малоэффективен так как, песчаные частицы быстро сдуваются ветром, разбрасываются колесами машин и сносятся к обочине. После таяния снега раздробленные гранулы этих материалов необходимо собирать, что ведет к дополнительным затратам на весеннюю уборку.

– **Комбинированные.** Это востребованный антигололедный метод с использованием смеси химических ПГМ и фрикционных материалов. Они не только плавят лед, но и повышают шероховатость сразу после нанесения на поверхность, тем самым улучшая сцепление колес с дорогой.

### **Защита дорог от гололеда в России и за рубежом**

Многие страны живут в экстремальном климате и борются с гололёдом, используя различные технологии [45].

– **Скандинавия.** Оттепель здесь балует не часто, температура может держаться на отметке -15 по несколько месяцев. Технологии борьбы с гололедом напоминают российские. Снег с асфальта не счищают, остается слой в несколько сантиметров. Поверх накатанного слоя дорожки наносят «горячий гравий», это смесь с каменной крошкой в составе, температурой до 80 градусов. Полученный абразивный материал способен замораживаться в наст, после чего покрытие становится твердым, пригодным для передвижения транспортных средств. Подобное средство эффективно в течение недели, выдерживает до 1,5 тысячи автомобилей каждый день, после чего

требуется обновление. Но проблема в том, что от такой защиты страдают авто. От дороги постоянно выбрасываются мелкие камни, они повреждают лакокрасочное покрытие и стекла.

- *Канада, США.* Главные улицы, магистрали, очищает муниципальная техника. С маленьких дорог снег вывозят частные компании, с которыми предварительно заключает контракт государство. На территории частных домов чисткой занимаются непосредственно владельцы. Чтобы очищать улицы, тротуары, чаще всего используют хлорид натрия. В его составе хлора немного, расход небольшой, эффективность высокая. Между тем в Америке подобная инфраструктура развита не очень хорошо, а все потому, что зима непродолжительная и снега немного. Если за окном непогода, власти предпочитают перекрывать трассы, тем самым защищая водителей от аварий.

- *Германия.* В этой стране не требуют очищать дороги до асфальта. После снегопадов выезжают грейдеры, раскатывают снег, посыпают дороги гравийной крошкой, а также вулканическими отложениями, которые мелко измельчены. Как только снег тает, крошка с дорог вновь сметается, убирается в контейнеры и оставляется до зимы. Если снегопады очень сильные, дороги тут же посыпают солью. Подобными вопросами занимаются специальные службы. Если соль насыпается в неположенных местах или это делается без разрешения коммунальных служб, может быть выписан серьезный штраф.

- *Швеция.* Здесь используются такие же реагенты, как и в нашей стране, и даже соль, которую в качестве эксперимента смешивают с другими смесями. Например, смешивали соль и сахар, в пропорции 70/30. Сахар был катализатором химических реакций, снег начинал таять намного быстрее. Иногда сахар увеличивали до 50%. Примечательно то, что сам по себе он не способен дать нужный эффект. Технология особой популярностью не пользуется. Причина проста – такая смесь пришлась по вкусу диким животным. После обработки дороги они стали выходить на улицу. По этой причине сахарные добавки перестали использовать.

- В России универсальными средствами являются соль и песок. Они используются десятки лет и не собираются уступать свое место чему-то другому.

## 2.6.5. Заморозки

*Заморозки* – резкое понижение температуры воздуха или поверхности почвы ниже 0°C в период активной вегетации сельскохозяйственных культур, приводящее к их повреждению или гибели (Рисунок 2.32).



Рисунок 2.32 – Заморозки

Часто весной молодые всходы на полях и дачных участках погибают из-за локального кратковременного похолодания. Это же явление может сгубить и значительную часть осеннего, еще не убранный урожай. Снижение температуры воздуха и похолодание поверхности почвы наносит серьезный урон сельскому хозяйству и становится проблемой для дачников и населения страны или региона в целом.

***Причины наступления заморозков и их виды.***

Как только температура в приземном слое воздуха и на поверхности почвы понижается до 0°C и ниже, синоптики говорят, что произошли заморозки. Явление характерно для темного времени суток, днем же столбики термометров устанавливаются на положительных отметках. Утром на траве, почве, листьях деревьев появляется иней, а лужи покрываются тонкой корочкой льда.

Ученые характеризуют несколько видов этого метеорологического явления:

- Адвективные. Происходят на почве, когда в регион вторгается холодный воздух с севера. Длятся несколько суток, чаще всего возникают в зоне умеренной температуры.

- Радиационные. Образуются из-за охлаждения почвы и притока к ней теплого воздуха. Благоприятным фактором для появления явления оказывается тихая, безветренная ночная погода, а облачность, наоборот, снижает вероятность происхождения радиационного заморозка. Длятся несколько часов.

- Адвективно-радиационные. Причина возникновения – резко опускающиеся к поверхности земли арктические воздушные массы. Часто охватывают большие территории с резким понижением температуры на почве до  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Образование каждого из этих видов зависит от разных факторов, погодных условий, рельефа местности, наличия поблизости водоема, плотности и влажности почвы. Так торфяники промерзают реже, чем жирные распаханые территории. Охлаждение участков с густой растительностью происходит быстрее и охватывает большие территории, чем обнаженных. Характерные отличия образования заморозков зависят и от типа территории, которую разделяют на холодную, умеренную и зону с теплыми зимами.

### **Последствия заморозков**

Заморозки считаются опасными проявлениями в атмосфере. Внезапное похолодание застает врасплох всю живую природу и может наделать много бед. В России чаще всего заморозки происходят в Средней и Европейской полосе, поэтому эти территории называют «зоной рискованного земледелия». Замораживать верхние слои почвы холодный воздух может вплоть до конца мая, а иногда приходят так называемые «возвратные» в июне. В зоне субтропиков наиболее теплолюбивые растения выращивают на высоте не ниже 200 метров над уровнем моря.

От опасного климатического явления страдают почти все живые организмы. Не успев накопить запас полезных веществ, они погибают из-за нехватки энергии для борьбы с холодом. Особенно это касается тех, что зимуют, зарывшись в грунт – дождевые черви, личинки, другие мелкие существа.

У растений и кустарников повреждаются поверхностные ткани. Влага, превращаясь в кристаллы льда, врезается в землю, раздвигает ее, создавая микротрещины, разрывают нежные всходы. От заморозков нередко погибают всходы картофеля, других овощей и фруктов. Майские резкие похолодания становятся настоящей катастрофой для садоводов и сельчан, снижая перспективу хорошего урожая.

Фруктовые сады не дадут плодов, если в мае придут арктические воздушные массы и понизят температуру до  $+10$  градусов и ниже. Всходы огурцов и рассада томатов гарантированно погибнет уже при нуле на почве, а с урожаем картофеля можно проститься, если ростки пострадают от заморозка  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## **Меры борьбы с заморозками**

Обычно о наступлении ночного похолодания предупреждают синоптики. Но можно и самостоятельно предупредить повреждение сельскохозяйственных и садовых культур, если обратить внимание на:

- резкие перепады дневных и вечерних температур;
- ясное небо на закате;
- отсутствие ветра;
- прохладные ночи.

Эти признаки указывают на наступление заморозков.

Для защиты растений и всходов используют следующие методы:

- после схода снега собирают на огороде мусор и жгут кучи, чтобы повысить влажность почвы и создать задымление;
- накрывают грядки укрывным материалом (полиэтиленом, мульчей, соломой, хвойными ветками);
- обсыпают землю золой;
- вносят калийные и фосфорные удобрения;
- окрашивают нижнюю часть стволов деревьев раствором извести или меловой смесью;
- обильно проливают почву рядом с деревьями и кустарником.

В условиях небольшого садового участка шансы спасти урожай более высоки, чем на полях. Прорыв арктического воздуха охватывает большие территории, всходы погибают. В этом случае делают повторный посев.

### **2.6.6. Сильный мороз**

*Сильный мороз* - низкая температура воздуха, представляющие собой значительные отклонения от обычных средних температур данной местности. Для Западной и Восточной Сибири сильный мороз считается чрезвычайной ситуацией при минимальной температуре воздуха минус 35°C и ниже. Начиная с 30 градусов мороза и ниже, в школу ходить запрещено (Рисунок 2.33).

Морозы иногда сопровождаются ветром, что делает их отрицательное воздействие на организм еще более ощутимым. Мороз нарушает обычный ритм жизни: перерывы в электроснабжении, проблемы с транспортом и отоплением, снижение активности людей и животных.



Рисунок 2.33 – Сильный мороз

### **Причины сильного мороза**

Сильный мороз может быть вызван несколькими причинами:

1. Высокое давление. Повышение воздушного давления приводит к сильному охлаждению воздуха. При высоком давлении зимний воздух становится плотным и холодным, что вызывает резкое понижение температуры.

2. Влияние арктических масс. Сильные морозы могут быть вызваны проникновением холодных арктических воздушных масс на территорию, которая обычно находится в более теплом климатическом поясе. Эти массы воздуха обычно очень холодные и могут вызывать сильный мороз.

3. Устойчивая облачность. Тепло, излучаемое с поверхности земли, уходит в атмосферу. Это вызывает резкое понижение температуры и образование сильного мороза.

4. Влияние ветра. Ветер усиливает сильный мороз. При сильном ветре тепло обменивается между поверхностью земли и воздухом быстрее, что приводит к еще большему охлаждению.

Это некоторые из основных причин сильного мороза. Они могут возникать отдельно или в комбинации друг с другом, создавая суровые зимние условия.

### **Арктическая воздушная масса**

Арктическая воздушная масса обладает высоким давлением и низкой влажностью, что способствует образованию холодного антициклона. В результате, тёплый воздух из других регионов отступает, а холодный воздух Арктики замещает

его. Когда эта воздушная масса достигает места назначения, она приводит к сильному похолоданию и формированию морозов.

Арктическая воздушная масса также может вызывать другие последствия, такие как сильные ветры, обледенение и ухудшение видимости, что усложняет жизнь людям и приводит к авариям на дорогах и воздушном транспорте.

### **Полярные вихри и аномалии погоды**

Когда полярный вихрь становится необычно сильным или распадается, это может приводить к аномалиям погоды, включая сильный мороз. Когда полярный вихрь распадается, его вращение замедляется или останавливается, что позволяет более тепловому воздуху из нижних широт перемещаться в полярные области. Это приводит к снижению температур и увеличению вероятности сильного мороза.

Полярные вихри и аномалии погоды являются сложным явлением, которое требует дальнейших исследований и наблюдений. Понимание и прогнозирование этих явлений могут помочь в предупреждении сильных морозов и снижении их негативного влияния на население и экономику.

### **Последствия мороза**

Сильный мороз может привести к серьезным последствиям для людей и окружающей среды.

- Низкие температуры могут вызвать гипотермию, то есть сильное понижение теплоты организма. Это особенно опасно для людей с ослабленным иммунитетом и пожилых людей. Гипотермия может привести к обморокам, замерзанию тканей и даже смерти.

- Сильный мороз негативно влияет на здоровье дыхательной системы. Холодный и сухой воздух может раздражать слизистые оболочки носа и горла, вызывая частые простудные заболевания, астму и другие респираторные проблемы.

- Мороз приводит к повреждению растений и сельскохозяйственных культур. Низкие температуры могут заморозить почву и повредить корни растений. Кроме того, мороз вызывает образование ледников и снега, что приводит к срыву крыш, ломке деревьев и проводов, а также затрудняет транспортное сообщение.

- Сильный мороз может привести к образованию ледяного покрова на водоемах, что опасно как для людей, так и для животных. Ледяная корка может быть неустойчивой и не выдерживать человеческой или животной нагрузки, что может привести к падениям и травмам.

- Замерзание водоемов и водопроводных сетей. Сильный мороз может привести к замерзанию водоемов и водопроводных сетей. Это происходит из-за низкой

температуры, при которой вода начинает замерзать. Замерзание водоемов может иметь серьезные последствия.

Во-первых, оно может угрожать жизни рыбы, населяющей водоем. Когда температура воды опускается до нуля и ниже, лед начинает образовываться на поверхности, и рыба может погибнуть от нехватки кислорода.

Во-вторых, замороженные водоемы также создают проблемы для водопроводных сетей. В морозные дни вода в трубах замерзает, что приводит к их разрыву и повреждению. Возникают проблемы с водоснабжением и необходимостью аварийных ремонтных работ.

Для предотвращения замерзания водоемов и водопроводных сетей используются различные методы и технологии. Например, можно использовать специальные подогреватели, которые помогут поддерживать температуру воды выше нуля. Также можно проводить систематическое контролирование состояния водопроводных сетей и принимать меры по их утеплению.

- Для сельскохозяйственных культур сильный мороз может быть особенно опасным. Многие полевые культуры, такие как зерновые и овощные культуры, могут быть повреждены или уничтожены при низких температурах. Это может привести к значительным потерям урожая и экономическим последствиям для фермеров и сельскохозяйственных предприятий. При сильных морозах рекомендуется принимать меры по защите растений. Это может включать в себя укрытие растений, использование пленки или других материалов, которые помогут сохранить тепло и защитить растения от низких температур. Также важно обеспечить растения достаточным количеством влаги и питательных веществ, чтобы они могли выжить в условиях сильного мороза.

- При наступлении сильного мороза необходимо принять соответствующие меры: соблюдать особую осторожность на дороге, утеплять жилище и носить теплую одежду, а также следить за здоровьем. Для животных необходимо создать комфортные условия: обеспечить теплую лежанку, дополнительное питание и защиту от холода.

В целом, сильный мороз имеет негативные последствия для здоровья людей, сельскохозяйственных культур, инфраструктуры и природной среды. Поэтому на период морозов необходимо обеспечить тепло и защиту от холода, как для себя, так и для окружающих.

## **Степени переохлаждения организма**

В Томской области температура окружающей среды в зимний период времени часто опускается значительно ниже нормы. Поэтому необходимо знать правила поведения в сильный мороз [46].

При сильных морозах может возникнуть гипотермия - выраженное снижением внутренней температуры тела.

Существует 3 степени гипотермии, которые отличаются симптомами:

1. Легкая степень. В этом случае температура тела может понизиться до 32 градусов. Человек находится в сознании, давление у него остается в норме. У пациента наблюдается бледность кожных покровов и «гусиная кожа». В результате ритмических сокращений мышечных волокон появляется дрожь, она увеличивает теплопродукцию на 200%. Дыхание учащается и становится поверхностным, появляется слабость и сонливость.

2. При средней степени переохлаждения температура тела пациента понижается до 29 градусов. Происходит замедление пульса, сердцебиения и понижение давления. Кожа становится холодной на ощупь, бледной с синеватым оттенком. Поскольку происходит сильное окоченение мышц, дрожать человек перестает. На этой стадии ощущение замерзания у него исчезает. Пациент стремится прилечь и уснуть (чего делать категорически нельзя). Глаза пострадавшего реагируют на свет, но при этом он перестает двигаться. Он может реагировать только на сильные болевые ощущения.

3. Тяжелая степень переохлаждения возникает тогда, когда температура тела снижается до 27 градусов. В этом случае все процессы в организме нарушаются, может наступить кома. Человек не реагирует на свет и на болевые ощущения, сердцебиение у него замедленное, ритм сердца нарушен. Кожа у него синее, часто появляются обморожения 3 – 4 степени. Периодически при тяжелом переохлаждении могут возникать судороги. Без своевременно оказанной медицинской помощи, пострадавший погибает.

## **Правила поведения в сильный мороз [46]**

1. На улицу в сильный мороз необходимо выходить только после плотного завтрака или обеда, а также перед выходом необходимо выпить горячий чай или кофе. Таким образом, организм обеспечивается топливом для выработки внутренней энергии.
2. На улице необходимо находиться в постоянном движении. Не садиться, особенно на холодные металлические предметы. В этом случае человек передаёт своё тепло более холодной поверхности.

3. Необходимо тепло одеваться. Одежда должна быть достаточно свободной и шерстяной, не менее трех слоев. На руки одевать не перчатки, а варежки. Обувь должна быть просторной и тёплой. Обязателен тёплый головной убор, так как через непокрытую голову теряется 17% тепла всего организма.
4. Необходимо держать в тепле уши, нос, щеки и пальцы. Они в первую очередь предрасположены к обморожению.
5. Особенно тепло должны одеваться люди пожилого возраста, дети младшего возраста, и те, кто страдает заболеваниями, связанными с нарушением циркуляции крови.
6. Не надевать на улицу серьги и кольца. Обладая высокой теплопроводностью, металл на морозе сильно остывает, что может вызвать обморожение. А кольца затрудняют циркуляцию крови в пальцах.
7. Если заметили человека в состоянии обморожения или сами оказались в опасной ситуации, звоните по телефону службы спасения 112.

### **Самые холодные места в мире [47]**

Одно из самых холодных мест в мире — это Антарктида. "Восток" — российская метеорологическая станция, которая держит рекорд по самой низкой из когда-либо зарегистрированных температур на Земле. 21 июля 1983 года здесь была зарегистрирована температура  $-89,2^{\circ}\text{C}$ . На данный момент это абсолютный планетарный минимум температуры воздуха за всю историю инструментальных метеонаблюдений.

Температурный рекордсмен — "Нортайс" в Гренландии, исследовательская станция британской экспедиции в 1950-х. Там успешно зарегистрировали самую низкую температуру в Северной Америке. Температура  $-66,1^{\circ}\text{C}$  была зарегистрирована на "Нортайсе" 9 января 1954-го.

Гренландия — "Айсмитте" (буквально "середина льда" в переводе с немецкого). В 30-х годах сюда была направлена экспедиция, которая произвела замеры температур. В феврале, самом холодном месяце, температура здесь опускается до  $-64,9^{\circ}\text{C}$ . В 1930–1931 годах здесь погибли члены экспедиции Альфред Вегенер и Расмус Виллумсен, в то время как другому участнику ампутировали пальцы ног.

Улан-Батор — столица Монголии — считается самой холодной столицей в мире. Город расположен на высоте 1310 метров над уровнем моря. Средняя температура в январе составляет  $-25^{\circ}\text{C}$ , но доходит и до  $-42^{\circ}\text{C}$ .

Эврика (Канада) — у этого исследовательского поселения нет постоянных жителей, а лишь только восемь человек обслуживающего персонала. Эврика использовалась в качестве метеостанции начиная с 1947 года. Несмотря на низкие

температуры, здесь присутствуют многие растения и животные, отчего Эврику назвали "садом Арктики".

Оймякон (Россия) — здесь был зарегистрирован рекордно низкий уровень в  $-67,78^{\circ}\text{C}$ , что является самой низкой зарегистрированной температурой для постоянно населённого места на Земле. Рекорд был зарегистрирован 6 февраля 1933 года. В отличие от всего остального вода здесь не замерзает даже при  $-60^{\circ}\text{C}$ . Связано это с особенностями вечной мерзлоты: промерзание пород в этом регионе — максимальное на планете, оно доходит до полутора тысяч метров. Когда слои грунта вокруг подземных озёр промерзают сильнее, они увеличиваются в объёмах и "выдавливают" воду на поверхность. Из-за этих источников местность получила своё название — "незамерзающая вода", именно так переводится Оймякон с эвенкийского языка.

В Якутии ещё одно место официально признанное "полюсом холода" — Верхоянск. Здесь в 1885 году была зафиксирована температура  $-67,8^{\circ}\text{C}$ , а в феврале 1933 года этот рекорд был повторен.

Снедж в Юконе (Канада) — здесь 3 февраля 1947-го была зарегистрирована температура в  $-62^{\circ}\text{C}$ . Поселение в настоящее время необитаемо.

Проспект-Крик, Аляска — когда-то это место являлось пристанищем нескольких тысяч рабочих-строителей, строивших Трансаляскинскую систему трубопроводов между 1974 и 1977 годами. Кемпинг был расформирован после того, как трубопровод достроили. Самая низкая температура была зарегистрирована в 1971 году и составила  $-62^{\circ}\text{C}$ .

Стенли (Айдахо, США) — рекордно низкий уровень в  $-47^{\circ}\text{C}$  был зарегистрирован тут в декабре. В отличие от остальных "полюсов холода" здесь живут, правда, всего 63 человека. Но у них есть свой музей, мэр и даже его собственная торговая палата.

### **Самые холодные зимы за рубежом**

Аномально холодные зимы были всегда. Когда не было термометров, градусы измеряли в понятных параметрах – "замерзающих водах".

– По сказаниям летописцев, в зимы 401 и 801 годов "затвердели волны" Чёрного моря, а в IX и XI веках дважды замерзал Нил.

– В "859 году Адриатическое море так замёрзло, что в Венецию можно было проходить пешком". В 1210–1211 годах замерзали реки По и Рона. В Венеции по замёрзшему Адриатическому морю ходили обозы.

– В 1322 году Балтийское море покрылось столь толстым слоем льда, что из Любека в Дании к берегам Померании ездили на санях. А спустя четыре года зимой замёрзло всё Средиземное море.

– В 1420 году аномальные холода стали причиной гибели тысяч людей в Париже и по всей Франции.

– В 1558 году целая армия в 40 000 человек стояла лагерем на замёрзшем Дунае, а во Франции замёрзшее вино продавалось кусками на вес.

– В 1709 году в Париже в течение многих дней было  $-24^{\circ}\text{C}$  : вино замерзло в погребах, а колокола трескались во время звона.

– В XX веке в зиму 1953–1954 годов на обширной территории от Атлантики до Урала с ноября по апрель лютвала стужа, замёрзла северная часть Чёрного моря и вся акватория Азовского.

– Жгучими морозами и свирепыми буранами запомнилась в Европе и зима 1962–1963 годов. Лёд сковал обычно незамерзающий Датский пролив, каналы Венеции и реки Франции.

– Сильные холода в Поволжье были в 1978–1979 годы, когда температура опустилась до  $-50^{\circ}\text{C}$ . В Москве и Прибалтике в этот период зима порадовала 40-градусными морозами.

– В 2002 году в Германии из-за морозов было полностью остановлено движение судов по каналу Майн — Дунай. Толщина льда, в который вмёрзло более 20 судов, достигала местами 70 см. Тогда же из-за сильных холодов замёрзла лагуна Венеции, гондолы вмёрзли в лёд.

– В конце 2005 года большинство стран Центральной и Западной Европы оказались во власти сильных снегопадов. В Германии необычные для этого времени года холода привели к обледенению и обрыву линий электропередач. В Париже для туристов на несколько часов была закрыта Эйфелева башня. Главная достопримечательность Франции полностью обледенела.

### **Самые холодные зимы в России за 100 лет**

– **Зима 2011 г.**, температура:  $-20^{\circ}$  За последнюю четверть века именно зима 2011 года была самой холодной в московском регионе. И хотя абсолютных рекордов в этот год установлено не было, два с небольшим месяца в столице устойчиво держалась температура менее  $-20^{\circ}$ . А к Новому году у природы был заготовлен для людей «подарок» - ледяной дождь, который несколько дней поливал столицу. А потом ударил мороз, вода заледенела. Под тяжестью льда начали падать в Москве деревья и столбы линий электропередач.

– **Зима 2005 г.**  $-32^{\circ}$  Как правило, морозы приходят в европейскую часть страны тогда, когда воздушные течения с Атлантического океана ослабевают, и на смену им приходят ветра из Сибири. В это время погода стоит ясная, но морозная. Температура по ночам снижается до минус  $25^{\circ}$  и порой даже ниже, а днем редко превышает

отметку в минус 10°. Порой морозы могут держаться очень долго – до двух месяцев. Именно так и случилось в России зимой 2005-2006 годов, когда была зафиксирована одна из самых низких для XXI века температура.

– **Зима 1919 г.** -36° В 1919 году Россия переживала не лучшие свои времена. Послевоенная разруха, гражданская война, и всеобщая нищета. И даже погода словно решила внести свою долю в людские страдания, ударив аномальными морозами. Как писали в своих дневниках москвичи, морозы стояли такие сильные, что даже городские трамваи не могли функционировать из-за наросшего на проводах льда.

– **Зима 1950 г.** -37° Рекордная для европейской части России зимняя температура была зафиксирована в январе 1950 года.

– **Зима 1978 г.** -38,0°. Эту зиму многие взрослые москвичи помнят до сих пор. От суровых холодов пострадала не только российская столица. Очень низкие температуры царили в России на всей ее европейской части, от Урала до границы с Польшей, от Полярного моря до Волгоградской области. Рекордной температурой, вошедшей в погодные анналы, «порадовала» природа россиян под Новый год. Но жизнь в большом городе имеет свои климатические плюсы: если в Москве температура дошла до минус 38°, то в области ртуть в термометрах падала до минус 45°. И речь идет о специальных метеорологических термометрах, потому что в обычных бытовых ртуть просто замерзала.

– **Зима 1956 г.** -38,1° Именно зимой 1955-1956 годов была снята знаменитая серия фотографий журнала Life, живописующая жизнь Советской России середины 50-х годов.

– **Зима 1942 г.** -40,1° Остается только поражаться, как несмотря на сильнейшие морозы, советские войска, не имея ни достаточного запаса продуктов, ни хороших дорог освободили от врага значительную территорию на Северо-Западном фронте.

– **Зима 1892 г.** - 41,9° В европейской части страны были зафиксированы одни из самых низких температур за последние годы, когда ртуть доходила до отметки в 41° и ниже. Такие рекордные холода длились не менее месяца.

– **Зима 1940 г.** - 42,2° Самая холодная зима в истории России за последние сто лет наступила в 1939-1940 году. Целых три месяца жители европейской части страны непрерывно мерзли. Мало того, самые страшные морозы, январские (рекордно низкие температуры были зафиксированы 16, 17 и 18 января, когда столбик термометра опускался ниже 42°) сопровождалась сильным ветром. В больницы поступало множество пациентов с обморожениями. Сильнейшие морозы ударили по промышленности и коммунальному хозяйству. Предприятия вставали, трубы лопались, перестал ходить транспорт. Работать на улице стало невозможно, остановилось строительство и ремонтные работы. Помимо людей, от злых морозов

пострадала природа. Аномально низкие температуры послужили причиной сильного обеднения подмосковных лесов, когда менее устойчивые к холодам породы деревьев вымерзли на корню. Так из Московской области почти полностью исчезли дубы и клены. В садах погибло множество плодовых деревьев, даже тех сортов, которые люди наивно считали морозостойкими.

– Самая холодная зима в самом холодном месте в мире - 1924 год  $-71,2^{\circ}$ . Известность небольшого поселка Оймякон далеко превосходит его размеры. Именно здесь располагается российский полюс холода – место, где зафиксированы минимальные температуры по всему миру. Виной всему уникальное расположение Оймякона – приполярная географическая широта, тип климата (резко континентальный) и высота над уровнем моря (чем выше, тем холоднее). Сам поселок находится в небольшой подковообразном углублении, куда стекается холодный воздух с окрестных холмов. В результате зимой там температуры регулярно опускаются до  $-60^{\circ}$ . А в 1924 году опустилась до  $-71,2^{\circ}$ . В 2018 году весь мир с содроганием следил за тем, как дети в Оймяконе едят мороженое при температуре минус  $67^{\circ}$ . Даже фонд Леонардо ди Каприо в своем Инстаграме выразил ужас от столь сильного похолодания в Якутии (правда, слегка зависив температуру). Правда, он потом удалил свой пост, но оймяконцы ответили и даже пригласили к себе, чтобы убедиться, что мороз им не страшен. И если у иностранцев, и даже у многих россиян при таких температурах кровь буквально стынет в жилах, то для местных жителей это просто «небольшое похолодание». В местном клубе, например, есть целый стенд, посвященный пользе оймяконского воздуха для здоровья.

### **2.6.7. Засуха**

Засуха - продолжительное отсутствие осадков в сочетании с высокой температурой, низкой влажностью воздуха и малым запасом влаги в почве, сохраняющихся от одного месяца и более, приводящих к нарушению водного баланса растений и вызывающие их гибель.

Если урожай снижается на 50-60 % и охватывает 30-40 % территории, то засуха считается очень сильной. При слабой засухе снижение урожая достигает до 20-25 %. [48].

Климатические факторы и человеческая деятельность являются основными причинами засухи. Климатические факторы включают в себя глобальные изменения, связанные с погодой и климатом, такие как Эль-Ниньо и Ла-Нинья, а также региональные факторы, такие как муссоны и пересыхание воздушных масс.

Эль-Ниньо – это феномен, в результате которого экваториальная часть Тихого океана становится теплее обычного не более, чем на 3 °С. Обратный процесс, когда она становится холоднее обычного на примерно ту же температуру, называется Ла-Нинья. Эти термины переводятся с испанского как «мальчик» и «девочка» соответственно. События происходят каждые 2–7 лет и влияют на климат в разных уголках Земли (Рисунок 2.34).



Рисунок 2.34 – Засуха

Монсуны так называется индийский сезон дождей. Монсун начинается в северной Индии в мае-июне, движется по полуострову на юг заканчивается к декабрю в Тамиле, хотя и в декабре иногда там бывают сильные ливни и потопаы.

Человеческая деятельность, в свою очередь, может способствовать засухе через истощение природных ресурсов, таких как леса и водоносные горизонты, а также неправильное сельское хозяйство и неумеренная эксплуатация водных ресурсов.

### **Основные причины засухи**

Основными причинами засухи могут быть:

– Недостаток осадков. Отсутствие дождя в течение длительного времени может привести к засухе. Это может быть вызвано климатическими изменениями, неблагоприятными погодными условиями или географическими особенностями региона.

– Изменение климата. Глобальное потепление и изменение климата могут приводить к более частым и сухим периодам, способствуя возникновению засухи.

– Водохранилища. Зарывание рек и изменение естественного пути воды может уменьшить количество воды, попадающей в водохранилища, что может способствовать засухе.

– Снижение уровня грунтовых вод может быть вызвано как недостатком осадков, так и повышением водопотребления в регионе. Низкий уровень грунтовых вод затрудняет доступ растений к влаге и приводит к их засыханию.

– Урбанизация и расширение сельскохозяйственных угодий, что приводит к замене натуральных растительных покровов на более водонепроницаемые поверхности.

– Использование неконтролируемых методов орошения и дренажа в сельском хозяйстве, что приводит к уменьшению запасов воды в почве и поверхностных водоемах.

### **Последствия засухи**

– Понижение уровня грунтовых вод и истощение водных ресурсов. В результате засухи количество доступной пресной воды снижается, что приводит к возникновению проблем в сельском хозяйстве, бытовом секторе и промышленности.

– Снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Недостаточное количество осадков может приводить к уменьшению урожая и проблемам с продовольственной безопасностью.

– Ухудшение качества почвы. Засуха может вызывать сушение и опустынивание почвы, что может негативно сказываться на ее качестве и способности к плодородию.

– Массовая гибель растений и животных. Обилие осадков является важным условием для выживания многих видов растений и животных. Засуха может привести к массовой гибели флоры и фауны и разрушению экосистем.

– Ограничение доступа к питьевой воде. Засуха снижает уровень подземных и поверхностных вод, что приводит к нехватке питьевой воды. Это ставит под угрозу здоровье и жизнь людей, особенно в сельских районах, где люди зависят от природных источников питьевой воды.

– Экономические потери и социальные проблемы. Засуха может привести к экономическим потерям в сельском хозяйстве, промышленности и туризме. В таких условиях люди становятся более уязвимыми, возникают социальные проблемы, в том числе безработица и миграция населения.

### **Методы борьбы с засухой [49]**

Для борьбы с засухой необходимы комплексные меры, такие как эффективное использование водных ресурсов, охрана водоносных зон, внедрение технологий и

методов орошения сельскохозяйственных угодий, а также снижение выбросов парниковых газов для предотвращения климатических изменений.

Современные аграрии проводят обширный комплекс мелиоративных и агротехнических мероприятий. Их главная цель - повышение водоудерживающих и влагопоглощающих свойств возделываемой земли.

– Специальная обработка почвы. Высокую эффективность показывает глубокая вспашка. Она особенно оптимальна для почв с уплотненным пахотным горизонтом (солончаки, каштановые земли и пр.). Для полей на склонах предусмотрены специализированные способы обработки, направленные на корректировку поверхностного слоя:

- поперечная вспашка;
- пахота по горизонталям (контурная);
- агротехнические мероприятия, направленные на изменение микрорельефа поля.

В целях снижения показателей испарения влажности почву следует регулярно прорыхлить, не допуская формирования у нее жесткой почвенной корки. Для этого аграрии проводят культивацию, боронование, обработку междурядий и другие мероприятия.

– Уход за посевами.

Важное значение при борьбе с засухой имеет использование различных приемов. Например, сочетание высева озимых растений и культур, устойчивых к засухам весенне-летнего периода, с высевом ранних зерновых видов, которым необходимы осадки в начале лета. Одновременно с ними высевают и поздние сорта растений (просо, кукурузу, сорго), которые довольно легко переносят засуху весной.

– Другие аграрные приемы борьбы с засухой

1. удаление сорняков;
2. корректировка снеготаяния;
3. удобрение почвы;
4. сжатие сроков проведения предпосевной подготовки земли и сева;
5. освоение грамотного севооборота с кулисами (чистый пар) в засушливых районах;
6. лесоразведение для защиты полей;
7. расширение и сбережение водоохраных массивов.

### **Засуха в мире и в России**

**Европа.** Засуха ежегодно приносит сельскому хозяйству европейских государств убытки в размере \$37-40 млрд [48]. Летом 2023 года средняя плюсовая

температура в Европе стала аномально высокой, достигнув 17 -19°C, а июнь и июль рекордно жаркими за последние 40 лет. Из-за засухи Европа ежегодно теряет до 84-90 млрд. тонн воды.

На рисунке 2.35 представлены страны Европы пострадавшие от засухи 2022, 2023 годах.

• **Италия.** Засуха иссушает сельскохозяйственные угодья с 2018 года. По данным Bloomberg сельское хозяйство Италии 2022 году потеряло более \$6,7 млрд. Учёные заявляют, что развитие погодных аномалий идёт настолько быстро, что сельскохозяйственные культуры, которые выводили не одно столетие, не успевают адаптироваться к новым, быстро изменяющимся климатическим условиям.

• **Испания.** Продолжительная засуха в Испании продолжается с 2022 года, Весной 2023 года ситуация значительно ухудшилась уже в начале апреля. Засуха продолжалась длительное время, и стала самым рекордным засушливым годом в истории Испании.

• **Франция.** Весна 2023 года. Резко понизился уровень грунтовых вод и стал предельно низким. Было введено ограничение на потребление воды. Эти меры оказали негативное влияние и на животноводческие фермерские хозяйства.

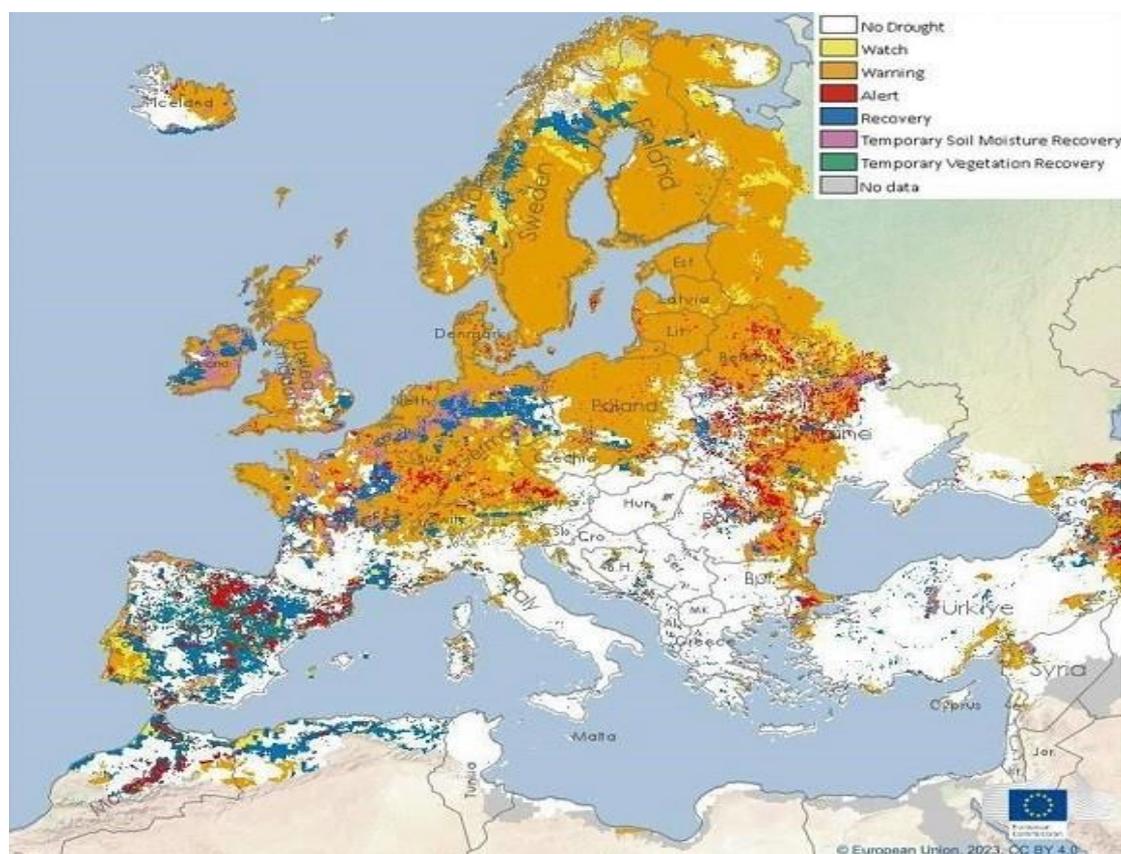


Рисунок 2.35 – Засуха в Европе

## Засуха в России.

**В Европейской части России** в 1972, 2002, 2010, 2023, 2024 годах засуха стала причиной возникновения лесных и торфяных пожаров, что привело к задымлению многих городов, в том числе и Москвы [49]. Это стало причиной многочисленных нарушений здоровья у людей.

В Ульяновской области самая высокая температура в середине июня 2023 года составила почти 28 °С. В результате урожай озимой пшеницы уменьшился на 20 %, а зерновых культур - на 28 % относительно 2022 года.

Из-за засухи и нехватки воды сельское хозяйство Чувашии в 2023 году потеряло более 200 млн рублей. Нанесён ущерб посевным площадям в 4 т. га.

Сильная засуха зафиксирована в конце июля 2023 года в Астраханской области. Плюсовая температура в июле достигла отметки в 36 °С, и до 38 °С — в августе.



Рисунок 2.36 – Засуха в России

- **Восточная Сибирь.** Аномально жаркая погода стояла в апреле-мае на юге Восточной Сибири. 21 мая 1977 г. Абсолютный максимум температуры воздуха был зафиксирован на территории Красноярского края +30 °С. Горели сотни гектаров леса и тайги.

### Засухи в Федеральных округах России летом 2024 года.

На рисунке 2.36 представлены районы подверженные засухе в Федеральных округах России летом 2024 года.

- **Северо-Западный ФО.** 2024 год (рисунок 2.36). Атмосферная засуха средней и сильной интенсивности наблюдалась в отдельных районах Архангельской области. В Вологодской области наблюдались её отдельные очаги средней интенсивности. По

одному очагу атмосферной засухи средней интенсивности отмечалось в Коми и Калининградской области.

- **Центральный ФО.** 2024 год (рисунок 2.36). На территории округа наблюдался повышенный температурный фон. Средняя декадная температура воздуха превышала норму на 2–7 °С. В южной половине округа было преимущественно сухо, Площадь охвата атмосферной засухой средней и сильной интенсивности увеличилась и она наблюдалась на преобладающей территории южной половины округа. В северной половине наблюдались её отдельные очаги преимущественно средней интенсивности. В Воронежской области на отдельных полях наблюдалась почвенная засуха.

- **Приволжский ФО.** 2024 год (рисунок 2.36). Атмосферная засуха средней и сильной интенсивности наблюдалась местами на юго-западе округа и в Оренбургской области. В Татарстане и Кировской области отмечались её отдельные очаги. В Саратовской области продолжалась почвенная засуха.

- **Южный ФО.** 2024 год (рисунок 2.36). На территории округа наблюдалась жаркая погода. Средняя декадная температура воздуха превышала норму на 2–6 °С. В Крыму сумма осадков за декаду варьировала от 2 до 43 мм, на остальной территории округа в основном было сухо. Влагозапасы в пахотном слое почвы под сельскохозяйственными культурами в основном низкие, на отдельных полях пониженные – менее 20 мм и достаточные. Атмосферная засуха сильной интенсивности наблюдалась повсеместно в Астраханской области и Калмыкии. На остальной части округа атмосферная засуха средней и сильной интенсивности охватила большую часть территории. В Ростовской и Волгоградской областях продолжалась почвенная засуха.

### 2.6.8. Сильная жара

**Очень сильная жара** - высокая температура воздуха для данной территории в летний период времени. Жара обычно длится неделю и более на территории протяженностью в несколько сотен километров. Чрезвычайная ситуация «Очень сильная жара» считается при температуре воздуха +35 °С и выше. Сильная жара способствует росту пожароопасности в лесах, на торфяниках, к обмелению судоходных рек и водоёмов, поражает сельскохозяйственные растения, приводит к сбоям в работе транспорта.

Очень сильная жара понятие относительное, так как оно зависит от климатических особенностей конкретного региона и привычек его жителей. Например, для жителей северных регионов средняя температура +30 °С может уже

считаться сильной жарой, в то время как для тех, кто привык к жаркому климату, это может быть просто обычным летним днем.

Независимо от того, как определяют сильную жару, она может иметь серьезные последствия для организма человека и окружающей среды. Высокая температура может вызывать проблемы с дыханием, обезвоживание, солнечный удар, а также повышенную смертность в среде населения (Рисунок 2.37).

Жара – это не только повышенная температура воздуха, но и повышенная влажность. Комбинация высокой температуры и высокой влажности делает ощущение жары более опасным.



Рисунок 2.37– Жара

### **Причины возникновения сильной жары**

Причины возникновения сильной жары могут быть разнообразными и включать в себя как природные, так и антропогенные факторы. Понимание этих причин позволяет нам приобрести представление о жаркой погоде и предпринять необходимые меры для безопасности и сохранения здоровья во время таких экстремальных условий.

1. Высокая интенсивность солнечной радиации. Когда солнце излучает свою энергию, часть её поглощается атмосферой, а остальная часть достигает поверхности Земли. В результате этого поверхность нагревается, передавая тепло воздуху.

2. Атмосферные условия. Если воздух вокруг движется очень медленно или стоит, то это может привести к образованию сильной жары. В таких условиях воздух не имеет возможности охладиться и эффективно отводить тепло.

3. Наличие аномально сухой воздушной массы. Такая воздушная масса может блокировать прохождение более прохладного воздуха, что приводит к нагреву и повышению температуры.

4. Климатические изменения, вызванные глобальным потеплением, также могут способствовать возникновению сильной жары. Глобальное потепление приводит к повышению средних температур воздуха и поверхности Земли, а также увеличению вероятности экстремально жарких дней.

5. Урбанизация и изменение природного покрова также могут повлиять на возникновение сильной жары. Города с большим количеством бетона и асфальта могут аккумулировать тепло и создавать «городской остров тепла», где температура значительно выше, чем в окружающих районах с зелёной растительностью.

### **Климатические факторы, способствующие сильной жаре**

Перечислим ряд факторов, которые вносят свою лепту в формирование сильной жары на Земле.

1. Расположение на экваторе. Люди, которые живут вблизи экватора, знакомы с сильной жарой постоянно. Планета Земля немного наклонена, и в результате солнечные лучи попадают практически вертикально вблизи экватора. Это означает, что энергия солнца сосредоточена на меньшей площади, и температура здесь может подняться до крайних отметок.

2. Горы и пустыни. Горы и пустыни, например, тоже могут быть сильными источниками жары. Горные регионы и пустыни обычно характеризуются низкой влажностью и отсутствием растительности, что означает, что земля и воздух быстро нагреваются. К тому же, горы могут создавать эффект «ловушки», благодаря которому горячий воздух запирается между горными хребтами и не может свободно двигаться ветром.

3. Морские и океанические течения. Явления, которые могут влиять на климат — это морские и океанические течения. Как и горы, течения могут затруднять циркуляцию воздуха, приводящую к образованию сильной жары. Например, встреча холодных и теплых течений может вызывать усиление термических циклонических систем и повышенное греющее действие солнечных лучей.

### **Влияние глобального потепления на появление сильной жары**

Основа парникового газа – это углекислый газ. Увеличение его концентрации приводит к удержанию в атмосфере большого количества тепла. Это приводит к глобальному потеплению, которое является основным фактором, способствующим появлению сильной жары.

Когда температура Земли повышается, воздушные массы начинают сильнее нагреваться. Это способствует подъёму воздушных колонн, и формированию облачности с большими вертикальными размахами. Более сильные вертикальные размахи облаков усиливают вертикальные движения в атмосфере, что в свою очередь способствует образованию сильных грозовых бурь и жарких волн.

Повышение температуры Земли также влияет на поверхность воды в океанах и морях. В результате потеплела вода, что приводит к увеличению площади поверхности, покрытой паром. Повышенная влажность воздуха в свою очередь может привести к образованию гроз и сильных ливней.

Глобальное потепление также вызывает изменение экосистем и распространение более сухих условий. Это может привести к увеличению засухи и понижению уровня воды во многих водоемах. Когда воздух становится суше, температура воздуха может повыситься еще больше, что способствует появлению сильной жары.

Таким образом, глобальное потепление оказывает серьезное влияние на появление сильной жары. Увеличение температуры, изменение способности воздуха удерживать влагу и изменение клубящихся облаков создают условия для возникновения крайних погодных явлений, таких как жара.

### **Последствия сильной жары для животных и растений**

Жаркие дни могут быть особенно тяжелыми для животных и растений. Воздух становится непереносимо горячим, и животные испытывают серьезные трудности в регулировании своей температуры. Как и люди, они стараются искать убежище в прохладных местах, но в некоторых случаях им сложно найти приют.

Жара также оказывает влияние на растения. Одной из главных проблем является дефицит влаги. С температурой воздуха увеличивается испарение влаги из почвы, и растения не получают достаточного количества воды для нормального роста и развития.

Сильная жара приводит к ожогам листьев и стеблей растений, особенно если они находятся на прямом солнечном свете без адекватной защиты. Это может привести к их обезвоживанию и даже гибели.

Экстремальные температуры могут создавать условия для развития различных вредителей и болезней, которые могут повредить растения и даже уничтожить урожай. Также многие растения могут иметь проблемы с опылением в жаркие дни, что в конечном итоге может привести к недостатку плодов и семян.

Все эти последствия сильной жары для животных и растений могут привести к серьезным экологическим проблемам. Именно поэтому важно сохранять стабильные

климатические условия и принимать меры для снижения влияния глобального потепления на нашу планету.

### **Последствия воздействия жары на человека**

Сильная жара оказывает неблагоприятное воздействие на здоровье человека. Процессы в организме человека в период сильной жары:

1. Обезвоживание. Обильное потоотделение, защищающее организм от перегрева, приводит к потере жидкости. У человека возникает жажда.
2. Нарушение водно-солевого баланса. Вместе с потом организм выделяет микроэлементы. Уменьшается количество магния, натрия, калия. Эти нарушения способствуют неправильной работе сердца и нервной системы.
3. Нарушения в кровеносной системе. Недостаток жидкости приводит к сгущению крови. Возникает риск появления тромбов.
4. Гипоксия. В горячем воздухе низкое содержание кислорода. В организме развивается гипоксия.
5. Нарушение работы сердца. Для сердца создаётся дефицит кислорода и микроэлементов. Сердце начинает работать с удвоенной силой, чтобы загустевшая кровь могла доходить до периферических сосудов. Повышается риск развития инфаркта.
6. Ухудшение умственной деятельности. От плохой циркуляции крови ухудшается работа головного мозга. Ухудшается память, снижается концентрация внимания.
7. Нарушение нервной системы. Ухудшается настроение, появляется нервозность и бессонница, развивается агрессивность.
8. Снижение давления. На фоне расширения сосудов понижается давление. Проявляется головокружение и обморок.

### **Группа риска в период сильной жары**

В группе риска по развитию осложнений при сильной жаре находятся:

- Пожилые люди;
- Беременные женщины;
- дети (у них еще несовершенна работа системы терморегуляции);
- люди, страдающие сосудистыми и сердечными заболеваниями;
- курильщики (никотин усиливает гипоксию, ухудшает состав крови и способствует тромбообразованию);
- люди с избыточным весом;
- пациенты, у которых диагностированы эндокринные нарушения (особенно патологии щитовидки, сахарный диабет);

- любители алкоголя;
- люди с почечными заболеваниями;
- люди, у которых болезни органов дыхания и нервной системы.

### **Факторы, ухудшающие состояние организма человека в период сильной жары**

1. Высокая влажность воздуха;
2. Чрезмерные физические нагрузки;
3. Недостаточное вентилирование в помещении;
4. Ношение темной, плотной или грязной одежды;
5. Недостаток жидкости;
6. Несбалансированное питание (тяжелая, острая, соленая пища);
7. Злоупотребление спиртными, кофеинсодержащими напитками или сладкими газировками.

**Рекомендации для населения в условиях аномальной жары** (по материалам рекомендаций ВОЗ) [52].

1. Поддерживайте прохладную температуру воздуха дома. Днем закрывайте окна и ставни (если есть, особенно если окна выходят на солнечную сторону). Открывайте окна на ночь, когда температура воздуха на улице ниже, чем в помещении. Если жилище оборудовано кондиционером, закрывайте окна и двери. Некоторое облегчение могут принести вентиляторы, но когда температура воздуха больше 35 °С, вентилятор может не спасти от тепловых заболеваний. Необходимо обильное питье.

2. Старайтесь не находиться на жаре. Переходите в самую прохладную комнату в доме, особенно на ночь. Если это невозможно, поддерживайте дома прохладную температуру, проводите по 2-3 часа в день в прохладных помещениях (например, в общественных зданиях, оборудованных кондиционерами). Старайтесь не выходить на улицу в самое жаркое время суток. Избегайте интенсивной физической нагрузки. Старайтесь находиться в тени. Не оставляйте детей и животных в припаркованных автомобилях.

3. Не допускайте перегрева тела, пейте достаточно жидкости. Принимайте прохладный душ. Можно также делать холодные компрессы или обертывания, использовать мокрые холодные полотенца, обтирать тело холодной водой, делать прохладные ванночки для ног и т.д. Носите легкую и свободную одежду из натуральных тканей. Выходя на улицу, надевайте широкополую шляпу или кепку и солнцезащитные очки. Соблюдайте питьевой режим, избегая сладких и алкогольных напитков.

4. Помогайте окружающим. Если кто-то из ваших знакомых подвергся риску для здоровья в связи с аномальной жарой, помогите им получить необходимую помощь. Пожилых и больных одиноко проживающих людей необходимо навещать не реже раза в сутки. Если пациент принимает какие-то лекарства, посоветуйтесь с его лечащим врачом и уточните, как эти лекарства влияют на терморегуляцию и водный баланс организма. Храните лекарства при температуре не выше 25 градусов С или в холодильнике (соблюдайте инструкцию). Обратитесь за медицинской помощью, если вы страдаете хроническим заболеванием или принимаете несколько лекарств одновременно.

5. Если Вы или кто-то рядом почувствовал себя плохо. Обратитесь за помощью, если почувствуете головокружение, слабость, тревогу или сильную жажду и головную боль, постарайтесь как можно быстрее переместиться в прохладное место и измерьте температуру тела. Выпейте воды или фруктового сока, чтобы восполнить потерю жидкости, отдохните. Если почувствуете болезненные мышечные спазмы (чаще всего они возникают в ногах, руках или в области живота, во многих случаях в результате продолжительной физической нагрузки в сильную жару), выпейте раствор, содержащий электролиты для нормализации минерального обмена. Если тепловые спазмы не прекращаются более часа, необходимо обратиться за медицинской помощью. Если Вы заметите, что у кого-либо из членов семьи или у тех, за кем вы ухаживаете, кожа стала сухой и горячей, возникло состояние бреда, судороги или потеря сознания, немедленно вызовите скорую помощь. До прибытия медиков переместите пострадавшего в прохладное место и уложите его в горизонтальное положение, чтобы ноги были слегка приподняты. Разденьте пострадавшего и начните проводить охлаждающие процедуры: наложите холодный компресс на шею, подмышечные ямки и паховую область, обеспечьте приток свежего воздуха, опрыскивайте кожу водой комнатной температуры (20-25 градусов С). Измерьте температуру тела. Не давайте пострадавшему парацетамол или аспирин. Если он без сознания, уложите его на бок.

**Рекомендации по питьевому режиму в периоды жаркой погоды или аномальной жары** (памятка по материалам ВОЗ) [52].

«Обильное питье» означает потребление такого объема воды, который необходим для восполнения дефицита жидкости в организме (обусловленного в первую очередь потерями жидкости с потом и мочой), примерно на 150%.

В жаркую погоду человек должен пить, даже не испытывая жажды. Это особенно важно для пожилых людей, у которых восприятие жажды снижено.

Избыточное питье чистой воды может привести к тяжелой гипонатриемии, чреватой такими осложнениями, как инсульт и летальный исход. Добавление в напитки поваренной соли (NaCl) и других растворимых солей уменьшает потерю жидкости с мочой и облегчает процесс восстановления водного баланса.

Каждому конкретному пожилому человеку и каждому конкретному пациенту необходимы индивидуальные рекомендации.

### **Аномальная жара в мире и в России**

Примеры сильнейшей жары, которая унесла тысячи жизней.

- **Восточное побережье США. 1901 год.** По неизвестным причинам в 1901 году всё Восточное побережье США, вплоть до самых северных его районов, в период с июня по июль охватила волна жары. Максимальная температура достигала 43 градуса. Нью-Йорк, уже тогда представлявший собой достаточно плотную каменную застройку, накалился настолько, что люди падали буквально на ходу. За два месяца жары погибло около десяти тысяч человек и неизвестно сколько ещё животных. Только за первые несколько дней была зафиксирована гибель 250 лошадей, которые не выдерживали нагрузки под действием высоких температур.

- **Жара в США. 1980 год.** Эта волна жары считается одной из самых продолжительных за всю историю метеонаблюдений, и длилась она с июня по сентябрь. Жара охватила Юг и Средний Запад США, и на большей части страны температура не опускалась ниже 32 градусов, а в максимуме достигала 42 градусов. Из-за продолжительности волны, а также ввиду отсутствия осадков погибло не менее 1 700 человек, по другим оценкам — до 10 тысяч. Помимо этого, был нанесён огромный ущерб сельскому хозяйству, который на тот момент составил около 20 миллиардов долларов.

- **Североамериканская засуха. 1988 г.** Всё лето 1988 года было очень жарким, что, как считают учёные, было связано с так называемым Эль-Ниньо — явлением, которое смещает нагретые приповерхностные воды к востоку. К этому добавилось и рекордно малое количество осадков за весну, что привело к сильной засухе. Температура превышала 38 градусов, что вкуче с сухим воздухом привело к гибели 50000 человек. Ущерб, нанесённый сельскому хозяйству, оценивался в миллиарды долларов.

- **Тепловая волна в Греции. 1987 год.** В Греции достаточно мягкий климат, и когда в 1987 году на страну обрушилась сильная жара, страна была не готова к такому испытанию. В Афинах температура достигла 45 градусов, что намного выше средних значений, и такое пекло длилось с июля по август. По разным оценкам, тем летом погибло от 1 300 до 1 500 человек. Ситуацию осложняло и то, что в греческих

больницах системы кондиционирования либо отсутствовали, либо не справлялись с такой высокой температурой, из-за чего пострадавшие от жары люди погибали в душных стенах госпиталей.

- **Европейская тепловая волна. 2003 год.** Лето 2003 года стало самым жарким в Европе за почти 500 лет. Максимальная зафиксированная температура составляла 40 градусов. Кажется, что это не так много, учитывая, что подобных значений жара достигает даже в южных районах России. Всё дело в том, что волна жары совпала с практически полным штилем. Воздух буквально стоял, и в нём в условиях городов скапливались токсины, что вкупе с жарой за период с 20 июля по 20 августа унесло более 70 тысяч жизней. Помимо жертв среди людей, был нанесён ущерб в миллиарды евро сельскохозяйственной отрасли.

- **Волна жары в европейской части России. 2010 год.** В период с июля по август 2010 года на европейскую часть России обрушилась волна аномальной жары. В своём максимуме температура достигала 38 градусов, что в условиях крупных городов с большим количеством асфальта и бетона привело к сильному перегреву. Проблемой была не только жара, но и лесные пожары, возникшие из-за отсутствия дождей и ветра, который раздувал огонь на большие площади и приносил едкий дым в города. Из-за этого погибло 56 тысяч человек.

- **Жара в Индии. 2015 год.** Кажется, что люди в тропических странах вроде Индии должны быть невосприимчивы к жаре, но даже там случаются волны аномальной температуры, уносящей тысячи жизней. 5 июня 2015 года из-за позднего наступления сезона дождей на Индию обрушилась сильная жара. Максимальная температура достигла 48 градусов, из-за чего асфальт начал плавиться, а в общественном транспорте люди в прямом смысле слова задыхались. За один день погибло 2 500 человек. Точное количество жертв неизвестно, но вскоре жара окончилась, и ей на смену пришёл сезон дождей.

- **Жара в Пакистане. 2015 год.** В том же 2015 году, в период с 18 по 24 июня, на соседний Пакистан обрушилась сильная жара по аналогичным с Индией причинам. Ситуацию осложняло то, что как раз в это время был Рамадан — священный период, когда верующие воздерживаются от еды и воды в светлое время суток. Температура достигала 49 градусов, что привело к гибели минимум двух тысяч человек. Больше всего пострадал Карачи. Религиозные деятели даже стали призывать верующих прекратить пост на время жары, так как многие люди гибли именно от обезвоживания.

## 2.6.9 Сильный туман

**Сильный туман** - наличие в атмосфере большого количества мелких капелек воды в жидком или твердом виде. Дальность видимости при сильном тумане составляет не более 50 м метров и продолжительность более 6 часов (Рисунок 2.38). Такой туман классифицируется как чрезвычайная ситуация. Туманы чаще возникают перед восходом солнца и рассеиваются, спустя несколько часов. Средняя непрерывная продолжительность тумана в холодное время составляет около 10-ти часов. Иногда туманы могут продолжаться несколько суток. (рисунок 2.38).

### Виды туманов

Существуют несколько систем классификации явления. Метеостанции выделяют следующие типы:

- **Поземный.** Возникает на низком уровне над землей или водой. Появление наблюдается утром, вечером, ночью. Днем держится при низкой температуре. Видимость относительно высокая, на уровне человеческого взгляда составляет 1-10 км.



Рисунок 2.38– Ледяной туман

- **Просвечивающийся.** Образуется в любое время суток. Чем холоднее воздух, тем выше шанс увидеть просвечивающуюся разновидность днем. Видимость низкая — менее 1 км.

- **Сплошной.** Сильный туман высокой плотности. Уровень видимости низкий, составляет сотни или десятки метров.

- **Фронтальный.** Результат образования низкого и фронтального слоистого облака. Сопровождается осадками.

- **Замораживающий.** Сопровождается появлением инея. Может состоять из переохлажденных частичек воды, замерзших на поверхности.

Отдельно выделяется ледяной туман. Возникает при морозной температуре ниже -20 градусов. Влажность воздуха должна быть близко к 100%. Состоит из мелких ледяных кристаллов. Чаще всего встречается в арктическом регионе и при холодной зиме. В городской среде явление возникает из-за выхлопных газов автомобилей и дыма фабрик, охлаждаемого окружающей атмосферой в сильный мороз.

Внутримассовые разновидности делятся на 3 класса:

- **Радиационный.** Возникает при радиационном охлаждении земли и влажного воздуха. Охлажденный воздух превращается в росу. Условие появления – температурная инверсия. Причина — воздушные массы поднимаются медленно. Поднимаясь, температура воздуха растет. В солнечную погоду рассеивается. Явление сохраняется во время антициклона.

- **Адвективный.** Класс появляется при теплых циклонах. Плотность зависит от разницы температуры между воздушной массой и поверхностью. Явление возникает над водоемами, землей. Не исчезает в дневное время.

- **Морской.** Альтернативное название — паровой. Образование атмосферного феномена происходит над морем, озером, рекой, океаном. Холодный воздух обдувает теплую воду, испарения поднимаются вверх, ухудшая видимость (рисунок 2.39).

### **Опасность тумана для человека**

Туман это опасная чрезвычайная ситуация для жизнедеятельности человека, в частности:

- **Пониженный уровень видимости** затрудняет безопасное перемещение автомобилей, самолетов, поездов. Повышается вероятность дорожных аварий.

- **Оседающие капли воды** изменяют состояние материалов. Влага способствует коррозии металлов. Ослабевший металл архитектурных построек может обвалиться, травмируя находившихся рядом людей.

- **Зимний туман** особенно опасен. Может возникать после снегопадов, ухудшая видимость сильнее обычного.



Рисунок 2.39 – Морской туман

• Туманы собирают промышленные выбросы, автомобильные выхлопы. Увеличивается уровень загрязнения воздуха, повышается возникновение респираторных заболеваний. Чрезмерное содержание вредных элементов в воздухе называется смогом.

• Психологи и врачи утверждают, что туманная погода влияет на психологическое состояние человека. Люди впадают в депрессию, ухудшается самочувствие. Факт: организм может принимать туман за магнитную бурю. Сетчатка глаза анализирует окружающую обстановку, ЦНС приспособливает организм к выживанию в опасных условиях.

### **Методы борьбы с туманом**

Ученые разработали комплекс по уменьшению отрицательного влияния явления в городских условиях. Методы дорогостоящие, применяются редко [53].

К ним относятся:

- нагревание воздуха на улице;
- растапливание ледяных кристалликов гигроскопическими частицами;
- превращение тумана в дождь звуковыми волнами;
- замораживание капель углекислотой.

### **Меры безопасности при тумане**

Туман образуется вследствие соприкосновения холодного воздуха с теплым в условиях высокой влажности. Он может возникать в любое время года, но преимущественно в преддверии или во время осеннего периода. В это время года

преобладает повышенная влажность, температура воздуха меняется скачкообразно, потоки теплого и холодного воздуха активно перемещаются над землей [53]. .

Чаще всего туман возникает по утрам и вечерам, достигая наибольшей плотности в низинах, около водоемов. Узнав из прогноза погоды, что ожидается сильный туман, откажитесь от похода в лес и рыбной ловли с лодки. Если вы, находясь на природе, заметили сгущение тумана, примите меры, чтобы не потерять ориентацию в лесу или на водоеме. В холодный период года сильный туман способствует возникновению другого опасного явления - гололедицы.

В условиях тумана наибольшую бдительность должны проявить автомобилисты и пешеходы. Туман сильно уменьшает зону видимости, способствует обману зрения, затрудняет ориентирование. Он искажает восприятие скорости транспортных средств и расстояние до предметов.

- в тумане невозможно даже приблизительно определить расстояние до автомобилей. Обычно оно кажется больше, чем есть в действительности.

- необходимо ехать, увеличить, дистанцию, не совершать обгонов, резких маневров и торможения;

- уменьшить скорость движения, она не должна превышать половины расстояния видимости в метрах. Например, при видимости 20 м она должна быть не более 10 км/ч;

- если края дороги различимы, лучше всего ориентироваться по ним, а не по впереди идущим машинам;

- быть готовым остановиться в пределах видимости дороги;

- следует ехать при ближнем свете фар, который лучше освещает дорогу, чем дальний;

- при наличии противотуманных фар при сильном тумане включить их совместно с ближним светом. Они имеют низкий и широкий пучок света желтого цвета, который лучше проникает через туман, чем белый свет обычных фар;

- задние противотуманные фонари включать совместно с габаритными огнями;

- использовать стеклоочистители;

- при запотевании стекол включить систему отопления и вентиляции салона, а также электрообогреватель заднего стекла;

- при очень сильном тумане лучше остановиться и переждать;

- окно двери водителя лучше держать открытым и прислушиваться к шуму других транспортных средств;

- периодически использовать звуковой сигнал, особенно на загородной дороге.

В тумане не следует:

- приближаться слишком близко к автомобилю впереди;

- использовать задние фонари переднего автомобиля в качестве ориентира, у вас будет ложное представление о расстоянии и его скорости;
- смотреть в одно место перед автомобилем - глаза быстро устанут, будут слезиться и зрение ослабеет;
- ставить автомобиль на стоянку в пределах дороги;
- двигаться слишком близко к осевой, при этом можете создать опасную ситуацию;
- пытаться проскочить полосу тумана в низине на дороге. Именно на этом участке могут быть скрыты туманом предметы и люди;
- пытаться обогнать впереди идущий транспорт - это рискованно и опасно.
- Главное управление МЧС России рекомендует по возможности отложить поездку и дождаться улучшения погоды. Если же такой возможности нет, стоит помнить, что основным залогом безопасной езды является значительное снижение скорости.

#### **Туманные места на Земле [54].**

- Гамильтон - Новая Зеландия. Расположенный на северном острове Новой Зеландии, Гамильтон является 4-м самым густонаселенным городом в стране. Гамильтон испытывает 125 дней в году океанического климата, который характеризуется высоким уровнем осадков. Город переживает влажную и холодную зиму с туманным утром, особенно возле реки Вайкато, которая протекает через город. Однако, хотя сильные туманы в Гамильтоне имеют тенденцию появляться утром, они обычно сгорают в полдень, производя спокойные и солнечные зимние дни.

- Пойнт Рейес – Калифорния. Пойнт Рейес является известным туристическим направлением и выдающимся мысом на побережье Тихого океана. Пойнт Рейес находится в округе Марин, примерно в 20 милях от Сан-Франциско. Точка Рейес ограничена с юго-восточной стороны лагуной Болинас, а с северо-восточной - заливом Томалес. Точка Рейес может быть ветреной и туманной в определенные месяцы, и это причина, по которой маяк был построен ниже характерного сильного тумана. Когда туман, видимость обычно ухудшается, и свет - это единственное, что видно для кораблей, плавающих в этом регионе. Пойнт Рейес переживает более двухсот туманных дней ежегодно.

- Разочарование мыса – Вашингтон. Расположенный в юго-западном углу штата Вашингтон, мыс Разочарование является одним из самых туманных регионов в Соединенных Штатах. Мыс испытывает более 2552 часов тумана в год, что составляет около 106 туманных дней.

- Сан-Франциско – Калифорния. Сан-Франциско хорошо известен своим туманом и не зря. Многие достопримечательности этого северного калифорнийского мегаполиса регулярно покрываются низменным туманом, вызванным сочетанием таких факторов, как температура и влажность воздуха. Туман особенно распространен в течение летнего сезона. Тем не менее, зимой Сан-Франциско все еще подвержен воздействию тумана, очень плотного тумана, уникального для побережья Калифорнии.

- Остров ошибок – Мэн. Туманная столица атлантического побережья - остров Мистак в штате Мэн. Расположенный в северо-восточной части Бар-Харбора, остров Мистаке ежегодно получает более 1600 часов тумана, главным образом благодаря непосредственной близости холодного Атлантического океана.

- Пустыня Намиб – Африка. Намиб, расположенный на юге Африки, является прибрежной пустыней, которая простирается примерно на 1200 миль вдоль атлантических побережий Южной Африки, Анголы и Намибии. Песчаные дюны простираются на 20 миль в длину и являются вторым по величине на земном шаре сразу после пустыни Бадайн-Джаран. Температура вдоль побережья колеблется от 9 до 12 градусов по Цельсию ежегодно, в то время как внутри страны температура превышает 45 градусов по Цельсию в течение дня, а ночью замерзает. Туман, возникающий в результате столкновения между более теплым и более холодным воздухом, создает пояс тумана, который покрывает части Намиба. Пустыня переживает более 180 туманных дней ежегодно.

- Швейцарское Плато – Швейцария. Центральное плато является одним из трех основных ландшафтов в Швейцарии, расположенных вдоль швейцарских Альп и гор Юра. В течение зимы швейцарское плато остается неподвижным без атмосферных воздействий, создавая потолок с более высоким туманом и озеро с холодным воздухом в этом регионе. Погода здесь известна как инверсия, так как температура выше, чем ниже.

- Долина По – Италия. Долина По является важной географической особенностью на севере Италии, которая простирается на 400 миль в направлении запад-восток. В долине часто бывают туманы и туманы, однако отмечалось, что с годами туман становится все реже и реже. Одной из возможных причин этого было изменение температуры от глобального потепления.

- Побережье Атакама – Чили. Пустыня Атакама - это 600-мильная полоса тихоокеанского побережья в западной части Андских гор. Атакама - это самая сухая неполярная пустыня на планете, в которой есть лава, песок, пересеченная местность и соленые озера. Хотя Атакама является одним из самых засушливых регионов на Земле, облако несет влажность. Прибрежные туманы образуются на берегах Чили, а

затем разносятся вглубь суши в виде облачных берегов, которые местные жители называют «каманчаками». Большая часть осадков в пустыне поступает в виде тумана из Тихого океана.

- Гранд Бэнкс – Ньюфаундленд. Гранд Бэнкс - это группа подводных плато на юго-востоке Ньюфаундленда в восточной части Северной Америки. Эти области мелкие с глубиной от 50 до 300 футов. Северное холодное течение Лабрадора смешивается с восточным теплым течением ручья, создавая густой туман почти каждый день. Гранд Бэнкс находятся довольно близко от того места, где затонул Титаник, и началась экспедиция кораблекрушения на Титаник. Помимо тумана, смешивание воды помогает поднять питательные вещества, что делает этот район одним из лучших мест для рыбалки на земле.

### **Туманы в России [55]**

Туманы на территории России имеют различную непрерывную продолжительность. В континентальных районах кратковременные туманы, продолжаются не более 2–4 часов, а на берегах северных морей несколько суток.

Наибольшее число дней с туманами в Европейской части России преобладают на побережье арктических морей, в высокогорных районах, Особо следует выделить Хибин (Кольский полуостров), где повторяемость туманов чрезвычайно высока в течение всего года. В отдельных местах среднее годовое число дней с туманом может достигать 230–280, продолжительностью за год – 2050 часов. Один туман длится в среднем 9 часов.

В условиях муссонной циркуляции на Дальнем Востоке большое количество туманов отмечается в теплый период года. На Камчатке, Сахалине и Курильских островах в отдельные годы число дней с туманами может превышать 160–180 за год при продолжительности 1000–1400 часов.

Годовой ход зависит от географических условий: над континентами туманы образуются чаще всего осенью, над морями и океанами – весной, когда водная поверхность наиболее холодная.

Туманы с видимостью 500–200 метров уже серьезно затрудняют движение транспорта. Туманы с видимостью менее 50 м и продолжительностью 12 часов и более относятся к особо опасным явлениям погоды и могут полностью парализовать работу аэро- и морских портов, наземного транспорта. Средняя непрерывная длительность тумана с видимостью 500 м и менее обычно составляет 2–4 часа, но в отдельных случаях они могут устойчиво сохраняться более суток.

В крупных промышленных центрах, за счет большого количества активных ядер конденсации, выбрасываемых промышленными предприятиями, туманы могут

образовываться даже в ненасыщенном водяным паром воздухе и наблюдаются в 1,5–2 раза чаще, чем в окрестностях. В Якутске, например, продолжительность туманов в центре города 1300 часов, а на окраинах (в районе аэропорта) – 475 часов.

В крупных городах Северо-Запада число дней с видимостью менее 500 м может колебаться от 6 до 65. Продолжительные туманы с такой видимостью здесь наблюдаются в осенние месяцы. Непрерывная продолжительность их составляет 3 часа. Максимальная продолжительность туманов за год в отдельных городах приближается к 200–300 часам.

В городах Западной Сибири туманы с видимостью менее 500 м отмечаются в 50–70% случаев от общего количества, а в Предбайкалье и Забайкалье – около 10%. Для крупных населенных пунктов Республики Саха (Якутия) характерны морозные туманы, образующиеся при температуре – 42°С и ниже, видимость в которых днем снижается до 40–50 метров. Наиболее опасные туманы формируются в декабре – январе.

В прибрежных городах Дальнего Востока, Приморья, полуострова Камчатки, острова Сахалин наиболее интенсивны летние туманы.

## Контрольные вопросы

1. Что такое сильный дождь (ливень)?
2. Назовите факторы, способствующие образованию сильного дождя.
3. Назовите последствия сильного дождя.
4. Какие меры предосторожности необходимо принимать при сильном дожде?
5. Что является характерным для крупного града?
6. Охарактеризуйте процесс образования града.
7. Какие меры предосторожности необходимо принимать при граде?
8. Чем характерен снегопад?
9. Назовите причины возникновения сильного снегопада.
10. Какие последствия создаёт сильный снегопад?
11. Дайте определение сильному гололёду.
12. Назовите причины, способствующие образованию гололёда.
13. Чем характерны заморозки?
14. Назовите причины, способствующие наступлению заморозков.
15. Какими причинами может быть вызван сильный мороз?
16. Какие факторы способствуют засухе?
17. Назовите последствия засухи.
18. Какие меры принимаются по борьбе с засухой?
19. Какие основные факторы характеризуют сильную жару?
20. Назовите последствия сильной жары.
21. Как формируется сильный туман?
22. Чем опасен сильный туман?
23. Какие меры безопасности принимают при сильном тумане?

## 2.7. Морские гидрологические чрезвычайные ситуации

К морским гидрологическим чрезвычайным ситуациям относятся:

- тропические циклоны (тайфуны);
- цунами;
- сильное колебание уровня моря;
- сильный тягун в портах;
- ранний ледяной покров или припай;
- интенсивный дрейф льдов;
- непроходимый лед;
- обледенение судов; отрыв прибрежных льдов.

### 2.7.1. Тропические циклоны

*Тропический циклон (тайфун)* – системы низкого давления, возникающих над тропическими водами, с организованной конвекцией (высокой грозовой активностью) и ветрами. В Северном полушарии ветра направлены против часовой стрелки, а в Южном полушарии по часовой стрелке (рисунок 2.40).

Физические размеры бури могут составлять 12 км в высоту и от 500 до 700 км в ширину, хотя иногда может быть значительно больше. Обычно циклон движется со скоростью 15—25 км/ч, но может ускориться до 65 км/ч.

На очень ранней и слабой стадии эволюции применяется термин «тропическая депрессия». Когда ветер достигнет 62 км/ч, погодная система получает статус «тропический шторм». Если ветер усиливается до 118 км/ч и более тропических шторм называют «ураганом» в Атлантике и в северо-восточной части Тихого океана, или «тайфуном» — в северо-западной части Тихого океана. В других частях мира, таких как Индийский океан и южная часть Тихого океана, используется термин «тропический циклон».

Тропические циклоны могут быть классифицированы по их мощности и месту формирования. Наиболее распространенной системой классификации является шкала Саффира-Симпсона (таблица 2.5) [56].

Таблица 2.5 – Шкала Саффира-Симпсона

Категория	Скорость ветра, км/ч	Последствия
1	119-153	Малые повреждения, повал деревьев и мелких конструкций
2	154-177	Умеренные повреждения, опасность для жилых зданий и дорог

3	178-208	Серьезные повреждения зданий и дорог, жизнь и здоровье людей в опасности
4	209-251	Катастрофические повреждения, разрушение жилых домов и инфраструктуры
5	Более 252	Разрушение, широкий диапазон опасностей для жизни и имущества

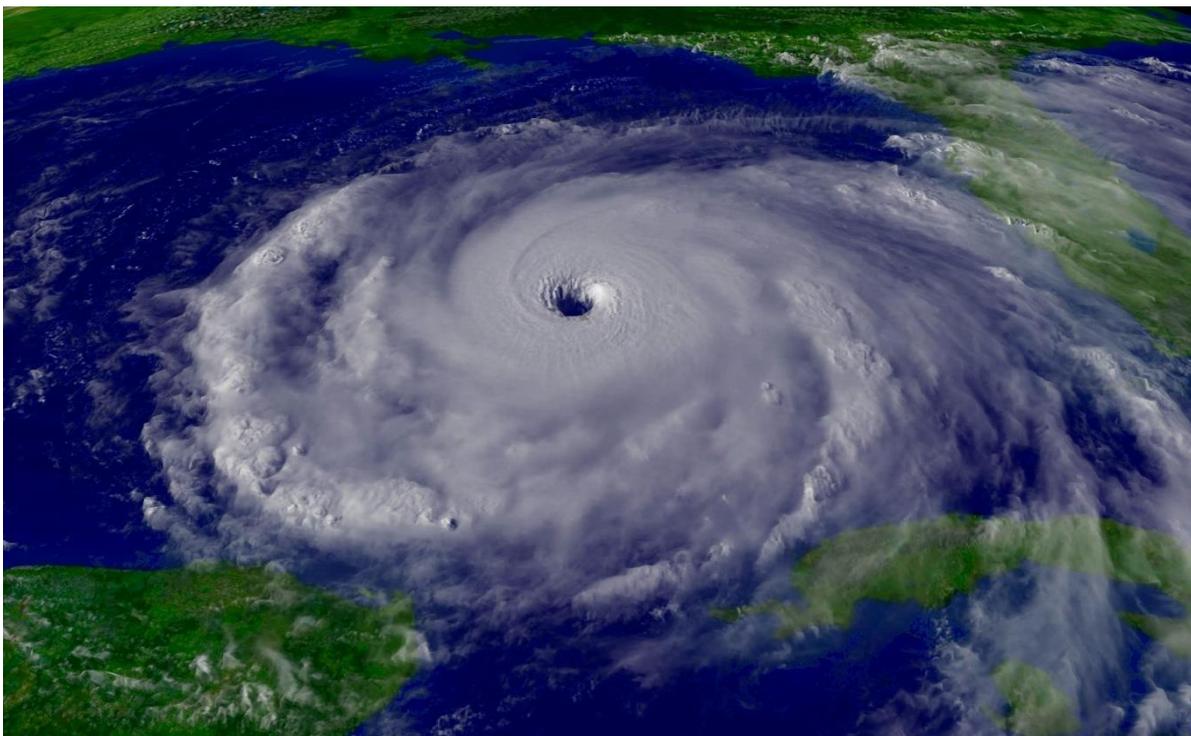


Рисунок 2.40– Тропический циклон

Тропические циклоны классифицируются и по месту формирования:

- Тропические бури — формируются в Атлантическом и Восточно-Тихоокеанском бассейнах.
  - Тайфуны — формируются в Западно-Тихоокеанском бассейне.
  - Циклоны — формируются в Индийском океане и Южной части Тихого океана.
- Знание определения и классификации тропических циклонов позволяет более точно понять и оценить их потенциальные угрозы и последствия.

#### **Причины возникновения тропического циклона**

- Теплое море. Одной из основных причин возникновения тропического циклона является наличие достаточно теплой поверхностной воды в океане. Вода

должна быть прогрета до определенной температуры, чтобы обеспечить интенсивное испарение и образование конденсации.

- Потоки пара. Влажный воздух, поднимающийся над теплыми морскими поверхностями, образует потоки пара, которые выступают в качестве «топлива» для тропического циклона. Благодаря этим потокам пара, циклону обеспечивается постоянный источник энергии на протяжении его существования.

- Кориолисово ускорение. Причина возникновения тропического циклона связана с вращением Земли. Кориолисово ускорение вызывает отклонение потоков воздуха в правом направлении на северном полушарии и влево на южном полушарии. Это приводит к возникновению циклонического вращения в тропических областях.

- Отсутствие вертикальных ветров. Если в тропической области отсутствуют сильные вертикальные ветры, то это способствует стабильности атмосферного давления и формированию тропического циклона. Вертикальные ветры могут нарушить его структуру и ослабить интенсивность.

- Глубина теплой воды. Большая глубина теплой воды в океане способствует поддержанию интенсивности тропического циклона. Чем глубже теплая вода проникает в океан, тем больше возможности для его усиления и продолжительности существования циклона.

Взаимодействием этих факторов определяет формирование и развитие тропического циклона. Он считается одним из наиболее динамичных и разрушительных явлений природы, способных нанести значительные материальные и человеческие потери.

### **Особенности тропического циклона**

Основные особенности тропического циклона включают:

1. Центральное расположение — в центре тропического циклона находится очаг максимальной активности, называемый глазом циклона. В глазу циклона наблюдается штиль и ясное небо.

2. Конвергенция — тропический циклон образуется благодаря сближению воздушных масс разной температуры и влажности. Это приводит к повышенному давлению и формированию вихревого движения.

3. Широкий радиус влияния — тропический циклон может охватывать огромную площадь до нескольких сотен километров. Он способен вызывать сильные ветра, приливы, разрушение жилых зданий и наводнения.

4. Сезонность — тропические циклоны обычно формируются в определенные времена года, когда площади океанов достигают максимальной температуры. В разных регионах планеты по-разному наблюдаются сезоны циклонов.

5. Стадии развития — тропический циклон проходит через несколько стадий развития, начиная с формирования штормового фронта и заканчивая образованием глаза циклона и его ослаблением. Каждая стадия сопровождается усилением ветра и осадками.

6. Влияние на окружающую среду — тропический циклон способен вызвать значительные разрушения и иметь серьезные последствия для окружающей среды. Он может уничтожать растительность, затоплять территории и повреждать экосистемы.

Особенности тропического циклона делают его одним из самых опасных и разрушительных атмосферных явлений на планете.

### **Структура тропического циклона**

Тропический циклон имеет сложную структуру, которая состоит из нескольких основных элементов. В верхней части циклона находится запас влажных воздушных масс, которые поднимаются и разряжаются, вызывая образование облачности и осадков. После этого, воздух начинает двигаться вниз по спирали с высоким давлением.

Внизу циклона образуется центральное место с низким атмосферным давлением, которое называется центром циклона или глазом циклона. В глазе циклона складываются особые условия: давление минимальное, облачность обратно пропорциональна скорости воздушного потока. Глаз циклона имеет диаметр от нескольких километров до нескольких сотен километров.

От глаза тропического циклона расходится спираль низкого атмосферного давления, называемая циклоническим фронтом. Циклонический фронт может включать в себя несколько зон: зону сильного ветра, сильных осадков и гроз, а также холодный фронт и теплый фронт. Ветер в циклоническом фронте может достигать скорости до нескольких сотен километров в час.

Тропический циклон сопровождается сильными вертикальными ветрами, называемыми смерчами. Смерчи могут образовываться как в глазу циклона, так и на его периферии, и часто сопровождаются разрушительными осадками и разрушениями на пути своего движения.

Тропический циклон также имеет влияние на океан: он вызывает повышение уровня моря и образование больших волн, а также приводит к перемешиванию и охлаждению верхних слоев океанской воды.

## Последствия тропического циклона

Тропический циклон, из-за своей мощи и интенсивности, способен нанести огромный ущерб и вызвать серьезные последствия при прохождении над сушей. Вот некоторые из основных последствий тропического циклона:

- **Сильные ветры:** Во время тропического циклона, сильные ветры могут достигать скоростей более 200 километров в час. Они способны повреждать здания, сломать деревья, срывать крыши и создавать опасность для людей на улицах.

- **Обильные осадки:** Тропический циклон может привести к сильным ливням, которые в свою очередь могут вызвать наводнения. Это может привести к разрушению домов, улиц, мостов, а также к эвакуациям и потере человеческих жизней.

- **Подъем уровня моря:** Один из опаснейших аспектов тропического циклона — это его способность вызвать подъем уровня моря. Это может привести к наводнениям прибрежных районов и заливов, что может привести к эрозии побережья, инфраструктурных повреждений и утрате жизней.

- **Ущерб для сельского хозяйства:** Сильные ветры и проливные дожди тропического циклона могут причинить значительный урон сельскохозяйственным угодьям. Уничтожение урожая и животных может вызвать продовольственный кризис в затронутых областях.

- **Разрушение инфраструктуры:** Сильные ветры и наводнения, вызванные тропическим циклоном, могут нанести серьезный ущерб инфраструктуре, такой как дороги, мосты, водопровод и электроснабжение. Это может привести к прерыванию доступа к услугам и закрытию предприятий.

Все эти последствия тропического циклона могут привести к гуманитарным кризисам, экономическим потерям и потере человеческих жизней. Поэтому, заранее подготавливаться к тропическим циклонам и принимать меры предосторожности важно для минимизации возможных последствий.

## Меры предосторожности при тропическом циклоне

Тропический циклон представляет серьезную опасность для жизни и имущества. Поэтому, для минимизации потенциальных рисков, следует соблюдать некоторые меры предосторожности.

Таблица 2.6— Меры предосторожности при тропическом циклоне

№	Меры предосторожности	Описание
1	Следить за прогнозами и предупреждениями	Оставайтесь на связи с местными властями и слушайте предоставленную информацию

		о тропическом циклоне. Будьте внимательны к предупреждениям и следуйте указаниям эвакуации, если таковые будут даны.
2	Заведите запасы продуктов и необходимых предметов	Заранее запаситесь продуктами питания, водой, батарейками, свечами и прочими необходимыми предметами, чтобы быть готовыми к возможному отсутствию электричества и водоснабжения.
3	Укрепите свое жилище	Укрепите окна и двери, чтобы защитить свое жилище от сильного ветра. Очистите окрестности от легких предметов, которые могут быть сметены ветром.
4	Не выходите на улицу	Подготовьте план эвакуации. Имейте план эвакуации заранее, особенно если вы живете в прибрежной или низменной местности. Знайте маршруты эвакуации и места убежища.

Соблюдение этих мер предосторожности поможет уменьшить риски причиненные тропическим циклоном.

### **Крупнейшие тропические циклоны в истории**

Существует множество примеров тропических циклонов, которые производят серьезное воздействие на береговые области. Некоторые из наиболее известных тропических циклонов [57,58].

- **10-16 октября 1780 г.** Малые Антильские острова, Карибском море Тропический циклон "Сан-Каликто". Это самое смертоносное в североатлантическом бассейне за всю историю наблюдений. Погибло, от 20 до 22 тыс. жителей региона. Ураган, нанес большой ущерб кораблям британского и французского флотов.

- **25 ноября 1839 г.** Порт Коринга. Индийский океан. Берег Бенгальского залива. Шторм с высотой волн более 12 м уничтожил 25 тыс. судов. Погибли более 300 тыс. человек.

- **8 сентября 1900 г.** Островной город Галвестон (шт. Техас). Волны достигали 5метров и унесли жизни от 6 до 12 тыс. человек. Остров был затоплен Было разрушено около 3600 зданий.

- **12 ноября 1970 г.** Восточный Пакистан и индийская Западная Бенгалия. Циклон "Бхола" - самый смертоносный тропический циклон в истории наблюдений и одно из

крупнейших по числу жертв стихийных бедствий в современной истории. В результате удара штормового прилива общее число пострадавших превысило 4,7 млн человек. Ущерб составил \$86,4 млн.

- **30 июля 1975 г.** Тропический циклон в районе Филиппинского моря "Нина". Волна высотой 3-7 м и шириной 10 км за час прошла 50 км и создала искусственные озера площадью 12 тыс. кв. км), По разным подсчётам погибло от 26 до 171 тыс. человек, а 11 млн человек лишились крова.

- **С 4 по 24 октября 1979 г.** Западная часть Тихого океана, циклон "Тип". Максимальная скорость ветра составляла 305 км/ч, диаметр урагана достигал 2220 км. Погибло 55 человек, пропали без вести 44 человека.

- **22 октября 1998 г.** Западная часть Карибского моря. тропический шторм, вскоре перешедший в ураган "Митч". Скорость ветра составляла 285 км/ч. Погибли около 19 тыс. человек, 2,7 млн. остались без крова, ущерб, составил \$6 млрд.

- **29 августа 2005 г.** на юго-восток США обрушился разрушительный тропический ураган "Катрина". По официальным данным, жертвами стихии стали 1 тыс. 833 человека, значительный ущерб был нанесен городам Новый Орлеан и Луизиана (под водой оказалось около 80% площади города). Экономический ущерб, по оценке 2007 г., составил более \$108 млрд. Один из самых разрушительных ураганов на территории США.

- **3–11 ноября 2013 г.** в результате обрушившегося на Филиппины мощного тайфуна "Хайян", вызвавшего многочисленные наводнения и оползни, погибли более 6,3 тыс. человек, порядка 1 тыс. пропали без вести. В общей сложности пострадали около 11 млн жителей. Ущерб, нанесенный стране, превысил 10 млрд. долларов США. "Хайян" стал 30-м тайфуном, который образовался в Тихом океане в 2013 г., и мощнейшим за всю историю метеонаблюдений в этом регионе.

- **14 марта 2015 г.** Панама. мощный тропический циклон "Пэм" прошел в непосредственной близости от столицы Вануату Порт-Вила. Разрушено 80% домов по меньшей мере 44 человека. Скорость ветра достигала 270 км/ч.

## 2.7.2. Цунами

**Цунами** это - гигантская океаническая волна, возникающая в результате извержений вулканов или подводного землетрясения. Волны при цунами отличаются от обычных волн тем, что они охватывают всю глубину водоёма и их высота достигает 10-40 метров, а скорость доходит до 950 км/ч. В то время как обычные волны образуются на поверхности воды и обладают низкой высотой и малой скоростью (рисунок 2.41).

Цунами отличается и от тайфуна. Это совершенно разные чрезвычайные ситуации. Тайфуны возникают на поверхности воды и вызваны сильными ветрами. Цунами более мощные и вызваны извержениями вулканов или подводными землетрясениями.



Рисунок 2.41 – Цунами

### **Причины возникновения чрезвычайной ситуации – цунами**

Первое научное описание этой стихии дал испанский историк, натуралист и географ Хосе де Акоста в 1586 г. в Лиме (Перу), когда там после сильного землетрясения на сушу вырвались волны высотой 25 м.

В большинстве случаев (около 85%) причиной образования цунами становятся подводные землетрясения с вертикальными подвижками дна, когда одна часть его приподнимается, а другая опускается (рисунок 2.42).

Реже цунами вызывают мощные оползни (около 7% случаев) и 5% возникает в результате вулканических извержений.

Исследования американских ученых позволяют предположить, что еще одной причиной возникновения цунами может стать опрокидывание айсбергов. Исследователи рассчитали, что падение айсберга может вызвать цунами, эквивалентное волнам, порожденным землетрясением магнитудой 5-6 баллов.

Ученые уверены, что в условиях глобального потепления климата на планете айсберги начнут раскалываться на части и угроза подобных цунами станет вполне

реальной. Подобные случаи уже были зафиксированы во фьордах на побережье Гренландии, где гигантские волны разрушили несколько портов.

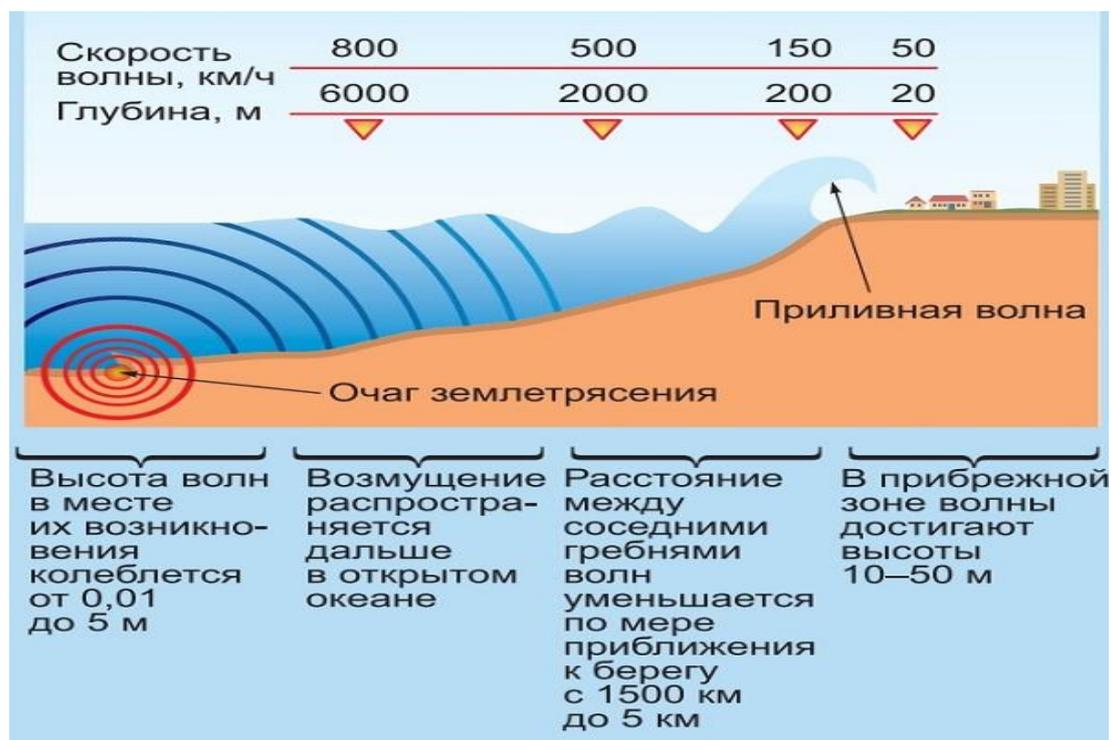


Рисунок 2.42 - Схема возникновения и распространения цунами

### Шкала оценки силы цунами

Для того чтобы оценить интенсивность энергетического воздействия цунами на берег, пользуются условной 6-балльной шкалой:

• **1 балл** — очень слабое цунами, когда волна фиксируется лишь мореографами.

• **2 балла** — слабое цунами (волны менее 1 м), которому под силу лишь слегка затопить побережье. Такое цунами могут заметить только специалисты.

• **3 балла** — средней силы цунами (волны 1—3 м). Затапливает побережье, выбрасывая на берег легкие суда. Может повредить портовые сооружения.

• **4 балла** — сильное цунами (волны 4—10 м). Оно затапливает побережье, повреждая прибрежные постройки, выбрасывая на берег и вновь смывая в море крупные парусные и средних размеров моторные суда. Берега усеяны ветвями деревьев и обломками строительных материалов от зданий. Такое цунами уже чревато человеческими жертвами.

• **5 баллов** — очень сильное цунами (волны до 20 м). Оно затапливает все приморские территории, сильно повреждает волноломы и молы, выбрасывает на берег крупные суда. Такое цунами рушит здания и сооружения, нагоняет воду в устья рек, топит людей.

• **6 баллов** — катастрофическое цунами (волны более 30 м). Такая волна опустошает побережье и приморские территории, затапливая сушу на значительном расстоянии от берега моря. Катастрофическое цунами, практически не снижая скорости, способно пронестись через населенный пункт средних размеров, превратив его в руины и уничтожив все живое.

Перед огромной волной движется воздушная ударная волна, которая разрушает всё на своём пути.

Сейсмические службы, зарегистрировав подземные толчки при землетрясении, имеют возможность оповестить о приближении волны прибрежное население, которое будет иметь время на эвакуацию

### **Защита населения от цунами**

Комплекс мероприятий для защиты населения от цунами:

- организовать метеорологическую службу по прогнозам и непрерывному наблюдению за возникновением и распространением цунами;
- организовать службу по оповещению населения о надвигающейся угрозе;
- иметь разработанный план эвакуации населения, и в соответствии с ним организовать работу по эвакуации населения по заблаговременно подготовленному маршруту следования;
- организовать планомерный перенос в безопасные, на заблаговременно подготовленные места, производственные и культурно-бытовые строения;
- обеспечить защиту, с помощью специальных гидротехнических сооружений, важных и не поддающихся переносу зданий, сооружений и других объектов;
- организовать строительство волноломов, береговых дамб и других защитных гидротехнических сооружений.

Следует отметить, что поведение животных могут свидетельствовать о надвигающейся угрозе. Находящиеся на свободе животные торопливо уходят на склоны гор и возвышенностей, окружающих населённые пункты.

В нашей стране прогноз цунами осуществляет Служба предупреждения о цунами, созданная в 1958 г.

Международная служба предупреждения о цунами находится в городе Гонолулу (Гавайские острова, США). Страны, имеющие цунамиопасные побережья, имеют свои национальные службы предупреждения.

## **Правила поведения при цунами**

### ***Действия до поступления сигнала о цунами***

1. Необходимо знать наиболее опасные зоны в своём регионе проживания и кратчайшие пути выхода в безопасные места. Наиболее опасные места во время цунами — это устья рек, суживающиеся бухты, проливы.

2. Следите за сообщениями по прогнозу цунами.

3. В случае эвакуации необходимо иметь при себе перечень документов, имущества и медикаментов,

4. Заблаговременно продумать порядок эвакуации.

5. Не загромождайте коридоры и выходы громоздкими вещами. Проходы должны быть свободны для быстрой эвакуации.

### ***Действия во время цунами:***

6. При поступлении сигнала об опасности, немедленно покиньте его, предварительно выключив свет, газ, воду, захватив приготовленные документы и вещи. Постарайтесь кратчайшим путём перебраться на возвышенное место высотой 30—40 м над уровнем моря или как можно быстрее удалиться на 2—3 км от берега моря.

7. Если времени мало или вы решили укрываться от цунами в помещении, наиболее безопасными считаются места у капитальных внутренних стен, у колонн, в углах, образованных капитальными стенами.

8. Если вы оказались на улице, постарайтесь укрыться за естественной скальной преградой, за прочной бетонной стеной или забраться на высокое прочное дерево.

9. Если вы оказались в воде, постарайтесь освободиться от намокшей одежды и обуви и зацепиться за плавающие на воде предметы.

### ***Действия после цунами.***

10. Не спешите возвращаться домой, необходимо переждать 2—3 ч. после прохода первой волны. Только после получения сигнала отбоя тревоги можно быть уверенным, что волны больше не будет.

11. Необходимо убедиться в прочности дома, проверьте, нет ли трещин в стенах и перекрытиях, не нарушен ли фундамент, а также сохранность окон и дверей. Дождитесь проверки состояния электропроводки и газопровода специалистами.

## **Самые разрушительные цунами в истории человечества [58]**

• ***Нанкайдо (Япония), 20 сентября 1498 года.*** Подземный толчок, потрясший острова на юго-востоке Японии, имел магнитуду не менее 8.4. Это привело к цунами,

которое обрушилось на японские провинции Кию, Авадзи и побережье острова Сикоку. Число погибших предположительно от 26 000 до 31 000 человек.

- **Залив Исе (Япония), 18 января 1586 года.** Землетрясение магнитудой 8.2 вызвало цунами в заливе Исе на острове Хонсю. Волны поднимались на высоту 6 метров, нанося ущерб населенным пунктам на побережье. Город Нагахана пострадал не только от воды, но и от пожаров, которые вспыхнули после землетрясения и уничтожили половину зданий. Погибло более 8 000 человек.

- **Нанкайдо (Япония), 28 октября 1707 года.** Землетрясение магнитудой 8.4, хлынуло на японский Нанкайдо в 1707 году. Высота волны составила 25 метров. Катастрофа привела к разрушению более 30 000 домов и смерти около 30 000 человек.

- **Лиссабон (Португалия), 1 ноября 1755 года.** Землетрясение магнитудой 8.5, произошедшее в Атлантике, вызвало серию из трех огромных волн, накрывших португальскую столицу и ряд прибрежных городов Португалии, Испании и Марокко. В некоторых местах высота цунами достигала 30 метров. Погибло около 60 000 человек.

- **Рюкю (Япония), 24 апреля 1771 года.** Землетрясение магнитудой 7.4 стало причиной цунами, которое затопило многие японские острова. Больше всего пострадали Исигаки и Мияко, где высота волны достигала от 11 до 15 метров. Результатом стихийного бедствия стало разрушение 3137 домов и гибель около 12 000 человек.

- **Северное Чили, 13 августа 1868 года.** Цунами на севере Чили было вызвано серией из двух масштабных землетрясений магнитудой 8.5. Волны высотой до 21 метра затопили весь Азиатско-Тихоокеанский регион и достигли австралийского Сиднея. Вода обрушивалась на берега на протяжении 3 дней, что в итоге привело к гибели 25 000 человек. Ущерб составил 300 миллионов долларов.

- **Кракатау (Индонезия), 27 августа 1883 года.** Извержение вулкана Кракатау в 1883 году стало одним из крупнейших в современной истории человечества. Взрывы гиганта были настолько мощными, что вызывали волны высотой 36 метров, уничтожено свыше 160 деревень на островах Суматра и Ява. Погибло более 36 000 человек.

- **Санрику (Япония), 15 июня 1896 года.** Землетрясение магнитудой 7.2, вызванное сдвигом литосферных плит в районе Японского жёлоба стало причиной цунами. После подземного толчка на регион Санрику одна за другой хлынули две волны, высотой до 38 метров. Погибли более 2200 человек и были разрушены свыше 9 000 строений.

- **Суматра (Индонезия), 24 декабря 2004 года.** У побережья Суматры, на глубине около 30 км, произошло землетрясение магнитудой 9.1 В результате

образовалась волна шириной около 1300 км, которая по мере приближения к берегу достигла высоты 15 метров. Гигантская волна обрушилась на берега Индонезии, Таиланда, Индии, Шри-Ланки и ряда других государств, оставив после себя от 225 000 до 300 000 погибших. Ущерб от катастрофы составил около 10 миллиардов долларов США.

- *Северо-западное побережье Тихого океана (Япония), 11 марта 2011 года.* Землетрясение магнитудой 9.0 произошло на глубине 32 км восточнее острова Хонсю. Образовавшаяся 10-метровая волна, передвигавшаяся со скоростью 800 км/час, захлестнула восточное побережье Японии. Погибло и исчезло свыше 18 000 людей. Землетрясение и цунами вызвали аварию на АЭС «Фукусима», после которой произошли существенные радиоактивные выбросы. Общий ущерб составил 235 миллиардов долларов.

### **2.7.3. Сильные колебания уровня морской поверхности**

*Сильные колебания уровня морской поверхности* – представляют собой изменения высоты морской поверхности, которые происходят из-за различных факторов. Эти колебания могут иметь серьезные последствия и часто вызывают тревогу у многих жителей побережья.

Одним из главных факторов, вызывающих сильные колебания уровня моря, является прилив и отлив. Приливы происходят из-за влияния гравитационных сил Луны и Солнца на Земную поверхность. Во время прилива море поднимается, а во время отлива опускается. Это ежедневное явление, которое происходит дважды в сутки (Рисунок 2.43).

Помимо прилива и отлива, существуют и другие факторы, способные вызвать сильные колебания уровня моря. Одним из них является циклон — сильный шторм, который может вызвать поднятие уровня моря на несколько метров. В результате этого, прибрежные зоны могут быть затоплены, что представляет опасность, как для жизни людей, так и для окружающей среды.



Рисунок 2.43 – Сильные колебания уровня моря

Глобальное потепление также имеет значительное влияние на сильные колебания уровня моря. В связи с таянием полярных льдов и ледников, уровень моря постепенно повышается. Это приводит к затоплению прибрежных территорий и увеличению частоты экстремальных погодных явлений, таких как штормы и наводнения.

### **Последствия от сильного колебания уровня морской поверхности**

Сильные колебания уровня моря могут иметь серьезные последствия. Одним из основных негативных эффектов является затопление прибрежных территорий. Это может привести к эвакуации населения, разрушению инфраструктуры и снижению экономического развития в регионе.

Сильные колебания уровня моря вызывают исчезновение пляжей и побережий. Песчаные и скалистые береговые линии подвержены разрушению под действием волн и приливов. Это может привести к утрате природных ресурсов и ухудшению туристического потенциала региона.

### **Меры предосторожности при сильном колебании уровня моря**

Для борьбы с сильными колебаниями уровня моря необходимо развивать и реализовывать превентивные меры. Сначала необходимо проводить мониторинг уровня моря, чтобы иметь представление о его изменениях и прогнозировать потенциальные угрозы.

Разработка и усиление инфраструктуры на побережье также играет важную роль в борьбе с сильными колебаниями уровня моря. Влияние штормов и приливов можно

смягчить, строя защитные сооружения, такие как плотины и волнорезы. Они помогут снизить силу удара волн и предотвратить затопление прибрежных зон.

Работа с климатическими изменениями также является важным аспектом в борьбе с сильными колебаниями уровня моря. Необходимо стремиться к сокращению выбросов парниковых газов и поощрять использование возобновляемых источников энергии. Только в таком случае мы сможем снизить скорость глобального потепления и его негативные последствия.

#### **2.7.4. Тягун в портах**

*Тягун* или обратное, разрывное течение – разновидность прибрежного морского течения, всегда перпендикулярного берегу. Народное название оно получило потому, что вода утягивает людей. Но вопреки распространенной неправильной трактовке значения термина, тягун не утягивает на дно людей. Он уносит их на большое расстояние от берега. Тонут люди потому, что выбиваются из сил, пытаясь противостоять потоку воды. В англоязычных странах это явление называется *rip current*, что переводится как “разрывное течение”.

Обратное течение бывает сильным – оно способно рвать металлические наконечники швартов, разрушать пристани и уводить корабли из порта.

#### **Причины и процесс формирования тягуна**

Возникает тягун во время прилива следующим образом. Под действием ветра первая волна выталкивает на берег большое количество воды. Вторая волна делает то же самое. Вода, принесенная второй волной, вытесняет воду, принесенную первой волной. Во второй волне под давлением воды, пришедшей с первой волной, появляется разрыв, и вода со скоростью от 4 до 15 км/ч возвращается в море, порождая отбойную волну. Отбойная волна отходит перпендикулярно от берега на 50-200 м, где полностью гаснет. Цикл повторяется, пока прилив не закончится (рисунок 2.44) [59].

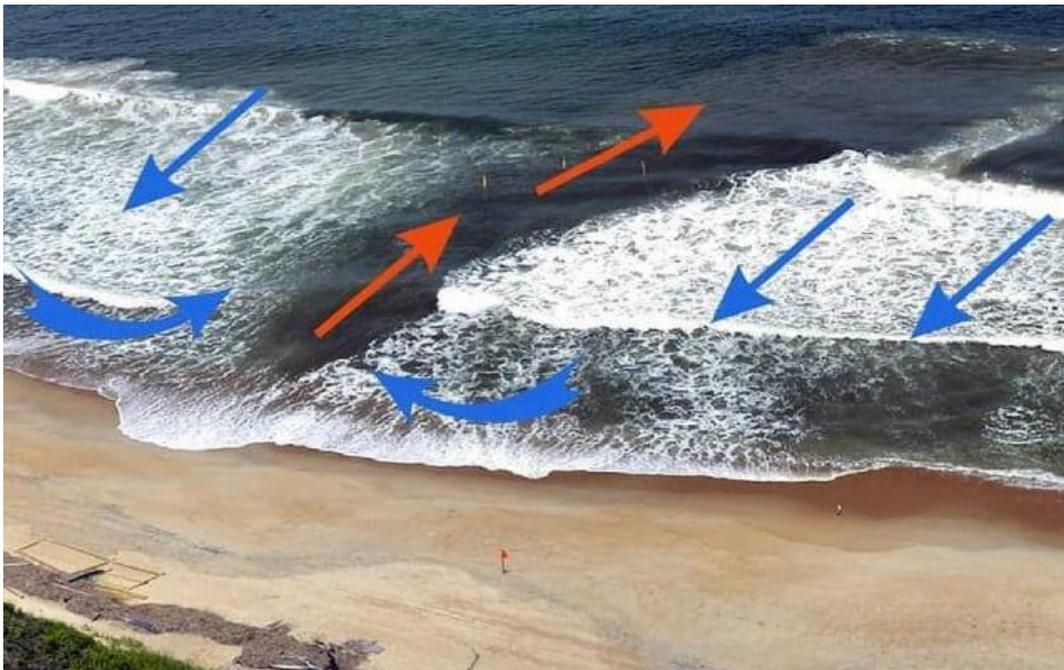


Рисунок 2.44 –Механизм образования обратного течения

На наличие обратного течения на конкретном пляже указывают 4 признака:

- Предупреждения спасателей пляжа в виде черных шаров, красных флажков, информационных знаков или плакатов.
- Заметные промежутки между волнами длиной до 10 м и отсутствие волн.
- Цвет воды. У прибойных волн – голубой, у отбойных – коричневый.
- В море, перпендикулярно берегу, уплывают комья водорослей или бела пена.

Не следует заходить в море в местах, где вода выглядит спокойной, если есть 2 и более признака отбойного течения (Рисунок 2.45).

### **География формирования тягуна**

Обратное течение встречается на берегах морей и океанов. Наиболее опасны мелководные моря с пологими, низинными берегами. Чёрное море, например. Тип пляжа, песочный или галечный, не имеет значения. В реках и озерах явление не встречается.

В России, помимо Черного моря, с тягуном можно столкнуться в Балтийском, Каспийском, Охотском, Японском, Беринговом морях.

## **Опасности, возникающие при тягуне и действия при попадании в опасную для жизни ситуацию**

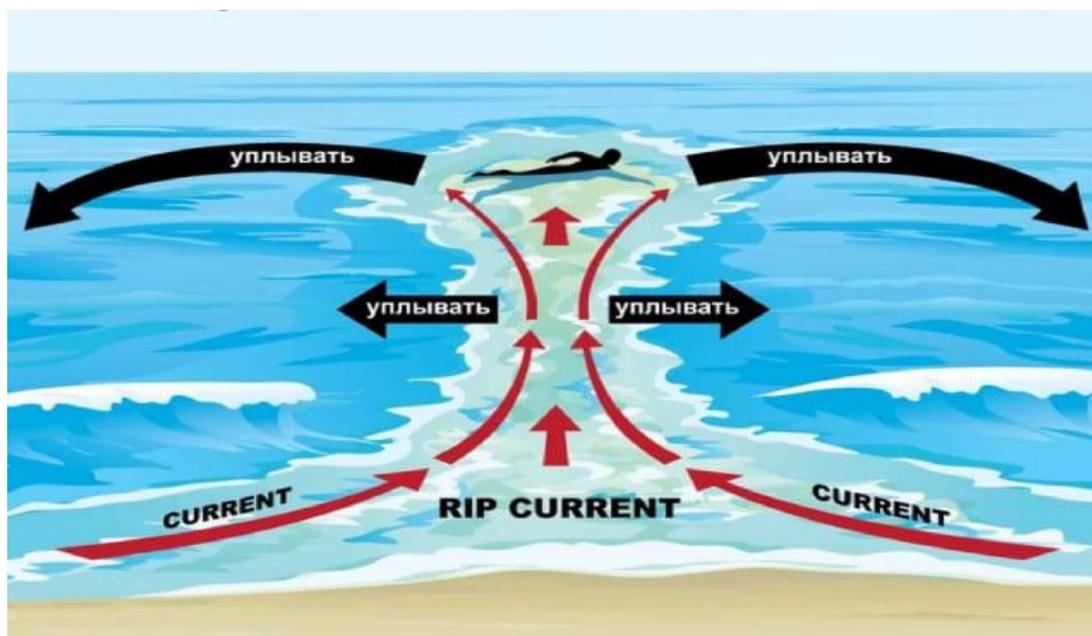
Тягун на море уносит сотни жизней в год, поэтому необходимо знать об опасностях, которые могут возникнуть, и действиях при попадании в эту чрезвычайную ситуацию на воде [60].

Первая опасность – тягун незаметен. Люди обманывают себя, интуитивно считая спокойную воду безопасной и сами заходят в обратное течение.

Вторая и главная опасность тягуна в море – он может отнести попавшего в него человека на 200 метров от берега. Отдыхающий интуитивно пытается плыть к берегу против потока. Сопротивляться последнему бессмысленно – это расходует силы, провоцирует судороги в ногах и приведёт к смерти.

### **Тягун в зарубежных и российских портах [60].**

Бассейны Альфред и Виктория в порту Кейптаун, лодочный бассейн Мадраасского порта, акватория судоремонтного завода в порту Туапсе, район грузового и пассажирского причалов в порту Новороссийск — пример портовых акваторий, которые в достаточной мере укрыты от действия обычных волн. Однако суда, стоящие у причалов в этих портах, иногда испытывают значительные движения. Это сильно затрудняет, а нередко и делает невозможным производство грузовых операций.



2.45 – Для спасения необходимо не паниковать и плыть вдоль берега.

В портах Батуми, Потти, Туапсе во время тягуна суда вынуждены прекращать посадку и высадку пассажиров и отходить на рейд, так как стоянка у причала

становится невозможной. Даже при очень малых ускорениях в движении судна возникают ударные силы, способные повредить бортовую обшивку корабля.

В Неаполе тягун был настолько силен, что одно судно получило пробоину и затонуло у причала.

В порту Кейптаун во время тягуна судно водоизмещением в 14,2 тыс. т получило серьезные повреждения правого борта и встало на ремонт.

Известны случаи разрушительного действия тягуна в порту Туапсе в феврале 1950 г., когда в результате «таскания» судна «Сухона» были повреждены судно и мол.

Такие же факты отмечены и в нефтяной гавани Батумского порта. Особенно опасно такое явление для недостроенных, но находящихся на плаву или ремонтируемых судов. Во время тягуна ремонтные работы на плаву совершенно невозможны.

Тягун наблюдается в защищенных и открытых портах, расположенных как по берегам океанов, так и во внутренних и окраинных морях.

Характерно, что наибольшее число районов, подверженных воздействию тягуна, и наибольшая интенсивность его отмечаются на западных побережьях материков. Он весьма редок и обычно оказывается слабым на южных и восточных побережьях. Тягун не является следствием местных условий того или иного района, а широко распространен по всему земному шару.

### **2.7.5. Ранний ледяной покров и припай**

*Ранний ледяной покров* – это первый слой льда, который образуется на поверхности воды в начале зимы. Он может появиться на озерах, реках и других водоемах, когда температура падает до нуля градусов Цельсия и ниже (рисунок 2.46).

#### **Причина возникновения явления раннего ледяного покрова**

Явления раннего ледяного покрова связаны с теплообменом между водой и окружающей средой. Водная масса начинает отдавать свое тепло в атмосферу, что приводит к охлаждению и замерзанию поверхностного слоя. Ускорение этого процесса способствуют ветер, излучение и отсутствие снежного покрова, который может действовать как дополнительный изолятор, препятствующий замерзанию, а также наличие водорослей и растительности на поверхности воды, которые снижают ее теплопроводность.



Рисунок 2.46 – Ранний ледяной покров

**Припай** – это горизонтальное образование изо льда у водореза и ледостава, в результате более длительного периода водно-ледового графика и охлаждения окружающего воздуха. Образуется в результате примерзания кромки льда к берегу либо полного промерзания прибрежных вод. Припай создается обычно на мелководье и не сохраняется длительное время. Затрудняет выход в море для мелких судов (рисунок 2.47) [61].

**Причины образования припая могут быть следующими:**

- длительное время низкой температуры;
- резкое изменение температуры воздуха;
- стабильное движение воздушных масс;
- обильное заполнение и притоки водоема.

Все эти факторы способствуют быстрому охлаждению верхнего слоя воды, что приводит к образованию плотного льда и припая на поверхности водоема.



Рисунок 2.47 – Припай льда

### **Потенциальные проблемы**

Одна из главных проблем раннего ледяного покрова и припая заключается в том, что они могут быть тонким и прозрачным, что делает их практически невидимыми для водителей. Это не только затрудняет определение наличия льда на дороге, но и делает его особенно опасным, так как многие водители даже не знают о его существовании.

Еще одной проблемой является то, что ранний ледяной покров может быть неравномерно распределен на дороге. Это означает, что одна часть трассы может быть покрыта тонким слоем льда, в то время как другая часть может быть полностью безопасна. Это создает непредсказуемые условия и может вызвать затруднения при движении (таблица 2.7).

Кроме того, в случае образования раннего ледяного покрова и припая водители могут обнаружить проблемы с торможением и управлением автомобилем. Лед понижает сцепление шин с дорогой, что может привести к увеличению тормозного пути и потере контроля над автомобилем. Это делает вождение намного более сложным и опасным.

Ранний ледяной покров и припай служат показателем стабильности погоды. Сильное замерзание и образование толстого ледяного покрова указывают на стабильный холодный период, а слабое или отсутствующее образование льда может говорить о ненадолго прерывающейся зиме.

Таблица 2.7 – Проблемы и последствия раннего ледяного покрова и припая

Проблема	Последствия
Скользкий покров льда	Опасность аварий и травм
Невидимость льда	Увеличение риска вождения на скользкой поверхности
Неравномерное распределение льда	Непредсказуемость условий на дороге
Трудности с торможением и управлением	Ухудшение контроля над автомобилем

### **Меры по снижению риска образования ледяного покрова и припая.**

1. Регулярно очищайте ледяной покров от припоя. Чтобы избежать накопления припая на ледяном покрове, регулярно проверяйте его состояние и прочищайте от возможных отложений припоя. Это поможет сохранить его в хорошем состоянии и предотвратит возможные проблемы при дальнейшей эксплуатации.

2. Используйте защитные приспособления. Для предотвращения образования припая на ледяной поверхности можно использовать различные защитные приспособления, такие как специальные накладки, покрывалки или силиконовые прокладки. Они помогут уменьшить прилипание припоя к поверхности и сэкономят время и усилия при последующей очистке.

3. Правильно храните инструменты и материалы. Для минимизации риска образования ледяного покрова и припоя следует правильно хранить инструменты и материалы. Они должны быть сохранены в сухом месте при определенной температуре и отсутствии влаги. Также рекомендуется использовать специализированные контейнеры или пакеты для их хранения, чтобы избежать непреднамеренного контакта с влагой или другими агрессивными веществами.

4. Проводите регулярное техническое обслуживание. Это поможет своевременно выявить проблемы с ледяным покровом и припоем, а также предотвратить их развитие. Проведение профилактических мероприятий, таких как очистка и проверка работоспособности оборудования, поможет предотвратить возможные поломки и продлить срок его службы.

5. Обратитесь к специалистам. При возникновении серьезных проблем с ледяным покровом и припоем рекомендуется обратиться к специалистам. Они помогут проанализировать ситуацию, провести необходимые мероприятия по устранению проблемы и дать рекомендации по ее предотвращению в будущем. Не стоит рисковать без достаточного опыта, лучше доверить работу профессионалам [61].

## 2.7.6. Интенсивный дрейф льда

*Дрейф льдов* – это движение ледовых масс по водным пространствам. Явление является характерным для климатических зон с холодными зимами, где температура воздуха может снижаться до очень низких значений. На реках, озерах и морях образуются льдины, которые начинают перемещаться под влиянием течений и ветра (рисунок 2.48).

Льдины более крупного размера, погруженные в воду, движутся под влиянием течений, а имеющие небольшой размер, находящиеся на поверхности, приводятся в движение посредством воздушного потока. Из-за разной интенсивности и направления образуются полыньи. Это значит, что между плотными скоплениями льда имеются участки его разрежения [62].

### Причины возникновения

Основные причины возникновения дрейфа льда:

- Сильные ветры с устойчивым направлением.
- Воздействие сильных течений.



Рисунок 2.48 – Интенсивный дрейф льда

Одним из ключевых факторов, влияющих на дрейф льдов, является температура воздуха и воды. При низких температурах водные массы замерзают, образуя ледяной покров, который начинает дрейфовать под воздействием ветров и течений. При повышении температуры льдины могут таять, а новые образовываться, в зависимости от условий.

Процесс дрейфа происходит в направлении ветра. Для Северного полушария — это правостороннее движение, для Южного — левостороннее. Угол отклонения составляет 30-40 градусов.

Когда ветра и течения действуют на поверхность льдины одновременно, их влияния суммируются, усиливая дрейф льдов.

### **Типы дрейфа льдов**

Дрейф льдов может быть вызван разными факторами, и их воздействие может привести к движению льдин как на морях и океанах, так и на реках.

Типы дрейфа:

1. Дрейф ветровой. Ветер оказывает воздействие на лед и создает силу, способную перемещать льдину на большие расстояния.

2. Дрейф течений. Речные течения и океанические течения могут вызывать движение льдин, перенося их по течению. Течение может поменять направление дрейфа льда или изменить его скорость.

3. Дрейф комбинированный. Этот тип дрейфа льдов обусловлен и ветром, и течением. Ветер создает силу, действующую на лед, а течение направляет его движение.

4. Дрейф приливо-отливной. Приливные и отливные течения оказывают влияние на движение льдов. Во время прилива лед может перемещаться вдоль побережья, а во время отлива – от побережья в море.

Еще одним фактором, влияющим на дрейф прибрежных льдов, является близость к рекам. Реки, впадающие в моря, могут сильно влиять на движение льдин. Когда реки приводят в море большое количество пресной воды, они могут вызывать течения, которые будут воздействовать на ледяные покровы и заставлять их двигаться в направлении прибрежных районов.

Одним из опасных типов дрейфов является дрейф арктических льдов.

Дрейф арктических льдов имеет большое значение для климата и экосистемы Арктики. Он способствует перемещению плавника, поэтому океанские животные могут свободно передвигаться и искать пищу. В то же время, замерзшая поверхность океана благоприятна для некоторых видов животных и растений, таких как медведи и тюлени.

### **Последствия дрейфа льдов**

– Создание нового русла реки. Льдины, перемещаясь по реке под воздействием ветра и течения, могут менять направление течения и создавать новые русла. Это может приводить к изменению географического положения реки и влиять на ее природный биотоп.

– Образование ледоставов. Когда большие льдины сформировались в узких участках реки. Они препятствуют свободному движению воды и приводят к

образованию барьеров, вызывая повышение уровня воды, наводнение и угрозу для проживающих вблизи реки.

Дрейф льдов также может повредить водные сооружения, такие как мосты и пирсы. Это влечет за собой значительные материальные потери и усложняет проход по реке.

– Угроза навигации. Дрейф льдов представляет серьезную угрозу для навигации на морях и реках. Плавающие льдины, вызванные обледенением водной поверхности, могут значительно затруднить движение судов и сделать навигацию опасной и непредсказуемой.

– Смена направления движения льдины. Ветер, особенно сильный, может усилить дрейф льдов и увеличить его скорость перемещения. Под воздействием ветра льдины могут сместиться в непредсказуемом направлении, сталкиваясь с другими объектами или судами, и создавая тем самым опасные ситуации.

### **Профилактика и меры безопасности при дрейфе льдов**

Использовать для работы ледоколы.

Суда должны разрабатываться для определенной территории плавания.

Строить береговые сооружения в наиболее подходящих местах. *Перевозка опасных грузов запрещена.*

В зимний период не ледовые суда должны прекратить работу.

Без особой необходимости не заходить в район со льдами.

Выход судов на чистую воду.

Плавание через области с дрейфующими льдинами требует особой осторожности и навигационного мастерства. Капитаны судов должны учитывать состояние ледового покрова, прогноз погоды и направление ветра, чтобы определить безопасные маршруты и принять соответствующие меры для предотвращения возможного столкновения с льдинами.

Для предотвращения угрозы навигации, связанной с дрейфующими льдинами, используются различные средства и методы. Одним из них является обзор и анализ данных о льдах и погоде, полученных от судов, спутников и метеорологических станций. Это позволяет получить предупреждения о возможных угрозах и своевременно среагировать, принимая меры по обеспечению безопасности навигации.

### **Контроль дрейфа льдов**

Для контроля дрейфа льдов применяются различные методы. Один из них — использование ледоколов. Ледоколы способны преодолевать ледяные преграды и

обеспечивать проход для других судов. Они оснащены мощными двигателями и острыми носами, которые способны рубить и разрушать лед.

Для контроля дрейфа льдов применяются также ледовые проводники. Ледовые проводники – это суда или вертолеты, которые совершают разведку ледового поля и помогают определить наиболее безопасный маршрут для других судов. Они предоставляют информацию о перемещении льда, его плотности и толщине.

В контроле дрейфа льдов применяются и системы наблюдения и прогнозирования. Спутниковые системы позволяют отслеживать перемещение льда на больших территориях, а буевые станции с метеорологическими датчиками предоставляют информацию о направлении и скорости ветра, течения и других параметрах, которые влияют на дрейф.

### **Международные меры по контролю дрейфа льдов**

Для контроля и управления дрейфом льдов были разработаны международные меры и соглашения. Одним из таких соглашений является Международная ассоциация проливоуправления и дрейфа льда (International Ice Patrol, ИП).

Ассоциация осуществляет наблюдение за состоянием ледового покрова и течением льдов в Атлантическом океане. С помощью спутниковой и аэрофотосъемки, а также наблюдает за перемещением ледовых масс. Информация о рисках передается судам, плавающим в регионе, и позволяет им избегать опасных участков.

Около 180 лет назад был создан и Международный железнодорожный комитет по контролю дрейфа льда. Организация регулярно публикует информацию о состоянии ледовых покровов на различных участках мировых рек и предупреждает о возможных препятствиях для судоходства.

### **Технические средства контроля**

Еще одним средством контроля являются буи. Буи могут быть разного вида: плавучие, не плавающие или полупогружные. Они устанавливаются в районах, где происходит дрейф льдов. Буи оборудуются датчиками, которые регистрируют изменение положения льда.

Для контроля воздействия ветра на дрейфующие льды используются специальные аэрологические станции. Они устанавливаются вблизи мест, где происходит дрейф, и мониторят силу и направление ветра. Полученная информация позволяет определить влияние ветра на движение льда.

Кроме того, для контроля дрейфа льдов применяются гидрологические станции. Они устанавливаются на реках или других водных объектах и предназначены для измерения гидрометеорологических показателей, таких как уровень воды и скорость

течения. Полученные данные помогают определить влияние рек и течений на движение льда.

Движение антициклонического вида охватывает пространство океана, прилежащего к Гренландии, Канадскому Арктическому архипелагу и Аляске, а выносной трансокеанский поток льдов охватывает часть океана между полюсом и Евразией. Например, понадобится два года, чтобы ледяная масса достигла Гренландской акватории из Карского моря, три года из моря Лаптевых.

### **2.7.7. Непроходимый (труднопроходимый) лед**

Российский атомный флот – самый мощный флот в мире. Проходимость наших судов во льдах северных морей определяется:

- прочностью и толщиной ледяного покрова;
- навигационными условиями;
- баллами проходимости;
- формой подводной части и конструкцией корпуса;
- мощностью механизмов и техническим состоянием судна.

Способность проходить через льды зависит от типа и назначения судна. Наибольшей проходимостью обладает ледокол, который идёт по курсу, почти не снижая скорости, в то время как транспортные суда маневрируют и двигаются малым ходом (рисунок 2.49).

Огромную роль для судов играет также прочность льда, которая в свою очередь зависит от температуры воздуха, строения льда и его прочности. Характеристики льда зависят от сезона. Зимой он прочный и монолитный, летом слабый и легко разрушается.



Рисунок 2.49 – Ледокол в Арктике

В таблице 2.8 представлена шкала условий ледового плавания при различных баллах проходимости.

Таблица 2.8 –Шкала проходимости

Балл проходимости	Условия ледового плавания
0	Судно идёт по чистой или как по чистой воде
1	Судно идёт по льду, мало изменяя курс и легко обходя большие льдины
2	Судно идёт лавируя между льдинами, изредка меняя скорость хода
3	Судно идёт сильно лавируя, меняя ходы с переднего на «стоп» и задний; бьёт перемычки.
4	Судно идёт во льду, все время меняя курсы, бьёт лёд с разбега и продвигается весьма медленно
5	Судно продвигается во льду ударами; продвижение его измеряется расстояниями, равными длине корпуса
6	Судно не в состоянии продвигаться

Недостатком этой таблицы является отсутствие характеристики льда, так как для оценки проходимости льдов большое значение имеет качество самого льда. Эту шкалу не следует смешивать с 10-балльной шкалой ледового состояния моря.

Главная навигационная характеристика льда [62].

- сплоченность: отношение площади льдин в зоне, где они распределены сравнительно равномерно к общей площади этой зоны, выраженное в десятых долях (баллах). В зависимости от сплоченности льды подразделяются на следующие классы:

- сплошные - 10 баллов;
- очень сплоченные - 9-10 баллов;
- сплоченные - 7-8 баллов;
- разреженные - 4-6 баллов;
- редкие - 1-3 балла;
- отдельные льдины - менее 1 балла;
- чистая вода - льды отсутствуют.

Следующей по значимости навигационной характеристикой льда является его возраст, т. к. каждой возрастной градации соответствует определенный диапазон его толщины. Различать следующие виды льда:

- начальные виды - ледяные иглы, ледяное сало, снежура, шуга;
- нилас, толщиной до 10 см;
- молодой лед, толщиной от 10 до 30 см;
- однолетний лед, толщиной от 30 см до 2,5 м;
- старый лед, толщиной более 2,5 м.

Если впереди по курсу судна наблюдаются льды одинаковой сплоченности и возраста, важной навигационной характеристикой становится форма ледяных образований. Принято различать следующие формы льда, в зависимости от их протяженности:

- ледяные поля: гигантские - > 10 км, обширные - 2-10 км, большие - 0,5-2 км;
- обломки полей - 100 - 500 м;
- крупнобитый лед - 20 - 100 м;
- мелкобитый лед - 2 - 20 м;
- тертый лед или ледяная каша - до 2 м.

К другим важным навигационным характеристикам льда относятся:

- торосистость - степень покрытия поверхности льда торосами любых видов. Оценивается по 11 балльной системе. Торосистый лед меньше проходим, чем гладкий. Летом торос размывается струей воды от винта, так как в это время спайка между отдельными кусками льда, из которых он составлен, делается слабой.

- разрушенность - степень разрушения льда в процессе таяния. Является важной навигационной характеристикой в теплый период года. Степень разрушенности

определяется в зависимости от стадии таяния льда по 10 балльной шкале: 0 баллов - разрушенности нет, 9 баллов - лед полностью разрушен. Грязноватый и сероватый лед более проходим, так как он поглощает много солнечных лучей, а следовательно, более ослаблен. В сероватом льде большое количество воздушных пузырьков, которые свидетельствуют о непрочности льда.

- заснеженность - степень покрытия поверхности льда снегом. Наличие снега на поверхности льда, как бы увеличивает его толщину и неблагоприятно сказывается на проходимость судов и ледоколов. Измеряется по 9 балльной системе: 0 баллов - снега нет, 8 баллов - толщина снега более 1 метра. Снеговой покров на льду вместе с битым льдом образует смесь льда со снегом, в которой не в состоянии будет двигаться не только транспортное судно, но и ледокол. Снеговой покров на льду защищает лед от низких температур воздуха. Поэтому лед под снегом имеет более высокую температуру, чем лед без снега. Благодаря этому он более пластичен, меньше колется и сильно прилипает к корпусу, увеличивая сопротивление движению судна.

сжатие льда - перегруппировка льда под действием ветра и течений, когда имеются препятствия движению ледяных масс. Оказывает наибольшие затруднения ледовому плаванию или вообще делает его невозможным. Степень сжатия измеряется по 4 балльной системе: 0 баллов - сжатия нет, 3 балла - лед сильно сжат. Если лед находится в сжатии, то он может быть непроходим и для мощных ледоколов. Наиболее опасным сжатием является сжатие большими обломками ледяных полей, когда лед настолько прочен, что не ломается у борта судна, а передает всю силу сжатия корпусу. Так как кромки льдин могут упираться в борт судна выступами, то появляются большие сосредоточенные силы, которые могут повредить судно настолько.

Наименее опасным льдом при сжатии является мелкобитый лед. Такой лед создает вокруг судна подушку из битого льда, которая равномерно обжимает корпус судна и не дает сосредоточенных нагрузок. При этом мелкобитый лед сам деформируется у борта судна, поглощая, таким образом, значительную часть энергии сжатия и разгружая корпус судна.

Толщина льда является прямым показателем проходимости – чем толще лед, тем менее он проходим.

При благоприятных условиях судно способно самостоятельно плавать в льдах до 5—6 баллов по 10-балльной шкале ледового состояния моря. Транспортные суда, имеющие усиленное подкрепление для плавания во льдах и находящиеся в нормальном техническом состоянии, могут плавать самостоятельно во льдах до 7 баллов состояния льда.

## 2.7.8. Отрыв льда от берега

*Отрыв льда от берега* явление, когда лёд, образовавшийся на поверхности воды вблизи побережья, отделяется от берега или ледников и начинает свободно плавать по водной поверхности. Это явление обычно наблюдается в районах с морским или озерным климатом (Рисунок 2.50) [63].



Рисунок 2.50 – Отрыв льда от берега

### **Причины отрыв прибрежных льдов**

Отрыв прибрежных льдов – это явление, при котором края ледяного покрова отрываются от берега в результате различных процессов. Это имеет место как в Арктике, так и в Антарктиде и представляет опасность для плавания и эксплуатации регионов, расположенных вблизи побережья.

Существует несколько причин, способных вызвать отрыв прибрежных льдов:

- взаимодействие сильного ветра с ледяным покровом. При сильном ветре ледяные блоки могут сдвигаться вдоль побережья, создавая натяжение между ними и прибрежным льдом. Это может привести к образованию трещин и отрыву прибрежного льда;

- приливно-отливные процессы. Во время отлива ледяной покров может оказаться под давлением морской воды, что способствует образованию трещин и последующему отрыву от берега.

- воздействие течений и приливных волн. Сильные течения и волны могут наносить удары по краям ледяного покрова, вызывая его разрушение и отрыв от берега.

Механизм отрыва прибрежных льдов включает в себя несколько этапов. Сначала образуются трещины на поверхности льда под воздействием физических процессов, о которых уже упоминалось выше. Затем трещины распространяются и могут соединяться, образуя более крупные трещины. В результате дальнейшего воздействия факторов, таких как ветер, приливные процессы и другие, края ледяного покрова начинают постепенно отделяться от берега и отрываться.

### **Последствия для окружающей среды и людей**

- Разрушение береговой линии: Когда ледяной покров отрывается от берега, он может вызывать разрушение береговой линии. Под действием сильных ветров и течений ледяные обломки могут биться о прибрежные укрепления, побережье и сооружения, оставляя следы разрушений.

- Угроза для судоходства: Плавающий лед на морской поверхности может представлять опасность для судов и судоходства. Крупные ледяные глыбы могут столкнуться с кораблями и вызвать повреждения корпуса.

- Влияние на экосистему: Отрыв прибрежных льдов может иметь влияние на экосистему. Разрушение льда может разбиться на мелкие обломки, которые затем могут влиять на миграцию животных и их доступ к пище. Это может повлиять на рыбные промыслы и животных, зависящих от ледяной среды.

- Изменение климата: Отрыв прибрежных льдов может быть связан с изменением климата. Увеличение средней температуры и общее глобальное потепление могут привести к более раннему началу оттаивания льда и последующему отрыву покрова.

- Изменение морского уровня. При сильном отрыве большого количества льда от береговой линии морской уровень может немного подняться. Это происходит из-за того, что лед, отслаиваясь от берега, уже не сопротивляется движению воды под воздействием ветра или приливов и позволяет морской воде свободно двигаться. Поднятие морского уровня может оказывать влияние на прибрежные территории и вызывать наводнения.

- Изменение солёности морской воды. Лед, отслаиваясь, смешивается с более глубокими слоями воды, что приводит к увеличению солёности поверхностных вод. Такое изменение солёности может влиять на циркуляцию океанских течений, что в свою очередь может повлиять на распределение тепла по земному шару.

- **Изменение местной морской экосистемы.** Морские животные, такие как белые медведи или тюлени, зависят от льда для охоты и миграции. Отрыв льда может нарушить их жизненный цикл и физиологические процессы. Также, уменьшение льда влияет на популяцию фитопланктона и других морских растений, что может иметь долгосрочные последствия для всей пищевой цепи.

- **Утрата местообитаний и питания для животных.** Отрыв прибрежных льдов может приводить к утрате животными своих местообитаний и источников пищи. Некоторые животные, такие как тюлени и моржи, используют льды для отдыха, рождения и воспитания детенышей. Когда лед разрывается, животные вынуждены искать новые места для отдыха и питания, что может привести к снижению популяции и нарушить экосистему.

- **Увеличение риска проникновения необычных видов.** Отрыв прибрежных льдов может создавать возможность для необычных видов растений и животных проникнуть в новые территории. Это может привести к конкуренции с местными видами и нарушению баланса в экосистеме.

- **Изменение морского биохимического состава.** Ледяной покров оказывает влияние на морской биохимический состав, включая содержание кислорода и веществ, необходимых для жизни растений и животных. Отрыв прибрежных льдов может изменить эти химические свойства морской воды, что может повлиять на жизнь местных видов и экосистему в целом.

- **Увеличение угрозы для человеческой жизни и деятельности.** Отрыв прибрежных льдов может создать опасность для человеческой жизни и деятельности. Например, ледяные глыбы могут сдвигаться и сталкиваться с судами, что увеличивает риск аварий. В некоторых регионах отрыв льда может также стать препятствием для рыболовства, морской торговли и других морских деятельностей.

В целом, отрыв прибрежных льдов имеет значительные экологические последствия, которые необходимо учитывать при разработке стратегий управления и охраны морской среды. Ключевым шагом является более глубокое изучение этого процесса и его влияния на окружающую среду.

### **Факты и статистика по отрыву прибрежных льдов**

Согласно исследованиям, среднегодовой отрыв прибрежных льдов в Арктике увеличился более чем на 70% с 1980-х годов. Это связано с изменением климата и повышением температуры окружающей среды.

Наиболее значительные отрывы прибрежных льдов наблюдаются в Антарктике. В некоторых районах этого континента они происходят с ускоренной скоростью из-за возрастающего влияния теплых струй и усиления ветров.

Изменение оттепельных периодов и сезонности также влияет на отрыв прибрежных льдов. Во многих регионах, где раньше лед замерзал на долгий срок, теперь он тает раньше, что создает условия для ускоренного отрыва.

Отрыв прибрежных льдов имеет серьезные последствия для окружающей среды и экосистемы. Он влияет на животный мир, приводит к изменению питания и размножения некоторых видов.

В основном отрыв льда происходит в условиях весеннего потепления. Иногда отрыв возможен и в зимнее время.

Отрыв льда приводит к выносу людей в открытое море, что требует проведения спасательных операций с привлечением служб и подразделений МЧС (вертолетов, судов и катеров на воздушной подушке). Например, в Санкт-Петербурге отрывы льда с выносом десятков любителей зимней рыбалки в Финский залив повторяются из года в год.

### **Прогнозирование отрыва прибрежных льдов**

Прогнозирование отрыва прибрежных льдов является сложной задачей, которая требует учета различных факторов и наблюдений. Учитывая, что отрыв прибрежных льдов может иметь серьезные последствия для окружающей среды и человеческой деятельности, разработка точных прогнозов становится критически важной.

Для прогнозирования отрыва прибрежных льдов необходимо учитывать следующие факторы:

- **Толщина льда.** Одним из главных параметров, влияющих на отрыв прибрежных льдов, является его толщина. Толщина льда может изменяться в зависимости от множества факторов, таких как температура воздуха и воды, скорость ветра и течения.

- **Состояние льда.** Каждый водоём имеет свой тип льда – морской, озерный или речной лед, и у каждого из них свои характеристики и способности к отрыву от прибрежной полосы.

- **Погодные условия.** Температура воздуха, скорость ветра и воды, атмосферное давление и другие погодные условия могут оказывать значительное влияние на процесс отрыва льда.

- **Топография.** Географическая обстановка, такая как наличие островов и заливов, может создавать сложные условия для отрыва льда.

Для прогнозирования отрыва прибрежных льдов используются различные методы и модели. Одним из таких методов является численное моделирование, которое основывается на учете всех вышеупомянутых факторов и их взаимодействия. Другие методы включают использование спутниковых данных, дистанционного

зондирования, наблюдений на местности и других технологий. Развитие технологий и улучшение методов прогнозирования позволяют делать все более точные прогнозы, что помогает снизить риски для окружающей среды и принять соответствующие меры предосторожности.

### **Меры предотвращения отрыва прибрежных льдов**

Для предотвращения отрыва прибрежных льдов необходимо принимать надлежащие меры, которые включают следующие действия:

- Мониторинг и анализ состояния ледового покрова. Важно иметь постоянное представление о состоянии ледового покрова и его опасных зонах. Для этого проводятся специальные наблюдения и изучение данных, собранных различными методами (наземные и космические наблюдения, аэрофотосъемка и другие) для анализа состояния льда и прогнозирования возможности его отрыва.

- Организация предупреждающей системы. Оперативная информация о состоянии льда должна быть передана людям, находящимся в зоне возможного отрыва прибрежного льда. Для этого могут использоваться различные сигнальные системы (сирены, радио, телевидение) и информационные ресурсы (сайты, приложения, СМИ).

- Проведение профилактических мероприятий. Для предотвращения отрыва прибрежных льдов может быть проведена специальная работа по укреплению береговой линии. Это может включать установку берегоукрепительных конструкций (например, габионы), устройство буферных зон, на которых будет скапливаться лед, или создание искусственных преград для замедления движения льда.

- Обучение и информирование населения. Люди, проживающие в зонах, где возможен отрыв прибрежных льдов, должны быть обучены правилам поведения и действиям в таких ситуациях. Необходимо организовывать информационные кампании и тренировки, чтобы население знало, как вести себя и какие меры безопасности принимать.

- Международное сотрудничество. Проблема отрыва прибрежных льдов является глобальной и требует совместных усилий для ее решения. Страны, находящиеся в зоне формирования и отрыва прибрежных льдов, должны сотрудничать между собой, обмениваясь информацией и опытом, разрабатывая совместные программы и меры по предотвращению данного явления.

## 2.7.9. Обледенение судов

**Обледенение судна** - это увеличение слоя льда на корпусе, корабельных устройствах, надстройках, палубном грузе, лодках и мачтах судна. Наиболее сильное обледенение судов наблюдается в североатлантическом регионе (Баренцево и Норвежское море, северо-западная Атлантика) и в северной части Тихого океана (Берингово, Охотское и Японское моря) (Рисунок 2.51) [64].



Рисунок 2.51 – Обледенение судна

### Причина обледенения судов

В зависимости от характера источника этой воды условно различают три вида обледенения:

1. Обледенение в потоке морских брызг, образующихся при ударе волн о корпус судна (брызговое обледенение). При этом нередко процесс обледенения сопровождается заливанием палубы забортной водой.

2. Обледенение в атмосферных осадках — в переохлажденном тумане, дожде или мороси (пресноводное обледенение).

3. Смешанное обледенение, которое образуется при совместном действии забрызгивания, заливания и атмосферных осадков.

### Механизм обледенения судов

- Механизм брызгового обледенения может быть описан следующим образом.

Во время движения судна от ударов корпуса о волны образуются брызги, которые наносятся ветром на судно и замерзают. При сильном ветре и штормовом

волнении одновременно с забрызгиванием судна происходит заливание палубы, вода частично стекает за борт через штормовые портики и шпигаты, а часть ее остается на палубе и замерзает. Водяные брызги, сдуваемые с гребней волн, также могут попасть на судно и замерзнуть. Обледенение возможно также в реках и озерах при отрицательной температуре воздуха и сильном ветре, обуславливающим попадание воды на конструкции судна.

При брызговом обледенении происходит отложение льда на бортах судна, открытых палубах и установленных на них механизмах и промысловом оборудовании, такелаже, рангоуте, лобовых и боковых стенках надстроек. При этом основная масса льда нарастет на наветренной стороне судна. Предельная высота конструкций судна, подверженных обледенению, зависит от скорости ветра и высоты волн. Чем сильнее ветер и больше высота волн, тем выше летят брызги морской воды, а следовательно, выше будет распространяться обледенение. Естественно, что толщина образующегося льда будет уменьшаться. Количество льда, нарастающего на судне в условиях брызгового обледенения, зависит как от конструкции самого судна, так и от гидрометеорологических условий и может достигать опасных пределов. При этом опасность такого обледенения в том, что в результате обледенения высоких конструкций судна (вант, мачт, антенн и др.) сильно ухудшаются мореходные качества судна (стойчивость, управляемость, непотопляемость и др.), что приводит к опрокидыванию и гибели судна.

- При обледенении в переохлажденных осадках, а также в тумане или в зоне парения моря образуется пресный лед. В переохлажденных осадках обледеневают все части судна, включая высокие конструкции: мачты, антенны, локаторы и т. п. Пресноводное обледенение наблюдается сравнительно редко. Его интенсивность, как правило, мала, но образующийся лед обладает большой прочностью и значительной силой сцепления с обледеневающей поверхностью.

- При смешанном обледенении, образующемся в результате сочетания забрызгивания, заливания и атмосферных осадков, скорость нарастания льда на судне соответственно увеличивается.

Наиболее интенсивное разбрызгивание наблюдается при углах наклона  $15\text{--}35^\circ$  к направлению движения волны. С уменьшением скорости угол наклона максимального распыления уменьшается.

Медленное обледенение происходит при скорости ветра до  $9\text{ м/с}$  и температуре воздуха от  $-4^\circ\text{С}$  и ниже.

Быстрое обледенение происходит при скорости ветра от  $10$  до  $15\text{ м/с}$  и температуре воздуха от  $-4$  до  $-8^\circ\text{С}$ .

Очень быстрое обледенение происходит при скорости ветра от 10 до 15 м/с и температуре воздуха - 9 ° С и ниже, а также при скорости ветра 16 м/с или более и температуре воздуха - 4 ° С и ниже.

### **Последствия обледенения судна**

По мере того, как увеличивается степень обледенения судна, интенсивность обледенения увеличивается. В процессе обледенения ледовая нагрузка и, следовательно, осадка судна увеличиваются. По мере увеличения ледовой нагрузки корабль испытывает более сильные удары по волнам, брызги поднимаются все выше и покрывают все большую площадь. Высоко расположенные конструкции судна подвергаются обледенению, в результате чего увеличивается центр тяжести ледяной оболочки, и устойчивость судна резко ухудшается. Судно становится кренящимся, медленно и неохотно выпрямляется, долгое время задерживаясь в наклонном состоянии. Управляемость судна ухудшается, а его скорость уменьшается.

### **Примеры обледенения судов**

*В январе 1965 года* глубокий циклон прошел над восточной частью Берингова моря, сопровождающийся ураганным ветром и низкой температурой – до минус 22-25 ° С. Рыболовные суда, находившиеся в районе циклона сильно замерзли. В течение более двух дней их команды непрерывно сражались с обледенением, постоянно ломая лед от надстроек, лонжеронов, такелажа и палуб. Обледенение прекратилось только тогда, когда корабли вошли в сплошной лед. Однако четыре судна - СРТ Севск, Себеж, Бокситогорск и Нахичевань утратили устойчивость и в результате затонули. Только один человек остался живым из экипажей кораблей.

*20 февраля 1966 года* жестокий циклон прошел над Северными Курилами и Южной Камчаткой. Скорость ветра превышала 50 м/с, а температура воздуха понизилась до - 22 °С. Суда, находившиеся у восточного побережья Камчатки, попали в зону обледенения. Многие тонны льда были разбиты и выброшены за борт из надстроек, мачт и палуб. Однако команды не успели справиться с его ростом. Мачты и члены экипажа превратились в сплошные глыбы льда. Передняя сторона надстройки и траловая лебедка были покрыты метровой ледяной оболочкой. Корабельные антенны не выдержали гравитации льда и сломались – общение прекратилось. Суда потеряли устойчивость, крен достиг такого значения, что крыло моста наполовину ушло в воду, даже на крупных судах водоизмещением более 8 тыс. т. Толщина льда достигала 30 - 40 см.

## **Меры по обеспечению безопасности при обледенении судна**

Если обледенение застало судно в плавании, то борьба с этим явлением сводится к следующим мероприятиям [64]:

- При снижении температуры наружного воздуха до значений близких к 0 °С, необходимо вести непрерывное наблюдение за частотой забрызгивания судна и началом отложения льда на судовых поверхностях. Немедленно направить судно к ближайшему убежищу.

- При угрозе обледенения судна привести в готовность имеющиеся средства борьбы с ним.

- Выбирать такие курсовые углы и скорости судна, при которых его забрызгивание и заливание будут наименьшими.

- Попеременно изменять курс судна, приводя направление ветра на правый и левый борта с целью устранения неравномерности обледенения бортов и возможности получения судном статического крена.

- Не допуская снижения остойчивости до опасных пределов, удалить лед с соблюдением техники безопасности в первую очередь с высоко расположенных конструкций (антенны, штаги, ванты, рангоут и т.д.).

- При отсутствии на судне термических средств удаление льда производится в основном с помощью ручных средств (ломы, топоры, скребки, пешни, лопаты и т.п.) с одновременным применением соли и противобледенительных смесей.

- Постоянно следить и регулярно окалывать лед со штормовых портиков, шпигатов и других отверстий, обеспечивающих беспрепятственный сток воды с палубы.

- При возникновении статического крена из-за несимметричного обледенения, сколка льда необходимо производить в первую очередь с высоко расположенных конструкций накренного борта.

- При значительном обледенении носовой оконечности и появления дифферента на нос, сколка льда производится в первую очередь носовых конструкций.

- Вести тщательный контроль за водонепроницаемостью корпуса.

- Если справиться с обледенением своими силами невозможно - следует запросить помощь, используя средства связи и сигналы бедствия.

## Контрольные вопросы

12. Что такое тропические циклоны?
13. Где формируются тропические циклоны и тайфуны?
14. Причины возникновения тропических циклонов?
15. Опишите структуру тропических циклонов.
16. Назовите последствия, создаваемые тропическими циклонами?
17. Какие меры предосторожности принимаются при циклоне?
18. Что такое цунами?
19. Назовите причины возникновения цунами.
20. Как оценивается энергетическое воздействие цунами?
21. Какие меры предпринимают для защиты от цунами?
22. Что необходимо делать во время цунами?
23. Какие факторы вызывают сильное колебание уровня моря?
24. Какие последствия от сильного колебания уровня моря?
25. Какие меры необходимо предпринимать при сильном колебании уровня моря?
26. Что такое тягун в портах?
27. Какие факторы способствуют формированию тягуна в портах?
28. Назовите причины формирования раннего ледяного покрова.
29. Какие причины способствуют формированию припая?
30. Какие проблемы возникают при образовании припая?
31. Какие меры предосторожности необходимо принимать при образовании ледяного покрова и припая?
32. Какие факторы способствуют интенсивному дрейфу льда?
33. Назовите последствия, который вызывает дрейф льда.
34. Какие меры безопасности принимают при дрейфе льда?
35. Что такое труднопроходимый лёд?
36. На какие классы подразделяется труднопроходимый лёд?
37. Что способствует отрыву прибрежных льдов?
38. Назовите последствия создаваемые отрывом льда для людей.
39. Назовите причины обледенения судов.
40. Какие последствия от обледенения судов?
41. Назовите меры безопасности при обледенении судов.

## 2.8. Гидрологические чрезвычайные ситуации

Гидрологическим чрезвычайным ситуациям это:

- наводнения (половодье, дождевые паводки, заторы и зажоры, ветровые нагоны),
- низкие уровни воды,
- ранний ледостав и преждевременное появление льда на судоходных водоемах и реках,
- повышение уровня грунтовых вод (подтопление)

### 2.8.1. Наводнения

**Наводнения** – это значительное затопление территории из-за подъёма воды в реке или других водных объектах.

Экономический ущерб от наводнения считают, только в том случае, если был нанесён материальный ущерб. [55].

#### Причины наводнений и их виды

Причинами наводнений могут быть (Рисунок 2.52):

1. нарушения при проектировании или возведении гидротехнических сооружений (дамб и плотин), в результате которых происходят их разрушения и прорыв воды;
2. резкое весеннее потепление и массовое таяние снега;
3. ливни и обильные дожди;
4. разрушение гидротехнических сооружений в результате чрезвычайных ситуаций – вулканы, землетрясения, оползни и сели;
5. заиливание русел рек. Дно приподнимается. и вода не помещается в новом русле;
6. цунами. Зоны подтопления зависит от рельефа местности;
7. штормы и приливы. Прилив во время шторма вызывает значительное увеличение водной массы, затапливая большие территории.

#### Классификация наводнений

Наводнения классифицируются следующим образом:

- паводок – затопление суши в результате переполнения рек, озер и водохранилищ. Причины – длительные или обильные дожди, массовое таяние снега (Рисунок 2.53);



Рисунок 2.52 – Причины подтопления земельных территорий природного характера

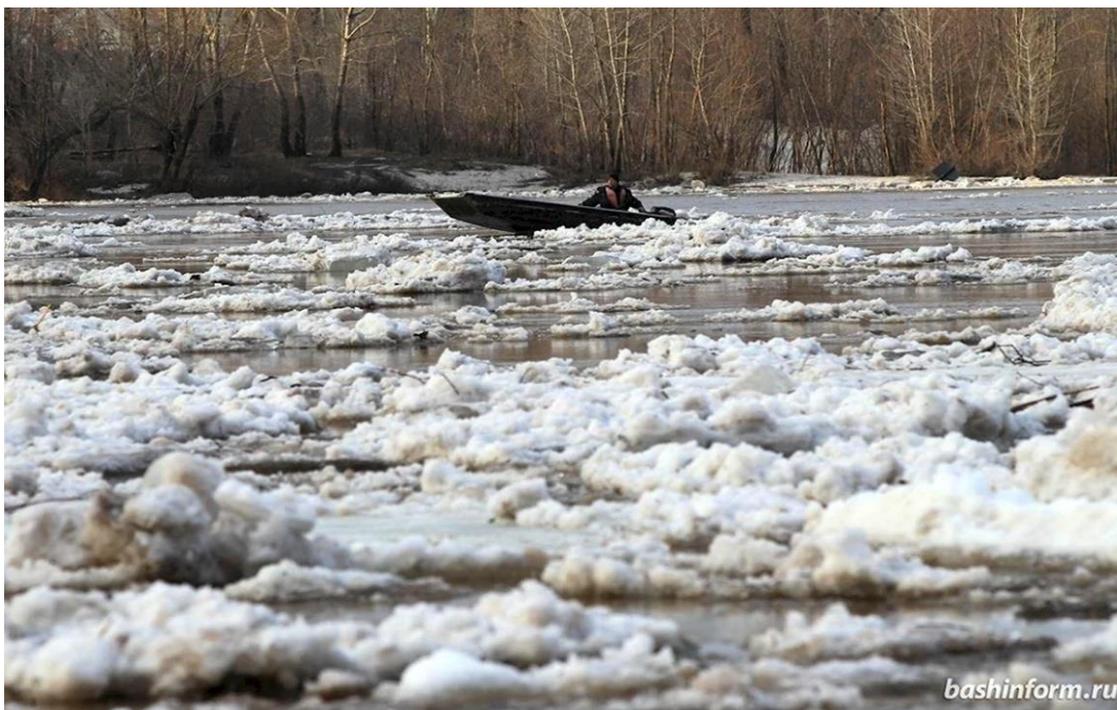


Рисунок 2.53 – Паводок в Башкирии

– *половодье* – подтопление низменных участков вдоль рек. Причина половодья – активное весеннее таяние снега (Рисунок 2.54);



Рисунок 2.54 – Половодье

– **затор** – закупоривание узких участков русла реки льдом при ледоходе весной, грунтовыми или скальными отложениями в результате обвалов, оползней, селей. Вода поднимается выше затора и достигнув критической массы, прорывает естественно образовавшуюся плотину, затапливая территорию ниже по течению (Рисунок 2.55);



Рисунок 2.55 – Затор

– **зажор** – явление, когда образовавшаяся ледяная пробка препятствует течению воды подо льдом. Накопившаяся подо льдом вода не проходит, а выходит из берегов (Рисунок 2.56).



Рисунок 2.56 – Зажор

– **ветровой нагон** – в основном происходит в местах, где река впадает в море. Очень сильный ветер с моря «нагоняет» водяную массу вверх по руслу реки, в результате чего она разливается (Рисунок 2.57).



Рисунок 2.57 – Ветровой нагон

## **Классификация наводнений по причиненному ущербу**

По причинённому ущербу наводнения подразделяются на:

– *малые* – характерны отсутствием жертв и небольшим уроном сельскому хозяйству. Такие наводнения свойственны равнинным рекам. Примерная периодичность – раз в 5 лет;

– *большие* – затоплена большая территория, есть жертвы, экономике нанесён значительный ущерб, население эвакуируют. Такие наводнения повторяются примерно раз в 20 лет;

– *катастрофические* – разрушена инфраструктура, огромный экономический ущерб, большие человеческие жертвы. Население эвакуируют в безопасные районы. Такие наводнения случаются примерно раз в 100 лет.

## **Прогнозирование и предупреждение наводнений**

В странах, где существует опасность наводнений, созданы службы, которые занимаются прогнозированием и предупреждением наводнений. Задачи этих служб сводятся к выполнению следующих мероприятий:

1. проводить мониторинг состояния водоемов и ледяного покрова на них зимой;
2. сбор информации по метеосводкам и о сейсмической активности;
3. Контролировать уровень грунтовых вод;
4. Проводить анализ полученных данных, сравнивая с информацией многолетних наблюдений.

Службы формируют прогнозы относительно потенциальной угрозы наводнения.

Результаты прогнозов доводится до компетентных органов, которые принимают меры для предотвращения наводнений или минимизации их возможных последствий.

В РФ создано специальное ведомство – РСЧС (единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС)) с постоянно действующей структурой МЧС.

Меры по предотвращению разрушительных последствий уполномоченными структурами:

1. информирование население о правилах поведения при наводнении;
2. постоянно расчищают русла рек;
3. регулярный контроль за техническим состоянием гидротехнических сооружений;
4. сооружение волнорезов в морских портах;
5. Контроль над строительством в потопляемых территориях зданий и сооружений.

При наступлении чрезвычайной ситуации начинают действовать спасательные подразделения. Большое значение придается и оповещению населения о возможной угрозе наводнения и, при необходимости – эвакуации людей и материальных ценностей в безопасное место.

### **Последствия наводнений**

1. Затопление территорий, жилищ, зданий и сооружений, сельскохозяйственных угодий.
2. Размыв берегов.
3. Разрушение и повреждение инженерных сооружений (мостов, тоннелей, газопроводов, нефтепроводов, автомобильных и железных).
4. Разрушение гидротехнических сооружений и коммуникаций (дамб, плотин, городских коммуникаций и т.п.).
5. Разрушение зданий и сооружений, снижение их капитальности (повреждается гнилью дерево, отваливается штукатурка, из-за разжижения и размыва грунта под фундаментом происходит неравномерная осадка здания и т.п.);
6. Повреждения и порча оборудования предприятий.
7. Повреждение лесопарковой территории городов (при крупных паводках и при движении волны прорыва поток воды вырывает с корнем деревья...).
8. Пожары вследствие обрывов и короткого замыкания электрических кабелей и проводов.

### **Правила поведения при наводнении [66]**

При получении прогноза о возможности наводнения местные власти совместно с МЧС оповещают об этом население через громкоговорители, телевидение, радио, рассылку СМС.

При заблаговременном оповещении о наводнении гражданам необходимо:

1. сообщить об этом родным, близким, соседям;
2. помочь престарелым людям и больным при перемещении в безопасное место;
3. если пришло предупреждение об эвакуации, перед тем как покинуть дом (квартиру), нужно:
4. отключить электричество;
5. перекрыть газ;
6. погасить огонь в печи или камине (при наличии);
7. собрать документы, лекарства, ценности;
8. сложить в удобную сумку комплект одежды и небольшой запас продуктов;
9. перенести на верхний этаж или на чердак ценные вещи;

10. закрыть окна и двери;
11. забить досками или фанерой входные двери и окна на нижнем этаже (при возможности);
12. если есть скот – отогнать его в безопасное место;
13. прибыть в пункт, откуда будет проходить эвакуация.

### **Меры при внезапном наводнении до прибытия помощи [66]**

При внезапном наводнении до прибытия помощи следует:

1. собрать документы, комплект одежды, подняться на максимально возвышенное место и помочь это сделать своим близким людям и престарелым соседям. Например, дойти на верхний этаж здания, на крышу, на природную возвышенность;
2. после занятия оптимальной позиции обозначить свое место нахождения – вывесить яркую тряпку (например, большое полотенце). Ночью следует подавать световые сигналы фонариком, развести костер или сделать факел;
3. если вода продолжает прибывать, нужно сделать из подручных средств что-то вроде плота. Эвакуироваться на нем можно только тогда, когда уровень воды достигнет места, где вы находитесь;
4. если оказались в воде, снимите с себя тяжелую обувь и верхнюю одежду. В качестве плавсредства следует использовать все, что способно удержать вас на плаву: пластиковые бутылки, доски, бревна, автомобильные шины и т.д;
5. если тонет человек, бросьте ему любой плавающий предмет, способный удержать его на поверхности воды. При возможности доплывите до утопающего (принимая во внимание сильное течение). Если человек неадекватен, подплывите сзади, схватите за волосы и таким способом транспортируйте до безопасного места;
6. дождитесь прибытия помощи.

### **Крупные наводнения в мире с 2010 года [67]**

• **В ночь на 29 июля 2021 г. Афганистан**, деревня Мехердиш, район Камдиш. Мощные потоки воды снесли около 100 домов и домашний скот. Число погибших 150 человек.

• **23 июля 2021 г. Индия. Штат Махараштра**. В результате ливней, вызвавших сильные наводнения и оползни, погибли 164 человека, около 100 человек пропали без вести.

• **17 июля 2021 г. Китай, провинция Хэнань**. сильные проливные дожди обрушились на провинцию Хэнань. Больше всего пострадал город Чжэнчжоу. На метеостанциях города был зарегистрирован исторический рекорд среднесуточного

количества осадков. В зоне бедствия оказались более 13 млн. человек. В результате наводнения погибли 99 человек.

- **14-15 июля 2021 г. Бельгия.** Мощные ливни обрушились на южные бельгийские провинции, что привело к беспрецедентным по своим масштабам наводнениям. Наводнения унесли жизни свыше 40 человек.

- **12 июля 2021 г. Германия.** Сильные ливни вызвал циклон "Бернд", установившийся на западе Европы. Мощные дожди обрушились на ряд районов Северного Рейна - Вестфалии и Рейнланд-Пфальцаи и привели к резкому подъему небольших рек, что привело к разрушительным наводнениям в ряде районов. Жертвами стихии стали более 160 человек, инфраструктуре нанесен существенный урон.

- **4 июля 2020 г. Китай.** Начались сильные дожди, которые подняли уровень воды в реках, что привело к наводнениям. Уровень воды в 19 реках побил исторические рекорды. В течение недели наводнения затронули 27 провинций Китая. Стихия разрушила более 28 тысяч строений и уничтожила более 3,5 тысячи гектаров сельхозугодий. Почти 38 миллионов человек пострадали, более 140 человек погибли или пропали без вести.

- **В конце мая 2020 г. Индия.** В штате Ассам начались наводнения из-за обильных осадков. Стихия затронула 26 округов. Затопленными оказались по меньшей мере 2678 деревень. В результате наводнений погибли 79 человек.

- **В конце января 2020 г. Танзания.** В области Линди на юго-востоке Танзании из-за сильных дождей произошло переполнение рек. Без крова остались 15 тысяч танзанийцев по всей области Линди. Погибло 22 человека

- **24 января 2020 г. Бразилия.** В столице штата Минас-Жейрас городе Белу-Оризонти выпало рекордное за 110 лет количество осадков – 171,8 миллиметра, что привело к наводнению. Наводнение затронули штат Эспириту-Санту. Более 60 тысяч человек были вынуждены покинуть свои дома. В результате наводнений и оползней погибли 64 человека.

- **27 сентября 2019 г. Индия.** В штате Бихар из-за сильных ливней последовали наводнения. Погибли 73 человека. Часть людей утонула, некоторые погибли из-за падения стен и деревьев. Наряду с этим в воду попали электропровода, что также привело к гибели местных жителей.

- **В конце июня 2019 г. Южные и западные регионы Индии.** Муссонные ливни, привели к затоплению целого ряда населенных пунктов. Стихия унесла жизни свыше 270 человек.

- **16 марта 2019 г. Индонезия.** Проливные дожди обрушились на северо-восточную часть провинции Папуа. Стихия унесла жизни 63 человек.

• **15 марта 2019 г. Мозамбик.** Циклон "Идаи" обрушился на центральную часть страны, жертвами стали по меньшей мере 66 человек. Свыше полумиллиона человек оказались отрезанными от внешнего мира в городе Бейра.

• **18 сентября 2018 г. Нигерия.** Из-за обрушившегося наводнения в четырех штатах. Погибли 199 человек, более тысячи человек пострадали.

• 8 августа 2018 г. Индия. На штат Керала обрушились мощные муссонные ливни, которые вызвали самое сильное за последние 100 лет наводнение. За неделю в результате стихии погибли 324 человека.

• **В начале июля 2018 г. Япония.** На юго-западные и центральные районы Японии обрушились ливневые дожди, которые привели к паводкам и оползням, Из районов бедствия было эвакуировано 5,6 тысячи человек. В результате наводнения погибли около 200 человек.

• **В конце марта 2018 г. Кения.** Сильные ливни вызвали наводнения. Свыше 211 тысяч жителей были вынуждены покинуть свои дома. В результате наводнений погибли 112 человек

• **В начале июля 2017 г. Япония.** На японском острове Кюсю произошли наводнения и оползни, в результате которых погибли 35 человек. Реки оказались переполненными и превратились в бурлящие потоки, сметающие все на своем пути. Материальный ущерб от наводнений после рекордных проливных дождей превысил миллиард долларов.

• **22 июня 2017 г. Китай.** В провинции Хунань на юго-востоке страны начались проливные дожди, которые затронули более 12 миллионов жителей. Стихия разрушила 53 тысячи домов и повредила еще порядка 350 тысяч строений. Из-за наводнений погибли и пропали без вести 83 человека.

• **26 декабря 2016 г. Конго (ДРК)** ливневые дожди привели к разливу реки Каламю на юго-западе страны. По меньшей мере 50 человек погибли, еще 10 тысяч человек остались без крова.

• **В начале декабря 2016 г. Таиланд.** Из-за аномально продолжительных и сильных ливней произошло наводнение. Погибли 22 человека, пострадали более 750 тысяч человек, в 4,7 тысячи населенных пунктов, были частично разрушены, 1,5 тысячи асфальтовых шоссежных дорог, уничтожены 129 мостов, 65 линий водопровода и других трубопроводов, 59 плотин на реках и водохранилищах.

• **В октябре 2016 г. КНДР.** наводнения охватили северокорейскую провинцию Хамген-Пукто после ливневых дождей, вызванных тайфуном "Лайонрок" и разливом реки Туманган. Около 400 человек пропали без вести, 138 погибли.

• **14 августа 2016 г. Судан.** Спровоцированные двухнедельными ливнями крупные наводнения, привели к гибели 100 человек. Были разрушены более 13 тысяч домов, пострадали и были вынуждены искать убежища более 122 тысяч человек.

### **Самые серьезные наводнения в России за последние годы**

В России ежегодно происходит до 70 крупных наводнений. По данным Росгидромета, этому стихийному бедствиям подвержены около 500 тыс. кв. км, где расположены порядка 300 городов, десятки тысяч населенных пунктов, большое количество хозяйственных объектов, более 7 млн. га сельхозугодий. Среднегодовой ущерб от наводнений оценивается примерно в 40 млрд руб., в том числе в бассейнах рек Волга - 9,4 млрд руб., Амур - 6,7 млрд руб., Обь - 4,4 млрд руб., Терек - 3 млрд руб., Дон - 2,6 млрд руб., Кубань - 2,1 млрд руб., Лена - 1,2 млрд руб., озеро Байкал - 0,9 млрд руб., прочих рек - 10,7 млрд руб. Ниже представлены самых крупные наводнения и паводки последних лет [68].

• **Приморский край, 2016 год 31 августа 2016 г.** По территории Приморского края прошел тайфун "Лайонрок". В результате вызванного стихией паводка пострадали 27 из 34 муниципальных районов региона. Были затоплены 170 населенных пунктов, более 15 тыс. домовладений, свыше 21 тыс. земельных участков, тысячи гектаров сельскохозяйственных земель, разрушено 549 километров дорог и 189 водопропускных труб, пострадавшими были признаны около 40 тыс. человек.

• **Приморский край, 2015 год 27 августа - 2 сентября 2015 г.** В результате вызванных прохождением тайфуна "Гони" ливневых дождей в Приморье выпало до двух месячных норм осадков. Из берегов вышли реки на юге региона, где оказались, подтоплены почти 100 жилых домов и 600 придомовых территорий. Из зоны паводка эвакуировали 55 человек.

• **Сочи, 2015 год 25 июня 2015 г.** Дождевой паводок вызвал выход из берегов реки Херота, в результате произошло подтопление Адлерского района и пос. Кудепста Хостинского района города. Был введен режим чрезвычайной ситуации, из-за паводка на несколько часов было приостановлено электроснабжение в Адлерском районе. В зону подтопления попали международный аэропорт Сочи, железнодорожный вокзал, участок железной дороги Хоста - Адлер, а также и 2023 жилых дома и 98 объектов муниципальной собственности. Один человек погиб от удара током.

• **Краснодарский край, 2014 год 24 сентября 2014 г.** Из-за шторма в Азовском море резко повысился уровень воды в устье рек (образовалась так называемая "нагонная волна"), в результате чего в 31 населенном пункте Ейского и Приморско-Ахтарского районов Краснодарского края оказались подтоплены более 3 тыс. жилых

домов с населением более 7,5 тыс. человек. Один человек погиб (его смыло в море), силы пожарно-спасательных формирований МЧС эвакуировали около 1,5 тыс. человек. Общая сумма ущерба составила 1,1 млрд. руб.

• **Дальний Восток, 2013 год.** В июле - октябре 2013 г. зафиксировано крупнейшее за последние 115 лет наводнение в бассейне реки Амур, вызванное интенсивными затяжными осадками. В Хабаровском крае было подтоплено два города (4 сентября уровень воды в Амуре достиг пиковой отметки 808 см в Хабаровске, а 12 сентября - 910 см в Комсомольске-на-Амуре) и три районных центра, 90 населенных пунктов и 8 тыс. дачных и приусадебных участков, 3 тыс. 500 жилых домов, 35 объектов социального назначения и 74 объекта коммунального хозяйства. Около 47 тыс. человек оказались в зонах затопления. От стихии пострадали в общей сложности 190 тыс. человек. Общий ущерб от наводнения превысил 527 млрд руб.

• **Краснодарский край, 2012 год.** 6-7 июля 2012 г. сильнейшие ливни привели к самому разрушительному наводнению за всю историю Краснодарского края. Пострадали 10 населенных пунктов, в том числе города Геленджик, Новороссийск, Крымск, поселки Дивноморское, Нижнебаканская, Неберджаевская и Кабардинка. Пострадавшими от стихии признаны 53 тыс. человек. Были подтоплены 7,2 тыс. жилых домов, из них полностью разрушены свыше 1,6 тыс. домовладений. Стихия нарушила системы энерго-, газо- и водоснабжения, автомобильное и железнодорожное движение. Общий ущерб от стихии составил порядка 20 млрд руб.

### **2.8.2. Низкие уровни воды**

**Низкие уровни воды** – это серьезная проблема, которая возникает по разным причинам и ведет к негативным последствиям. Недостаточное количество воды в реках, озерах и водохранилищах может быть вызвано климатическими изменениями, перераспределением водных ресурсов или человеческой деятельностью.

Межень – сезонное стояние низких уровней воды (Рисунок 2.58).



Рисунок 2.58 – Низкий уровень воды

### **Причины низких уровней воды**

Низкие уровни воды могут быть вызваны различными причинами, включая:

- Малое количество осадков. Недостаток осадков может привести к снижению уровня воды в реках, озерах, водохранилищах и подземных водах.
- Высокая температура. В периоды сильной жары вода быстро испаряется, что может привести к снижению уровня воды в водоемах.
- Изменение рельефа и застройка территорий. Расширение городских зон и строительство дамб и плотин могут преградить естественный поток воды, вызывая снижение уровней водоемов.
- Использование воды для сельского хозяйства и промышленности без достаточного контроля и эффективного управления. Это может привести к истощению водных ресурсов и снижению уровней воды.
- Глобальное потепление и изменение климата. Увеличение температуры планеты приводит к усилению испарения воды и снижению количества осадков, что влияет на уровни воды во всем мире.

Все эти факторы имеют серьезные последствия для окружающей среды и общества. Снижение уровней воды может привести к истощению водных ресурсов, угрозе питьевой воды, ухудшению условий для рыбы и других водных животных, а также ухудшению качества почвы.

## **Последствия низких уровней воды**

Низкие уровни воды могут иметь серьезные последствия для окружающей среды, экосистемы, а также для человеческой жизни и источников пресной воды.

- **Последствия для экосистемы:**

Снижение уровня воды в реках, озерах и водохранилищах может привести к исчезновению или сокращению мест обитания для рыб и других водных организмов;

Изменение условий среды может привести к снижению разнообразия видов и исчезновению уязвимых организмов;

Низкие уровни воды могут привести к снижению качества воды, так как в результате уменьшения объема воды концентрация загрязняющих веществ может увеличиться;

Экосистемы рек и озер тесно связаны с окружающей территорией. Низкие уровни воды могут привести к снижению питательности почвы, что может повлиять на сельскохозяйственные культуры и растительность в прибрежной зоне.

- **Последствия для человеческой жизни:**

Низкие уровни воды могут привести к ограничению доступа к питьевой воде. Многие источники пресной воды, такие как реки и озера, являются основными источниками водоснабжения для населения;

Снижение уровня воды может повлиять на работу гидроэлектростанций и ограничить поставку электроэнергии;

Низкие уровни воды могут привести к ограничению использования водных путей для судоходства и перевозки товаров;

Участники рыболовных отраслей могут столкнуться с ограничениями в вылове рыбы из-за сокращения популяции и снижения размеров рыбы.

- **Последствия для источников пресной воды:**

Низкие уровни воды могут привести к снижению объема запасов пресной воды в резервуарах, водохранилищах и подземных источниках;

Снижение уровня грунтовых вод может привести к исчезновению колодцев и скважин, что приведет к ограничению доступа к питьевой воде для сельскохозяйственных и промышленных нужд;

Сокращение объема воды в реках может привести к ограничению мелиорации и сельскохозяйственного полива.

В целом, низкие уровни воды оказывают негативное влияние на экосистемы, водные ресурсы и человеческую жизнь. Поэтому необходимо принимать меры для борьбы с низкими уровнями воды, включая эффективное использование воды, охрану водных ресурсов и восстановление экосистем.

## **Способы борьбы с низкими уровнями воды**

Низкие уровни воды могут быть проблемой во многих регионах мира, особенно в засушливых и жарких климатических условиях. Это может приводить к снижению доступности питьевой воды, сокращению облагораживания и сельскохозяйственной деятельности, а также вызывать экологические проблемы. Рассмотрим некоторые способы борьбы с низкими уровнями воды.

### **1. Эффективное использование воды.**

Одним из способов справиться с низкими уровнями воды является эффективное использование имеющихся ресурсов. Это включает в себя внедрение систем капельного орошения и современных технологий ирригации, чтобы минимизировать потери воды из-за испарения и утечек. Также необходимо обучать фермеров и общественность методам сбережения воды и использования ее в более эффективном способе.

### **2. Улучшение инфраструктуры.**

Другим способом борьбы с низкими уровнями воды является улучшение инфраструктуры для сбора и хранения воды. Это может включать строительство прудов и резервуаров для сбора дождевой воды, установку систем для собирания воды или восстановление водоемов. Дополнительно, улучшение систем водоснабжения и канализации позволит более эффективно перераспределять водоемы и справиться с низкими уровнями воды.

### **3. Защита и восстановление экосистем**

Один из способов предотвращения низких уровней воды и борьбы с ними — это защита и восстановление экосистем, которые играют важную роль в поддержании водного баланса. Леса, болота и реки играют роль естественных фильтров и источников воды, поэтому их сохранение и восстановление помогут улучшить качество и количество водных ресурсов. Это может включать запрет вырубki лесов, создание охраняемых природных заповедников и восстановление болот и речных русел.

### **4. Повышение осведомленности и образования**

Важным аспектом борьбы с низкими уровнями воды является повышение осведомленности и образования населения. Необходимо предоставлять информацию о причинах и последствиях низких уровней воды, а также о том, как местные жители могут справиться с этой проблемой. Образовательные программы и семинары могут помочь людям узнать о сбережении воды, эффективном использовании ресурсов и конкретных мерах, которые они могут предпринять для защиты водных и экологических систем.

### **5. Международное сотрудничество**

Проблемы низких уровней воды могут иметь глобальный масштаб, поэтому международное сотрудничество и согласованные действия важны для их решения. Государства могут сотрудничать в области совместного управления водными ресурсами, обмена опытом и технологиями, финансирования программ по сбережению воды и экологическим проектам. Международные организации также играют важную роль в координации и поддержке мер по борьбе с низкими уровнями воды.

Все эти способы считаются эффективными при борьбе с низкими уровнями воды, однако каждая страна или регион может выбрать то, что наиболее подходит для его конкретных условий и ограничений. Комбинированный подход, включающий в себя несколько способов, может быть наиболее эффективным для достижения устойчивого развития и обеспечения доступности воды в долгосрочной перспективе.

### **2.8.3. Ранний ледостав**

Ранний ледостав (преждевременное появление льда) – это явление, когда лед на реках и водохранилищах начинает образовываться на несколько недель раньше обычного времени.

Такая ситуация может иметь серьезные последствия и повлиять на многие аспекты жизни, связанные с водными ресурсами.

#### **Причины преждевременного появления льда (раннего ледостава) на судоходных водоемах и реках**

- Снижение температуры воздуха. Низкие температуры помогают быстрому образованию льда на поверхности воды. Если зима начинается раньше обычного и сопровождается сильными морозами, это может привести к раннему ледоставу.

- Экологические изменения. Изменения климата и водных экосистем также могут влиять на ранний ледостав. Например, глобальное потепление может изменить температурные режимы и вызвать появление льда раньше обычного.

- Снежный покров. Наличие большого количества снега на земле может способствовать раннему образованию льда. Снежный покров может удерживать холод и создавать изоляционный слой, который способствует быстрому замерзанию поверхностных водных объектов.

- Географические особенности. Некоторые регионы могут иметь специфические географические особенности, которые способствуют раннему ледоставу. Например, наличие горных хребтов или пологих речных русел может вызвать непостоянство температуры и быстрое охлаждение воды.

- Климатологические условия и изменение температуры.

Увеличение средней температуры в зимний период приводит к таянию льда на реках и озерах в более ранние сроки. Раннее таяние льда может иметь серьезные последствия для экосистем и живых организмов, зависящих от ледового покрова. Вода, освобождаемая из-под льда, может вызывать наводнения и повреждать прибрежные территории.

- Особо опасным является случай, когда лед тает, а затем приходят заморозки. Тонкий лед, который образовался после таяния, может быть очень хрупким и не выдерживать нагрузки, что представляет опасность для рыбаков, ледяных переправ и других людей, находящихся на замерзших водоемах.

### **Последствия преждевременного появления льда**

Ранний ледостав, когда лед на водоемах образуется раньше обычного, может иметь серьезные последствия как для природы, так и для людей.

- Нарушение рыбного хозяйства. Раннее образование льда на реках и озерах может привести к нарушению рыбных миграций. Рыба не успевает выйти на породы и потеряет возможность найти места для нереста. Это может привести к снижению популяции рыбных видов и нарушению природного баланса в водной экосистеме.

- Опасность для животных. Ранний лед может представлять опасность для животных, которым не хватает времени на подготовку к зимней спячке или миграции. Они могут оказаться запертыми на ледяной поверхности и не иметь доступа к пище и убежищу. Это может привести к истощению животных и снижению их популяции.

- Риски для людей. Ранний лед может быть опасным для людей, особенно для тех, кто занимается зимними видами спорта на водных объектах. Несостоятельность льда может привести к опасным ситуациям и, в некоторых случаях, к травмам и гибели. Также, ранний лед может затруднить проведение ледовой рыбалки, что может негативно сказаться на рыболовных сообществах.

В целях безопасности и сохранения природы важно принимать меры предосторожности и быть внимательными при обнаружении раннего ледостава. Следует следовать рекомендациям специалистов и правилам безопасности, а также учитывать местные условия и особенности водоема.

### **Преждевременное появление льда на судоходных водоемах и реках в мире и в России**

В Северной Америке ранний ледостав особенно распространен на Аляске, в Канаде и в северных регионах США. Здесь причиной раннего образования льда является холодный арктический воздух, который приносит ветер с Арктики.

В Европе ранний ледостав наблюдается на Скандинавском полуострове, в Сибири и на Северном Кавказе. Здесь холодный воздух скандинавского и сибирского

антициклона проникает вглубь континента и способствует быстрому образованию льда на реках и озерах.

В Азии ранний ледостав может быть обусловлен горными хребтами, которые препятствуют проникновению теплых ветров с юга. Также, на Сибирской равнине и в Забайкалье присутствует влияние холодного Сибирского антициклона, который способствует образованию льда.

Таким образом, географическое положение этих регионов является одной из причин раннего образования льда и может иметь серьезные последствия для животных и людей, которые зависят от ледостава для своего выживания или хозяйственной деятельности.

### **Меры предосторожности при преждевременном появлении льда на судоходных водоемах и реках [69].**

1. Не выходите на лед, крепость которого вам неизвестна, а также в период осеннего ледостава, весеннего паводка, ледохода. Приняв решение выйти на лед, возьмите с собой веревку длиной до 20 м, палку или другие подручные средства спасения.

2. Не выходите на лед, имеющий толщину от 7 до 25 см. Темные пятна и пузырьки воздуха на льду говорят о том, что в этом месте лед тонкий. Не выходите на лед по одному. Если вы провалитесь под лед, вам смогут оказать помощь или позовут взрослых.

3. Лед может быть слабым возле стока вод, впадения ручейков в водоем, возле кустов, камыша, вмерзших в лед водорослей (он похож на голландский сыр – весь в дырочках или пузырьках воздуха).

4. Следует обходить участки, покрытые толстым слоем снега, – под ним лед нарастает медленнее и всегда тоньше. Тоньше лед также в местах быстрого течения, водоворотов, подземных ключей.

5. Отправляясь на подледный лов, помните, что нельзя делать проруби близко друг к другу, также нельзя собираться большими группами в одном месте.

Если под вами прорвался лед, расставьте руки в стороны по кромке льда, чтобы удержаться на поверхности, и зовите на помощь. До прихода помощи постарайтесь осторожно выбраться на лед, не обламывая его кромку, наползая грудью и поочередно подтягивая ноги. Выбравшись из проруби, перекатитесь по льду, а потом ползите в ту сторону, откуда пришли и где прочность льда уже проверена. Не делайте резких движений, не ерзайте руками, не обламывайте лед. Выбравшись на лед, ни в коем случае не вставайте на ноги – пробираться к берегу надо ползком. Добравшись до берега, отправляйтесь к жилью, не останавливаясь, пока не окажетесь в тепле.

Если вы заметили провалившегося под лёд человека, необходимо немедленно прийти на помощь. При этом следует помнить:

- ледяная вода очень быстро вызывает переохлаждение организма, поэтому помощь должна прийти как можно быстрее;

- нельзя подбегать к провалившемуся под лед. Подбираться к человеку нужно ползком, используя для безопасности продолговатые предметы – лыжу, доску, лыжные палки. При этом их надо толкать перед собой;

- нельзя подползать к самому краю проруби. Приблизившись на максимально возможное расстояние (3-4 метра), бросьте пострадавшему веревку, шарф, палку, чтобы он ухватился за нее. Подав подручный способ спасения, необходимо вытянуть пострадавшего на лед и ползком выбираться из опасной зоны.

Если пострадавший дрожит, вызовите «скорую помощь» и окажите ему первую помощь как при переохлаждении. Если пострадавший не дышит и без сознания, необходимо оказать ему первую помощь как при утоплении.

При переохлаждении человека сначала морозит, у него напрягаются мышцы, могут появиться судороги. Температура тела падает до 30-32<sup>0</sup>, появляется затруднение дыхания, учащается сердцебиение, повышается артериальное давление.

При дальнейшем охлаждении появляются сонливость и ложное ощущение тепла, а затем глубокий сон, во время которого постепенно угасает сердечная деятельность. Если человеку не оказать помощь, он погибнет.

#### **2.8.4. Подтопление грунтовыми водами**

Подтопление грунтовыми водами – это процесс, при котором грунтовые вод поднимается выше их нормативного состояния, приводя к затоплению прилегающей территории (Рисунок 2.59) [70].

##### **Причины подтопления грунтовыми водами**

- Высокий уровень осадков. Осадки в виде дождя и снега попадая в почву, увеличивают ее насыщенность. Уровень грунтовых вод повышается и происходит затопление прилегающих территорий.

- Нарушение естественного стока воды – это еще одна причина подтопления грунтовыми водами. Реконструкция речных русел, засыпка водоемов или строительство дорог с нарушением водоотводных систем могут привести к изменению характера стока воды и, как следствие, подтоплению территории.

- Недостаточное дренажное оборудование. Если системы дренажа не обеспечивают эффективное отведение излишков влаги из почвы, то это приводит к повышению уровня грунтовых вод и затоплению прилегающей территории.

• Неправильное планирование городской застройки также может способствовать подтоплению грунтовыми водами. Например, строительство объектов на низколежащих территориях или с недостаточным учетом гидрологических особенностей может привести к нарушению баланса водного режима и подтоплению грунтовыми водами.



Рисунок 2.59 – Затопление территории грунтовыми водами

### **Последствия подтопления грунтовыми водами**

Последствия подтопления могут быть разными: от постоянной влажности на участке до образования залежей воды, проникания влаги в подвалы и фундаменты зданий. Подтопление грунтовыми водами может проявляться различными симптомами, которые могут быть замечены как внутри здания, так и на его внешней поверхности. Некоторые из наиболее распространенных симптомов:

- Появление влажности на стенах и полу. Если в здании наблюдается повышенная влажность и постоянное появление влаги на стенах или полу, это может быть признаком подтопления грунтовыми водами. Вода может проникать через поврежденные стены или полы, или просто подниматься вверх через капилляры.

- Появление плесени и грибка. Постоянная влажность в помещении может стать причиной появления плесени и грибка. Это может быть не только неприятно визуально, но и опасно для здоровья людей, живущих в здании. Появление плесени и грибка следует рассматривать как возможный симптом подтопления грунтовыми водами.

- Изменение вида почвы. Если участок земли вокруг здания становится постоянно влажным, вода может проникать из грунта. В таком случае можно заметить

изменение вида почвы – она становится гораздо более мягкой и сырой. Это может быть особенно заметно вокруг фундамента здания.

- Повышение уровня грунтовых вод. Если наблюдается повышение уровня грунтовых вод на участке и вокруг здания, это может быть явным симптомом подтопления. Часто это происходит после длительных периодов дождей или при сильных затоплениях рядом с зданием.

- Деформации и повреждения конструкций. При подтоплении грунтовыми водами может происходить деформация и повреждение строительных конструкций здания. Например, может наблюдаться отклонение стен, трещины в фундаменте или даже обрушение частей здания. Это важный признак проблем с грунтовыми водами, требующий срочного вмешательства.

### **Способы предотвращения подтопления грунтовыми водами**

Подтопление грунтовыми водами может привести к серьезным проблемам, таким как повреждение строений и их фундаментов, ухудшение качества почвы и повышение влажности в помещениях. Чтобы предотвратить подтопление, необходимо принять ряд мер:

- Дренаж. Один из самых эффективных способов предотвратить подтопление грунтовыми водами — это создание системы дренажа. Она позволяет собирать и удалять излишки воды, что предотвращает их проникновение в почву. Для установки дренажной системы можно использовать дренажные трубы, колодцы и фильтры. Важно продумать расположение дренажной системы и правильно прокладывать трубы, чтобы обеспечить эффективную работу системы.

- Укосы и гравийные пояса. Укосы и гравийные пояса также помогают предотвратить подтопление грунтовыми водами. Укосы являются наклонными поверхностями, которые направляют стекающую воду в определенную точку или дренажную систему. Гравийные пояса служат в качестве фильтров и препятствуют проникновению воды в грунт. Они предназначены для удержания влаги в определенной зоне и обеспечивают эффективный слив воды.

- Изоляция фундамента. Хорошая изоляция фундамента поможет предотвратить проникновение влаги и подтопление грунтовыми водами. Для изоляции фундамента можно использовать специальные гидроизоляционные материалы, такие как мембраны или гидроизоляционные составы. Они создают барьер между почвой и фундаментом, что позволяет сохранить его сухим и защитить от подтопления.

- Проектирование участка. Один из самых важных способов предотвращения подтопления грунтовыми водами — это правильное проектирование участка перед началом строительства. Важно изучить грунтовые и гидрологические характеристики

участка, чтобы определить возможные проблемы с подтоплением. На основе этих данных можно определить оптимальное местоположение строений и провести необходимую дренажную систему.

- Регулярный уход за системой дренажа. После установки дренажной системы важно регулярно осуществлять ее техническое обслуживание. Нужно следить за состоянием труб, колодцев и фильтров, очищать их от мусора и загрязнений. Регулярное обслуживание поможет обеспечить эффективную работу системы и предотвратить возникновение проблем с подтоплением.

### **Выбор местоположения строительства**

При выборе места для строительства необходимо учитывать ряд особенностей, чтобы избежать проблем с грунтовыми водами. Это позволит предотвратить подтопление и сохранить надежность и долговечность построенных сооружений. Несколько советов, которые помогут выбрать подходящее место для строительства:

- Изучите геологическую карту местности. Геологическая карта может дать вам представление о типе грунта и уровне грунтовых вод в выбранной местности. Заранее знание об этом поможет вам принять правильные решения при выборе места для строительства.

- Избегайте низин и склонов. При выборе места для строительства старайтесь избегать низин и склонов, где скапливается вода. Это места, где грунтовые воды могут быть высокими и риск подтопления сооружений значительно возрастает.

- Проверьте уровень грунтовых вод. Важно проверить уровень грунтовых вод в данной области. Нанесение артезианских скважин или сотрясение грунта может помочь получить информацию о глубине грунтовых вод.

- Используйте специальную технику. При строительстве на участках с высоким уровнем грунтовых вод можно использовать специальную технику для дренирования или откачивания воды. Это помогает снизить риск подтопления и сохранить строительство в надлежащем состоянии.

- Сотрудничайте с профессионалами. Если у вас есть сомнения в выборе места для строительства или проведении необходимых мероприятий для предотвращения проблем с грунтовыми водами, всегда лучше обратиться за помощью к опытным профессионалам. Они смогут дать вам профессиональные рекомендации и помочь вам с выбором безопасного места для строительства.

## 2.8.5. Природные пожары

**Природные пожары** - это стихийное распространение огня на природных территориях. Они наносят огромный ущерб природе и представляют серьёзную опасность для всего живого.

**Виды природных пожаров [71].**

### ***Лесные пожары природного характера***

Лесные пожары представляют собой возгорания лесных массивов. Они являются самыми опасными, поскольку распространяются довольно быстро, длятся долго и наносят огромный ущерб природным экосистемам.

*По интенсивности и скорости* распространения лесные пожары различают:

- слабые, скорость 1 м/мин, высота пламени 0,5 м;
- средние, скорость от 1 до 3 м/мин, высота пламени 1,5 м;
- сильные, свыше 3 м/мин, высота пламени более 1,5 м.

*По характеру горения* пожары подразделяются на:

- низовые. Горит надпочвенный покров. Скорость распространения низового пожара – 0,3-1 м/мин, высота пламени – 1-2 м;
- верховые. Горят кроны деревьев и стволы, в основном хвойных пород.
- подземные. Горят подземные горючие вещества (торфяники)



Рисунок 2.60 – Лесной пожар природного характера

### ***Торфяные пожары природного характера***

Торфяные пожары представляют собой возгорания залежей торфа, что происходит обычно на болотах и осушенных болотах (торфяниках). Особенности торфяных пожаров являются медленное распространение, но очень длительное горение, иногда месяцами или даже годами. Причина – торфяные пожары не вызывают открытого огня. Они лишь тлеют, медленно и очень долго, выделяя при этом большое количество дыма. Торфяные пожары возникают в лесах с торфяной почвой. Огонь распространяется на глубине 1,0-7,5 м. Огонь идет по торфу на глубине 1,5-7 м от поверхности земли (рисунок 2.61).

Торфяные пожары делятся на слабые, средние и сильные:

- Слабый подземный (торфяной) пожар распространяется со скоростью до 0,25 м/мин.
- Средний — со скоростью до 0,5 м/мин.
- Сильный подземный (торфяной) пожар распространяется со скоростью более 0,5 м/мин.

Горящие торфяниками образуют столбчатые завихрения горячей торфяной пыли, которые переносятся на большие расстояния, создавая новые очаги пожара.

Подземные пожары трудно поддаются тушению. Опасность торфяных пожаров заключается в образовании пустот в земле, куда могут провалиться люди, животные и техника.

Потушить торфяные пожары невероятно трудно. До тех пор, пока хватает горючего материала (торфа), они будут тлеть. И лишь тщательное перемешивание торфа с водой или снегом способны остановить данный процесс. При этом из-за недооценки их опасности и сложности тушения реагирование на такие пожары очень медленное, либо и вовсе отсутствует, из-за чего торфяные пожары и могут длиться столь продолжительное время.



Рисунок 2.61 – Природный торфяной пожар

### **Степные пожары природного характера**

Степные пожары – пожары сухой травы, возникающие на открытых территориях. Степные пожары иногда называют полевыми. Они имеют сезонный характер и распространяются со скоростью 15-35 км/ч.

Степные пожары легко разгораются и очень быстро распространяются, но легко прекращаются при отсутствии горючего материала (Рисунок 2.62).

Самая эффективная мера борьбы со степными пожарами - минерализованные полосы. Натыкаясь на них, степные пожары практически сразу и прекращаются. Однако, при сильном ветре огонь может перекинуться на другие участки, породить возгорание леса или населённых пунктов.



Рисунок 2.62 –Степной пожар природного характера

### **Причины природных пожаров**

Различают следующие причины природных пожаров:

- человеческий фактор;
- Естественные (природные) причины.

#### ***Человеческий фактор.* [71]**

. Около 90% всех лесных пожаров вызваны людьми. Человеческая беззаботность, такая как оставленные без присмотра костры и небрежное выбрасывание тлеющих окурков сигарет, приводят к стихийным бедствиям каждый год. Несчастные случаи, преднамеренные акты поджога, сжигание мусора и фейерверки также являются существенными причинами лесных пожаров.

- Курение. Курильщики порой становятся небрежными при тушении окурков сигарет после курения. Некоторые из них могут курить во время езды на велосипеде, авто или на прогулке, а после окончания они просто выбрасывают тлеющий окурочок. Такая небрежность может привести к стихийным бедствиям во многих областях, поскольку окурочок способен спровоцировать серьезный пожар.

- Походные костры. Поход — увлекательный опыт общения с природой и хорошее времяпровождение на свежем воздухе. Однако во время такого активного отдыха люди зачастую оставляют горящие угли костра без присмотра, и результатом такой неосторожности являются лесные пожары. Поэтому, чтобы избежать стихийных бедствий, следует выбирать безопасные места для разведения огня, а после отдыха убедиться, что костёр полностью потушен и не несет угрозы воспламенения.

- Сжигание мусора и листьев. Различные отходы и опавшие с деревьев листья сжигаются дотла, как способ уменьшить накопление мусора. Медленно тлеющий мусор может спровоцировать поджег чего-то легко воспламеняющегося и начать лесной пожар.

- Фейерверки. Фейерверки широко используются людьми на различных торжествах. Однако их взрывной характер может вызывать лесные пожары. Кроме того, из-за медленной скорости горения, оставшиеся части могут приземляться в самых различных местах, тем самым увеличивая риск пожаров.

- Дорожно-транспортные происшествия. Несчастные случаи с автомобилями, такие как взрыв газовых баллонов и автомобильные аварии, могут привести к возгоранию лесов. Искры и взрывоопасные вещества в машинах или двигатели могут стать причиной масштабных лесных пожаров.

- Поджоги. Некоторые люди могут преднамеренно поджигать леса, дома или любое другое имущество. Такие злонамеренные действия ответственны за около 30% всех случаев пожаров. Пожары, вызванные поджогами, можно избежать в том случае, если люди откажутся от такого рода нечестивого поведения, что маловероятно.

### ***Естественные (природные) причины.***

Природные причины составляют около 10% всех лесных пожаров. Тем не менее лесные пожары, происходящие в результате естественных причин, варьируются от одного региона к другому в зависимости от растительности, погоды, климата и топографии. Выделяют две основные природные причины лесных пожаров.

- Молния. Когда бушует молния, возникают искры, которые могут вызвать лесные пожары. Как правило, пожары, вызванные ударом молнии, происходят в сухую погоду (без осадков). Возгорание лесов из-за молнии в отдаленных от людей районах, зачастую имеет более разрушительные последствия, чем те пожары, которые спровоцированы людьми.

- Извержение вулкана. Горячая магма, возникающая в земной коре, становится лавой во время извержения вулканов. Лава распространяется на близлежащие поля или леса, вызывая пожары.

## **Классификация лесных пожаров природного характера**

По площади, охваченной огнем, лесные пожары подразделяются на шесть классов (таблица 2.9) [71].

Таблица 2.9 – Классификация лесного пожара

Класс пожара	Площадь, охваченная огнем, га
Загорание	0,1 – 0,2
Малый пожар	0,2 – 2,0

Небольшой пожар	2,1 – 20
Средний пожар	21– 200
Крупный пожар	201 – 2000
Катастрофический пожар	Более 2000

Причиной крупных лесных пожаров является длительная, и сильная засуха. Ветреная погода и захламленность лесов способствуют быстрому развитию чрезвычайной ситуации, увеличивая их длительность от 10 до 15 суток, при этом выгоревшая площадь составляет 450-500 га при периметре от 8 до 16 км.

### **Влияние природных пожаров на экологию и окружающую среду**

- Потеря экосистем и биоразнообразия. Лесные пожары уничтожают среду обитания и сложные межвидовые отношения разнообразной флоры и фауны, а также приводят к потере экосистем леса и биоразнообразия. Они наносят ущерб обитаемой и пригодной для жизни конкретным видам животных и растений среды обитания. Пожары изменяют или уничтожают огромное количество растений, которые поддерживают жизнь тысяч диких видов, тем самым вытесняя животных из определенных регионов.

Маленькие и редкие животные, включая птиц, белок, насекомых, кроликов и змей, в основном подвержены высоким рискам гибели, в случае полного сгорания некоторых видов растений. Кроме того, пожары могут даже привести к исчезновению некоторых видов животных.

- Деградация лесов. Лесные пожары, такие как те, которые обычно происходят в сухих тропических лесах, являются основной причиной деградации лесов. Каждый раз, когда происходят лесные пожары, уничтожаются тысячи гектаров деревьев и растительного покрова, нанося непоправимый ущерб плодородию почв. Каждый год в разных лесных регионах наблюдаются пожары, которые сильно снижают плодородие почв и биоразнообразие.

- Снижение качества и загрязнение воздуха. Деревья и растительный покров действуют как очистители воздуха, которым мы дышим, поглощая диоксид углерода и другие парниковые газы, а также выделяя кислород, в процессе фотосинтеза. Когда горят деревья, в атмосфере увеличивается концентрация парниковых газов, что приводит к глобальному потеплению. Кроме того, в атмосферу выбрасывается огромное количество дыма и пыли, вызывая загрязнение окружающей среды.

- Деградация почв. Лесные пожары наносят непосредственный ущерб наземной среде, почве, сжигая ее составляющие. В результате почва теряет свою плодородность и ценность в отношении составов природных элементов и питательных веществ. Лесные пожары также убивают полезные почвенные

микроорганизмы. Сжигание деревьев и растительности также оставляет почву обнаженной, что делает ее уязвимой перед эрозией.

- Экономические потери. Лесные пожары затрагивают все на своем пути, включая землю, дикую природу, дома и многое другое. Миллионы рублей расходуются во время и после пожаров, чтобы погасить огонь, и восстановить разрушенные объекты. Экономические потери, связанные с лесными пожарами, значительные.

- Воздействие на благополучие и здоровье людей. Лесные пожары могут повлечь за собой гибель людей, особенно это относится к пожарным и спасателям. Дым и пыль вызывают сильный дискомфорт при дыхании и могут ухудшить состояние здоровья людей с аллергией и респираторными заболеваниями.

- Переход на жилые районы. Лесные пожары перекидываются на промышленные объекты, здания, сооружения, инженерные сети, линии электропередач и связи.

### **Меры по предупреждению природных пожаров**

Главное при борьбе с природными пожарами создать препятствие для огня в виде канав, заслонов, разрывов, минерализованных полос. Хорошими препятствиями огню являются автомобильные дороги, трассы и насыпи железнодорожных путей. Все преграды должны образовать замкнутое кольцо. Таким образом, ограничивается распространение огня.

Применяют следующие противопожарные преграды:

- Противопожарные канавы – делают в местах возможных подземных (торфяных) пожаров и ценных лесных массивов. Ширина канавы должна быть не менее 1,3 м, глубина – до минерального слоя почвы.

- Минерализованная полоса – удаляют верхнюю часть почвы до минерального слоя. Таким образом, полоса служит преградой для слабых пожаров и опорной полосой при более сильных пожарах. Полосы создают по границам лесных насаждений, Ширина полос подбирается индивидуально. Для лишайников и зеленых мхов ширина не менее – 1 м, для ягодников и вереска не менее 1,5 м, для сухого травяного покрова 2,5 м. и более. Минерализованную полосу делают ранней весной.

- Противопожарные разрывы – это полосы, освобождённые от леса и кустарника. Посередине каждого разрыва прокладывают минерализованную полосу или дорогу. Ширина разрыва 30 - 50 м, промежуточные или барьерные – 12 -20 м.

- Противопожарные заслоны – полосы шириной 200 – 300 м, которые способствуют остановке продвижения низовых и верховых пожаров. Через каждые 50 метров внутри располагают продольные и поперечные минерализованные полосы.

- Дороги противопожарного назначения обеспечивают проезд автомашин с рабочими и средствами пожаротушения на все наиболее пожароопасные участки леса.

- Противопожарные водоёмы – обеспечивают водой при тушении пожара. Водоём должен содержать не менее 100 м<sup>3</sup> воды и располагаться на каждые 400 га леса, т.е. расстояние между водоёмами не менее 2 км. Вдоль дорог и на противопожарных разрывах устанавливают указатели водоёмов.

- Санитарные мероприятия – уборка ветровала, валежника, своевременные санитарные рубки в лесу, обрезка ветвей и сучьев до высоты 2 – 3 м.

Осуществление этих мероприятий возложено на лесничества, лесхозы и лесозаготовительные предприятия, которые малочисленны и не обладают ресурсами способными предотвратить чрезвычайную ситуацию.

### **Действия населения при пожаре [72]**

#### ***До пожара.***

1. Постоянное наблюдение за обстановкой, следить за сигналами штаба МЧС.
2. Организовывать постоянную расчистку просек, уборку битого стекла и мусора.
3. В период засухи категорически запретить разжигания костров в лесу и на опушке.
4. Изучить маршруты эвакуации.
5. Подготовить запасы продуктов, медицинскую аптечку, автономные источники освещения, документы и теплые вещи.
6. Подготовить эвакуацию домашних животных.
7. При нахождении в лесу приступить к поиску мест укрытия от пожара (овраги, ямы, водоемы).
8. При сигнале на эвакуацию – обеспечить сохранение ценных вещей в каменных строениях, в землянках, ямах, погребах.

#### ***Во время пожара.***

1. Захлестывайте кромки пожара пучками ветвей длиной 1-2 м, брезентом, мешковиной.
2. Создавайте устройства на пути распространения огня широких заградительных полос.
3. Эвакуируйтесь из зоны задымления в направлении, перпендикулярном распространению огня.
4. Двигайтесь из зоны пожара вдоль рек, ручьев, по воде. Закройте рот мокрой ватно-марлевой повязкой (полотенцем, шарфом); прохождение линии огня в озере, реке, накрывшись мокрой одеждой, на поляне, на пашне, каменистой гряде.

5. Дышать воздухом у земли - здесь он менее задымлен.

Нахождение в непосредственной близости от огня не более получаса, после чего нужен отдых 20-30 минут вне зоны задымления и теплового воздействия.

6. Загоревшуюся одежду необходимо тушить водой, набрасыванием брезента, одеяла, катание по земле. Категорически нельзя бежать - это раздует пламя.

#### ***После пожара.***

1. После пожара двигайтесь осторожно, с предварительной проверкой глубины выгоревшего слоя.

2. После прохождения фронта огня - двигайтесь в направлении, где огонь уже потух.

3. Необходимо провести самопомощь и доврачебную помощь пострадавшим.

4. Сторонитесь больших деревьев – возможно, их падение из-за прогоревших корней.

5. Следуйте сигналам спасательных команд.

6. Организуйте поиск пострадавших.

#### **Крупные пожары за рубежом [73].**

• **ноябрь 2018 г. Штат Калифорния (США).** Лесной пожар Camp стал самым разрушительным и смертоносным природным пожаром за всю историю Соединенных Штатов. Огонь охватил почти 45 тысяч гектаров и разрушил 6,47 тысячи строений. Число погибших достигло 42 человек. На юге штата бушевали еще два пожара, которые охватили территорию в 33 тысячи гектаров. Уничтожены 179 строений.

• **23 июля 2018 г. Греция.** Произошло несколько крупных пожаров. Из-за 40-градусной жары и сильного ветра – до 12 баллов по шкале Бофорта, пожарные не смогли справиться с огнем. Ситуация вышла из-под контроля. В результате погибли 98 человек,

• **15-16 октября 2017 г.** Португалия зарегистрировано 700 очагов возгорания. Жертвами пожаров стали 45 человек, травмы получили 70 человек. Были уничтожены сотни домов. В соседней Испании было зафиксировано более ста очагов возгорания. В Галисии на северо-западе страны за несколько дней сгорели четыре тысячи гектаров леса, четыре человека погибли.

• **В начале октября 2017 г. штат Калифорния. США.** Сильнейшие лесные пожары охватили американский штат Калифорния. В округах Напа, Сонома, Юба, Мендосино, Невада, Ориндж, Бьютт и Лейк эвакуированы из опасных зон коло ста тысяч человек. Жертвами пожаров стали более 40 человек. Уничтожены более пяти тысяч домов, более четырех тысяч – частично. Также были уничтожены более трех тысяч автомобилей.

• **19 июня 2017 г.** Испания. Муниципалитет Педроган-Гранди (округ Лейрия) вспыхнул мощнейший пожар. Власти объявили, что причиной стала ударившая в дерево молния во время сухой бури. Из-за жары и сильного ветра огонь быстро распространился по лесному массиву, а также перекинулся на населенные пункты, расположенные в этой местности. В результате пожара погибло 64 человека, пострадали более 200 человек.

• **2 декабря 2010 г.** Израиль. На склонах горы Кармель произошел крупный лесной пожар. Он продлился более трех дней и был потушен при содействии 24 стран. Из города были эвакуированы 17 тысяч человек, огнем были охвачены 5 тысяч гектаров леса, уничтожены и повреждены 250 домов.

Погибли 44 человека, в основном — слушатели офицерских курсов.

• **февраля 2009 г.** Австралия. В штате Виктория начались пожары, которые продолжались несколько недель. Власти закрыли в штате Виктория 200 школ, многие жители покинули дома. Полиция штата Виктория провела крупномасштабную операцию "Феникс" по розыску подозреваемых поджигателей. Пожары уничтожили более двух тысяч домов, 7,5 тысяч человек остались без крова. Огонь унес жизни 173 человек.

• **Август 2007 г.** Греция. Два крупных фронта огня в области Аркадия были полностью потушены, а пожар на горе Парнон в Лаконии — локализован крупными силами пожарной авиации. В результате пожаров сгорели около 260 тысяч гектаров лесов – рекордные потери от огня за последние десятилетия. Погибли 66 человек.

### **Самые крупные пожары в СССР/России [74]**

**В июле - августе 2010 года** на всей территории европейской части России из-за малоподвижного антициклона установилась аномальная жара, рекордная за более чем 130-летнюю историю метеонаблюдений. Температура воздуха приближалась к 40 °С, а в отдельных областях превысила этот показатель. За этот период зафиксировано 34,8 тыс. очагов пожаров общей площадью около 2 млн га. По данным МЧС, всего от пожаров и вызванного ими смога пострадали 17 регионов, более 60 человек погибли в огне и от отравления продуктами горения. В частности, огонь полностью уничтожил деревню Верхняя Веряя Выксунского района Нижегородской области и поселок Моховое Луховицкого района Московской области (300 человек). Без крова остались 2 500 семей, ущерб оценивался в 85 млрд. 500 млн. рублей.

**20 апреля 2012 года** на территории бывшего леспромхоза на окраине села Тыгда (Амурская область) возник пожар, который за несколько часов уничтожил 84 жилых

дома (около 10% жилого фонда села) и более 40 строений. Погибли 3 человека, без крова остались 346, в том числе 59 детей. **12-16 апреля 2015 года** в результате пожаров в Хакасии погибли 32 человека. Пострадали более 1 500 человек (из них были госпитализированы 102), 4 694 человека лишились жилья. Огонь уничтожил и повредил 1 678 жилых домов в 33 населенных пунктах. Множественные очаги возгорания возникли из-за сжигания сухой травы при сильном ветре, порывы которого достигали 30 м/с.

**24 мая 2017 года** в Красноярском крае резко осложнилась пожарная обстановка. Из-за пала загорелись более 80 домов и строений в нескольких населенных пунктах. Огонь перекинулся на частные жилые дома и постройки различного назначения в городах Канск, Лесосибирск и в поселке Малая Кеть (Бирилюсский район). Распространению пожаров способствовал сильный ветер. Два человека погибли.

**23 августа 2017 года** природные пожары охватили 21 из 38 районов Волгоградской области. Были эвакуированы 762 человека, из них 262 ребенка. Всего в результате возгораний в регионе было уничтожено более 150 строений. В числе наиболее пострадавших от огня населенных пунктов оказался хутор Красный (Среднеахтубинский район), где огонь уничтожил более 40 из 200 домов. В одном из сел Ольховского района, где огнем были охвачены 26 домов, погибла пожилая пара.

**9 июля 2021 года** лесные пожары в Челябинской области распространились на два поселка Карталинского района - Джабык и Запасное. В них сгорели в общей сложности 72 строения, в том числе 46 жилых (около 15% жилого фонда). В поселке Джабык, где огонь уничтожил 40 жилых домов, один из жителей отказался покидать дом и погиб. Всего из двух населенных пунктов были эвакуированы 179 человек, в том числе 128 детей, 18 человек обратились за медицинской помощью.

**В 2022 году** ситуация с природными пожарами из-за сухой теплой погоды осложнилась в ряде регионов РФ в период майских праздников. С 6 по 11 мая пожары уничтожили более 1,3 тыс. строений, в том числе 741 жилой дом в Красноярском крае, Курганской, Кемеровской, Иркутской, Омской и Новосибирской областях. Всего жертвами пожаров стали 15 человек. В Кемеровской области сильно пострадал поселок Итатский в Тяжинском районе, где погибли 4 человека. Без жилья остались около 2 тыс. человек.

## Контрольные вопросы

1. Что такое наводнение?
2. Назовите причины наводнения.
3. Как классифицируются наводнения.
4. Что такое паводок?
5. Что такое половодье?
6. Что такое затор?
7. Что такое зажор?
8. Что такое ветровой нагон?
9. Назовите последствия, создаваемые наводнением.
10. Что необходимо делать после оповещения о наводнении?
11. Причины низкого уровня воды.
12. Какие возникают последствия при снижении уровня воды?
13. Назовите способы борьбы с понижением уровня воды.
14. Что такое ранний ледостав и причины этого явления?
15. Назовите последствия, возникающие при раннем ледоставе.
16. Назовите меры предосторожности при раннем ледоставе.
17. Назовите причины повышения уровня грунтовых вод.
18. Какие последствия возникают при повышении уровня грунтовых вод?
19. Назовите способы предотвращения затопления грунтовыми водами.
20. Что такое природные пожары?
21. Какие бывают пожары по интенсивности?
22. Какие причины возникновения степных пожаров?
23. Назовите причины лесных пожаров.
24. Какие существуют меры по предупреждению природных пожаров?

## Глава 3

### Техногенные чрезвычайные ситуации

#### 3.1. Чрезвычайные ситуации на автомобильном транспорте

Автомобильный парк России увеличивается из года в год и насчитывает в 2024 году 53,89 миллионов автомобилей, из них 45,74 миллионов легковых [75]. Автомобиль опасный вид транспорта. В 2023 году в результате ДТП в стране погибли 14,5 тысячи человек (Из выступления президента России В.В. Путина на коллегии МВД РФ). По данным «Страхового дома ВСК», в первом квартале 2024 года аварийность снизилась на 27%. По числу ДТП Россия занимает 3 место в мире, уступая только Украине и Египту.

Ежегодно на дорогах по всему миру погибают около 1,3 миллиона человек и до 50 миллионов получают травмы. Для людей в возрасте 5-29 лет дорожно-транспортные происшествия – основная угроза для жизни. Каждая четвертая смерть в мире приходится на пешеходов и велосипедистов [76]. Дорожно транспортные происшествия несут также и огромный экономический ущерб [77]. Исходя из доклада руководителя независимой глобальной комиссии безопасности дорожного движения – ежегодно в мире потери от дорожно-транспортных происшествий составляют 65,5 млрд. долл.



Рисунок 3.1 – ЧС на автомобильном транспорте

## **Причины дорожно-транспортных происшествий**

Основными причинами аварийности на автомобильном транспорте являются:

- недостаточная подготовка лиц для управления автомобилем;
- состояние здоровья водителя;
- управление автомобилем в нетрезвом состоянии;
- техническая неисправность автомобиля (в основном тормозная система, рулевое управление, система освещения);
- нарушения правил дорожного движения;
- невыполнение правил перевозки и требований безопасности при перевозе опасных грузов
- превышение скорости движения;
- плохое техническое состояние дороги;
- неудовлетворительное состояние дорог (гололёд, заснеженность, отсутствие освещения, отсутствие предупреждающих знаков).
- отсутствие знаний правил дорожного движения у пешеходов;
- пешеходы в нетрезвом состоянии.

Аварии из-за недисциплинированности пешеходов составляет около 30% от общего количества ДТП.

## **Виды ДТП и их последствия**

### ***Виды дорожно-транспортных происшествий:***

- наезд на препятствие, Наезд транспортного средства на неподвижный предмет (столб, дерево, ограждение, и т.п.);
- наезд на пешехода, Наезд транспортного средства на человека нанося ему травму;
- наезд на велосипедиста. Наезд транспортного средства на человека, передвигающегося на велосипеде, или он сам натолкнулся на движущееся механическое средство, при этом получив травму;
- наезд на стоящее транспортное средство. Транспортное средство наехало на стоящее транспортное средство или ударилось об него;
- наезд на гужевой транспорт. Транспортное средство наехало на упряжных, вьючных или верховых животных либо на повозки, транспортируемые этими животными;
- наезд на животных. Транспортное средство наехало на диких или домашних животных;
- столкновение. Движущиеся транспортные средства столкнулись между собой или с подвижным составом железных дорог;

- опрокидывание. Механическое транспортное средство потеряло устойчивость и опрокинулось (сюда не относятся опрокидывания, вызванные столкновением или наездом на неподвижные предметы);

- падение пассажира. Пассажир выпал с движущегося механического транспортного средства (исключение: падение при столкновении, опрокидывании и наезде на неподвижные предметы);

- прочие происшествия. Происшествия, не относящиеся к перечисленным выше видам. (сходы трамваев с рельсов, падение перевозимого груза на людей и т.д.).

### ***Последствия от дорожно-транспортных происшествий***

- обильное кровотечение;
- потеря сознания;
- шок;
- нарушение сердечной деятельности и дыхания;
- тяжелые черепно-мозговые травмы и повреждения позвоночника;
- клиническая смерть.

При дорожно-транспортном происшествии пассажиры и водители получают следующие ранения:

= головы;

– конечностей;

– грудной клетки от ударов конструкциями дверей, рулевой колонки, передней стенки кузова и ветровым стеклом. Дополнительные травмы наносят предметы, находящиеся в машине.

Пешеходы получают повреждения:

– от ударов бамперами;

– крыльями, фарами и капотом;

– от удара о дорожное полотно, бордюрный камень.

### **Оказание первой помощи пострадавшему в автокатастрофе**

На место происшествия вызываются скорая помощь, работники ГАИ, и техническая помощь. При необходимости вызываются сотрудники МЧС. Место катастрофы ограждается предупредительными знаками.

Пострадавшие после оказания первой медицинской помощи доставляются в ближайшие лечебные учреждения.

### ***Порядок оказания первой медицинской помощи:***

- остановить кровотечение, угрожающее жизни;

- при отсутствии дыхания сделать искусственное дыхание и вентиляцию легких;

- при отсутствии пульса одновременно с искусственным дыханием проводить непрямой массаж сердца;

- при шоке – ограничить подвижность, утеплить, дать горячее питье, обезболивающее средство;

- при черепно-мозговых травмах и повреждениях позвоночника обеспечить неподвижность, дать обезболивающее средство;

- при потере сознания: расстегнуть одежду, положить на спину так, чтобы голова была ниже ног, сбрызнуть лицо и грудь холодной водой, поднести к носу нашатырный спирт. Если результат не достигнут, следует проверить, свободны ли дыхательные пути;

- при клинической смерти: убедиться в отсутствии пульса на сонной артерии и дыхания (при помощи зеркала) и только потом приступить к реанимационным действиям.

### ***Схема оказания помощи при автодорожном происшествии, если пострадавший находится без сознания:***

- убедиться в наличии пульса на сонной артерии и реакции зрачков на свет;
- быстрее повернуть пострадавшего на живот;
- очистить с помощью платка или салфетки ротовую полость;
- при кровотечении – наложить кровоостанавливающие жгуты;
- на раны – стерильные повязки;
- при подозрении на переломы костей конечностей наложить шины;
- подкладывать под голову подушку, сумку или свернутую одежду;
- переносить или перетаскивать пострадавшего с места происшествия без крайней необходимости (угроза взрыва, пожар и т.п.);
- самостоятельно транспортировать пострадавшего (при возможности вызвать спасательные службы).

### **Крупные дорожно-транспортные происшествия в мире [78]**

**Август 1896 г.** Англия. В Лондоне произошло первое дорожно-транспортное происшествие: автомобиль на скорости 13 км/ч (очень большой для того времени) сбил насмерть женщину. За рулем находился некий Артур Эдселл, служащий «Англо-французской автомобильной компании», которая демонстрировала публике свою новинку. Водительский опыт шофера был всего три недели. Жюри присяжных постановило, что это была «случайная смерть», и против Эдселла уголовное дело возбуждать не стали. На разбирательстве судья заявил: «Это никогда не должно больше повториться».

**11 июля 1978 г.** Испания. На испанском курорте Сьерра-дель-Мар, автоцистерна с пропиленом перевернулась, взорвалась и покатила по территории городского пляжа. В огне погибло 149 человек, более 300 человек получили серьезные ранения, сгорело около 80 автомобилей;

**2008 г.** Египет. Падение автобуса, который ехал из Каира по узкой дороге рядом с городом Эль-Минья. Водитель неожиданно свернул с дороги, так как возникла вероятность столкновения с грузовиком, и не справился с управлением. В итоге погибло 57 туристов из различных стран мира;

**2008 г.** В результате аварии, произошедшей в Израиле, погибло 24 туриста из России. Это ДТП признали одним из самых страшных в Израиле за последнее десятилетие. Всего в автобусе был 51 пассажир. Причиной аварии называют самонадеянность и халатность водителя;

**В апреле 2011 г.** Германия. Около города Росток произошла крупнейшая автоавария. В условиях плохой видимости столкнулись 80 машин. 8 человек погибли, 140 получили ранения;

**Октябрь 2011 г.** Чили. Туман стал причиной ДТП с участием 51 автомобиля. В результате аварии не менее 20 человек пострадали, пятеро погибли. Видимость на трассе составляла менее 10 метров. Авария произошла, когда один из автомобилей резко затормозил. В результате столкнулись 23 грузовика, 11 автобусов и 17 легковых автомобилей;

**Октябрь 2011 г.** Италия. В Непале водитель транспортного средства не справился с управлением на горной дороге, в результате чего переполненный автобус упал в реку Сун-Коси. В результате инцидента погибли 35 человек, многие пассажиры автобуса пропали без вести;

**Октябрь 2011 г.** Китай. В горном уезде Синшань провинции Хубэй упал со скалы автобус с туристами. Трагедия унесла жизни 16 человек, а 17 получили ранения различной степени тяжести. По словам представителей местной полиции, автобус с 34 туристами сорвался со скалы высотой в несколько десятков метров и упал в реку.

**Ноябрь 2011 г.** Германия. Германия. Более 50 автомобилей ночью в густой туман столкнулись на скоростной автотрассе под Мюнстером. В результате этого ДТП погибли 3 человека, 35 получили травмы;

**Декабрь 2011 г.** Бразилия. Жертвами крупного ДТП стали 33 человека, еще 13 человек получили ранения. Трагедия произошла на трассе в районе города Мираклес, в северо-восточном штате страны. Автобус, перевозивший работников с сахарной плантации, на большой скорости врезался в трактор. ДТП произошло из-за неисправности трактора;

**В декабре 2011 г.** на юго-западе Японии столкнулись сразу 14 суперкаров — «Феррари», «Ламборгини», «Мерседесы». Они ехали колонной на огромной скорости, участвуя в автопробеге. 10 человек получили травмы, общий ущерб оценивают в 3,5 млн долларов. Причиной аварии явилось то, что один из водителей не справился с управлением;

**В апреле 2013 г.** Нигерия. В результате взрыва бензовоза на автомагистрали в южном нигерийском штате Эдо погибли не менее 36 человек. К взрыву автоцистерны привело ее столкновение с автобусом и грузовиком. В результате аварии были уничтожены порядка 10 транспортных средств;

### **Крупные дорожно-транспортные происшествия в России [79]**

**24 июня 1993 г.** в г. Москва. Дмитровском шоссе. Авария произошла в результате возгорания бензовоза. Вспыхнули находившиеся рядом троллейбус и автобус с пассажирами. 10 человек сгорели заживо, 25 человек получили сильные ожоги;

**Август 1994 г.** Московская область. Произошла автокатастрофа автобуса «Икарус» с 38 пассажирами. В результате погибло 18 человек, еще 14 получили травмы различной степени тяжести;

**Январь 1995 г.** Деревня Дроздовка Владимирской области. Произошло столкновение автобуса с автомобилем «КамАЗ», погибло 8 человек, пострадало 27 человек;

**Октябрь 1995 г.** Село Узловая Тульской области. Произошло столкновение автобуса с грузовым автомобилем, погибло 9 человек и пострадал 71 человек;

**Сентябрь 1996 г.** Ростовская область. Произошло столкновение автобуса с локомотивом; погибло 23 человека, 18 ранено;

**28 ноября 1997 года** США. В пригороде Сан-Хосе столкнулось более 40 автомобилей. Погибло 12, ранено 52 человека;

**Июнь 1998 г.** на трассе Орджоникидзеvская-Джейрак в Ингушской Республике автобус с пассажирами опрокинулся в реку Асса. В результате пострадало 28 человек, из них 11 погибло и 17 госпитализировано;

**Август 2003 г.** Мордовия. Произошло столкновение автобуса с грузовой машиной «КамАЗ». В результате погибли 14 человек и получили ранения 26 человек;

**20 сентября 2008 г.** Томской область. На 93-м километре автодороги Р398 произошло лобовое столкновение автомобилей Toyota и УАЗ-3962. 8 человек погибли, 3 человека ранены;

**2011 г.** Кемеровская область. 15 человек были госпитализированы с различными травмами в результате ДТП на трассе Кемерово-Ленинск-Кузнецкий (Кузбасс), в котором столкнулись 25 автомобилей. Среди пострадавших 2 детей;

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите главные причины ЧС на автомобильном транспорте.
2. Виды ДТП на автомобильном транспорте.
3. Назовите основные последствия ЧС на автомобильном транспорте.
4. Какие необходимо принимать меры при неизбежном столкновении?
5. Какие необходимо принимать меры при падении автомобиля в воду?
6. Какие необходимо принимать меры при пожаре в автомобиле?
7. Какие главные задачи при оказании первой медицинской помощи?
8. Назовите порядок оказания первой медицинской помощи, если пострадавший находится без сознания.
9. Назовите меры безопасности при движении в общественном транспорте.

## 3.2. Чрезвычайные ситуации на железнодорожном транспорте

Самым распространенным в мире видом транспорта передвижения и транспортировки грузов в настоящее время является железнодорожный транспорт. Это наиболее дешёвый и безопасный вид транспорта. Аварийность в основном преобладает при перевозке грузов, особенно опасных, но существует целый ряд случаев и с пассажирскими поездами (Рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 - Чрезвычайная ситуация на железнодорожном транспорте

### Главные причины чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте

Причинами катастроф на железнодорожном транспорте являются [78]:

- поломки подвижного состава;
- неисправности пути;
- повреждение железнодорожных путей в результате размывов, обвалов и пр;
- пожары и взрывы непосредственно в вагонах;
- ошибки диспетчеров;
- столкновения, наезды на препятствия на переездах;
- выход из строя средств сигнализации и блокировки;
- невнимательность и халатность машинистов;
- изношенность технических средств.

## **Последствия железнодорожных катастроф**

В большинстве катастроф на железнодорожном транспорте преобладают:

- черепно-мозговые травмы;
- переломы костей;
- ожоги кожи;
- ожогами дыхательных путей;
- ожоги кожи с механическими травмами;
- ожоги кожи с механическими травмами и ожогами дыхательных путей.

Смертность при таких поражениях достигает 30 % от общего числа пострадавших

Особую опасность представляют перевозки различных горючих материалов. Поэтому железнодорожный транспорт относится к пожаро-взрывоопасным объектам (ПВОО). При горении герметично закрытых резервуаров происходит резкое увеличение давления и температуры в ограниченном пространстве и, как следствие взрыв. К таким материалам следует отнести сжиженный углеводородный газ, метилхлорид, акролеин, акриловая кислота, нефтепродукты и др.,

Основными поражающими факторами катастроф на ПВОО являются:

- тепловое излучение пожаров;
- воздушная ударная волна;
- осколочные поля, создаваемые летящими осколками;
- действие ядовитых веществ, образующихся в результате катастрофы.

Катастрофой на железнодорожном транспорте кроме пожаров и взрывов является столкновение поездов при экстренном торможении, разрушении железнодорожных путей и т. д. При таких авариях наибольшее количество травм получают в результате падений с полок. Особенно пассажиры первых и последних вагонов поезда, так как они сжимаются и сбрасываются с пути при столкновениях в лоб и сзади.

## **Правила поведения при авариях на железнодорожном транспорте [79].**

Самые безопасные места в поезде – центральные вагоны, купе с аварийным выходом-окном или расположенное ближе к выходу из вагона, нижние полки.

Аварийные выходы из вагонов находятся в третьем и шестом купе со стороны поперечных полок – быстро открываемые окна.

### ***Находясь в поезде нельзя:***

- перегружать верхние багажные полки;

- высовывать голову из окон, во избежание травм шейного отдела позвоночника и дыхательного горла;
- курить;
- перевозить горючие вещества;
- включать кипятильники в бритвенные розетки.

***Необходимо соблюдать следующие правила:***

- при движении поезда не открывайте наружные двери, не стойте на подножках и не высовывайтесь из окон;
- тщательно укладывайте багаж на верхних багажных полках;
- не срывайте без крайней необходимости стоп-кран;
- запомните, что даже при пожаре нельзя останавливать поезд на мосту, в тоннеле и в других местах, где осложниться эвакуация;
- курите только в установленных местах;
- не возите с собой горючие, химически- и взрывоопасные вещества;
- не включайте в электросеть вагона бытовые приборы;
- при запахе горелой резины или появлении дыма немедленно обращайтесь к проводнику;
- укладывать детей в вагоне на нижние полки, в сторону движения поезда;
- знать, где располагаются и как действуют аварийные выходы;
- убрать с пола и столика острые и тому подобные опасные предметы;
- полностью, до фиксации открыть или закрыть дверь купе, так как в противном случае, в момент резкого торможения дверь может сыграть роль ампутирующего механизма

***Действия при железнодорожной аварии.***

При крушении или экстренном торможении закрепитесь, чтобы не упасть. Для этого схватитесь за поручни и упритесь в стену или сиденье ногами. Безопаснее всего опуститься на пол вагона. После первого удара не расслабляйтесь и держите все мышцы напряженными до тех пор, пока не станет окончательно ясно, что движения больше не будет [79].

***В случае пожара в поезде необходимо:***

- при малейшем запахе дыма вызвать проводника;
- разбудить спящих пассажиров;
- использовать для тушения подручные средства, в том числе воду из туалетов и бака для кипячения воды, и огнетушители, висящие в коридорчиках перед туалетами;

- при сильном задымлении вагона закрыть рот и нос смоченной в жидкости (вода, чай, молоко, моча и др.) тряпкой. Пожар в поезде страшен не только пламенем, а, в первую очередь, ядовитыми продуктами горения синтетических отделочных материалов. Вначале, в считанные минуты и даже секунды, происходит отравление и потеря сознания, а потом уже только (и то не всегда) сгорание;
- уходить из горящего вагона в движущемся поезде следует в соседний желательнее в сторону движения вагон (если это невозможно, уходить в задние вагоны, плотно закрывая за собой двери);
- из остановившегося поезда можно выйти на свежий воздух, по возможности в сторону, где нет железнодорожных путей.

***Если огнем вас отрезало от выхода, следует:***

- зайти в купе или туалет;
- плотно закрыть за собой дверь и открыть окно;
- дожидаться помощи, привлекая к себе внимание.

Если потушить огонь невозможно, необходимо:

- остановить поезд стоп-краном;
- открыть двери, выбить окна;
- помочь эвакуировать детей, инвалидов, стариков;
- отойти от горящего вагона;
- действовать по указанию начальника поезда и пожарных.

***Действия после железнодорожной аварии.***

После аварии необходимо выбираться из вагона через дверь или окна – аварийные выходы (в зависимости от обстановки), так как высока вероятность пожара. При необходимости разбивайте окна тяжелыми подручными предметами. Покидать вагон через аварийный выход на полевую сторону железнодорожного пути, взяв с собой документы, деньги, одежду или одеяла [80].

При пожаре в вагоне закройте окна, чтобы ветер не раздувал пламя, и уходите от пожара в передние вагоны. Если это невозможно – идите в конец поезда, плотно закрывая за собой все двери. Прежде чем выйти в коридор, подготовьте защиту для дыхания: шапки, шарфы, куски ткани, смоченные водой. Помните о том, что при пожаре материал, которым облицованы стены вагонов – малминит – выделяет токсичный газ, опасный для жизни.

Оказавшись снаружи, немедленно включайтесь в спасательные работы: при необходимости помогите пассажирам других купе разбить окна, вытаскивайте пострадавших и т.д.

Если при аварии разлилось топливо, отойдите от поезда на безопасное расстояние, т.к. возможен пожар и взрыв.

Если токонесущий провод оборван и касается земли, удаляйтесь от него прыжками или короткими шажками, чтобы обезопасить себя от шагового напряжения. Расстояние, на которое растекается электроток по земле, может быть от двух (сухая земля) до 30 м (влажная).

На месте крушения поезда надо соблюдать крайнюю осторожность. Передвигаться не спеша, внимательно осматривая дорогу перед собой. Любые свисающие или лежащие на земле провода обходить, так как оборванные контактные провода могут оставаться под напряжением.

### **Крупные железнодорожные аварии и катастрофы в мире [81].**

**2 июня 2023 г. Индия.** недалеко от города Баласор произошла крупная железнодорожная авария. По данным железнодорожных властей, 10-12 вагонов пассажирского поезда, шедшего из Калькутты в Ченнаи, сошли с рельсов из-за столкновения с грузовым составом и упали на противоположный путь. Через некоторое время в них врезался еще один пассажирский поезд, в результате чего с рельсов сошли еще три-четыре вагона с людьми. Погибли не менее 70 человек, пострадали не менее 500 человек.

**17 апреля 2023 г. Бангладеш.** В округе Комилла произошло столкновение пассажирского экспресса с товарным поездом. По меньшей мере 50 человек получили ранения.

**4 апреля 2023. Нидерланды.** В провинции Южная Голландия между Гаагой и Лейденом пассажирский поезд врезался в оставленное на путях строительное оборудование и сошел с рельсов. Один человек скончался, около 30 получили травмы.

**3 февраля 2023 г. США.** В населенном пункте Ист-Палестайн (штат Огайо) сошел с рельсов поезд компании Norfolk Southern, он перевозил несколько десятков вагонов с опасными химическими веществами. Пожар, возникший в результате крушения поезда, длился несколько дней. В атмосфере оказались опасные вещества, а для ликвидации еще большей угрозы спасатели вскрыли емкости с химикатами, чтобы провести их контролируемый поджог. Жители, проживающие недалеко от места крушения, были эвакуированы.

**7 декабря 2022 г. Испания.** В Каталонии произошло столкновение двух поездов. В результате ЧП пострадали 155 человек, из них около 40 были госпитализированы.

**27 июня 2022 г. США.** В штате Миссури несколько вагонов поезда, следовавшего из Лос-Анджелеса в Чикаго, сошли с рельсов после столкновения с

грузовиком. В поезде находились 243 пассажира, три человека погибли и по меньшей мере 50 получили ранения.

**22 июня 2022 г. Танзания.** Поезд, следовавший из города Кигома в административный центр страны город Дар-эс-Салам, сошел с рельсов из-за поврежденных путей. По меньшей мере четыре человека погибли, еще 132 пострадали.

**5 июня 2022 г. Франция.** В департаменте Ду на железнодорожной линии Conifer произошла авария с туристическим поездом. Два вагона, перевозившие около 30 пассажиров, врезались в локомотив, что встряхнуло пассажиров внутри поезда. В результате ЧП 20 человек пострадали, 11 были госпитализированы. По информации жандармерии Ду, причиной аварии стал отказ тормозов у двух вагонов паровоза.

**3 июня 2022 г. Германия.** Региональный поезд сошел с рельсов неподалеку от города Гармиш-Партенкирхен (федеральная земля Бавария). В результате аварии пять человек погибли, 44 получили ранения.

**16 мая 2022 г. Испания.** в испанском автономном обществе Каталония на станции Сан-Бой-де-Льобрегат товарный состав после схода с рельсов задел пассажирский поезд. В результате инцидента погиб машинист одного из поездов, 85 человек пострадали.

**21 марта 2022 г. В столице Туниса.** Произошло столкновение двух поездов в районе станции Джабаль Джеллуд. В результате пострадали более 70 человек. У большинства пострадавших были ранения легкой тяжести.

**11 марта 2022 г. Конго.** В провинции Луалаба поезд сошел с рельсов. Состав был товарным, однако на нем ехало много безбилетников. В результате аварии 75 человек погибли и 125 пострадали.

**14 февраля 2022 г.** в Мюнхене (ФРГ) районе станции Эбенхаузен-Шлэфтларн произошло столкновение двух поездов. В момент аварии в них находились 95 пассажиров. В результате ЧП один человек погиб, около 60 получили ранения.

**13 января 2022 г. Индия.** В штате Западная Бенгалия произошло крушение поезда, который перевозил 1053 пассажира. В результате "неизвестного рывка" 12 вагонов состава сошли с рельсов или столкнулись друг с другом, два из них перевернулись. Девять человек погибли и более 70 пострадали.

### **Крупные железнодорожные аварии и катастрофы в России [82].**

**8 апреля 2017 г.** около 11 часов вечера поезд дальнего следования Москва-Брест и электричка "Москва-Усово" столкнулись на западе Москвы. В результате столкновения пострадали более 50 человек, 12 из них были госпитализированы. С рельсов сошли локомотив пассажирского поезда и три вагона электропоезда.

**26 марта 2017 г.** на Учалинском горно-обогатительном комбинате в Башкирии произошло столкновение двух железнодорожных составов, с рельсов сошли две цистерны с дизельным топливом, один локомотив опрокинулся. Четыре человека погибли, еще один пострадал.

**3 марта 2017 г.** на железной дороге в Серышевском районе Амурской области столкнулись грузовой поезд и автомобиль "ЗиЛ", с путей сошли вагоны. Водитель "ЗиЛ" выехал на запрещающий сигнал семафора и столкнулся с грузовым поездом. В результате погибли три человека, находившиеся в автомобиле.

**30 января 2017 г.** на перегоне Узуново-Богатицево в Подмосковье произошло столкновение легкового автомобиля с электричкой в результате нарушения водителем автомобиля правил дорожного движения при пересечении железнодорожных переездов. В результате ДТП погибли три человека.

**18 января 2017 г.** в Алтайском крае произошло столкновение поезда и легкового автомобиля. Водитель легкового автомобиля Toyota выехал перед приближающимся пассажирским поездом между станциями Язевка Сибирская и Шипуново. Машинист поезда применил экстренное торможение, но столкновения избежать не удалось. В результате происшествия погибли водитель и пассажир автомобиля.

**2 октября 2016 г.** в Тверской области на грузовом ответвлении Октябрьской железной дороги в Сандовском районе на нерегулируемом переезде произошло столкновение грузового поезда с легковым автомобилем. В результате столкновения одна цистерна сошла с рельсов. Два человека погибли, еще двое пострадали.

**9 июля 2016 г.** в Веневском районе Тульской области на железнодорожном переезде станции Мордвес пассажирский поезд "Москва – Адлер" столкнулся с легковым автомобилем. Водитель "ВАЗ 2109" выехал на железнодорожный переезд на запрещающий сигнал — перед близко идущим поездом. Машинист поезда применил экстренное торможение, но столкновения избежать не удалось. В результате ДТП погиб водитель автомобиля, машинист поезда не пострадал.

**17 февраля 2016 г.** на железнодорожном переезде в поселке Кукуштан Пермского края произошло ДТП. Автомобиль марки "ВАЗ 21150" выехал перед приближающимся пассажирским поездом сообщением "Новосибирск – Минск". Погибли водитель и пассажир автомобиля.

**31 июля 2015 г.** на железнодорожном переезде в районе поселка Прохоровка в Белгородской области произошло столкновение водитель КАМАЗа с локомотивом пассажирского поезда "Москва-Белгород". Локомотив опрокинулся, вагоны сошли с железнодорожных путей. После аварии за медицинской помощью обратились 20 человек, четверо из них были госпитализированы — три члена поездной бригады и водитель автомобиля.

**9 апреля 2015 г.** на станции "Грязи" в Липецкой области пассажирский поезд "Волгоград-Москва" столкнулся с локомотивом. В результате происшествия 15 пассажиров поезда были госпитализированы и еще 32 пассажирам медпомощь была оказана амбулаторно.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие причины ЧС на железнодорожном транспорте?
2. Назовите последствия аварий на железнодорожном транспорте.
3. Что запрещается делать при нахождении в поезде?
4. Какие правила необходимо соблюдать, находясь в железнодорожном транспорте.
5. Какие ваши действия при пожаре в поезде?
6. Какие правила необходимо соблюдать после железнодорожной аварии.
7. Назовите первоочередные действия при оказании медицинской помощи при аварии

### 3.3. Чрезвычайные ситуации на водном транспорте

Россия великая морская держава, с протяжённостью морских границ около сорока тысяч километров. По рекам, озёрам, морям и океанам страны перевозят как пассажиров, так и грузы различного назначения.

Существующая система водного транспорта не исключает различные аварийные ситуации (Рисунок 3.3).

Водный транспорт подразделяют на два типа:

- речные;
- Морские.

Они отличаются габаритами, характеристиками двигателей, районом плавания и назначением.

По назначению подразделяются на категории:

- сухогрузный транспорт – транспортировки грузов в упаковке;
- специализированные суда – лесовозы, рефрижераторные суда, пакетовозы, балкеры, ролкеры, контейнеровозы, лихтеровозы.
- многоцелевые суда, осуществляющие перегрузку доковым и крановым способом;
- универсальные суда – перевозят различные грузы, в том числе и опасные.
- суда двойной транспортной специализации – нефтерудовозы или хлопколесовозы.
- паромы транспортные средства пассажиров,
- наливные суда – танкеры, химовозы, виновозы, газовозы.
- служебно-вспомогательные суда – ледоколы, буксиры, разъездные и лоцманские катера.
- технический флот – землечерпалки, дноуглубляющие снаряды, грунтоотвозные шаланды, землесосы. Также в эту категорию относятся суда спецназначения – экспедиционные, учебные, гидрографические, спасательные, пожарные, плавучие маяки и краны.
- промысловые суда – плавбазы, траулеры, краболовы, сейнеры, и т. д.
- корабли военно-морского флота.

Пассажирский водный транспорт – лайнеры, яхты, пароходы, теплоходы, паромы, катера, лодки и др.

Современные суда оснащены средствами радиосвязи и спутниковой навигации. За каждым судном, осуществляется диспетчерский контроль.

Пассажирские суда всегда оснащены спасательными средствами для аварийных ситуаций:

- надувные шлюпки;
- плоты;
- спасательные костюмы и жилеты.



Рисунок 3.3 – Чрезвычайная ситуация на водном транспорте

### **Причины аварийных ситуаций на водном транспорте**

Главными причинами аварий на водном транспорте являются [83]:

- воздействие природных чрезвычайных ситуаций (шторм, ураган, цунами, резкий подъем или снижения уровня воды);
- технические неисправности судна;
- конструктивные недостатки при проектировании;
- Игнорирование требований безопасности судоходства;
- Чрезвычайные ситуации технического и социального характера (пожары, взрывы, террористические акты и др.).

### **Последствия аварий и катастроф на водном транспорте**

Согласно статистическому анализу российских учёных были выявлены различные формы травм и ожогов, возникающих при катастрофах на водном транспорте [84]:

*1. при повреждении корпуса, опрокидывании и потоплении у спасённых обнаружены:*

- изолированные острые холодовые травмы;

- комбинированные механо-холодовые травм легкой и средней степени тяжести;
- комбинированные механо-ожогово-химические повреждения

### **2. основные причины смертности:**

- утопление при переохлаждении легкой и средней степени тяжести;
- комбинированные двухфакторные механо-холодовые травмы;
- общее переохлаждение тяжелой степени;
- комбинированные трехфакторные механо-ожогово-химические травмы.

### **3. при пожарах на судах:**

- отравление угарным газом легкой степени с поверхностными ожогами I-II ст. ограниченной площади;
- комбинированные двухфакторные механо-ожоговые травмы;
- комбинированные трехфакторные механо-ожогово-холодовые травмы;
- химические ожоги.

### **4. основные причины смертности при пожарах:**

- острые ингаляционные отравления угарным газом тяжелой степени на фоне поверхностных ожогов I-II ст.;
- утопление без выявленных внешних и внутренних повреждений у погибших;
- комбинированные двухфакторные механо-ожоговые травмы;
- комбинированные трехфакторные механо-ожогово-холодовые

В зависимости от тяжести состояния пострадавших делят на 3 группы:

- 1-я группа. Лица с переохлаждением легкой степени и нетяжелыми травмами (ссадины, ушибы мягких тканей, растяжения связок, переломы мелких трубчатых костей и др.), находящихся в сознании и способных самостоятельно передвигаться (недолго пробывших в воде).

- 2-я группа. Лица со средней степенью переохлаждения, тяжелыми и нетяжелыми травмами, неспособные самостоятельно передвигаться, но находящиеся в сознании. Они нуждаются в первичной доврачебной и врачебной медико-санитарной помощи.

- 3-я группа. Пострадавшие, находящиеся в бессознательном состоянии, с тяжелым и крайне тяжелым переохлаждением, тяжелыми механическими травмами. Необходимы срочные лечебные мероприятия.

## **Правила поведения пассажиров на борту водного транспорта**

Пассажир, путешествующий на водном транспорте, должен знать правила поведения при чрезвычайных ситуациях [84].

***Пассажирам, находящимся на борту водного транспорта, запрещается:***

- Проводить самостоятельную высадку или посадку до полной подачи трапа или при отсутствии швартовки двигаться вдоль борта судна на причале;
- Подниматься на борт по трапу предназначенный только для пассажиров;
- Находиться на площадках, не имеющих ограждений;
- Заходить в служебные помещения и открывать технические помещения;
- Курить в неустановленных местах;
- Перевешиваться за борт судна;
- Провозить с собой и использовать огнеопасные и взрывчатые вещества.

***Для этого необходимо:***

- Внимательно прослушать инструктажи по технике безопасности, который проводится капитаном судна;
- Обратит внимание на места расположения спасательных шлюпок и жилеты;
- Внимательно прочитать инструкцию или поинтересоваться у капитана, как пользоваться спасательными жилетами, как правильно спускать шлюпку и садиться в неё;

- Изучить инструкцию, как правильно надеть жилет. Жилеты снабжены лампочками со специальными батарейками, работающими в морской воде, их свет хорошо заметен в ночное время. К жилету прилагается свисток, специальный порошок, окрашивающий воду в ярко-зелёный цвет, хорошо видимый с воздуха и сигнальное зеркало (гелиограф);

- Следует иметь ввиду что, наиболее безопасные каюты расположены ближе к выходам на палубу. В каюте имеется инструкция, в которой указано, где находится именно ваша шлюпка, её нужно найти на верхней палубе. Инструкция прикреплена снаружи дверцы шкафчика, находящегося в каюте, в котором хранятся индивидуальные спасательные пробковые жилеты;

- Не паниковать, держать себя в руках и сохранять здравый рассудок.
- Все действия по эвакуации пассажиров проводятся под чётким контролем капитана и его команды.
- Оповещение всех пассажиров о дальнейших действиях капитан осуществляет с помощью радиостанции.

***Правила поведения в случае эвакуации на водном транспорте:***

- В первую очередь пропустить к шлюпкам детей и женщин;
- Надеть спасательный жилет (в холодное время года следует надеть тёплую одежду и только потом жилет);

- Взять с собой только самые необходимые вещи (деньги, документы, одеяло, спички, аптечку, еду и воду);

- Не толкаться и спускаться в шлюпку;

- При отсутствии или нехватки плавательных средств необходимо прыгнуть в воду;

- Отплыть от тонущего корабля на безопасное расстояние;

- Зацепиться за какой-либо проплывающий рядом предмет (мебель, багаж, доска и т.д).

- Если это ночное время суток, то следует помнить, что плавательный жилет оснащен специальной лампочкой, свистком и зеркалом (при помощи этих вещей можно подавать сигналы).

#### ***Порядок поведения при нахождении в воде:***

- Сбросить обувь и все то, что не плавает;

- Находясь далеко от берега, в холодной воде, одежду не сбрасывать во избежание резкого переохлаждения;

- Находясь в открытом море, неукоснительно выполнять все указания и распоряжения членов команды корабля;

- Все спасательные плавсредства должны держаться вместе и не удаляться от места гибели корабля, при условии, что нет надежды самостоятельно добраться до берега. Близость берега можно определить по появлению на воде веток с листьями и морских птиц;

- В первый день нахождения в море не рекомендуется пить (исключение для больных и раненых). В последующие дни пить понемногу несколько раз в день (всего не более 0.5-0.6 л). Морскую воду нельзя пить ни при каких обстоятельствах (жажду не утоляет, заболевания вызывает). Есть можно только аварийный запас еды. Если нет достаточного запаса питьевой воды не употреблять в пищу морских рыб или птиц.

- При температуре воды 4 градуса время выживания в воде составляет 30 минут, при температуре 10 градусов – 2 часа, если плыть, и 4 часа, если оставаться на месте. Для увеличения срока выживания в воде поджать колени к животу, сложить руки на груди. Если вы оказались в воде с группой людей, необходимо собраться вместе, так как в таком состоянии есть возможность поддерживать и согреть друг друга.

#### ***Действия при падении человека за борт:***

- Громко крикнуть «Человек за бортом»!

- Немедленно бросить пострадавшему спасательное средство;

- Обозначить место падения, бросив плавающие предметы;

- Сообщить о происшествии капитану судна;

- Четко выполнять все команды, вести наблюдение, стараясь не потерять пострадавшего из виду. В процессе водного или морского путешествия у кого-то из пассажиров могут возникнуть при укачивании признаки морской болезни (головная боль, холодный пот, тошнота, рвота). Необходим приток свежего воздуха, избегать пребывания на солнце, пить очень мало, при отсутствии аппетита употреблять небольшое количество пищи каждый час и при необходимости обратиться за медицинской помощью.

### **Катастрофы на водном транспорте в России и за рубежом**

Среди многочисленных примеров аварий на водном транспорте можно выделить несколько [86,87].

- **1904 г.** Американский пассажирский пароход «Генерал Слокам» затонул в проливе Ист-Ривер в Нью-Йорке в результате пожара, который возник в результате выброшенной сигареты. На борту находилось более 1300 человек и лишь немногие из них смогли выжить. Количество погибших около одной тысячи. На корабле отсутствовали надлежащие противопожарные инструменты, а экипаж не был готов к экстренной эвакуации пассажиров. Капитана судна Ван Шайка обвинили в халатности и приговорили к 10 годам лишения свободы. Это происшествие считается одной из крупнейших морских катастроф в США.

- **6 декабря 1917 год.** Французский военный корабль «Монблан» известен печальным взрывом в Галифаксе. Судно, груженное взрывчаткой, столкнулось с норвежским кораблем «Имо» в узком проливе на атлантическом побережье Канады. Образовавшийся пожар привел к взрыву, в результате которого порт и городской район были полностью разрушены. Около двух тысяч человек погибли, еще около девяти тысяч получили ранения. Взрыв в Галифаксе входит в число сильнейших взрывов, произошедших по вине человека. Впоследствии пароход «Имо» отремонтировали и переименовали в «Гивернорен». В 1921 году во время рейса в Антарктику корабль наскочил на скалы и затонул.

- **10 апреля 1912 года.** В начале XX века британский трансатлантический пароход «Титаник» являлся крупнейшим пассажирским судном в мире. 10 апреля 1912 года корабль отправился из Саутгемптона в Нью-Йорк, в свой первый и последний рейс. «Титаник» затонул в Северной Атлантике, столкнувшись с айсбергом в ночь с 14 на 15 апреля. На борту находилось 1317 пассажиров и 908 членов экипажа. Через несколько часов после происшествия спасшихся на шлюпках 712 человек подобрал пароход «Карпатия». Обломки «Титаника» покоятся на глубине около 4 тысяч метров. Количество погибших: около 1,5 тыс. человек

**1914 год. «Императрица Ирландии»** После гибели «Титаника» на этот канадский пассажирский лайнер установили новейшее оборудование для обнаружения айсбергов, ведь он тоже пересекал Атлантику, направляясь из Англии в Канаду. Трагичная судьба настигла судно во время 96 рейса, когда «Императрица Ирландии» столкнулась с норвежским углевозом «Сторстад». Судно затонуло через 14 минут в заливе Святого Лаврентия на глубине 40 метров. Из 1477 человек на его борту выжили 463. Количество погибших: около одной тысячи. В ходе расследования команды пассажирского лайнера и углевоза обвинялись в несоблюдении правил движения судов на реке во время тумана.

• **12 декабря 1939 год. «Индибирка».** Советский «Титаник», перевозивший из Магадана во Владивосток грузы и пассажиров, в том числе заключенных и освободившихся после отбывания наказания, потерпел крушение в результате сильного шторма и ошибки капитана. Капитан судна перепутал советский и японский маяки и судно налетело на подводные скалы у берегов острова Хоккайдо. В результате крушения погибли 745 человек, что стало одной из крупнейших катастроф в истории мореплавания.

За преступную халатность, повлекшую массовую гибель людей, капитана судна Лапшина приговорили к расстрелу. Количество погибших: 745 человек.

• **11 февраля 1944 год. «Ориа».** Норвежский пароход, перевозивший итальянских военнопленных во время Второй мировой войны, разбился на скалах в Эгейском море. На борту находилось 4046 итальянских военнопленных 90 человек охраны и пассажиров, а также экипаж. Судам, сумевшим подойти к месту крушения только на следующий день, удалось спасти около 30 человек. Количество погибших: около 4,1 тысяч

• **20 декабря 1987 год. «Донья Пас».** Происшествие с участием пассажирского парома «Донья Пас» является крупнейшей морской катастрофой в мирное время. Гражданское судно переправляло людей из столицы Филиппин в портовый город Манилу. В результате столкновения с танкером «Вектор», на котором находилось около тысячи кубометров бензина и нефтепродуктов, погибло около 4,4 тысяч человек. «Донья Пас» затонула через два часа после столкновения, танкер «Вектор» – через четыре часа. В ходе спасательной операции только 26 человек удалось спасти. Комиссия по расследованию сделала заявление, что на борту парома находилось более 4,3 тысяч пассажиров, Причину трагедии объяснили халатным отношением команд обоих судов к своим служебным обязанностям. Корабли покоятся на дне Табласского пролива на глубине 500 метров в практически неповрежденном состоянии. Количество погибших: около 4,4 тысяч человек

• **1994 год. «Эстония».** Крупнейшее кораблекрушение в Европе произошло, когда пассажирский паром «Эстония», направлявшийся из Таллина в Стокгольм, попал в сильнейший шторм. На его борту было 803 пассажира и 186 членов экипажа. В результате спасательной операции выжило около 140 человек. Причиной гибели парома

стали недостатки в конструкции и тяжелые погодные условия. Корабль остается на дне Балтийского моря на глубине около 80 метров. Количество погибших: около 850 человек.

- В 2001 году в Бангладеш танкер столкнулся с паромом, погибло девять пассажиров парома и как минимум тридцать пять пропали без вести. Спасшийся пассажир утверждал, что на пароме было более двухсот человек, а владелец парома говорил, что их не было больше пятидесяти.

- В 2011 году в России трагически оборвалась жизнь 121 пассажира, отдыхавших на борту теплохода «Булгария». Крушение произошло в трех километрах от берега Куйбышевского водохранилища.

- В 2012 году в Индийском океане погибло девяносто человек из двухсот, плывущих в Австралию из Шри-Ланки.

- В 2015 году в Охотском море затонул траулер «Дальний Восток». На судне было 132 рыбака. Погибло более семидесяти человек, многие из которых были спасены, но умерли в результате переохлаждения.

## **Контрольные вопросы**

1. Назовите причины аварий на водном транспорте.
2. Назовите последствия аварий на водном транспорте.
3. Какие правила, обеспечивающие безопасность пассажиров на судах необходимо знать?
4. Назовите правила поведения пассажиров в случае эвакуации на водном транспорте.
5. Какие действия необходимо проводить при падении человека за борт?

### 3.4. Техногенные чрезвычайные ситуации на воздушном транспорте

Техногенные чрезвычайные ситуации на воздушном транспорте по своим характеристикам, причинам и последствиям значительно отличаются от катастроф на других видах транспорта. Воздушный транспорт отличается высокой скоростью передвижения летательных аппаратов, наличием на их борту большого количества топлива, способного воспламениться или взорваться, нахождением людей в замкнутом пространстве салона, большой высотой полёта, отсутствием мер воздействия и помощи пассажирам. Кроме того следует отметить внезапность и быстротечность катастрофы в воздухе. (Рисунок 3.4).

По статистике авиация – самый безопасный вид транспорта. В среднем за год во всем мире в авиационных катастрофах гибнут чуть больше трех тысяч человек.



Рисунок 3.4 – Авиакатастрофа

#### **Причины авиационных чрезвычайных ситуаций.**

Авиационные аварии подразделяют на наземные и летные [88].

Наземные – аварии, имевшее место до или после полета.

Лётные – аварии при взлёте, полёте или посадке.

Авиационные чрезвычайные ситуации подразделяют на поломки, аварии и катастрофы.

**Поломка** – ситуация без человеческих жертв, и при которой возможен и экономически целесообразен ремонт воздушного транспорта.

**Авария** – чрезвычайная ситуация без человеческих жертв, приведшее к полному разрушению воздушного судна, восстановление которого технически и экономически нецелесообразно.

**Катастрофа** – авиационная чрезвычайная ситуация, которая повлекла за собой гибель членов экипажа и пассажиров при полном разрушении или повреждении воздушного судна, а также смерть людей от полученных ранений, наступившую в течение 30 суток с момента происшествия.

Причины аварий на авиационном транспорте:

1. Человеческий фактор – ошибки экипажа или диспетчерской службы, плохое самочувствие или усталость пилотов.
2. Технические неисправности – выход из строя бортовой техники, низкое качество топлива.
3. Природные чрезвычайные ситуации – туман, ливень, резкое похолодание, высокая влажность воздуха, плохая видимость.
4. Террористический акт – захват судна террористами, взрыв, саботаж.

### **Аварийно-спасательное оборудование на воздушном судне**

В состав спасательного оборудования входят:

- средства фиксации пассажиров и членов экипажа (ремни безопасности);
- основные двери для входа и выхода пассажиров по левому борту самолета, а при числе пассажиров более 250 человек выходы могут располагаться по обоим бортам. Во время экстренного покидания самолета основные двери засчитываются в число аварийных выходов.
- аварийные выходы для пассажиров и членов экипажа. Для экстренного покидания самолета делают аварийные выходы, расположенные по левому и правому борту. На самолетах имеются не менее двух аварийных люков для выхода на крыло.
- средства маркировки. Выходы для пассажиров, подходы к ним и средства открывания имеют заметную маркировку, все надписи подсвечиваются изнутри независимо от основной системы освещения;
- системы наружного и внутреннего аварийного освещения;
- система связи и оповещения пассажиров;
- вспомогательные средства для эвакуации людей на землю после аварийной посадки.

## **Индивидуальные и групповые спасательные средства для пассажиров и экипажа**

При полётах над водным пространством воздушное судно оснащено дополнительным аварийно – спасательным оборудованием. [88].

### ***Индивидуальное аварийно-спасательное плавсредство:***

- спасательные надувные жилеты;
- подушки с постоянной плавучестью.

### ***Групповые спасательные плавсредства:***

• надувные плоты. Масса одного плота на 6 человек в комплекте с оборудованием и питанием на 3 дня - 15 кг. Групповые плоты вмещают от 6 до 25 человек.

- надувной аварийный трап для аварийного выхода пассажиров. Масса его вместе с баллоном 40-45 кг.

### **Действия пассажиров в случае аварии при взлете и посадке [89].**

- Спинку кресла приведите в вертикальное положение;
- Снимите очки, обувь на высоких каблуках, ослабьте галстук, расстегните воротник, выньте из карманов острые предметы;
- Положите на колени мягкие вещи, подгоните ремень безопасности и застегните его;
- Наклониться вперед, голову опустить вниз, руками упереться в спинку впереди стоящего кресла (при его отсутствии, руками обхватить колени и положить на них голову).

Покидая самолет через выход с выпущенным и надутым трапом, нужно, не останавливаясь, прыгать на него, а не садиться на край и затем съезжать вниз. Только прыжком достигается увеличение скорости эвакуации. Перед прыжком снять очки, обувь на высоких каблуках.

При декомпрессии, т.е. разряжении воздуха в салоне самолета в результате разгерметизации, последний наполняется пылью и туманом. Резко снижается видимость, из легких человека быстро выходит воздух, и его нельзя задержать. Одновременно могут возникнуть звон в ушах и боль в кишечнике.

Быстрая декомпрессия обычно начинается с оглушительного рева (уходит воздух). В этом случае, не дожидаясь команды, немедленно наденьте кислородную маску. Не пытайтесь оказать кому-либо помощь до того, как сами наденете маску, даже если это ваш ребенок: если вы не успеете помочь себе и потеряете сознание, то оба окажетесь без кислорода. Сразу же после надевания маски пристегните ремни безопасности и подготовьтесь к резкому снижению.

### ***Действия авиапассажиров при пожаре [89].***

- Слушайте и выполняйте команды членов экипажа;
- Защитите открытые участки тела от прямого воздействия огня, используя имеющуюся одежду, пледы т.д.;
- Пригнитесь и ползите к выходу на четвереньках;
- Если проход заблокирован, передвигайтесь вверх опущенных спинок самолетных кресел;
- Оказавшись вне самолета, отойдите от него как можно дальше.

При эвакуации избегайте от ручной клади и избегайте выхода через люки, вблизи которых имеется открытый огонь или сильная задымленность.

Для экстренного покидания самолета пассажирами и экипажем используются все основные и запасные двери, а также аварийные выходы, расположенные, как правило, с левой и правой сторон фюзеляжи. Выходы для пассажиров, подходы к ним и средства открывания имеют заметную маркировку, облегчающую их обнаружение. Все надписи подсвечиваются изнутри независимо от основной системы освещения. Устройство аварийных люков и их замков с рукоятками сделано простым, заметным и не требующим больших усилий для вскрытия. Инструкция по их открыванию нанесена на дверях (люках).

### ***Вынужденная посадка самолета на воду [89].***

Вынужденная посадка самолета на воду случается редко. Перед тем как затонуть, самолет может находиться на плаву от 10 до 40 мин. Однако, если фюзеляж поврежден, это время значительно меньше. Самолеты, у которых двигатели расположены на крыльях, будут находиться на плаву в горизонтальном положении, а те, у которых два и более двигателей находятся на хвосте, будут плавать хвостовой частью вниз.

В одном случае самолет может коснуться водной поверхности очень плавно, в другом развалиться на части и быстро затонуть. Поэтому при приводнении необходимо четко действовать по команде командира экипажа или бортпроводницы.

Действия авиапассажиров при вынужденной (аварийной) посадке на воду:

- Наденьте спасательный жилет и слегка надуйте его;
- Возьмите с собой или наденьте теплую одежду;
- Займите место на спасательном плоту.

После вынужденной посадки на воду спускаются спасательные плоты. Время приведения плота в рабочее состояние составляет примерно 1 мин. летом и 3 мин. зимой.

Используя весла и подручные предметы, нужно отойти от места погружения самолета. После этого расправить и бросить за борт плавучий якорь, который

уменьшит скорость дрейфа плота по ветру и будет удерживать спасающихся в районе аварии.

### *Действия пассажиров в зоне турбулентности [89].*

Часто во время полета самолет может попасть в воздушную яму, в результате чего на борту возникает тряска и сильная вибрация. Такая ситуация называется турбулентностью. Следует пристегнуть ремень безопасности и точно следовать указаниям членов экипажа. Категорически запрещается вставать с места, ходить и бегать по салону. Не кричите и не паникуйте, этим вы только будете отвлекать экипаж, чем можете ухудшить и без того опасную ситуацию на борту.

### **Крупные авиакатастрофы в мире и в России [90].**

**15 января 2023 г.** турбовинтовой пассажирский самолет ATR 72 авиакомпании Yeti Airlines, летевший из Катманду, в воскресенье потерпел катастрофу между старым и новым аэропортом города Покхара в Непале. Все находившиеся на борту 72 человека погибли.

**29 мая 2022 г.** в Непале врезался в гору и развалился на части самолет авиакомпании Tara Air, вылетевший из аэропорта города Покхара. Погибли все 25 человек (три члена экипажа и 22 пассажира).

**11 мая 2022 г.** в Камеруне потерпел крушение самолет с 11 пассажирами на борту, летевший из аэропорта Яунде-Нсимален в Белабо в Бангладеше. Он упал в лесу недалеко от города Нанга Эбко, примерно в 150 километрах к северо-востоку от столицы Камеруна города Яунде. Выживших после крушения нет.

**21 марта 2022 г.** на юге Китая потерпел крушение пассажирский лайнер Boeing 737 авиакомпании China Eastern Airlines. Самолет, выполнявший рейс Куньмин — Гуанчжоу, разбился в Гуанси-Чжуанском автономном районе. Все, находившиеся на борту 132 человека и девять членов экипажа погибли.

**10 октября 2021 г.** в Татарстане самолет L-410 местного аэроклуба ДОСААФ разбился в Мензелинске. На борту находились 20 парашютистов и два члена экипажа. Погибли 16 человек, шестеро пострадали.

**6 июля 2021 г.** самолет Ан-26, принадлежащий "Камчатскому авиапредприятию", потерпел крушение при выполнении рейса по маршруту Петропавловск-Камчатский – Палана. На борту были 28 человек, все они погибли.

**4 июля 2021 г.** военно-транспортный самолет С-130 ВВС Филиппин разбился при попытке приземления на острове Холо в провинции Сулу. На борту самолета было 96 человек. В результате авиакатастрофы погибли 52 человека, в том числе 49 военнослужащих и трое гражданских лиц. Более 50 человек пострадали.

**9 января 2021 г.** Boeing 737-500 авиакомпании Sriwijaya Air потерпел крушение в Индонезии. Через несколько минут после вылета из аэропорта Джакарты он пропал с экранов радаров, а затем упал у острова Лаки. На борту находились 62 человека, среди них 56 пассажиров и шесть членов экипажа. Сообщалось, что найдены обломки самолета и части тел.

**25 сентября 2020 г.** военно-транспортный самолет Ан-26 потерпел крушение возле города Чугуев в Харьковской области Украины во время учебного полета. На борту находились 27 человек: семь членов экипажа и 20 курсантов Харьковского национального университета воздушных сил имени Ивана Кожедуба. По официальным данным, погибли 26 человек.

**7 августа 2020 г.** в индийском городе Кожикоде совершил жесткую посадку самолет Boeing-737 авиакомпании Air India, совершавший рейс из Дубая. На борту находились 174 пассажира, в том числе 10 детей, два пилота и пять членов экипажа. Погибли 18 человек, включая двух членов экипажа, более 140 человек получили травмы.

**22 мая 2020 г.** самолет "Пакистанских международных авиалиний" Airbus A320, в котором находились 99 человек, рухнул на жилой район города Карачи, после того как дважды пытался приземлиться в аэропорту. В результате катастрофы погибли 97 находившихся на борту человек, два пассажира выжили. При крушении самолета также пострадали люди, жившие в домах, на которые он упал.

**5 февраля 2020 г.** самолет Boeing-737-800 авиакомпании Pegasus Airlines авиакомпании Pegasus, выполнявший рейс Измир – Стамбул, при посадке выехал за пределы взлетно-посадочной полосы в аэропорту Сабихи Гёкчен в Стамбуле и развалился на три части. Согласно заявлению главы минздрава Турции, три человека погибли, 179 были ранены.

**8 января 2020 г.** выполнявший рейс в Киев (Украина) Boeing 737-800 "Международных авиалиний Украины" потерпел крушение вскоре после вылета из аэропорта Тегерана. Погибли 176 человек, находившиеся на его борту. 11 января Генштаб иранских Вооруженных сил признал, что самолет по ошибке сбили силы ПВО: он пролетал рядом с военным объектом Ирана и был принят за "вражескую цель", а именно – за крылатую ракету.

**2 января 2020 г.** самолет Ан-12 потерпел крушение через пять минут после взлета из аэропорта города Эль-Генейна в провинции Западный Дарфур в Судане. Суданские военные заявили о гибели 18 человек, включая семерых членов экипажа.

**27 декабря 2019 г.** в Алма-Ате (Казахстан) рейс Z2100 авиакомпании Vek Air Алма-Ата - Нур-Султан в 7.22 (4.22 мск) при взлете потерял высоту и пробил бетонное ограждение. Произошло столкновение с двухэтажным строением. На борту

самолета было 98 человек, включая пять членов экипажа. В результате крушения самолета 12 человек погибли и 49 пострадали.

**10 декабря 2019 г.** был признан разбившимся чилийский военно-транспортный самолет C-130 "Геркулес" с 38 людьми на борту. Военный самолет, перевозивший персонал для обслуживания нефтепровода, вылетел с базы "Чабунко" в городе Пунта-Аренас, расположенном на крайнем юге страны, на авиабазу в Антарктике 9 декабря в 16:55 по местному времени (22:55 мск). На борту находились 17 членов экипажа и 21 пассажир. После взлета связь с экипажем была прервана.

**24 ноября 2019 г.** в квартале города Гома на востоке Демократической Республики Конго самолет Dornier-228 авиакомпании Busy Bee потерпел крушение через три минуты после взлета. Погибли как минимум 29 человек.

**5 мая 2019 г.** самолет Sukhoi Superjet 100 "Аэрофлота", следовавший из Москвы в Мурманск, после 28 минут полета экстренно вернулся в Шереметьево и совершил жесткую посадку, при которой у него подломились стойки шасси и загорелись двигатели. В результате катастрофы из 78 находившихся на борту погиб 41 человек. Выжить удалось четырем членам экипажа из пяти и 33 пассажирам.

**10 марта 2019 г.** самолет Boeing-737 авиакомпании Ethiopian Airlines, следовавший из Аддис-Абебы в Кению, потерпел крушение недалеко от эфиопского города Дэбрэ-Зэйт. На борту находились 157 человек, включая восьмерых членов экипажа. Никто не выжил.

**9 марта 2019 г.** в Колумбии разбился самолет DC-3, принадлежавший авиакомпании Laser и совершавший рейс между городами Сан-Хосе-дель-Гуавьяре и Вильявисенсио. Погибли все 12 человек, находившиеся на борту.

**14 января 2019 г.** в пригороде Тегерана рядом с городом Карадж в Иране разбился грузовой самолет Boeing 707, принадлежавший армии Ирана, он летел из Бишкека (Киргизия) в караджский аэропорт "Пайам", но по ошибке стал приземляться в аэропорту "Фатх". Пилот не справился с управлением при посадке, выехал за взлетно-посадочную полосу и въехал в жилой район, где в тот момент не оказалось жителей, после чего загорелся. На борту были командир и 15 членов экипажа. Выжил один человек.

## Контрольные вопросы

1. Назовите причины авиационных чрезвычайных ситуаций.
2. Какие бывают авиационные ЧС?
3. Какие чрезвычайные ситуации относятся к наземным?
4. Какие чрезвычайные ситуации относятся к лётным?
5. Какие виды аварий происходят в воздушном транспорте?
6. Назовите авиаспасательное оборудование.
7. Назовите индивидуальные и групповые спасательные средства.
8. Что такое декомпрессия?
9. Действия авиапассажиров при взлёте и посадке.
10. Действия пассажиров при пожаре.
11. Какие действия необходимо предпринимать при посадке на воду?
12. Назовите действия авиапассажиров в период высокой турбулентности.

## **3.5. Чрезвычайные ситуации на промышленных предприятиях и гражданских объектах**

### **3.5.1. Классификация чрезвычайных ситуаций на промышленных предприятиях**

Чрезвычайные ситуации на предприятиях являются техногенными ЧС. Эти ситуации связаны с деятельностью человека в технологическом процессе и в производственно-хозяйственной сфере предприятия. Техногенные ЧС возникают вследствие аварий, сопровождающихся самопроизвольным неуправляемым выбросом в окружающее пространство вещества и (или) энергии.

Чрезвычайные ситуации на предприятиях классифицируются как:

1. Транспортные аварии (катастрофы).
2. Пожары, взрывы, угроза взрывов.
3. Аварии с выбросом (угрозой выброса) химически опасных веществ ХВО. Серьезную опасность представляет транспортировка радиационно-опасных материалов.
4. Аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ РВ. Серьезную опасность представляет транспортировка радиационно-опасных материалов.
5. Аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ (редкое явление).
7. Аварии на электроэнергетических системах и аварии в коммунальных системах жизнеобеспечения.
8. Аварии на очистных сооружениях.
9. Гидродинамические аварии – возникают в основном при разрушении (прорыве) гидротехнических сооружений, чаще всего плотин.

### **3.5.2. Пожары и взрывы на гражданских и промышленных объектах**

*Пожар* – это вышедший из-под контроля процесс горения, уничтожающий материальные ценности и создающий угрозу жизни и здоровью людей.

Горение – это сложный, быстропротекающий физико-химический процесс взаимодействия горючего вещества и окислителя, сопровождающийся интенсивным выделением тепла, ярким свечением, тепло – и массообменом с окружающей средой. В основном горение происходит в результате экзотермического окисления вещества, способного к горению (горючего), окислителем (кислородом воздуха, хлором,

закисью азота и т. д.). Пожар сопровождается уничтожением материальных ценностей и создаёт опасность для жизни людей [91].

При горении имеют место три признака: разогревание горящего тела, свечение и пламя. Чаще всего наблюдаются все три признака одновременно. Реже встречается горение без пламени – горение порошков металлов. Очень редко встречается холодное горение (без нагрева) – горение разреженных паров фосфора.

Горение является неравновесным процессом и происходит в два этапа:

- создание молекулярного контакта между молекулами горючего и окислителя (физический процесс);
- взаимодействие молекул с образованием продуктов реакции (химический процесс).

Второй этап наступает только при выполнении дополнительных условий. Молекулы должны находиться в особом энергетическом или химически возбужденном состоянии и в определенном количественном соотношении.

Процесс горения может протекать не только при реакциях соединения горючего вещества с окислителем, но и при реакциях, связанных с выделением большого количества теплоты и с быстрым химическим превращением. К ним относятся разложение взрывчатых веществ и озона, взаимодействие оксидов натрия и бария с диоксидом углерода, распад ацетилена и т. д.

Горение может начаться и самопроизвольно в результате самовоспламенения (например, бурта зерна или торфяника) либо быть инициировано зажиганием (свеча автомобильного двигателя, спичка, искра короткого замыкания, раскаленные капли металла при электросварке и т. д.). Важнейшие процессы при горении – это теплоперенос и массоперенос (перенос теплоты и вещества). Наиболее общим свойством горения является способность возникшего очага пламени перемещаться по всей горючей смеси путем передачи теплоты или диффузионного переноса нагретых частиц из зоны горения в свежую смесь. В первом случае механизм распространения пламени называется тепловым, во втором – диффузионным. Обычно горение протекает по комбинированному механизму, включающему как теплообмен, так и диффузию горючих компонентов и продуктов горения.

Различают следующие виды горения.

- **Гомогенное горение** – процесс взаимодействия горючего и окислителя, которые находятся в одинаковом агрегатном состоянии. Гомогенное горение характерно для всех газообразных и большинства жидких и твердых горючих материалов. Признаком такого горения является наличие пламени над поверхностью конденсированного горючего вещества. Пример гомогенной смеси: природный газ и воздух. Примерами гомогенного горения являются сжигание газообразного топлива, горение парогазовой смеси, образующейся в процессе испарения, горение летучих

веществ, выделяющихся в процессе термического разложения твёрдого горючего вещества.

▪ **Гетерогенное горение** – горение материалов в конденсированном (твёрдом или жидком) состоянии, когда реакции, определяющие развитие процесса горения, протекают в газовой фазе, а горючие компоненты поступают в эту фазу в результате испарения и разложения веществ и материалов. Наиболее распространённым гетерогенным горением в условиях пожара является тление углеродного остатка твёрдых материалов. Существует особый вид гетерогенного горения – беспламенное горение, заключающееся в образовании раскалённой поверхности (например, горение антрацита или некоторых металлов).

### **Причины пожара и основные факторы пожара**

**Основными причинами пожара** являются:

- неисправности в электрических сетях;
- нарушение технологического режима и мер пожарной безопасности (курение, разведение открытого огня);
- применение неисправного оборудования).

**Основными опасными факторами пожара** являются:

- тепловое излучение, высокая температура;
- отравляющее действие дыма (продуктов сгорания: окиси углерода и др.);
- снижение видимости при задымлении.

**Критическими значениями параметров для человека**, при длительном воздействии указанных значений опасных факторов пожара, являются:

- температура;
- плотность теплового излучения;
- концентрация окиси углерода;
- видимость в зоне задымления.

### **Предупредительные мероприятия**

В число предупредительных мероприятий могут быть включены:

- мероприятия, направленные на устранение причин, которые могут вызвать пожар на ограничение (локализацию) распространения пожаров;
- создание условий для эвакуации людей и имущества при пожаре;
- своевременное обнаружение пожара и оповещение о нем;
- тушение пожара, поддержание сил ликвидации пожаров в постоянной готовности.

## **Правила поведения персонала при пожаре.**

### ***Начало пожара***

- В случае пожара, действия работников организации и привлекаемых к тушению лиц в первую очередь должны быть направлены на обеспечение безопасности людей, их эвакуацию и спасение.

- Каждый работник организации, обнаруживший пожар и его признаки (задымление, запах горения или тления различных материалов, повышение температуры и т.п.) обязан:

- немедленно сообщить о пожаре в пожарную охрану по городскому телефону по номеру «01» или по мобильному телефону по номеру «112» (при этом необходимо четко назвать адрес организации, место возникновения пожара, а также сообщить свою должность и фамилию);

известить о пожаре руководителя организации или замещающего его работника;

- задействовать систему оповещения людей о пожаре, приступить самому и привлечь других лиц к эвакуации из здания в безопасное место согласно плану эвакуации;

- при необходимости отключить электроэнергию, приостановить развитию пожара и задымлению помещений здания;

- оценить обстановку и приступить к тушению очага возгорания имеющимися первичными средствами пожаротушения (огнетушителями), для ликвидации его на ранней стадии;

- организовать встречу пожарных подразделений (выделить для встречи пожарных подразделений лицо, хорошо знающее расположение подъездных путей и водоисточников).

### ***Рекомендации по проведению эвакуации людей.***

- Правильная организация действий по спасению людей до прибытия пожарной охраны напрямую зависит от качества проведения практических занятий и учебных тренировок, направленных на предупреждение возникновения паники и других негативных последствий беспорядочного поведения сотрудников при любых чрезвычайных ситуациях.

- Если вы видите, что не можете справиться с огнем самостоятельно, и пожар принимает угрожающие размеры необходимо срочно покинуть помещение и помочь выйти людям. При этом выводятся люди из тех помещений, где в условиях пожара имеется наибольшая угроза жизни, а также из верхних этажей здания, в первую очередь, выводятся дети младших возрастов, престарелые и инвалиды. Очень важно

зимой при сильных морозах взять с собой теплую одежду и одеть детей. При выходе из помещения необходимо выключить, по мере возможности, электричество и газ.

- При пожаре дым скапливается в верхней части помещения, поэтому при задымлении необходимо нагнуться или лечь на пол, закрыв нос и рот мокрым носовым платком или полотенцем, двигаться на четвереньках или ползком к выходу вдоль стены, чтобы не потерять направление.

- Не пытайтесь выйти через сильно задымленный коридор или лестницу (дым очень токсичен).

- Если лестница окажется отрезанной огнем или сильно задымлена, то лучше оставаться в помещении и ждать приезда пожарных. При этом следует выйти на балкон или подойти к окну и привлечь внимание прохожих. Уплотните дверь, через которую возможно проникновение дыма: намочите тряпки, полотенца, простыни, и плотно прикрыв двери, постарайтесь заткнуть щели между дверью и косяком. В этом случае эвакуацию следует осуществлять по балконам, наружным стационарным, приставленным и выдвижным лестницам.

- Спускаться по водосточным трубам, стоякам и с помощью связанных простыней, недопустимо, а также прыгать из окон здания, т.к. неизбежны травмы и гибель.

### ***Рекомендации после пожара***

- Отыскивая пострадавших, окликните их. Если на человеке загорелась одежда, помогите сбросить ее либо набросьте на горящего любое покрывало и плотно прижмите. Если доступ воздуха ограничен, горение быстро прекратится. Не давайте человеку с горящей одеждой бежать.

- При повреждении здания пожаром или взрывом входите в него осторожно, убедившись в него осторожно, убедившись в отсутствии значительных повреждений перекрытий, стен, линий электро-, газо- и водоснабжения, утечек газа, очагов пожара.

- Первоначальное тушение пожара (до прибытия вызванных сил) успешно проводится на тех объектах, которые оснащены автоматическими установками тушения пожара.

**Взрыв** – чрезвычайно быстрое физическое или химическое превращение вещества или смеси веществ из одного состояния в другое с переходом потенциальной энергии газообразных продуктов в кинетическую. Это процесс освобождения большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени.

### ***Причины возникновения взрыва***

Взрыв проявляется как скачкообразное повышение давления в окружающей среде в форме ударной волны и сопровождается звуковым эффектом, возникающим в результате ослабления ударной волны и ее перехода в звуковую.

Различают физический, химический и тепловой взрывы.

Взрывы могут быть вторичными последствиями пожаров как результат сильного нагрева ёмкостей с горючими газами, легко воспламеняющимися жидкостями горючими жидкостями, а также пылевоздушных смесей, находящихся в закрытом пространстве помещений, зданий, сооружений. Взрывы приводят к возникновению пожара на объекте, так как в результате взрыва образуется сильно нагретый газ (плазма) с очень высоким давлением, который оказывает не только ударное механическое, но и воспламеняющее воздействие на окружающие предметы, в том числе горючие вещества [92].

При применении горючих веществ в технологическом процессе предприятия возможен контакт с воздухом и в результате возникает высокая вероятность взрыва в установке.

Наиболее большую опасность представляют:

- аппараты, емкости и резервуары с горючими жидкостями. Они не заполнены до предела и в пространстве над уровнем жидкости образуется паровоздушная взрывоопасная смесь.

- цеха по производству и применению красителей, где в качестве растворителей используют легко воспламеняющиеся жидкости.

- наличие в помещении горючей пыли и волокон.

### ***Поражающие факторы взрывов***

Последствия пожаров и взрывов обусловлены действием их поражающими факторами такими как:

- Воздушная ударная волна (ВУВ), возникающая при ядерных взрывах, взрывах детонирующих и инициирующих веществ, при взрывных превращениях облаков топливно-воздушных смесей, взрывов резервуаров с перегретой жидкостью и резервуаров под давлением;

- Осколочные поля, создаваемые летящими обломками разного рода объектов.

### ***Основными параметрами поражающих факторов являются:***

- воздушная ударная волна - избыточное давление в ее фронте;
- осколочное поле - количество осколков, их кинетическая энергия и радиус разлета.

Результатом поражающих факторов взрыва является разрушение зданий, сооружений, оборудования, коммуникации, гибель людей и животных.

Вторичными последствиями взрывов – являются поражение находящихся внутри объектов, обломками обрушенных конструкций здания, их погребение под обломками. Следствием взрывов являются пожары, утечка опасных веществ.

Основные травмы, которые получают люди при пожарах и взрывах – ожоги верхних дыхательных путей, тела, черепно-мозговые травмы, множественные переломы и ушибы, комбинированные поражения.

### **Меры предупреждения взрывов**

Меры предупреждения взрывов зависят от сферы деятельности предприятия и вида выпускаемой продукции. Однако существуют общие требования для всех взрывоопасных производств:

- территории для размещения взрывоопасных веществ, которые выбираются по возможности в незаселенных или малозаселенных районах;
- автоматические системы защиты, целью которых являются сигнализация и оповещение об аварийных ситуациях производственного процесса;
- автоматические системы вывода из предаварийного состояния потенциально опасных технологических процессов при нарушении регламентных параметров (температуры, давления, состава, скорости);
- автоматические системы безаварийной остановки отдельных агрегатов или всего производства при внезапном прекращении подачи тепла и электроэнергии, инертного газа, сжатого воздуха;
- обеспечение электроэнергией во взрывоопасных производствах установками автономного источника электроснабжения (генераторы с двигателями внутреннего сгорания, находящиеся в постоянной готовности паровые турбины и аккумуляторные батареи с соответствующей аппаратурой, преобразующей постоянный ток в переменный);
- важным условием безаварийной работы любого производства является высокая профессиональная подготовка штатного персонала предприятий;
- аварийные бригады должны быть оснащены специально оборудованными автомашинами и наборами средств, необходимых для предупреждения, локализации и ликвидации аварий;
- постоянно вести занятия по повышению квалификации, и действиям в условиях возможных чрезвычайных обстоятельств;
- приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая очистку помещения от пыли (химические, мукомольные, деревообрабатывающие производства), соединение которой с кислородом в определенных условиях создает взрывоопасную концентрацию.

- Инициатором практически всех взрывов газо-, паро- и пылевоздушных смесей является искра, поэтому необходимо обеспечивать надежную защиту от статического электричества, предусматривать мероприятия против искрения электроприборов и другого оборудования.

### **3.5.3. Загрязнение территорий радиоактивными веществами**

Выброс радиоактивных веществ происходит в результате ядерного взрыва, аварий на атомных электростанциях и ядерных установках, а также из-за безответственного хранения и халатного отношения с радиоактивными веществами в научных учреждениях, медицине, и промышленности [93].

Объектами радиоактивного заражения являются: территория, растительность, люди, животные, продукты питания, вода здания, сооружения, различные конструкции, все виды транспорта, техника, приборы и оборудование.

#### **Основные источники загрязнения радиоактивными веществами**

Основными источниками радиоактивных загрязнений:

- испытания ядерного оружия;
- ядерные взрывы;
- эксплуатация радиоактивных объектов;
- могильники отходов;
- космическое излучение;
- излучение земной коры.

Космическое излучение и излучение земной коры относятся к постоянно действующим источникам. И этих случаях доза облучения не угрожает жизни и здоровью человека.

Значительное влияние на радиационный фон оказывают горные породы, которые могут содержать палладий, уран, радий, радон.

**Антропогенные источники.** Основную угрозу радиационному фону Земли представляют действия, выполняемые людьми:

- обработка опасных веществ;
- развитие атомного вооружения;
- просчеты в атомной энергетике.

## **Техногенные аварии и последствия испытаний ядерного оружия**

В результате нарушения технологических процессов, несовершенства конструкции объекта или природных чрезвычайных ситуаций может произойти непроизвольная утечка вредных веществ во внешнюю среду.

К настоящему моменту произошло два события, получившие высшую оценку опасности:

- авария на Чернобыльской АЭС (СССР, 1986);
- авария на АЭС Фукусима-1 (Япония, 2011).

В настоящее время новые объекты проектируют и строят с учетом воздействия самых тяжелых негативных факторов.

### ***Последствия испытаний ядерного оружия***

Крупные ядерные державы США и Россия имеют полигоны для испытания ядерного оружия и после соответствующей обработки территория используется в качестве могильника. Для России это архипелаг Новая Земля, а для США – штат Невада.

При испытании ядерного оружия радиационный фон характеризуется, периодом полураспада:

- коротким;
- длинным.

В первом случае опасность исходит только в течение первого времени, во втором – от накопления, непосредственного контакта.

### **Радиационные отходы**

Ряд предприятий осуществляют обработку радиоактивных отходов. Выделяется 3 вида радиационных отходов:

- твердые;
- жидкие;
- газообразные.

Отходы обрабатываются в специальной таре, исключая утечку сырья в окружающую среду. Применяются следующие меры по обработке: упаривание, сжигание, прессовка, захоронение в могильниках.

### **Загрязняющие радиоактивные компоненты**

Радиационное загрязнение формируют опасную среду с определёнными физико-химическими характеристиками, главная из которых – период полураспада. Это

время, при котором компонент утратит свои свойства до момента расщепления на части [95].

Компоненты высокой степени опасности и сроки полураспада представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1– Степени опасности и сроки полураспада радиоактивных веществ

Название	Период полураспада	Негативные последствия загрязнения
Америций-241	433 года	Смертельная опасность
Цезий-137	30 лет	Накопления в мышечной массе и скелете
Стронций-90	28,8лет	Костные отложения
Кобальт-60	5,3 года	Токсичное воздействие на организм
Йод-131	8 дней	Мутации, гибель клеток и тканей.

Как видно из таблицы, радиоактивные вещества очень сильно влияют на здоровье живых организмов и природы. Они, накапливаясь в них разрушают изнутри, нарушая физические и биологические функции организмов.

#### **Воздействие на человека и животных**

Радиоактивное заражение попадает в живые организмы следующим путём:

- воздушным;
- контактом через кожу;
- через другие организмы (во время питания, например).

С увеличением времени контакта тем выше риск заражения.

#### ***Симптомы заражения следующие:***

кашель с выделениями крови;

тошнота, головокружение;

одышка, проблемы с кожей;

#### ***Побочные болезни:***

- бесплодие;
- анемия;
- мутации;
- катаракта.

## **Влияние на экологию**

Под влиянием естественных или антропогенных факторов на земле образовались основные источники радиоактивного загрязнения.

### ***За рубежом:***

- разрушенная атомная электростанция в Чернобыле (Украина);
- разрушенная атомная электростанция в Фукусиме (Япония);
- испытательный полигон в штате Вашингтон (США);
- атомная станция Селлафилд (Великобритания);
- могильник на территории (Киргизия, Майлу-Суу, Хранятся отработавшие элементы урановой добычи);
- могильник на территории (Казахстан).
- мировые АЭС. В мире действует около полутысячи блоков электростанций в 31 стране;
- 9 стран мира обладают ядерным оружием.

### ***В России***

- В 1957 году произошла самая серьезная на тот момент техногенная авария на секретном сибирском заводе «Маяк». По современным оценкам она уступает только разрушению АЭС в Чернобыле и Фукусиме. Окружающая территория превращена в заповедник с ограниченным доступом.

- Некоторые российские области затронула Чернобыльская авария: Брянская, Калужская, Тульская, Орловская, Рязанская области. Облако радиационных частиц после взрыва было подхвачено и рассеяно над северными регионами Украины, южными – Беларуси, юго-западными – России.

- На территории страны работают 37 атомных реакторов, а вооруженные силы располагают ядерным оружием.

## **Методы борьбы с загрязнением**

Последствия заражения территории невозможно ликвидировать. Земля выводится из хозяйственного оборота до момента полного восстановления в зависимости от степени заражения и радиоактивного вещества [96].

Основная задача работы с радиоактивными материалами – предотвращение утечек. Для этого используются специальные методы обработки отходов, включая их фильтрацию, изоляцию от внешней среды.

### ***Основные мероприятия на зараженной территории:***

- изоляция источников загрязнения и захоронений;
- дезактивация;
- пылеподавление;

- создание преград для утечек за пределы зоны заражения;
- санитарная обработка персонала и жителей;
- строительство саркофага.

### ***Радиационный контроль***

В России осуществляется документальный и инструментальный радиационный контроль. Законодательно определены положения, позволяющие предотвратить заражение радиоактивными веществами.

Инструментальный контроль с помощью дозиметрических замеров проводит Министерство по чрезвычайным ситуациям.

При возникновении подозрения на превышение допустимых норм, необходимо обратиться в местное отделение МЧС, запросив проведение замера радиационного фона.

## **Мероприятия по защите людей при радиационной аварии**

Радиационное воздействие на человека заключается в нарушении жизненных функций различных органов (главным образом органов кроветворения, нервной системы, желудочно-кишечного тракта) и развитии лучевой болезни под влиянием ионизирующих излучений.

Радиоактивное загрязнение вызывается воздействием альфа-, бета- и гамма-ионизирующих излучений и обуславливается выделением при аварии непрореагированных элементов и продуктов деления ядерной реакции (радиоактивный шлак, пыль, осколки ядерного продукта), а также образованием различных радиоактивных материалов и предметов (например, грунта) в результате их облучения.

### **Предупредительные мероприятия.**

Уточните наличие вблизи вашего местоположения радиационно-опасных объектов и получите, возможно, более подробную и достоверную информацию о них. Выясните в ближайшем территориальном управлении по делам ГОЧС способы и средства оповещения населения при аварии на интересующем Вас радиационно-опасном объекте и убедитесь в исправности соответствующего оборудования.

Изучите инструкции о порядке Ваших действий в случае радиационной аварии.

Создайте запасы необходимых средств, предназначенных для использования в случае аварии (герметизирующих материалов, йодных препаратов, продовольствия, воды и т.д.).

### **Действия при оповещении о радиационной аварии**

Находясь на улице, немедленно защитите органы дыхания платком (шарфом) и поспешите укрыться в помещении. Оказавшись в укрытии, снимите верхнюю одежду и обувь, поместите их в пластиковый пакет и примите душ. Закройте окна и двери. Включите телевизор и радиоприемник для получения дополнительной информации об аварии и указаний местных властей. Загерметизируйте вентиляционные отверстия, щели на окнах (дверях) и не подходите к ним без необходимости. Сделайте запас воды в герметичных емкостях. Открытые продукты заверните в полиэтиленовую пленку и поместите в холодильник (шкаф).

Для защиты органов дыхания используйте респиратор, ватно-марлевую повязку или подручные изделия из ткани, смоченные водой для повышения их фильтрующих свойств.

При получении указаний через СМИ проведите йодную профилактику, принимая в течение 7 дней по одной таблетке (0,125 г) йодистого калия, а для детей до 2-х лет –  $\frac{1}{4}$  часть таблетки (0,04 г). При отсутствии йодистого калия используйте йодистый раствор: три-пять капель 5% раствора йода на стакан воды, детям до 2-х лет – одну-две капли.

### **Действия на радиоактивно загрязненной местности**

Для предупреждения или ослабления воздействия на организм радиоактивных веществ:

- выходите из помещения только в случае необходимости и на короткое время, используя при этом респиратор, плащ, резиновые сапоги и перчатки;
  - на открытой местности не раздевайтесь, не садитесь на землю и не курите, исключите купание в открытых водоемах и сбор лесных ягод, грибов;
  - территорию возле дома периодически увлажняйте, а в помещении ежедневно проводите тщательную влажную уборку с применением моющих средств;
  - перед входом в помещение вымойте обувь, вытряхните и почистите влажной щеткой верхнюю одежду;
  - воду употребляйте только из проверенных источников, а продукты питания – приобретенные в магазинах;
  - тщательно мойте перед едой руки и полощите рот 0,5%-м раствором питьевой соды,
- Соблюдение этих рекомендаций поможет избежать лучевой болезни.

### **Действия при эвакуации**

Готовясь к эвакуации, приготовьте средства индивидуальной защиты, в том числе подручные (накидки, плащи из пленки, резиновые сапоги, перчатки), сложите в чемодан или рюкзак одежду и обувь по сезону, однодневный запас продуктов,

нижнее белье, документы, деньги и другие необходимые вещи. Оберните чемодан (рюкзак) полиэтиленовой пленкой.

Покидая при эвакуации квартиру, отключите все электро- и газовые приборы, вынесите в мусоросборник быстро портящиеся продукты, а на дверь прикрепите объявление «В квартире №\_\_\_ никого нет». При посадке на транспорт или формировании пешей колонны зарегистрируйтесь у представителя эвакокомиссии. Прибыв в безопасный район, примите душ и смените белье и обувь на незараженные.

### **3.5.4. Загрязнения химически опасными веществами (ХОВ)**

Химических вещества, применяемые в промышленности, сельском хозяйстве и быту увеличиваются из года в год как в номенклатуре так и в объёме. При неправильном их применении они наносят не поправимый ущерб здоровью людей и животных, загрязняют воздух, воду, почву, уничтожают растительность [81].

Химически опасные вещества находятся в твёрдом, жидком и газообразном состояниях. В большинстве случаев они являются жидкостями или газами.

Химически опасные вещества потребляют следующие отрасли промышленности:

- химическая;
- оборонная
- нефтеперерабатывающая;
- нефтехимическая;
- чёрная и цветная металлургии;
- производство минеральных удобрений;
- целлюлозно-бумажная;
- пищевая;
- мясомолочная промышленность;
- предприятия торговли (холодильники);
- жилищно-коммунальное хозяйство.

#### **Причины химических аварий заражения химически опасными веществами**

##### ***Субъективный фактор***

1. Безответственное отношение к своим трудовым обязанностям.
2. Нарушения установленных правил безопасности на предприятии.

3. Ошибки в эксплуатации оборудования или хранения и перевозке ёмкостей с опасными веществами.
4. Недочёты на этапе проектирования и строительства опасного объекта.

#### *Другие причины*

1. Природные явления, обладающие разрушительной силой (землетрясения, обвалы, ураганы).
2. Военные действия и террористические акты.

#### **Последствия химических аварий**

На зараженной территории химические вещества могут находиться в капельножидком, парообразном, аэрозольном, газообразном состоянии. Парообразные и газообразные вещества формируют зараженное облако. Если в облаке плотность вещества большая, оно будет стелиться вблизи поверхности земли, если плотность мала - быстро рассеивается в атмосфере.

Все опасные химические вещества делят на быстро- и медленнодействующие. При поражении быстродействующими веществами картина отравления развивается практически немедленно, а медленнодействующими – латентный период составляет несколько часов.

Важнейшей характеристикой химически опасного вещества является токсичность, которая представляет собой степень ядовитости и характеризуется допустимой концентрацией и токсической дозой.

Основные последствия химического заражения:

1. Химическое воздействие на людей, которое проявляется в удушье, ожогах и отравлениях.
2. Загрязнение воздуха, земли, воды.
3. Пожары, которые могут сопровождаться взрывами.
4. Генетические аномалии и экологические бедствия, такие как обеднение почвы и вымирание насекомых, растительности.

#### **Действие химических веществ на организм человека**

Для проведения мероприятий по защите от сильнодействующих ядовитых веществ и ликвидации последствий их воздействия необходимо знать их физические и токсические свойства.

Наиболее опасные и часто применяемые в промышленности химически опасные вещества:

- хлор – ядовитый газ, почти в 2,5 раза тяжелее воздуха, часто применяется в чистом виде или в соединении с другими компонентами. При температуре около 20°C хлор находится в газообразном состоянии в виде зеленовато-желтого газа с резким неприятным запахом. Он вступает в реакцию со всеми живыми организмами,

разрушая их. Жидкий хлор – подвижная маслянистая жидкость, которая при нормальной температуре и давлении имеет темно-зеленовато-желтую окраску с оранжевым оттенком. При температуре  $-102^{\circ}\text{C}$  и ниже хлор твердеет и принимает форму мелких кристаллов темно-оранжевого цвета. Жидкий хлор плохо растворяется в воде, и хлорирование воды на обеззараживающих сооружениях водоканала производится только газообразным хлором;

- аммиак – бесцветный газ с резким удушливым запахом нашатырного спирта. Смесь паров аммиака с воздухом при объемном содержании от 15 до 28% (107-200 мг/л) является взрывоопасной. При давлении 760 мм рт. ст. температура кипения составляет  $-33,3^{\circ}\text{C}$ , а затвердевания  $-77,9^{\circ}\text{C}$ , воспламенения -  $630^{\circ}\text{C}$ . Аммиак относится к веществам удушающего, нейротропного действия. Действует на образование и передачу нервного импульса. Пары аммиака легче воздуха. Растворимость в воде больше, чем у остальных газов, перевозится в сжиженном состоянии в танках под давлением 28 атм. Аммиак вызывает поражение организма, особенно дыхательных путей. Признаки его действия: насморк, кашель, затрудненное дыхание, резь в глазах, слезотечение. При соприкосновении жидкого аммиака с кожей возникает отморожение, возможны ожоги 2-й степени;

- синильная кислота. (HCN) и ее соли (цианиды) Широко используется при получении пластмасс и искусственных волокон, в гальванопластике, при извлечении золота из золотоносных руд. При нормальных условиях синильная кислота бесцветная, прозрачная, летучая, легковоспламеняющаяся жидкость с запахом горького миндаля. Плавится при температуре  $-14^{\circ}\text{C}$ , кипит при  $25,6^{\circ}\text{C}$ . Синильная кислота – один из сильнейших ядов, приводящих к параличу нервной системы. Она проникает в организм через желудочно-кишечный тракт, кровь, органы дыхания, а при большой концентрации ее паров – через кожу. Она плохо адсорбируется активированным углем, т.е. надо применять промышленные противогазы, имеющие специальные химические поглотители. Она во всех проявлениях смешивается с водой и растворителями.

- сернистый ангидрид. (двуокись серы, сернистый газ. Бесцветный газ с резким запахом, при нормальном давлении переходит в жидкое состояние при температуре  $-75^{\circ}\text{C}$ , в 2,2 раза тяжелее воздуха. Хорошо растворяется в воде, образуя сернистую кислоту. Используется при получении серной кислоты и ее солей, в бумажном и текстильном производстве, при консервировании фруктов, для дезинфекции помещений. Жидкий сернистый ангидрид применяется как хладагент или растворитель. Даже малая концентрация его создает неприятный вкус во рту и раздражает кожу, вызывает кашель, боль в глазах, жжение, слезотечение, возможны ожоги. В зависимости от концентрации сернистого ангидрида используются

промышленные противогазы или изолирующие противогазы (если концентрация его неизвестна).

- гептил. Это дымящаяся на воздухе жидкость с неприятным запахом. Плавится при  $+1,5^{\circ}\text{C}$ . Растворяется в воде, спиртах, аминах, не растворяется в углеводородах. Гигроскопичен, образует взрывоопасные смеси с воздухом, при контакте с асбестом, углем, железом способен к самовоспламенению. Тяжелее воздуха. Разлагается в присутствии катализатора или при нагреве выше  $300^{\circ}\text{C}$ . Относится к чрезвычайно опасным веществам. Применяется наиболее часто как горючий компонент ракетного топлива. При разливе проникает глубоко в почву и сохраняется без изменений до 20 лет. Проникает в организм через кожу, слизистые или ингаляционным путем. Вызывает временную слепоту (до недели), ожог на коже, при всасывании в кровь приводит к нарушениям в центральной нервной и сердечно-сосудистой системах, крови.

- Азотная кислота. Плотность  $1,502\text{ г/см}^3$ . Ее пары в 2,2 раза тяжелее воздуха. Смешивается с водой во всех отношениях с выделением тепла. Весьма гигроскопична, сильно «дымит» на воздухе, действует на все металлы, кроме «благородных» и алюминия. Органические материалы воспламеняет, выделяя при этом окислы азота, обладающие высокими поражающими свойствами. Отравления протекают в острой и хронической формах. Азотная промышленность обеспечивает выпуск более 50 видов продукции сельского хозяйства (аммиак, минеральные удобрения, капролактамы).

## Мероприятия по защите людей при химической аварии

*Химическая авария* – это нарушение технологических процессов на производстве, повреждение трубопроводов, емкостей, хранилищ, транспортных средств, приводящее к выбросу аварийных химически опасных веществ (АХОВ) в атмосферу в количествах, представляющих опасность для жизни и здоровья людей, функционирования биосферы.

Крупными запасами АХОВ, главным образом хлора, аммиака, фосгена, синильной кислоты, сернистого ангидрида и других веществ, располагают химические, целлюлозно-бумажные и перерабатывающие комбинаты, заводы минеральных удобрений, черной и цветной металлургии, а также хладокомбинаты, пивзаводы, кондитерские фабрики, овощебазы и водопроводные станции.

Опасность химической аварии для людей и животных заключается в нарушении нормальной жизнедеятельности организма и возможности отдаленных генетических последствий, а при определенных обстоятельствах – в летальном

исходе при попадании АХОВ в организм через органы дыхания, кожу, слизистые оболочки, раны и вместе с пищей.

### **Предупредительные мероприятия.**

Уточните, находится ли вблизи места Вашего проживания или работы химически опасный объект. Если да, то ознакомьтесь со свойствами, отличительными признаками и потенциальной опасностью АХОВ, имеющих на данном объекте. Запомните характерные особенности сигнала оповещения населения об аварии «Внимание всем!» (вой сирен и прерывистые гудки предприятий), порядок действий при его получении, правила герметизации помещения, защиты продовольствия и воды. Изготовьте и храните в доступном месте ватно-марлевые повязки для себя и членов семьи, а также памятку по действиям населения при аварии на химически опасном объекте. При возможности приобретите противогазы с коробками, защищающими от соответствующих видов АХОВ.

### **Действия при химической аварии.**

При сигнале «Внимание всем!» включите радиоприемник и телевизор для получения достоверной информации об аварии и рекомендуемых действиях. Закройте окна, отключите электробытовые приборы и газ. Наденьте резиновые сапоги, плащ, возьмите документы, необходимые теплые вещи, 3-х суточный запас непортящихся продуктов, оповестите соседей и быстро, но без паники выходите из зоны возможного заражения перпендикулярно направлению ветра, на расстояние не менее 1,5 км от предыдущего места пребывания. Для защиты органов дыхания используйте противогаз, а при его отсутствии – ватно-марлевую повязку или подручные изделия из ткани, смоченные в воде, 2-5%-ном растворе пищевой соды (для защиты от хлора), 2%-ном растворе лимонной или уксусной кислоты (для защиты от аммиака).

При невозможности покинуть зону заражения плотно закройте двери, окна, вентиляционные отверстия и дымоходы. Имеющиеся в них щели заклейте бумагой или скотчем. Не укрывайтесь на первых этажах зданий, в подвалах и полуподвалах.

При авариях на железнодорожных и автомобильных магистралях, связанных с транспортировкой АХОВ, опасная зона устанавливается в радиусе 200 м от места аварии. Приближаться к этой зоне и входить в нее категорически запрещено.

### **Действия после химической аварии**

При подозрении на поражение АХОВ исключите любые физические нагрузки, примите обильное питье (молоко, чай) и немедленно обратитесь к врачу. Вход в здания разрешается только после контрольной проверки содержания в них АХОВ. Если Вы попали под непосредственное воздействие АХОВ, то при первой возможности примите душ. Зараженную одежду постирайте, а при невозможности стирки – выбросите. Проведите тщательную влажную уборку помещения.

Воздержитесь от употребления водопроводной (колодезной) воды, фруктов и овощей из огорода, мяса скота и птицы, забитых после аварии, до официального заключения об их безопасности.

### **3.5.5. Крупные ЧС на промышленных предприятиях и гражданских объектах в СССР и современной России [99]**

Рассмотрим наиболее катастрофические ситуации, которые произошли на территории СССР и современной России.

• **25 марта 2018 г.** Крупный пожар в четырехэтажном торговом центре "Зимняя вишня" в Кемерово. Очаг возгорания находился на верхнем этаже, где расположено несколько кинозалов и детские игровые зоны с аттракционами. В результате пожара погибли 56 человек.

• **13 сентября 2013 г.** В мужском отделении психоневрологического интерната "Оксочи" в Маловишерском районе Новгородской области произошел пожар, который полностью уничтожил здание. В результате пожара погибли 37 человек, спаслись 23 человека.

• **26 апреля 2013 г.** в поселке Раменский Дмитровского района Московской области произошел пожар в психиатрической больнице. Площадь возгорания составила 420 квадратных метров, однако первые пожарные расчеты прибыли на место лишь спустя час — в 03.06 из-за того, что не работала переправа. Погибли 38 человек, троим, удалось спастись.

• **5 декабря 2009 года** в Перми в ночном клубе-кафе "Хромая лошадь" произошел сильный пожар. При общей площади заведения 500 квадратных метров площадь пожара составила 400 квадратных метров. Сразу погибли 102 человека, пострадало более 140. Позже скончалось ещё 156 человек. Причиной пожара стало неосторожное обращение с пиротехникой и нарушение правил пожарной безопасности.

• **4 ноября 2007 года** вспыхнул пожар в доме престарелых в поселке Велье-Никольское в 30 километрах юго-западнее Тулы. На месте происшествия было обнаружено 32 тела погибших, эвакуированы 247 человек.

**В ночь на 20 марта 2007 года** возник пожар в двухэтажном кирпичном здании дома престарелых в станице Камышеватская Ейского района Краснодарского края. Из-за удаленности от места ЧП пожарные добирались туда почти час. В огне погибли 62 человека, 30 были госпитализированы, один пострадавший скончался в больнице. Причиной возгорания стала неосторожность при курении.

• **В ночь на 24 ноября 2003 года** произошел сильный пожар в здании общежития Российского университета дружбы народов (РУДН) на улице Миклухо-Маклая в Москве. Общая площадь возгорания превысила тысячу квадратных метров. В результате пожара погибли 44 человека, пострадали — 156. Среди погибших и пострадавших — студенты из 39 стран мира.

• **В ночь на 10 апреля 2003 года** в Махачкале (Дагестан) во время пожара в республиканской специализированной школе-интернате погибли 28 глухонемых детей. Двое из пострадавших позже скончались. Из горящего здания удалось вывести 138 детей.

• **10 февраля 1999 года** пожар произошел в здании самарского УВД. В связи с тем, что здание было старой постройки и перекрытия были деревянные, огонь распространялся с огромной скоростью. Борьба с пожаром длилась более суток. Спаслись более 200 человек. В результате трагедии погибли 57 человек, пострадали 336 человек. Огонь полностью уничтожил здание УВД.

• **4 июня 1989 года** под Уфой два встречных пассажирских поезда "Адлер-Новосибирск" и "Новосибирск-Адлер" загорелись из-за скопления газа из протекшего газопровода "Западная Сибирь — Урал — Поволжье", расположенного в 900 метрах от железной дороги. Трагедия произошла на 1710 километре Транссибирской магистрали на территории Иглинского района Башкирии. Взрыв произошел в момент, когда в газовое облако въехали сразу два поезда. Фронт взметнувшегося пламени составил около 1,5-2 километров, пожар охватил 250 гектаров. Взрыв разрушил 37 вагонов и оба электровоза, семь вагонов сгорели полностью, 26 выгорели изнутри, 11 были оторваны от состава и сброшены с путей взрывной волной. в результате число жертв трагедии возросло до 575 человек.

• **25 февраля 1977 года** произошел сильный пожар в здании московской гостиницы "Россия". Площадь пожара составила около трех тысяч метров, огонь охватил верхние этажи северного корпуса, отрезав от выхода не менее 250-ти посетителей VIP-зала на 17-м и ресторана на 22-м этажах. Эвакуация людей была осложнена недостаточной длиной раздвижных лестниц, не дотягивавшихся выше седьмого-восьмого этажей. Всего, по официальным данным, 42 человека погибли, в том числе пять сотрудников гостиницы. Были эвакуированы более 1000 человек. Выгорело порядка сотни гостиничных номеров с 4-го по 17-й этажи общей площадью три тысячи квадратных метров. Согласно официальной версии происшедшего, причиной пожара послужил не отключенный от электрической сети паяльник в помещении радиоузла ("службы слабых токов") на пятом этаже.

• **25 мая 1968 года** в Кирове на стадионе "Трудовые резервы" произошел крупный взрыв и начался сильный пожар. Под трибунами взорвалась пиротехника,

заготовленная для театрального праздничного шоу. В результате трагедии погибли 39 человек, 111 человек получили ранения и были госпитализированы.

**25 января 2021 г.** вечером в Уфе произошел пожар на территории завода ПАО "Уфаоргсинтез". На открытой площадке горели две емкости с нефтепродуктами. При пожаре высота горения факела на выходном трубопроводе достигала пяти метров. Пожар был ликвидирован утром 26 января. В результате пожара один человек погиб, еще один пострадал, он отравился продуктами горения.

**27 января 2021 г.** в Перми произошел пожар на пороховом заводе. По информации предприятия, загорелись производственные отходы во время их погрузки в машину, огонь перекинулся на помещение, в результате воспламенилась хранившаяся на складе спецпродукция. В результате пожара пострадали четверо мужчин, трое из них были доставлены в ожоговый центр, один от госпитализации отказался и был направлен на амбулаторное лечение с небольшим ожогом.

**20 февраля 2021 г.** в Красноярском крае в цехе перегрузки руды на Норильской обогатительной фабрике обрушились пешеходная галерея и крыша. Площадь обрушения составила одну тысячу квадратных метров. Под завалом оказались восемь человек, три человека погибли.

**5 марта 2021 г.** в городе Златоуст Челябинской области на небольшом литейном производстве произошел взрыв газового оборудования. В результате инцидента один человек погиб, еще четверо получили травмы.

**30 марта 2021 г.** на Ленинградском судостроительном заводе "Пелла" опрокинулся строящийся рыболовецкий траулер "Скорпион". Когда начался крен, рабочие покинули траулер – на борту находилось 80 человек. В результате ЧП два человека погибли, еще двое были госпитализированы с переломами ребер.

**12 апреля 2021 г.** в Санкт-Петербурге произошел пожар в здании "Невской мануфактуры" 1861 года постройки. Огонь охватил все шесть этажей производственного здания. Обрушились кровля и внутренние перегородки, всего площадь пожара составила около 25 тысяч квадратных метров. Пожар был локализован на площади 10 тысяч квадратных метров. При тушении погиб один пожарный, еще трое пострадали. Пожар полностью потушили только 16 апреля.

**7 мая 2021 г.** в подмосковных Мытищах произошел пожар в двухэтажном здании сварочного цеха. Площадь возгорания составила 225 квадратных метров. В результате пожара погибли пять человек.

**15 июня 2021 г.** в Кузбассе загорелась обогатительная фабрика "Березовская". Пожар был локализован на площади две тысячи квадратных метров. Были выведены 39 человек, один человек погиб – до выхода во время ЧП не успела добраться крановщица.

**29 июля 2021 г.** на Каменском химическом комбинате в Ростовской области в цехе формования произошло воспламенение изделий. Пожар был локализован и потушен. В результате случившегося было госпитализировано семь человек. Позже все они скончались.

**22 октября 2021 г.** в Шиловском районе Рязанской области на заводе "Эластик" произошли взрыв и пожар в пороховом цеху, принадлежащем компании, занимающейся производством и хранением взрывчатки, и утилизацией боеприпасов. При взрыве погибли 17 человек.

**28 октября 2021 г.** в Череповце Вологодской области на заводе "Апатит" в цехе по производству минеральных удобрений произошел локальный выброс газообразного аммиака. В результате ЧП пострадали трое рабочих.

**27 ноября 2021 г.** в Дзержинске Нижегородской области на заводе имени Я.М. Свердлова в двухэтажном производственном кирпичном здании цеха, где производят взрывчатое вещество октоген, произошли четыре взрыва с последующим обрушением и пожаром. Площадь возгорания составила 55 квадратных метров. По информации регионального Минздрава, пострадали два человека.

**27 ноября 2021 г.** в Дзержинске Нижегородской области на заводе имени Я.М. Свердлова в двухэтажном производственном кирпичном здании цеха, где производят взрывчатое вещество октоген, произошли четыре взрыва с последующим обрушением и пожаром. Площадь возгорания составила 55 квадратных метров. По информации регионального Минздрава, пострадали два человека.

**17 декабря 2021 г.** на заводе "Северная верфь" в Санкт-Петербурге загорелось строящееся военное судно. По информации представителя экстренных служб, пожар произошел на верхней палубе строящегося корвета "Проворный". Сообщалось о трех пострадавших, в том числе двух сотрудниках МЧС. Как уточнили на "Северной верфи", повреждения получила надстройка судна, общая площадь пожара составила 400 квадратных метров. Пожар был ликвидирован в 23.00 18 декабря. С огнем боролись 168 человек и 42 единицы техники.

**4 января 2022 г.** в Зеленокумске на Ставрополье на коммерческом предприятии по выпуску силикатного кирпича во время выполнения производственных работ произошла разгерметизация находящейся под давлением емкости с горячей водой. В результате ЧП два человека погибли, один пострадавший был госпитализирован.

**17 января 2022 г.** на Уфимском мотостроительном производственном объединении (УМПО) при проведении работ по промывке авиационных деталей в бензопромывочном отделении цеха предприятия произошло воспламенение парогазовоздушной смеси. В результате инцидента две работницы 30 и 46 лет

получили ожоги от 80 до 90% поверхности тела и были госпитализированы в тяжелом состоянии. Спустя несколько дней они скончались в больнице.

**26 января 2022 г.** в Липецке на территории Новолипецкого металлургического комбината (НЛМК) в ходе осмотра межцехового трубопровода трое рабочих отравились газом. Одного из них спасти не удалось. По информации НЛМК, работники не использовали газозащитную аппаратуру, обязательную для таких работ.

**9 марта 2022 г.** в Пензе на производственном объекте ОАО "Энергоснабжающее предприятие" произошла разгерметизация резервуара для хранения битума. В результате ЧП два человека погибли, еще восемь человек пострадали.

## Контрольные вопросы

1. Какие типы чрезвычайных ситуаций на предприятиях Вы знаете?
2. Назовите причины пожаро-взрывных чрезвычайных ситуаций на предприятиях.
3. Какие меры необходимо применять при чрезвычайных ситуациях на предприятиях.
4. Назовите причины радиоактивного загрязнения на предприятиях.
5. Назовите причины загрязнения предприятия химически опасными веществами.
6. Какие мероприятия проводят по защите людей при чрезвычайных ситуациях.
7. Какие меры применяют при ликвидации чрезвычайных ситуаций

## Литература

1. Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 № 304 "О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера"
2. Енджиевский Л.В., Терешкова А. В. История аварий и катастроф: монография /Л.В. Енджиевский, А.В. Терешкова. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2013. - 439 с.
3. Бортников Д.В., Хайруллин Р.Р. Чрезвычайные ситуации биологического характера// Инновации. Наука. Образование. - 2021. - № 31. - С. 78 – 83.
4. Чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера в период с 2010 по 2021 год: Статистический сборник /О.А. Морозова, А.С. Рыдель. - М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2022. - 228 с.
5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / А.А. Волкова [и др.]. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 215, [1] с.
6. Santosh M. Biological and chemical hazards in food and food products: prevention, прас-Технические науки - International Journal of Humanities and Natural Sciences, vol. 4-1 (79), 2023.
7. А. Микиша, М. Смирнов. Земные катастрофы, вызванные падением метеоритов// "Вестник РАН". – 1999. - том 69, № 4. - стр. 327-336.
8. Алимов Р., Дмитриев Е., Яковлев В. Космические катастрофы: надеяться на лучшее, готовиться к худшему // Гражданская защита. - 1996. - № 1. - С. 90 - 92.
9. Баринов, А. В. Опасные природные процессы: учебник/ А. В. Баринов, В. А. Седнев, А. Б. Шевчук и др. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. — 334 с.
10. Крупнейшие землетрясения за последние 20 лет. URL: <https://www.trtrussian.com/magazine/krupnejshie-zemletryaseniya-za-poslednie-20-let-11966961>(дата обращения 21.05.2023)
11. Влодавец В.И. Вулканы Земли/В.И. Влодавец. – М.: Наука, 1973. – 167 с.
12. Десять самых интересных вулканов, на которые можно подняться. URL: <https://stylefocus.net/stati/521-opasnaya-krasota-30-samykh-udivitelnykh-vulkanov-v-mire/> (дата обращения 21.05.2023)
13. Михайлов Л. А., Соломин В. П. М69. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и социального характера и защита от них. Учебник для вузов / Под ред. Л. А. Михайлова — СПб.: Питер, 2008. — 235 с.: ил. — (Серия «Учебник для вузов»).
14. Цунами меры предосторожности и советы по поведению. Камчатский филиал исследовательского центра «Единая геофизическая служба РАН»

- URL: <https://www.emsd.ru/library/tsunami-pamyatka-naseleniyu> (дата обращения 21.05.2023)
15. Самые известные цунами в истории. <https://kipmu.ru/cunami/>(дата обращения 21.05.2023)
  16. Сто великих стихий рекордов стихий. URL: [https://kartaslov.ru/книги/100\\_великих\\_рекордов\\_стихий/6/](https://kartaslov.ru/книги/100_великих_рекордов_стихий/6/) (дата обращения 21.05.2023)
  17. Самые страшные оползни в истории. URL: <https://www.ranker.com/list/worst-landslides-in-history/eric-vega> (дата обращения 21.05.2023)
  18. Сель. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Сель> (дата обращения 21.05.2023)
  19. Вадим Хромов. Селевые потоки в Армении. URL: [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Селевые\\_потоки\\_в\\_Армении](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Селевые_потоки_в_Армении) (дата обращения 21.05.2023)
  20. Власова, О. С. Опасные природные процессы: учебное пособие [Электронный ресурс]/О. С. Власова; М-во образования и науки РФ, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. – Волгоград: ВолгГАСУ, 2014. – 90 с. URL: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/>(дата обращения 21.05.2023)
  21. Обвал. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Обвал>. (дата обращения 21.05.2023)
  22. Действия при возникновении селя, оползня и обвала. Главное управление МЧС России по Краснодарскому краю. <https://23.mchs.gov.ru/rekomendacii-naseleniyu/deystviya-pri-vozniknovenii-selya-opolznua> (дата обращения 21.05.2023)
  23. В. Хромов Источник: Образование ветра URL: [https://kipmu.ru/veter/Образование\\_ветра](https://kipmu.ru/veter/Образование_ветра). (дата обращения 21.05.2023)
  24. Богачев А.Д., Рыбин Г.С., Зайцева В.А. Методы и приборы измерения скорости и направления ветра на буйковых гидрометеорологических станциях: [Обзор] / А.Д. Богачев, В.А. Зайцева, Г.С. Рыбин; Всесоюз. науч.-исслед. ин-т гидрометеорол. информации - Мировой центр данных. - Обнинск: Информ. центр ВНИИГМИ, 1977. - 40 с. (Серия "Автоматизация и машинная обработка гидрометеорологической информации").
  25. Чернокульский А. В., Курганский М. В., Мохов И. И., Шихов А. Н. Смерчи в российских регионах //Метеорология и гидрология. - 2021. - № 2. - С. 17–34.
  26. Скорость ветра в баллах по шкале Бофорта и морское волнение. URL: <https://www.kakras.ru/interesn/wind.htm> (дата обращения 21.05.2023)

27. Белобров А.П., Готский М. Справочник судоводителя морского флота/ А.П. Белобров, М. Готский. – Ленинград: Морской транспорт, 1951. – 744 с.
28. ГО И ЧС: рекомендации населению при ветре и высокой пожароопасности. URL: <https://05.mchs.gov.ru/>(дата обращения 21.05.2023)
29. Защита населения при ураганах, бурях, смерчах. МЧС России. URL: <http://www.arspas.ru/mchs/spravochnik/3/zahnasubs.php> (дата обращения 21.05.2023)
30. Правила поведения при ливневом дожде. Главное управление МЧС России по Амурской области. URL: <https://28.mchs.gov.ru/>(дата обращения 21.05.2023)
31. Основные повреждения от града: что они значат и как решить проблемы. URL: <https://muzei-moskvy.ru/osnovnye-povrezdeniya-ot-grada-cto-oni-znacat-i-kak-resit-problemy><https://muzei-moskvy.ru/osnovnye-povrezdeniya-ot-grada-cto-oni-znacat-i-kak-resit-problemy> (дата обращения 21.05.2023)
32. Список дорогостоящих или смертоносных ливней с градом. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_costly\\_or\\_deadly\\_hailstorms](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_costly_or_deadly_hailstorms) (дата обращения 21.05.2023)
33. Снегопад– природное явление. URL: <https://natureyav.ru/atmosferye-yavleniya/snegopad.html> (дата обращения 21.05.2023)
34. Самые сильные снегопады в истории. URL: <https://yandex.ru/pogoda/ru-RU/blog/snowfall> (дата обращения 21.05.2023)
35. Гололед в других странах: как дорожники защищают дороги. URL: <https://car.ru/news/automobili/206229-gololed-v-drugih-stranah-kak-dorozhniki-zaschischayut-dorogi/>(дата обращения 21.05.2023)
36. Главное управление МЧС России. Памятка по безопасному поведению в сильные морозы. URL: <http://mcaricino.ru/mchs-informiruet/pamyatka-po-bezopasnomu-povedeniyu-v-silnye-morozy>(дата обращения 21.05.2023)
37. Самые холодные места на земле. URL: <https://naked-science.ru/article/top/samyeholodnyemesta-na-zeme> (дата обращения 21.05.2023)
38. Колдомасов Л. И. Особенности засух и суховеев Западной Сибири и меры борьбы с ними [Текст] : Стенограмма лекции ... / Всесоюз. о-во по распространению полит. и науч. знаний. Новосибирское отделение - [Новосибирск] : Новосиб. обл. гос. изд-во, 1951. - 31 с
39. Краткий обзор распределения засух в различной интенсивности на территории России. URL: <https://meteoinfo.ru/novosti/20457-kratkij-obzor->

- osobennostej-raspredeleniya-zasukh-razlichnoj-intensivnosti-po-territorii-rf-zatretyu-dekadu-avgusta-2024-g (дата обращения 21.05.2023)
40. Первые итоги аномально жаркого лета 2010 года для России. URL: <https://ria.ru/20100817/266130880.html> (дата обращения 21.05.2023)
  41. Рекомендации для населения в условиях аномальной жары (по материалам ВОЗ). URL: [http://ebaikal.ru/news?record\\_id=42581](http://ebaikal.ru/news?record_id=42581)(дата обращения 21.05.2023)
  42. Меры безопасности при тумане. URL: <https://kalinin-adm.ru/news/4910>(дата обращения 21.05.2023)
  43. Туманные места на земле. URL: <https://ru.history-hub.com/tumannye-mesta-na-zemle> (дата обращения 21.05.2023)
  44. Туманы на территории России. URL: <https://geographyofrussia.com/tumany-v-rossii/> (дата обращения 21.05.2023)
  45. Тропический циклон. URL: <https://nayablone.ru/raznoe/cto-takoe-tropiceskii-soppicheskii> (дата обращения 21.05.2023)
  46. Крупнейшие тропические циклоны в мире. URL: <https://tass.ru/proisshestviya/182841>(дата обращения 21.05.2023)
  47. Крупнейшие цунами в истории человечества. URL: [https://pikabu.ru/story/samyie\\_bolshie\\_tsunami\\_v\\_istorii\\_chelovechestva\\_10647215](https://pikabu.ru/story/samyie_bolshie_tsunami_v_istorii_chelovechestva_10647215) (дата обращения 21.05.2023)
  48. Тягуны в Черном море что это значит? Источник: URL: <https://varyag-domodedovo.ru/articles/tyaguny-v-chernom-more-chto-eto-znachit.html> (дата обращения 21.05.2023)
  49. Манилюк, Л. Тягун в портах Черного моря / Л. Манилюк, Н.А. Балинец // Метеорология и гидрология .— 2005 .— №9 .— С. 120-122 .— URL: <https://rucont.ru/efd/325862> (дата обращения 21.05.2023)
  50. Ранний ледяной покров или припай URL: <https://mealblog.ru/rannii-ledyanoi-rokrov-i-pripai-vsyo-cto-nuzno-znat> (дата обращения 21.05.2023)
  51. Петров М.К. Плавание во льдах: Учебное пособие/ М.К. Петров. – М.: Из-во Морской транспорт, 1955. - 256 с.
  52. Отрыв прибрежных льдов. URL: <https://promenter.ru/fakty/cto-takoe-otryv-pribreznykh-ldov> (дата обращения 21.05.2023)
  53. Алексеев Г.М. Особые случаи морской практики: учебное пособие/ Г.М. Алексеев; Ленинградское высшее инженерное морское училище им. адмирала С.О. Макарова. –М.: Из-во Морской транспорт, 1959. – 339 с.
  54. Правила поведения людей при паводке и наводнении. МЧС по г. Севастополю. URL: <https://92.mchs.gov.ru/deyatelnost/poleznaya->

- informaciya/rekomendacii-naseleniyu/proisshestviya-prirodnogo-haraktera/pravila-povedeniya-pri-pavodke-navodnenii (дата обращения 21.05.2023)
55. Хронология крупнейших наводнений в мире с 2010 года. URL: <https://tass.ru/info/18733361>(дата обращения 21.05.2023)
56. Крупнейшие наводнения последних десятилетий в России. URL: [www.vedomosti.ru/society/galleries/2024/04/10/1030924-](http://www.vedomosti.ru/society/galleries/2024/04/10/1030924-) (дата обращения 21.05.2023)
57. Повышение уровня грунтовых вод (подтопление) URL: <https://iskonspb.ru/voda/podtoplenie-gruntovymi-vodami-priciny-i-posledstviya> (дата обращения 21.05.2023)
58. Природные пожары. URL: <https://natworld.info/nauki-o-prirode/prichiny-lesnyh-pozharov-ih-vlijanie-na-jekologiju-i-cheloveka> (дата обращения 21.05.2023)
59. Природные пожары. Главное управление МЧС по Ивановской обл. URL: <https://45.mchs.gov.ru/deyatelnost/poleznayainformaciya/rekomendacii-naseleniyu/chs-prirodnogo-haraktera/prirodnye-pozhary> (дата обращения 21.05.2023)
60. Самые крупные пожары за 10 лет за рубежом. URL: [https://nadostupnom.ru/pozhary\\_za\\_10\\_let/](https://nadostupnom.ru/pozhary_za_10_let/) (дата обращения 21.05.2023)
61. Крупнейшие лесные пожары в СССР и в России. URL: <https://ria.ru/20180326/1517259102.html> (дата обращения 21.05.2023)
62. Чрезвычайные ситуации на автомобильном транспорте. URL: [https://studopedia.ru/9\\_214365\\_chrezvichaynie-situatsii-na-avtomobilnom-transporte.html](https://studopedia.ru/9_214365_chrezvichaynie-situatsii-na-avtomobilnom-transporte.html) (дата обращения 21.05.2023)
63. Самые масштабные ДТП в мире. URL: <https://esquire.kz/samye-masshtabnye-dtp-v-mire/> (дата обращения 21.05.2023)
64. Статистика ДТП в России. URL: <https://journal.tinkoff.ru/stat-dtp/>(дата обращения 21.05.2023)