

**Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан
Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина**

Шаяхметов А.Т., Тутинбаев А.К., Кизаков С.Б., Игімбай Қ.Н.

ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Учебное пособие

Кокшетау, 2026

УДК 614.8.084

Составители:

Шаяхметов А.Т.	доцент кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях
Тутинбаев А.К.	преподаватель кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях
Кизаков С.Б.	преподаватель кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях
Игімбай Қ.Н.	преподаватель кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях

Опасные факторы чрезвычайных ситуаций: учебное пособие / А.Т. Шаяхметов, А.К. Тутинбаев, С.Б. Кизаков, Қ.Н. Игімбай. – Кокшетау: АГЗ, 2026. – 170 с.

Рецензенты:

Габбас Е.С.	начальник управления государственного пожарного контроля Департамента по чрезвычайным ситуациям, полковник гражданской защиты
Абдрахманов А.А.	начальник кафедры гражданской обороны и военной подготовки Академии гражданской защиты имени М. Габдуллина, кандидат военных наук, подполковник
Кизаков С.Б.	преподаватель кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях
Игімбай Қ.Н.	преподаватель кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях

Учебное пособие «Опасные факторы чрезвычайных ситуаций» предназначено для изучения природы, классификации и механизмов воздействия опасных факторов природного, техногенного и биолого-социального характера, возникающих при чрезвычайных ситуациях.

Рекомендуется для курсантов, слушателей системы повышения квалификации, специалистов органов гражданской защиты, а также преподавателей и сотрудников спасательных подразделений.

Учебное пособие обсуждено и одобрено на заседании учебно-методического совета Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина от «07» марта 2026 г. (протокол № 7)

©Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина, 2026

Содержание

Основные понятия и определения	5
ВВЕДЕНИЕ	10
1. Основные понятия и определения в области чрезвычайных ситуаций	12
1.1. Общие сведения о чрезвычайных ситуациях, их классификация	12
1.2. Документы государственного учета ЧС природного и техногенного характера	18
1.3. Ведение государственного учета ЧС природного и техногенного характера	19
2. Чрезвычайные ситуации геологического, геофизического характера	22
2.1. Чрезвычайные ситуации геологического характера	22
2.1.1. Оползни	22
2.1.2. Сели	29
2.1.3. Прогнозирование водного питания селевого потока при прорыве моренного озера	35
2.2. Чрезвычайные ситуации геофизического характера	37
2.2.1. Землетрясения	37
2.2.2. Методика оценки обстановки и степени разрушения малоэтажных зданий при землетрясении	45
3. Чрезвычайные ситуации гидрологического, метеорологического характера	48
3.1. Чрезвычайные ситуации гидрологического характера	48
3.1.1. Наводнения	48
3.1.2. Прогнозирование высоты паводковой волны	60
3.2. Чрезвычайные ситуации метеорологического характера	63
3.2.1. Сильный ветер	64
3.2.2. Ураганы и бури	66
3.2.3. Гололед и гололедные явления	71
3.2.4. Экстремальные температуры воздуха	73
3.2.5. Расчет ветровой нагрузки, оценка последствий ураганов	77
4. Природные пожары	83
4.1. Прогнозирование скорости распространения природного пожара	88
5. Чрезвычайные ситуации биологического характера	92
5.1. Эпидемия	93
5.2. Прогнозирование санитарных потерь среди населения в очагах инфекционных заболеваний	97
5.3. Эпизоотия	99
5.4. Эпифитотия	103
6. Чрезвычайные ситуации на транспорте	108
6.1. Аварии на автомобильном транспорте	109
6.2. Железнодорожные аварии	114
6.3. Аварии и катастрофы на воздушном транспорте	116
6.4. Аварии на водном транспорте	120
7. Чрезвычайные ситуации на радиационно-опасных объектах	124
7.1. Прогнозирование возможных доз облучения	129
8. Чрезвычайные ситуации на химически-опасных объектах	133
8.1. Расчет зоны химического заражения	138
9. Чрезвычайные ситуации на промышленно-опасных объектах	146
9.1. Прогнозирование последствий аварии на промышленном объекте	152

10. Чрезвычайные ситуации на коммунальных системах жизнеобеспечения	158
10.1. Классификация аварии на водопроводно-канализационных системах	160
10.2. Классификация аварии на системах электроснабжения	161
10.3. Классификация аварии на системах теплоснабжения	162
10.4. Классификация аварии на системах газоснабжения	163
10.5. Причины аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения	165
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	167
Перечень использованной литературы	168

Основные понятия и определения

В настоящем учебном пособии используются следующие основные понятия и определения:

1. авария - разрушение зданий, сооружений и (или) технических устройств, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ;

2. биологическая безопасность - состояние защищенности людей и отдельных компонентов природной среды (атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, земной поверхности и почвенного слоя, растительного и животного мира и иных организмов (далее - отдельные компоненты природной среды) от опасных биологических факторов, в том числе обеспечиваемое мерами биологической защиты;

3. б) биологическая защита - комплекс мер по обеспечению биологической безопасности, реализуемый посредством физической защиты от неправомерного использования патогенных биологических агентов (совокупность организационных мероприятий, инженерно-технических средств и действий по их охране), контроля, учета и обеспечения безопасного обращения с патогенными биологическими агентами, принятия мер по предотвращению их утери, хищения, несанкционированного доступа к ним или обращения с ними, а также актов терроризма и (или) диверсий с использованием патогенных биологических агентов и (или) в отношении потенциально опасных биологических объектов;

4. водохозяйственные сооружения - искусственно созданные гидротехнические сооружения и устройства с целью регулирования использования и охраны водных ресурсов, водоснабжения, водоотведения и устранения вредного воздействия вод;

5. визуальный осмотр - комиссионный осмотр территории пляжа и акватории с целью определения соответствия места массового отдыха, туризма и спорта на водных объектах и водохозяйственных сооружениях требованиям Правил;

6. гражданская оборона - составная часть государственной системы гражданской защиты, предназначенная для реализации общегосударственного комплекса мероприятий, проводимых в мирное и военное время, по защите населения и территории Республики Казахстан от воздействия поражающих (разрушающих) факторов современных средств поражения, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

7. гражданская защита - общегосударственный комплекс мероприятий, проводимых в мирное и военное время, направленных на предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий, организацию и ведение гражданской обороны, оказание экстренной медицинской и психологической помощи населению, находящемуся в зоне чрезвычайной ситуации, включающий в себя

мероприятия по обеспечению пожарной и промышленной безопасности, формированию, хранению и использованию государственного материального резерва;

8. геологическое опасное явление - событие геологического происхождения или результат деятельности геологических процессов, возникающих в земной коре под действием различных природных или геодинамических факторов или их сочетаний, оказывающих или могущих оказать поражающие воздействия на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду;

9. геофизическое явление - событие геофизического происхождения или результат процессов в литосфере, гидросфере, атмосфере Земли, возникающих под действием различных геофизических факторов или их сочетаний, оказывающих или могущих оказать поражающие воздействия на население, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду;

10. государственная система гражданской защиты - совокупность органов управления, сил и средств гражданской защиты, предназначенных для реализации общегосударственного комплекса мероприятий по защите населения, объектов и территории Республики Казахстан от опасностей, возникающих при чрезвычайных ситуациях и военных конфликтах или вследствие этих конфликтов;

11. дренаж - способ регулирования водного режима территории с помощью подземных искусственных водотоков-дрен или дренажных скважин;

12. затопление - образование свободной поверхности воды на участке территории в результате повышения уровня водотока, водоема или подземных вод;

13. зона чрезвычайной ситуации - территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация;

14. инженерная защита - комплекс инженерных сооружений, инженерно-технических, организационно-хозяйственных и социально-правовых мероприятий, обеспечивающих защиту объектов народного хозяйства и территории от затопления и подтопления, берегообрушения и оползневых процессов;

15. объект жизнеобеспечения - организации здравоохранения, телекоммуникаций, связи, газоснабжения, энергоснабжения, теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения, при прекращении (приостановке) эксплуатации зданий, сооружений, технологических установок и агрегатов которых нарушается деятельность социальной и инженерной инфраструктур населенных пунктов и территорий;

16. обеспечение безопасности дорожного движения - деятельность, направленная на предотвращение дорожно-транспортных происшествий, негативных воздействий дорожного движения на экологическую обстановку, здоровье населения, снижение тяжести их последствий, а также на устранение таких последствий;

17. опасные технические устройства:

технические устройства, работающие под давлением более 0,07 мега Паскаля или при температуре нагрева воды более 115 градусов Цельсия, грузоподъемные механизмы, эскалаторы, фуникулеры, лифты, траволаторы, подъемники для лиц с ограниченными возможностями (лиц с инвалидностью), а также установки для бурения и ремонта скважин с глубиной бурения более двухсот метров, шахтные подъемные установки и подъемные машины, передвижные склады взрывчатых веществ и изделий на их основе, смесительно-зарядные и доставочно-зарядные машины, мобильные и стационарные установки для изготовления взрывчатых веществ и изделий на их основе, эксплуатируемые на опасных производственных объектах, государственный контроль и надзор за которыми осуществляются уполномоченным органом в области промышленной безопасности;

паровые и водогрейные котлы, работающие под давлением более 0,07 мега Паскаля и (или) при температуре нагрева воды более 115 градусов Цельсия (организации теплоснабжения), сосуды, работающие под давлением более 0,07 мега Паскаля, грузоподъемные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулеры, лифты, траволаторы, подъемники для лиц с ограниченными возможностями (лиц с инвалидностью) на объектах социальной инфраструктуры, государственный контроль и надзор за которыми осуществляются местными исполнительными органами;

18. опасное явление - событие биологического, геологического, геофизического, гидравлического, метеорологического происхождения или состояние элементов природной среды, которое по интенсивности, масштабу распространения и продолжительности может оказать негативное воздействие на жизнедеятельность людей, объекты хозяйствования и окружающую природную среду;

19. первая помощь - это комплекс срочных базовых мероприятий для спасения жизни человека, предупреждения осложнений при экстренных состояниях, а также в целях снижения угрозы для здоровья и жизни пострадавшего лица при неотложном состоянии, проводимых на месте происшествия самим пострадавшим (самопомощь) или другим лицом, находящимся поблизости (взаимопомощь), до прибытия медицинских работников;

20. подтопление - повышение уровня подземных вод и увлажнение грунтов зоны аэрации, приводящие к нарушению хозяйственной деятельности на данной территории, изменению физических и физико-химических свойств подземных вод, преобразованию почвогрунтов, видового состава, структуры и продуктивности растительного покрова, трансформации мест обитания животных;

21. радиационная авария - нарушение пределов безопасной эксплуатации объекта использования атомной энергии, при котором произошел выход радиоактивных продуктов и (или) ионизирующего излучения за предусмотренные проектом нормальной эксплуатации границы, которые могли

привести или привели к облучению людей или радиоактивному загрязнению окружающей среды выше установленных норм;

22. радиационная безопасность - состояние свойств и характеристик объекта использования атомной энергии, обеспеченное комплексом мероприятий, ограничивающих радиационное воздействие на персонал, население и окружающую среду, в соответствии с нормами, установленными законодательством Республики Казахстан;

23. радиационная защита - совокупность радиационно-гигиенических, проектно-конструкторских, технических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение радиационной безопасности;

24. радиационный контроль - получение информации о радиационной обстановке на объекте, в окружающей среде и об уровнях облучения людей, в соответствии с требованиями нормативных правовых актов в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения (включает в себя дозиметрический и радиометрический контроль);

25. стихийное бедствие - разрушительное природное явление или процесс значительного масштаба, в результате которого может возникнуть или возникла угроза жизни и здоровью людей, произойти разрушение или уничтожение материальных ценностей и компонентов окружающей природной среды;

26. сети водоотведения - система трубопроводов, коллекторов, каналов и сооружений на них, предназначенная для водоотведения;

27. сети водоснабжения - система трубопроводов и сооружений на них, предназначенных для водоснабжения;

28. техническое состояние - совокупность подверженных изменению в процессе эксплуатации параметров водохозяйственного сооружения, характеризующаяся в определенный момент времени признаками, установленными наблюдениями (видами технического состояния являются исправность и неисправность водохозяйственного сооружения);

29. техническое обслуживание - комплекс операций по поддержанию водохозяйственных сооружений в исправном состоянии при использовании их по назначению;

30. теплоснабжение - обеспечение потребителей тепловой энергией, теплоносителем, в том числе поддержание тепловой мощности;

31. чрезвычайная ситуация - обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, пожара, вредного воздействия опасных производственных факторов, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, вред здоровью людей или окружающей среде, значительный материальный ущерб и нарушение условий жизнедеятельности людей;

32. чрезвычайные ситуации природного характера - чрезвычайные ситуации, сложившиеся в результате опасных природных явлений (геофизического, геологического, метеорологического,

агрометеорологического, гидрогеологического опасного явления), природных пожаров, эпидемий, поражения сельскохозяйственных растений и лесов болезнями и вредителями;

33. чрезвычайные ситуации техногенного характера - чрезвычайные ситуации, вызванные вредным воздействием опасных производственных факторов, транспортными и другими авариями, пожарами (взрывами), авариями с выбросами (угрозой выброса) сильнодействующих ядовитых, радиоактивных и биологически опасных веществ, внезапным обрушением зданий и сооружений, прорывами плотин, авариями на электроэнергетических и коммуникационных системах жизнеобеспечения, очистных сооружениях;

34. химическое вещество - элемент или соединение, существующее в природе или полученное в результате технологических операций;

35. химическая продукция - продукция, прошедшая технологические стадии выделения из природных ресурсов и (или) преобразования сырья с использованием химических реакций и годная к использованию для удовлетворения потребностей человека или для производства в том виде, в котором она выпущена предприятием-изготовителем;

36. эвакуационные мероприятия - рассредоточение работников организаций, отнесенных к категориям по гражданской обороне, эвакуация населения и материальных средств из городов и зон чрезвычайной ситуации в мирное и военное время.

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие общества сопровождается усложнением производственных технологий, ростом урбанизации, увеличением плотности населения и усилением антропогенной нагрузки на окружающую среду. Эти процессы объективно повышают вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также масштаб их возможных последствий. В данных условиях особую актуальность приобретает системное изучение опасных факторов чрезвычайных ситуаций, механизмов их формирования, динамики развития и характера воздействия на человека, объекты экономики и окружающую среду.

Учебное пособие «Опасные факторы чрезвычайных ситуаций» разработано для бакалавров образовательных программ в области пожарной безопасности, пожаротушения и аварийно-спасательного дела, защиты в чрезвычайных ситуациях и командно-тактической подготовки сил гражданской обороны.

Его содержание ориентировано на формирование у обучающихся комплексного представления о природе чрезвычайных ситуаций, их классификации, стадиях развития и поражающих факторах.

В пособии раскрываются:

нормативно-правовые основы классификации и учета чрезвычайных ситуаций;

особенности чрезвычайных ситуаций геологического, геофизического, гидрологического и метеорологического характера;

специфика природных пожаров, биологических угроз и транспортных аварий;

опасности, связанные с радиационно- и химически-опасными объектами;

чрезвычайные ситуации на промышленных и коммунальных системах жизнеобеспечения;

методические подходы к прогнозированию последствий и оценке масштабов поражения.

Особое внимание уделяется анализу поражающих факторов (ударная волна, ионизирующее излучение, сильнодействующие ядовитые вещества, аэрогидродинамическое и температурное воздействие, биологическое заражение, психоэмоциональные нагрузки), а также стадиям развития чрезвычайных ситуаций — от зарождения до локализации и ликвидации.

Материал изложен с учетом действующего законодательства Республики Казахстан в области гражданской защиты и ориентирован на практическое применение при организации предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Пособие предназначено для курсантов, слушателей системы повышения квалификации, специалистов органов гражданской защиты, преподавателей и сотрудников спасательных подразделений.

Его использование способствует формированию профессиональных компетенций в сфере оценки рисков, прогнозирования обстановки и принятия управленческих решений в условиях чрезвычайных ситуаций.

1. Основные понятия и определения в области чрезвычайных ситуаций

1.1. Общие сведения о чрезвычайных ситуациях, их классификация

Согласно Закона «О гражданской защите» [1] существуют следующие определения и классификация чрезвычайных ситуаций:

чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, пожара, вредного воздействия опасных производственных факторов, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, вред здоровью людей или окружающей среде, значительный материальный ущерб и нарушение условий жизнедеятельности людей;

зона чрезвычайной ситуации – территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация.

В свою очередь чрезвычайные ситуации делятся на:



Рисунок 1.1. – Классификация чрезвычайных ситуаций

В соответствии с приказом Министра внутренних дел Республики Казахстан от 3 марта 2015 года № 175 «Об утверждении Правил осуществления государственного учета чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [2] при формировании и систематизации информации о ЧС природного и техногенного характера, происшествиях и случаях используется совокупность показателей, характеризующих угрозу жизни и здоровью людей, животным и растениям, наносящих ущерб окружающей природной среде.

К ЧС природного характера относятся:

1) геофизические явления: землетрясения (произошедшие на территории Республики Казахстан или приграничных (близлежащих) государств);

2) геологические опасные явления: оползни, обвалы, осыпи, камнепады, сели, просадка лессовых пород;

3) метеорологические явления: сильный ветер (включая шквалы и смерчи), пыльные (песчаные) бури, крупный град, сильный дождь (ливень),

сильный снегопад, сильные метели (снежные заносы), сильный гололед, сильный мороз, сильная жара, сильный туман, засуха, заморозки, суховей, лавины;

4) гидрологические опасные явления: высокие уровни воды (наводнения) при половодьях, дождевых (снеговых) паводках, заторах и зажорах, ветровых нагонах; низкий уровень воды;

4-1) гидрогеологические опасные явления: низкие уровни грунтовых вод, высокие уровни грунтовых вод (затопление / подтопление);

5) природные пожары - лесные пожары, пожары степных и лесных массивов, подземные пожары горючих ископаемых;

6) инфекционные болезни и отравления: инфекционные заболевания;

7) отравления людей: пищевые отравления, лучевые поражения;

8) заболевание и гибель животных;

9) заболевание и гибель растений;

10) происшествия на водоемах.

К ЧС техногенного характера относятся:

1) транспортные аварии (катастрофы) на: железнодорожном транспорте, автодорогах (автотранспорте), внутреннем водном транспорте, морском транспорте, магистральном трубопроводном транспорте;

2) авиакатастрофы и инциденты;

3) пожары, взрывы:

внезапные выбросы огня и газа в зданиях и сооружениях жилого, социально-бытового и производственного (промышленного) назначения, административно-общественных зданиях;

на объектах сельскохозяйственного назначения;

на открытых пространствах, улицах, в местах массового скопления людей (остановки наземного транспорта, выходы со станций метро, рынки, оптовые базары, стадионы, парки и так далее);

в зданиях и сооружениях, выполненных с применением легких металлических конструкций со сгораемым утеплителем;

в подземных переходах под автомобильными и железнодорожными мостами и дорогами;

в культовых зданиях и учреждениях;

на нефтяных и газоконденсатных месторождениях;

внезапные выбросы огня и газа на промышленных объектах;

внезапные выбросы огня и газа на шахтах, подземных и горных выработках;

4) взрывы при обезвреживании взрывных устройств;

5) обнаружение (утрата) взрывчатых веществ или взрывного устройства;

6) аварии с выбросом, выброс сильнодействующих ядовитых веществ:

на химически опасных объектах;

на водном транспорте;

автомобильные;

железнодорожные;

авиакатастрофы и инциденты на земле;

7) обнаружение (утрата) источников сильнодействующих ядовитых веществ;

8) экстремально высокое загрязнение природной среды: загрязнение почв; атмосферного воздуха, поверхностных морских (речных) вод;

9) аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ:

аварии на АЭС, ядерных и радиационных установках производственного и научно-исследовательского назначения с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ;

обнаружение (утрата) радиоактивных веществ;

аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ на предприятиях и в научно-исследовательских учреждениях (лабораториях);

аварии на транспорте с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ;

обнаружение (утрата) биологически опасных веществ;

10) внезапные обрушения элементов транспортных коммуникаций (мостов, тоннелей и других сооружений), в том числе строящихся;

11) обрушение зданий и сооружений жилого, социально-бытового и культурного назначения;

12) аварии:

на электроэнергетических системах;

и обрушения в системах жизнеобеспечения;

на очистных сооружениях;

13) гидродинамические аварии: прорывы плотин (дамб, шлюзов, перемычек и так далее);

14) астрономические опасные явления:

падение небесных тел;

падение космических летательных аппаратов и их обломков;

ухудшение радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве;

появление аномальных атмосферных явлений.

ЧС классифицируются по следующим основным признакам: сфере возникновения, ведомственной принадлежности, масштабу возможных последствий.

По сфере возникновения ЧС подразделяются на природные и техногенные.

По ведомственной принадлежности подразделяются на ситуации происшедшие в: строительстве, промышленности, аграрном секторе, жилой и коммунально-бытовой сфере, сельском и лесном хозяйствах, на транспорте и др.

По масштабу подразделяются на объектовые, местные, региональные, глобальные.

Согласно приказа и.о. Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 10 мая 2023 года № 240 «Об установлении классификации

чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [3] существуют следующие критерии определения масштаба чрезвычайной ситуации:

Таблица 1.1.- Классификация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

№ п/п	Масштаб	Гибель	Жизнедеятельность	Материальный ущерб
1	Объектовый	гибель свыше 5, но не более 10 человек	нарушение условий жизнедеятельности населения свыше 50, но не более 100 человек	размер материального ущерба здоровью людей, окружающей среде и объектам хозяйствования составляет от пяти до пятнадцати тысяч месячных расчетных показателей
2	Местный	гибель свыше 10, но не более 50 человек	нарушение условий жизнедеятельности населения свыше 100, но не более 500 человек	размер материального ущерба здоровью людей, окружающей среде и объектам хозяйствования составляет от пятнадцати до ста тысяч месячных расчетных показателей
3	Региональный	гибель свыше 50, но не более 200 человек	нарушение условий жизнедеятельности населения свыше 500, но не более 1500 человек	размер материального ущерба здоровью людей, окружающей среде и объектам хозяйствования составляет от ста до двухсот тысяч месячных расчетных показателей
4	Глобальный	гибель свыше 200 человек	нарушение условий жизнедеятельности населения свыше 1500 человек	размер материального ущерба здоровью людей, окружающей среде и объектам хозяйствования составляет более двухсот тысяч месячных расчетных показателей

К основным поражающим факторам ЧС относятся следующие [4]:

1. Ударная волна – возникает при взрывах (взрывы котлов, газопроводов, опасных грузов), а также при воздействии сейсмических волн при землетрясениях.

2. Ионизирующее излучение. Данный поражающий фактор может возникнуть при авариях на АЭС, взрывах ядерных боеприпасов, при нарушении технологических процессов на производстве и техники безопасности при работе с источниками ионизирующего излучения. При этом возможно облучение людей, как в момент возникновения ЧС, так и в результате заражения окружающей среды радиоактивными веществами (РВ), выброшенными взрывом в атмосферу.

3. Сильнодействующие ядовитые вещества (СДЯВ). Заражение окружающей среды такими веществами может произойти при авариях на производстве, ж/д транспорте, при ведении боевых действий, а также в быту.

4. Аэрогидродинамический фактор. Обычно этот поражающий фактор возникает при таких стихийных бедствиях, как наводнения, тайфуны и ураганы, смерчи, обвалы, оползни, снежные лавины, ливни и т. п. В отдельных случаях (при разрушении плотин, аварий на гидроэлектростанциях) этот фактор может иметь техногенное происхождение.

5. Температурный фактор. Этот фактор связан с воздействием высоких и низких температур, возникающих в отдельных экстремальных ситуациях (пожары на производстве, воздействие светового излучения, снежные завалы, катастрофы на море и ряд других критических ситуаций).

6. Заражение окружающей среды бактериальными средствами. Возникновение этого фактора возможно при грубых нарушениях санитарно-гигиенических правил эксплуатации объектов водоснабжения и канализации, режима работы отдельных учреждений, нарушении технологии в работе предприятий пищевой промышленности и в ряде других случаев.

7. Психоэмоциональное воздействие. На людей, находящихся в экстремальных условиях, наряду с другими поражающими факторами действуют и психотравмирующие обстоятельства, что может привести к нарушению психической деятельности, снижению работоспособности. Необходимо подчеркнуть, что психогенное воздействие экстремальных условий складывается не только из прямой угрозы жизни человека, но и из опосредованной, т. е. связанной с ожиданием ее реализации.

Причины и основные условия возникновения ЧС [4]:

Внешние - стихийные бедствия; неожиданное прекращение подачи электроэнергии, газа, воды, технологических продуктов; терроризм; войны.

Внутренние - сложность технологий, недостаточная квалификация персонала, проектно-конструкторские недоработки, физический и моральный износ оборудования, низкая трудовая и технологическая дисциплина, пренебрежение средствами индивидуальной защиты и безопасности, наличие факторов дискомфорта в работе, которые вызывают развитие процесса торможения, утомления и перенапряжения человека. К факторам дискомфорта в работе можно отнести однообразную и монотонную работу, информационные перегрузки, давление фактора времени, недостаточную двигательную активность, внешние воздействия (шум, вибрация, температура).

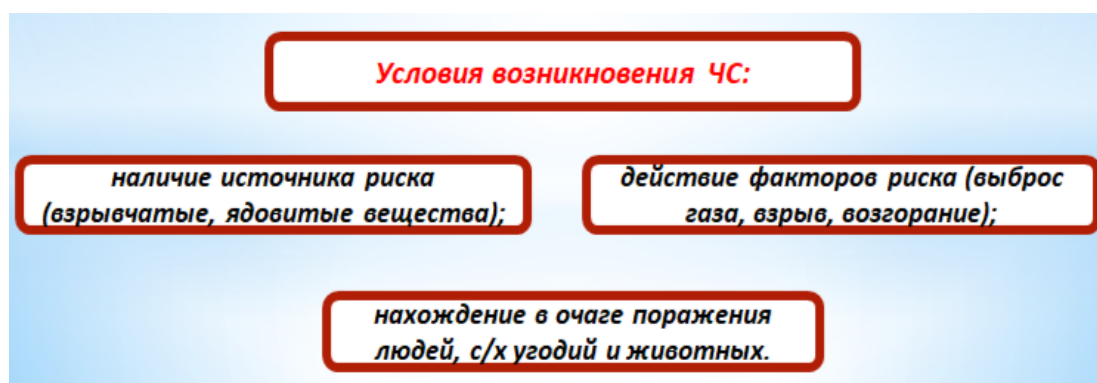


Рисунок 1.2. – Условия возникновения ЧС

Стадии развития ЧС:

По структуре техногенных ЧС весь период их формирования, развития и завершения условно можно разделить на пять основных стадий (фаз) [4]:

1. Стадия зарождения – возникновение условий или предпосылок для ЧС, при которых происходит накопление отрицательных эффектов, приводящих к ЧС (проведение сварочных работ, хранение горючих материалов, старая электропроводка, усиление природной активности, увеличение ядохимикатов в почве, ядовитых и радиоактивных веществ в местах захоронения). Установить момент зарождения ЧС очень трудно, стадия может длиться сутки, месяцы, иногда годы и десятилетия.

2. Стадия инициирования – начало ЧС (задымление, запахи, необычные звуки, сигнализация). На этой стадии очень важен человеческий фактор. Как правило, 70 % техногенных аварий и катастроф происходит вследствие ошибок персонала. Более 80 % авиакатастроф и катастроф на море связано с человеческим фактором. Так, причинами многих аварий и катастроф на ж/д транспорте явились низкая трудовая дисциплина, износ подвижного состава и железнодорожных путей. Эти факторы формировались годами и к определенному моменту достигли своего предела.

3. Стадия кульминации – стадия высвобождения основной доли энергии или вещества. На этой стадии вредные и опасные факторы ЧС наиболее негативно воздействуют на человека и окружающую среду. Одной из особенностей стадии кульминации является цепной характер разрушительного воздействия, вовлечение в процесс токсических, энергонасыщенных и других компонентов.

4. Стадия затухания – это локализация ЧС. Эта стадия может начинаться практически с момента возникновения процесса ЧС или несколько позднее и длиться от нескольких часов, дней и месяцев до нескольких лет и десятилетий.

Приведенная последовательность стадий (фаз) развития ЧС техногенной сферы характерна также для подавляющего большинства катастроф других видов (природных, экологических, социальных и т.д.).

1.2. Документы государственного учета ЧС природного и техногенного характера

Документами государственной отчетности в сфере гражданской защиты являются [3]:

1) оперативная информация - сведения о ЧС природного и техногенного характера, происшествиях и случаях, передаваемые за подписью руководителей территориальных органов, подведомственных государственных учреждений и организаций уполномоченного органа в сфере гражданской защиты в уполномоченный орган в сфере гражданской защиты незамедлительно или с утвержденным интервалом времени за подписью оперативных дежурных территориальных органов уполномоченного органа в сфере гражданской защиты;

2) информационная карточка о ЧС природного и техногенного характера – сводные сведения или информация в отраслевом разрезе о выявленных тенденциях развития ЧС природного и техногенного характера, происшествиях и случаях, представляющих угрозу жизни и здоровью людей, животным и растениям, наносящих ущерб окружающей природной среде, предназначенные для своевременного оперативного реагирования, согласно приложению 1 к настоящим Правилам;

3) оперативный учет - информация о факте возникновения и развития обстановки при ЧС природного и техногенного характера, происшествиях и случаях и принятых мерах по их ликвидации, применяемая для своевременного оповещения населения и заинтересованных организаций, уточнения и анализа обстановки, принятия управленческих решений, передаваемая за подписью руководителей территориальными органами, подведомственными государственными учреждениями и организациями в уполномоченный орган в сфере гражданской защиты;

4) оперативное донесение о ЧС природного и техногенного характера, происшествиях и случаях – это информация, необходимая для решения экстренных задач, требующих незамедлительного реагирования: о факте или угрозе и основных параметрах ЧС, о первоочередных мерах по защите населения и территорий; ведении аварийно-спасательных и других неотложных работ; о силах, средствах и ресурсах, задействованных для ликвидации ЧС, согласно приложению 2 к настоящим Правилам;

5) специальные журналы - журналы, регистрируемые территориальными органами уполномоченного органа в сфере гражданской защиты, предназначенные для учета ЧС природного и техногенного характера, происшествиях, случаях и иной поступающей информации;

6) акты расследования аварий, бедствий, катастроф, приведших к возникновению ЧС (с указанием основных сведений о произошедшей ЧС, площади зоны ЧС, степени и характере повреждений и разрушений зданий и сооружений, количестве пострадавших, размере ущерба, мерах по ликвидации ЧС), подписанные и заверенные печатями членов комиссии и представителей

заинтересованных центральных и местных исполнительных органов, по форме согласно приложению к Правилам расследования аварий, бедствий, катастроф, приведших к возникновению чрезвычайных ситуаций, утвержденным приказом Министра внутренних дел Республики Казахстан от 23 января 2015 года № 46 (зарегистрирован в Реестре государственной регистрации нормативных правовых актов под № 10325);

7) справки – заключения заинтересованных государственных органов, подтверждающие масштаб произошедшей ЧС, нанесенного ущерба и иных последствий, за подписью руководителя либо лица его замещающего и заверенные печатью;

8) акты о пожаре – составляются на каждый пожар комиссией, возглавляемой сотрудником территориального органа уполномоченного органа в сфере гражданской защиты в течение суток после его ликвидации. В состав комиссии включаются представители юридического лица или физические лица пострадавших от ЧС и другие заинтересованные лица. Акт о пожаре, на который пожарные подразделения не вызывались и сообщение о нем (устное или письменное) поступило в территориальные органы уполномоченного органа в сфере гражданской защиты от потерпевших, страховых организаций или других источников, составляется комиссией в том же составе не позднее двух суток с момента получения информации не менее чем в двух экземплярах, согласно приложению 12 к Правилам организации тушения пожаров, утвержденным приказом Министра внутренних дел Республики Казахстан от 26 июня 2017 года № 446 (зарегистрирован в Реестре государственной регистрации нормативных правовых актов под № 15430);

Акт после подписания его комиссией остается в органе, проводящем проверку по факту пожара. При отсутствии данных по сумме материального ущерба нанесенного пожаром и причине его возникновения, эти сведения заполняются после предоставления заключения (исследовательской испытательной пожарной лаборатории), экспертизы (пожарно-технической) в срок не более 30 суток, либо документов бухгалтерской отчетности организаций, сведений страховых организаций, выписок из решений судебных органов или документов собственников имущества. Копия акта о пожаре выдается по заявлению собственникам имущества и пострадавшим от пожара для обращения в судебные органы по вопросам возмещения ущерба, восстановления документов, а также по письменным запросам судебных органов.

1.3. Ведение государственного учета ЧС природного и техногенного характера

Основа учета – единая система регистрации ЧС природного и техногенного характера, происшествий и случаев [3].

1) учет ЧС складывается из следующих этапов:

регистрации сведений о ЧС в учетных документах;

свода, обработки и сравнения с аналогичным предыдущим периодом, обобщения показателей ЧС, обмена и сверки информации;

составления сводных документов о ЧС и представлении их институтам государственной власти, организациям, зарубежным странам;

формирования на их основе аналитических материалов и представлении институтам государственной власти, организациям, зарубежным странам.

2) центральные и местные исполнительные органы, организации, независимо от форм собственности, представляют в уполномоченный орган в сфере гражданской защиты информацию по вопросам защиты населения и территорий от ЧС в соответствии с критериями информации и регламентом передачи информации или по запросу уполномоченного органа в сфере гражданской защиты;

3) передача информации об угрозе и фактах возникновения ЧС природного и техногенного характера осуществляется в первоочередном порядке по действующим каналам и системам (видам) связи, оповещения и информационного обеспечения на некоммерческой основе.

Информация в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера, происшествиях и случаях включает в себя сведения о:

прогнозируемых и возникших ЧС и их последствиях;

мерах по защите населения и территорий;

ведении аварийно-спасательных и других неотложных работ;

силах и средствах, задействованных для ликвидации;

составе и структуре сил и средств, предназначенных для предупреждения и ликвидации;

мероприятиях, проводимых местными исполнительными органами, организациями независимо от форм собственности в области защиты населения и территорий;

создании, наличии, использовании и восполнении финансовых и материальных ресурсов для ликвидации.

Учету подлежат все пожары, произошедшие на территории Республики Казахстан, независимо от времени и места их возникновения и последствий, за исключением случаев, не подлежащих учету, как пожар:

1) произошедших на объектах со статусом экстерриториальности, независимо от наступивших для них последствий, кроме случаев, когда ими причинен материальный ущерб или наступили другие последствия для физических и (или) юридических лиц Республики Казахстан;

2) взрывы, вспышки и разряды статического электричества, не вызвавшие возникновения пожара;

3) загорания бесхозных зданий и бесхозных транспортных средств, сухой травы, листьев, тополиного пуха на открытых территориях и степных массивах, пожнивных остатков, стерни, а также мусора на свалках, пустырях, на территории домовладений и объектов хозяйствования, обочинах дорог, контейнерных площадок для его сбора, в контейнерах (урнах) для его сбора, в

лифтовых шахтах (лифтах) жилых домов, в мусоросборниках (мусоропроводах) жилых домов, на лестничных клетках жилых домов, в подвальных и чердачных помещениях жилых домов;

4) горения, обусловленные спецификой технологического процесса производства (заложенные в технологический регламент или другую техническую документацию) или условиями работы промышленных установок и агрегатов, а также бытовых печей для обогрева помещений;

5) горения, как результат обработки предметов огнем, теплом или иным термическим (тепловым) воздействием с целью их переработки, изменения качественных характеристик (сушка, варка, глажение, копчение, жаренье, плавление и прочее);

6) коротких замыканий электросетей, в электрооборудовании, бытовых и промышленных электроприборах, не вызвавшие распространения горения за пределы аппарата, агрегата и механизма;

7) задымления при неисправности бытовых электроприборов и сгорания пищи при ее приготовлении, не вызвавшие возникновения пожара;

8) покушения на самоубийство и самоубийств путем самосожжения, если они не вызвали распространения горения;

9) горение автотранспортных средств, причиной которых явилось дорожно-транспортное происшествие;

10) самовозгорания пиротехнических соединений, без последствий и ущерба;

11) причиной которых явились авиационные, железнодорожные аварии, террористические акты, военные действия, спецоперации правоохранительных органов, землетрясения;

12) случаи загораний.

Учет материального ущерба от пожаров осуществляется на основании:

1) документов бухгалтерской отчетности организаций, на которых произошел пожар;

2) сведений страховых организаций;

3) выписок из решений судебных органов;

4) документов собственников имущества.

Материальный ущерб от пожара складывается из прямого (возник в прямой зависимости от пожара) и косвенного ущерба (затраты на тушение пожара, ликвидацию последствий пожара, на восстановление функционирования объекта, а также потери от простоя объектов и другие), независимо от степени его возмещения.

Не берется на учет материальный ущерб, нанесенный в результате пожара объектам со статусом экстерриториальности, кроме случаев возмещения физическим и юридическим лицам Республики Казахстан.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение чрезвычайной ситуации в соответствии с законодательством Республики Казахстан.

2. Какие признаки позволяют отнести событие к чрезвычайной ситуации?
3. По каким основаниям классифицируются ЧС (по сфере возникновения, масштабу, ведомственной принадлежности)?
4. Какие критерии используются для определения масштаба ЧС?
5. Перечислите основные поражающие факторы ЧС и охарактеризуйте их.
6. В чем заключается различие между аварией и катастрофой?
7. Какие стадии развития техногенной ЧС выделяются?
8. Какие внешние и внутренние причины возникновения ЧС наиболее характерны?

2. Чрезвычайные ситуации геологического, геофизического характера

2.1. Чрезвычайные ситуации геологического характера

К геологическим опасным явлениям относятся [2]: оползни, обвалы, осыпи, камнепады, сели, просадка лессовых пород.

2.1.1. Оползни

Оползневые процессы относятся к одним из распространенных явлений в горных районах Казахстана [5].

Оползни возникают тогда, когда природные процессы или люди нарушают устойчивость склона. Сила связности грунтов и горных пород оказывается в какой-то момент меньше, чем сила тяжести, вся масса приходит в движение. На возникновение оползней оказывают влияние многие факторы, особенно дождевые осадки, землетрясения, повышение уровня воды в реке.

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

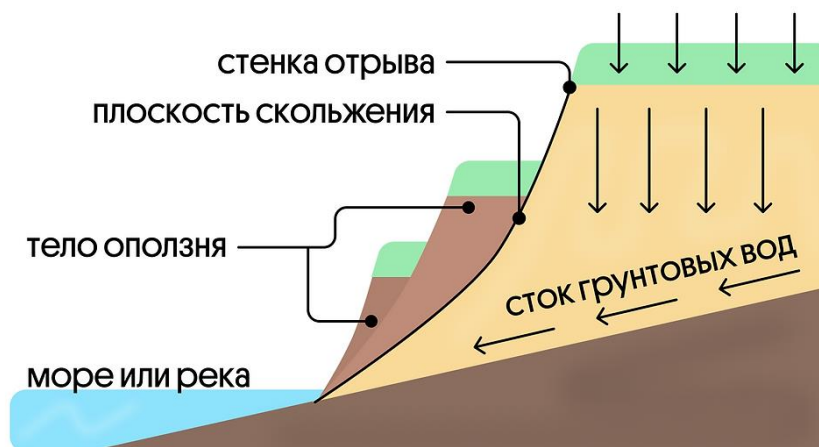


Рисунок 2.1. – Условия, благоприятствующие образованию оползня

Перемещения значительной массы породы, вызванные оползнями, могут приводить к катастрофическим последствиям и приобретать характер стихийного бедствия. Оползни могут разрушать отдельные объекты и подвергать опасности населенные пункты, губить сельскохозяйственные угодья, создавать опасность при эксплуатации карьеров, повреждать коммуникации, туннели, трубопроводы, телефонные и электрические сети, угрожать водохозяйственным сооружениям (плотинам).

Таблица 2.1. - Поражающие факторы оползней

Первичные	Вторичные
- тяжелые массы грунта	- разрушение, засыпание сооружений, дорог, коммуникаций, линий связи; - уничтожение лесных массивов и сельхозугодий; - перекрывание русла рек; - изменение ландшафта.

Оползни возникают на каком-либо участке склона или откоса из-за нарушения равновесия пород, вызванного следующими причинами:

- увеличением крутизны склона в результате подмыва водой;
- ослаблением прочности пород при выветривании или переувлажнении осадками и подземными водами;
- воздействием сейсмических толчков;
- строительством и хозяйственной деятельностью, проводимыми без учета геологических условий местности, и др.

Таблица 2.2. - Причины возникновения оползней

Природные	Антропогенные
- крутизна склона, превышающая угол естественного откоса; - землетрясения; - переувлажнение склонов, подмыв; - выветривание твердых пород; - наличие в толще грунта глин, песков, льда; - пересечение пород трещинами; - чередование глинистых и песчано-гравийных пород.	- вырубка лесов, кустарников на склонах; - взрывные работы; - распахивание склонов; - чрезмерный полив садов на склонах; - разрушение склонов котлованами, траншеями; - заваливание мест выхода подземных вод; - строительство жилья на склонах.

Оползание происходит в рыхлых слабосцементированных породах вследствие того, что крутой и высокий склон по мере подрезания его рекой, водохранилищем, морем теряет свою устойчивость, и значительные горные массы крупными блоками начинают смещаться вниз по склону. Оползневое движение всегда связано с наличием грунтовых вод. Их обилие – необходимое условие оползания. Однако надо себе ясно представлять, что не грунтовые воды служат причиной оползня. Часто мы видим, что крутой склон долин подвержен оползням, а рядом выше или ниже по течению при том же геологическом строении, при таком же водообилии водоносных горизонтов и одинаковой высоте уровня подземных вод никаких оползней нет просто потому, что склон чуть-чуть более отлог. Оползни редко отмечаются на склонах крутизной менее 10-12 градусов. И при уклоне 15 градусов оползни возникают только при благоприятных геологических и гидрогеологических

условиях. Но достаточная влажность пород, обеспечивающая их пластичность, всегда необходима. Можно сказать, что при соблюдении ряда необходимых условий оползни есть функция крутизны и высоты склона. Но нельзя сказать, что оползень – есть функция наличия грунтовых вод. Для возникновения оползней наиболее благоприятны такие геологические условия, когда в основании оползневого склона залегают водоупорные пласты, а выше лежат водоносные породы. Но даже если склон и сложен только водоносными породами, а водоупорного пласта нет, всё равно будет происходить разгрузка подземных вод, уровень которых будет плавно снижаться от междуречий в сторону долины или берега моря (озера). При достаточной крутизне и высоте склонов оползни неизбежно возникнут.

Оползни могут быть вызваны действием разных факторов. Земная поверхность состоит главным образом из склонов. Некоторые из них устойчивы, другие в силу различных условий становятся неустойчивыми. Это происходит тогда, когда изменяется угол наклона откоса склона или если склон оказывается, отягощён рыхлым материалом. Тем самым сила тяжести оказывается больше силы связности грунта. Склон становится нестабильным и при сотрясениях. Поэтому каждое землетрясение в условиях горного рельефа сопровождается смещениями по склону. Образованию оползней особенно благоприятствует такое залегание пород, при котором падение кровли водоупорных пород совпадает с направлением уклона поверхности. Водоупорный горизонт при этом служит поверхностью скольжения, по которой более или менее значительный блок породы соскальзывает вниз по склону. Неустойчивости склона способствует и повышение обводнённости грунтов, рыхлых отложений или горных пород. Вода заполняет поры и нарушает сцепление между частицами грунта. Межпластовые воды могут действовать подобно смазке и облегчать скольжение. Связность горных пород может быть нарушена при замерзании, и в процессах выветривания. Неустойчивость склонов может быть связана и с изменением вида насаждений либо уничтожением растительного покрова.

Дело обстоит серьёзно и тогда, когда скальные горные породы на склоне бывают, перекрыты рыхлым материалом или почвой. Рыхлые отложения легко отделяются от подстилающих пород, особенно если плоскость скольжения «смазана» водой. Неблагоприятны (с точки зрения возможности возникновения оползней) и те случаи, когда горные породы представлены пластами крепких известняков или песчаников с подстилающими более мягкими глинистыми сланцами. В результате выветривания образуется плоскость раздела, и пласты скользят по склону. В этом случае всё зависит главным образом от ориентировки пластов. Когда направление их падения и наклон параллельны склону, это всегда опасно. Сложно точно определить значение угла откоса, более которого склон не устойчив, а менее которого устойчив. Иногда такой критический угол определяют в 25 градусов. Более крутые склоны, повидимому, уже не устойчивы [5].

Классификация оползней

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



Рисунок 2.2. – Классификация оползней

По скорости движения весьма разнообразны [5], что видно из таблицы 2.3.

Таблица 2.3. - Классификация оползней по скорости движения

№ п/п	Скорость	Оценка движения
1.	3 м/с	Исключительно быстрое
2.	0,3 м/мин	Очень быстрое
3.	1,5 м/сутки	Быстрое
4.	1,5 м/месяц	Умеренное
5.	1,5 м/год	Очень медленное
6.	0,06 м/год	Исключительно медленное

Медленные смещения не являются катастрофическими. Их называют волочениями, ползучими смещениями рыхлых отложений, а также скольжением и соскальзыванием. Это действительно перемещение-сползание, так как скорость его не превышает нескольких десятков сантиметров в год. Специалисты по инженерной геологии хорошо знают, как распознать такое смещение (например, по искривлённым стволам деревьев, растущих на склоне, изгибанию пластов и поверхности, так называемому смятию пластов, и с помощью чувствительных приборов). Солефлюкция и гелифлюкция – виды таких медленных смещений. Раньше под солефлюкцией понимали смещения в грунтах и рыхлых осадках, насыщенных водой. Позднее этот термин был

распространён и на ледниковые условия, где грунты смещаются в связи чередования замерзания и оттаивания. В настоящее время для образования смещений, вызванных переменным замерзанием и оттаиванием, рекомендуется использовать термин «гелифлюкция». Итак, солефлюкция – это движение массы грунта, обладающего вязко-текучей консистенцией, т.е. способностью растекаться толстым слоем. Опасность этих медленных смещений заключается в том, что они могут постепенно перейти в смещение быстрое, а затем и катастрофическое. Многие крупные оползни начинались оползанием рыхлого материала или медленным скольжением блоков горных пород.

Под умеренными смещениями понимают те смещения, что происходят со скоростью метров в час или метров в сутки. К ним относятся большинство типичных оползней.

Только быстрые оползни могут стать причиной настоящих катастроф с сотнями человеческих жертв. К таким смещениям относятся те, скорость которых составляет несколько десятков километров в час (или значительно больше), когда бегство невозможно (на настоящую эвакуацию не остаётся времени). В этих случаях к смещающей силе добавляется сила инерции, а раздробленные породы по поверхности смещения дают «дополнительную смазку» и уменьшают силы сцепления. Известны разные типы таких катастроф, в научной литературе для их обозначения используются различные термины. Понятие «обвал скальных пород» ясно само по себе. Оползни-потоки возникают тогда, когда твёрдый материал смешивается с водой и течёт с большой скоростью. Оползни-потоки могут быть грязевыми (к ним относятся и вулканические грязевые потоки), каменными и переходными. К быстрым смещениям относятся и лавины, как снежные, так и снего-каменные.

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

Оползни, образующиеся на естественных склонах и в откосах выемок подразделяются на несколько групп:

1. Структурные оползни – однородные связные глинистые породы и суглинки;
2. Контактные – связные глинистые породы, залегающие в виде пластов с хорошо выраженными плоскостями напластования;
3. Срезывающие оползни – те же, что и при контактных оползнях, но в условиях более глубоких нарушений горных пород тектоникой и трещинами;
4. Структурно-пластические оползни – это неравномерная разгрузка горных пород, залегающих над пластическими глинами;
5. Суффозионно-структурные оползни – это связные глинистые породы, залегающие в чередовании с пластами и линзами водоносного песка;

6. Суффозионно-пластические – это те же, что и при образовании суффозионно-структурных оползней с учётом образования усадочных трещин на поверхности земли;

7. Суффозионно-просадочные – это те же, что и при образовании просадочных оползней, а также вынос подземными водами пылеватых и песчаных частиц из основания лёссовых пород.

Оползневые процессы относятся к одним из распространенных явлений в горных районах Казахстана. При этом оползни-гиганты объемом в несколько и даже десятков миллионов кубических метров грунта были зарегистрированы в Иле Алатау после землетрясений 1887 и 1911 гг.

Всего на территории республики выявлено более 65 оползнеопасных участков, которые угрожают свыше 601 объектам (населенные пункты, коммуникации, отдельные строения и пр.) и около 2500 жителям.

Оползнеопасными территориями следует считать склоны и примыкающие к ним участки плато и террас, где оползни развиваются или могут возникнуть вследствие увеличения интенсивности воздействия антропогенных или естественных факторов. Оползни могут происходить на всех склонах, начиная с крутизны 19°. Однако на трещиноватых глинистых грунтах оползни могут начаться и при крутизне склона 5–7°. Для этого необходимо лишь избыточное увлажнение горных пород. Оползни могут сходить в любое время года. Однако оползневые смещения приурочены, в основном, к определенным сезонам. Большинство оползней в Казахстане возникает в весенне-летний период (май – июнь), который характеризуется благоприятными условиями увлажнения склонов гор, а также с сентября по май из-за обильного выпадения осадков и незначительного их испарения.

Крупные оползни, достигающие объема 250-300 млн. кубометров, могут частично или полностью перекрывать горные долины, образуя так называемые «завалы».

Нередко тела таких завалов служат естественными плотинами для горных озер. Так, они явились причиной образования высокогорных озер: Большого Алматинского, Иссык и Акколь - в Заилийском Алатау; Урюкты, Кольсайских, Саты и Каинды - в Кунгей Алатау; Хоргос, Жасылкольских - в Джунгарском Алатау, представляющих угрозу нижерасположенным долинам в случае их прорыва.

Оползни последних лет.

В марте 2004 года на санаторий «Ак булак» в Талгарском районе Алматинской области обрушился оползень. Под слоем оползневой массы погибли 28 человек, включая четверых детей.

Весной 2017 года в Талгарском районе Алматинской области сошли несколько оползней. Один из них, 19 мая сошел с горы «Верблюд», ниже Талгарской плотины на 500 метров. Оползневой массой завалена автодорога Талгар – дом отдыха «Спутник», снесены два столба линии электропередач и линия телефонной связи. Жертв и пострадавших не было.

В 2018 году оползни угрожали жемчужине Северного Тянь-Шаня – Кольсайским озерам. Объем оползня составил более 50 миллионов кубов, длина – 1 700 метров, ширина – 900 метров. Тогда оползневой массой завалило часть автодороги села Саты. Основной причиной активизации старого оползневого очага стало осадки и сейсмическое воздействие.

«Есть угроза перекрытия русла реки Кольсай, что может повлечь за собой образование нового озера», отмечали в «Казселезащита». Поэтому специалисты заявили о готовности провести взрывные работы, как только оползень достигнет русла реки Кольсай.

Тогда сошедший близ озера Кольсай оползень признали самым большим по размерам за последние 50 лет.

В апреле 2020 года недалеко от высокогорного катка «Медеу» в Алматы сошло свыше семи тысяч кубометров грунта. Обвалилась часть территории учебно-оздоровительного комплекса. Объем оползня составил 7200 кубометров. Причиной схода оползня стало переувлажнение грунта до 1 метра в результате прошедших обильных осадков.

Отметим, оползень – это скользящее смещение грунтовых масс и горных пород вниз по склонам гор и оврагов под влиянием силы тяжести. Основная причина возникновения оползневых процессов – переувлажнение грунта в результате обильных осадков, подрезка склонов, прорыв поливочных водопроводов и септиков, а также хаотичная застройка на посадочных грунтах в предгорных районах.

В 2018 году ДЧС Алматы предложил провести паспортизацию оползнеоопасных участков на территории города и из местного бюджета были выделены средства.

По разным данным, на территории города Алматы имеются 41 оползнеоопасных участков.

Оползни широко распространены в предгорной и низкогорной зоне горных хребтов Восточного и Юго-Восточного Казахстана, где горные породы представлены глинами и лессовидными суглинками. Оползневые деформации наблюдаются также в долинах крупных рек: Есил, Убаган, Ертыс, Жайык, 30 также на обрывистых участках берегов Каспийского, Аральского морей и озера Алаколь.

В других регионах республики оползневые процессы распространены незначительно и, в основном, связаны с техногенными факторами (подрезка склонов при прокладке автодорог, прокладке линий электропередач, обрушения берегов крупных рек в период половодья и т.п.).

Вопросы для самоконтроля:

1. Что понимается под оползнем?
2. Какие природные и антропогенные причины вызывают оползни?
3. Какие факторы способствуют потере устойчивости склона?
4. Как классифицируются оползни по скорости движения?

5. В чем заключаются первичные и вторичные поражающие факторы оползней?
6. Почему переувлажнение грунта увеличивает вероятность оползня?
7. Какие регионы Казахстана являются оползнеопасными?
8. Какие меры инженерной защиты применяются для предотвращения оползней?

2.1.2. Сели

На территории Казахстана значительный удельный вес среди опасных природных процессов приходится на селевые явления.

Сель (в гидрологии от «саиль» - «грязекаменный поток») - поток с очень большой концентрацией минеральных частиц, камней и обломков горных пород (до 50-60% объема потока), внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек и сухих логов и вызванный, как правило, ливневыми осадками или бурным таянием снегов. Это грозное явление природы часто имеет катастрофический характер.

К примеру, в 1911г. пострадал от селя г.Верный (Алматы), сель обрушился на город в результате прорыва горного озера во время землетрясения. Сильное землетрясение в мае 1970г. в Перу явилось причиной нескольких гляциальных селей, которые уничтожили поселок Репарика.

Прорыв из горных озер без сейсмического воздействия также чреват селом так, к примеру, произошло в июле 1973г. при прорыве мореного озера Туюксу в верховьях р.Малая Алмаатинка. Это был 15-метровый вал, со скоростью 15 м/с с максимальным расходом воды 5200 м³/с, переносивший пятиметровые валуны массой до 300 т. Общий объем селевой массы составил 5,5 млн. м³.

Сель – стремительный поток большой разрушительной силы, состоящий из смеси воды и рыхлообломочных пород, внезапно возникающий в бассейнах горных рек и речек в результате интенсивных дождей или бурного таяния снегов, а также прорыва завалов и ледниковых морен [5]. Кроме того, сели могут вызываться землетрясениями и извержениями вулканов. Возникновению селей способствуют и антропогенные факторы, к которым относятся вырубки лесов и деградация почвенного покрова на горных склонах, подрывы горных пород при прокладке дорог, взрывные работы в карьерах, неправильная организация отвалов и повышенная загазованность воздуха, губительно действующая на почвенно-растительный покров.

Таблица 2.4. - Причины селей

Природные	Антропогенные
- наличие на склонах песка, гальки, гравия; - наличие значительного объема воды (ливни, таяние ледников, снегов, прорыв озер); - крутизна склонов более 100;	- создание на склонах гор искусственных водоемов; - вырубка леса, кустарника на склонах; - деградация почвенного покрова нерегулярным выпасом скота;

- землетрясения; - вулканическая деятельность; - обрушение в русло рек большого количества грунта (обвал, оползень); - резкое повышение температуры воздуха	- взрывы, разработка карьеров; - нерегулируемый сброс воды из ирригационных водоемов на склонах; - неправильное размещение отвалов отработанной породы горнодобывающими предприятиями; - подрезка склонов дорогами; - массовое строительство на склонах.
--	--

Селевые потоки зарождаются только в гористой местности и движутся, в основном, по руслам рек либо по балкам (оврагам), имеющим в своих верховьях значительные уклоны.

Кроме того, для возникновения селя требуется одновременное **совпадение еще трех обязательных условий:**

- наличие на склонах селевого бассейна достаточного количества легко перемещаемых продуктов разрушения горных пород (песка, гравия, гальки, небольших камней);

- наличие значительного объема воды для смыва со склонов камней и грунта и их перемещения по руслу;

- достаточная крутизна склонов селевого бассейна и водотока (русла селя), не менее 10-15%. Непосредственным толчком для возникновения селя могут быть:

- интенсивные и продолжительные ливни;
- быстрое таяние снегов и ледников;
- обрушение в русло рек большого количества грунта;
- прорыв моренных и завальных озер, искусственных водоемов;
- землетрясения и вулканическая деятельность (в сочетании с вышеперечисленными причинами).

Но и после дождей и землетрясений селя возникает не сразу, а проходит как бы через *три стадии*:

1. накопление в верховьях селевого бассейна больших водогрязекаменных масс;

2. быстрое перемещение водо-грязекаменных масс сверху вниз по руслам горных рек или их долинам;

3. затопление селевыми выносами пониженных участков горных долин, образование различных форм отложений [5].

Наличие на склонах гор и холмов прудов, озер, водохранилищ как бы означает, что первая стадия уже пройдена.

Большое разрушительное воздействие селевых потоков обусловлено большими скоростями движения и наличием в них обломков горных пород. Средняя скорость снижения селевых потоков колеблется от 2 до 4 и даже 8 м/с. На своем пути сели часто прокладывают глубокие русла, которые в обычное время бывают сухими или содержат небольшие ручьи. Твердый материал селей откладывается в предгорьях. Полезные площади оказываются погребенными под толщей грязи, песка и камней.

Главная причина разрушения горных пород заключается в резких суточных колебаниях температуры воздуха, что приводит к возникновению трещин в породе и ее дроблению. Процессу дробления породы способствует также периодическое замерзание и оттаивание воды, заполняющей трещины. Кроме того. Горные породы разрушаются за счет химического выветривания (растворения и окисления минеральных частиц внутрипочвенными водами), а также за счет органического выветривания под воздействием микроорганизмов. Землетрясения, извержения вулканов, обвалы и оползни, движения ледников, также служат источниками накопления селевого материала.

Селевые потоки относительно кратковременны, их продолжительность колеблется от десятков минут до нескольких часов. Это объясняется тем, что продукты разрушения горных пород почти одновременно вовлекаются в движение селевых масс по крутым руслам.

Классификация селевых явлений

Сель можно характеризовать также средними размерами его поперечного сечения (ширина, глубина) и протяженностью русла.

Ширина селя зависит от ширины русла, по которому он движется, и колеблется в пределах 3-100 м. Глубина потока может составлять 1,5-2 м (сели значительной глубины), 10-15 м и более (катастрофические сели). Протяженность русел селей доходит до нескольких десятков километров.

Эти характеристики прямо зависят от вышерассмотренной структуры (состава) селевого потока и от типа механизма зарождения селя.

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

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

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

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

Таблица 2.5. - Поражающие факторы селей

Первичные	Вторичные
- быстрое перемещение огромных масс вещества (грязи, воды, камней) по руслам горных рек. (1 м ³ селевого потока весит 2 тонны, 1 м ³ воды - 1 тонну)	- разрушение и снос зданий, сооружений, дорог, мостов, водопроводных и канализационных сетей, линий связи и электропередач; - размывы; - затопление территории; - пожары; - завалы посевов, садов, пастбищ,

	магистральных каналов оросительных систем
--	---

Селевые потоки образуются в результате возникновения и развития эрозионно-сдвигового, сдвигового или транспортного процесса при взаимодействии поверхностных или внутригрунтовых водных потоков с рыхлообломочным материалом (потенциальным селевым массивом). По соотношению жидкой и твердой составляющих, а также исходя из грансостава последней сели подразделяются на грязекаменные, грязевые и наносоводные.

Грязевые сели смесь воды с мелкозёмом при небольшой концентрации камней, объёмный вес $\gamma = 1,5-2 \text{ т/м}^3$.

Грязекаменные сели смесь воды, гальки, гравия, небольших камней, $\gamma = 2,1-2,5 \text{ т/м}^3$.

Водокаменные (наносоводные) сели смесь воды с преимущественно крупными камнями, $\gamma = 1,1-1,5 \text{ т/м}^3$.

Вода в реке тоже тяжелая, но она течет плавно. А селя несетя с гор со скоростью бегущего человека, а иногда и быстрее (до 40 км/час). Поэтому удар селевого потока равносител удару движущегося автобуса, достигая величины 5-12 т/м². Причём, после удара предмет не отбрасывает, а затапливает несущейся грязекаменной массой и тянет дальше вниз по течению в гуще многометрового потока. Спастиель удастся в редких случаях, когда скорость и глубина потока значительно уменьшаются на пологих поворотах и нет крупных камней, наносящих смертельные травмы.



Рисунок 2.3. – Зона селевого бассейна

Селевой бассейн может быть подразделен на три основные зоны:

- зона зарождения – верхняя часть бассейна, представленная водосборной воронкой или ледниковым цирком, где формируется селя. Это область крутых склонов и активного разрушения пород.

- зона транзита, занимает среднюю и нижнюю часть бассейна. В пределах этой части осуществляется в основном транспортировка селевых масс по руслу, но часто имеет место дополнительное питание селя обломочным материалом и частичное отложение селевых масс.

- зона отложения или разгрузки селя, располагается обычно в устьевой части бассейна, где уклоны уменьшаются, и энергия потока падает. Здесь образуются скопления обломочных масс селевого потока в форме гряд, террас, конусов выноса.

Сели зарождаются, при определенных условиях обводнения, в потенциальных селевых очагах — участках селевого русла или селевого

бассейна, которые имеют значительное количество рыхлообломочного грунта или условий для его накопления. Селевые очаги делятся на селевые рытвины, врезы, и очаги рассредоточенного селеобразования.

Селевой рытвиной называют линейное морфологическое образование, прорезающее скальные, задернованные или залесенные склоны, сложенные обычно незначительной по толщине корой выветривания. Селевые рытвины отличаются небольшой протяженностью (редко превышают 500...600 м) и глубиной (редко более 10 м). Угол дна рытвин обычно более 15°.

Селевой врез представляет собой мощное морфологическое образование, выработанное в толще древних моренных отложений и чаще всего приуроченное к резким перегибам склона. Кроме древне-моренных образований селевые врезы могут формироваться на аккумулятивном, вулканогенном, оползневом, обвальном рельефе. Селевые врезы по своим размерам значительно превосходят селевые рытвины, а их продольные профили более плавные, чем у селевых рытвин. Максимальные глубины селевых врезов достигают 100 м и более; площади водосборов селевых врезов могут достигать более 60 км². Объем грунта, выносимый из селевого вреза за один сель, может достигать 6 млн м³.

Под *очагом рассредоточенного селеобразования* понимают участок крутых (35...55°) обнажений, сильно разрушенных горных пород, имеющих густую и разветвленную сеть борозд, в которых интенсивно накапливаются продукты выветривания горных пород и происходит формирование микроселей, объединяющихся затем в едином селевом русле. Они приурочены, как правило, к активным тектоническим разломам, а их появление обусловлено крупными землетрясениями. Площади селевых очагов достигают 0,7 км² и редко больше.

На основе главных факторов возникновения сели классифицируются следующим образом:

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

Таблица 2.6. - Мощность и повторяемость селевых потоков

Мощность селевых потоков			
Катастрофические	Мощные	Средней мощности	Слабой (малой) мощности
Вынос более 10 ⁶ м ³	вынос 100 000-1000000 м ³	вынос 10 000 - 100 000 м ³	вынос менее 10 000 м ³
Повторяемость селевых потоков			
1 раз в 30-50 лет	1 раз в 10-12 лет	1 раз в 5-6 лет	несколько раз в год –

			1 раз в 2-4 года
--	--	--	------------------

Классифицируются сели также и по их воздействию на сооружения:

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

Иногда применяется классификация бассейнов по высоте истоков селевых потоков:

- высокогорные. Истоки лежат выше 2500 м, объем выносов с 1 км² составляет 15 - 25 тыс. м³ за один сель;
- среднегорные. Истоки лежат в пределах 1000 - 2500 м, объем выноса с 1 км² составляет 5 - 15 тыс. м³ за один сель;
- низкогорные. Истоки лежат ниже 1000 м, объем выносов с 1 км² менее 5 тыс. м³ за один сель.

Селевые явления широко распространены на территории Республики Казахстан.

Зонами формирования и разрушительного воздействия селей являются около 15% территории Республики Казахстан.

Селеопасные районы на территории Казахстана охватывают части северных цепей Тянь-Шаня (северный склон Илейского Алатау, Киргизского Алатау, Чу-Илийских гор, Каратау и др.), Киргизского Алатау, Чу-Илийских гор, Каратау и др.), хребтов Жетысуский Алатау, Тарбагатай, Саур, югозападный Алтай и др.

Наиболее селеопасными районами на территории Казахстана являются северный склон Илейского Алатау, Жетысуский, Кунгей, Терскей и Киргизский Алатау.

За последние 100 лет в горах Казахстана отмечалось более 800 случаев селевых потоков различного генезиса, многие из которых носили катастрофический характер и сопровождались человеческими жертвами.

Так, например 9 июля 1921 г. в г. Алма-Ата самый крупный грязекаменный селевой поток ливневого генезиса в Илейском Алатау, объем выноса, которого составил 4,9 млн. т. разрушил и повредил 466 объектов, в том числе 182 жилых и 281 нежилых строений, 2 пасеки, табачную фабрику, унес жизни 82 человек.

В селеопасных районах Казахстана расположено 2700 ледников, около 600 моренных озер, в 300 селевых бассейнах насчитывается около 6000 селевых очагов, более 1000 из которых угрожают 160 населенным пунктам, 6000 объектам хозяйствования и 150000 населения.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение селевого потока.
2. Какие обязательные условия необходимы для возникновения селя?
3. Как классифицируются сели по механизму зарождения?
4. Чем отличаются грязевые и грязекаменные сели?
5. Какова средняя скорость движения селевого потока?
6. Какие поражающие факторы характерны для селевых явлений?
7. В чем заключается опасность прорыва моренных озер?
8. Какие профилактические меры применяются в селевых районах?

2.1.3. Прогнозирование водного питания селевого потока при прорыве моренного озера

Если источником водного питания селевого потока является прорыв озера, подпруженного ледником, или прорыв моренного озера, то вычисление максимального расхода селеформирующего прорывного паводка $Q_B^{пр}$, м³/с, при прорыве перемычки вычисляют по формуле:

$$Q_B^{пр} = K^* \frac{S_{пр} H_{пл}^{3/2} t^o}{L_C} \quad (2.1)$$

где, $S_{пр}$ – площадь водной поверхности озера на уровне 80 % высоты перемычки, м; $H_{пл}$ – высота перемычки, м; t^o – температура воды в озере, °C; L_C – кратчайшее расстояние по горизонтали между основанием перемычки и границей водной поверхности озера, м; $K^* = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{1/2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{градус}^{-1}$.

Определение объема водного паводка W_B производится:

$$W_B^Л = 0,2 S_{пр} H_{пл} \quad (2.2)$$

Пример. Необходимо определить максимальный водный расход паводка, м³/с, при прорыве озера, подпруженного ледником. Исходные данные: площадь водной поверхности на уровне 80% высоты перемычки $S_{пр} = 1,8 \cdot 10^5 \text{ м}^2$; высота перемычки $H_{пл} = 85 \text{ м}$; температура воды в озере $t = 2^\circ\text{C}$; расстояние между основанием перемычки и границей водной поверхности $L_C = 1,2 \cdot 10^3 \text{ м}$.

Определяем

$$Q_B^{пр} = 6,25 \cdot 10^{-3} \frac{1,8 \cdot 10^5 \cdot 85^{3/2} \cdot 2}{1,2 \cdot 10^3} = 1470$$

Определение объема водного паводка W_B производится в зависимости от типов озер по следующим формулам:

а) для озера, подпруженного ледником, м³:

$$W_B^{\text{л}} = 0,2 S_{\text{пр}} H_{\text{пл}}$$

Задание для самостоятельной работы

Определить максимальный водный расход паводка, м³/с, при прорыве озера, подпруженного ледником. Исходные данные: площадь водной поверхности на уровне 80% высоты перемычки $S_{\text{пр}}$; высота; температура воды в озере t ; расстояние между основанием перемычки и границей водной поверхности L_C согласно данным приведенным в таблице 2.7.

Таблица 2.7. – Исходные данные для самостоятельной работы

№	$S_{\text{пр}}, \text{м}^2$	$H_{\text{пл}}, \text{м}$	$t, ^\circ\text{C}$	$L_C, \text{м}$
1	$1,8 \cdot 10^5$	85	2	$1,2 \cdot 10^3$
2	$1,7 \cdot 10^5$	80	2	$1,2 \cdot 10^3$
3	$1,9 \cdot 10^5$	75	1	$1,5 \cdot 10^3$
4	$1,6 \cdot 10^5$	77	3	$2,2 \cdot 10^3$
5	$2,8 \cdot 10^5$	73	4	$3,2 \cdot 10^3$
6	$2,1 \cdot 10^5$	55	5	$1,6 \cdot 10^3$
7	$1,3 \cdot 10^5$	65	3	$1,7 \cdot 10^3$
8	$1,2 \cdot 10^5$	90	2	$2,4 \cdot 10^3$
9	$1,1 \cdot 10^5$	110	1	$3,1 \cdot 10^3$
10	$1,2 \cdot 10^5$	72	1	$1,8 \cdot 10^3$
11	$1,5 \cdot 10^5$	98	5	$1,8 \cdot 10^3$
12	$2,7 \cdot 10^5$	120	7	$1,0 \cdot 10^3$
13	$3,8 \cdot 10^5$	100	9	$3,3 \cdot 10^3$
14	$4,8 \cdot 10^5$	50	5	$3,6 \cdot 10^3$
15	$4,5 \cdot 10^5$	45	2	$0,2 \cdot 10^3$
16	$3,5 \cdot 10^5$	50	2	$3,3 \cdot 10^3$
17	$4,8 \cdot 10^5$	75	1	$1,5 \cdot 10^3$
18	$1,3 \cdot 10^5$	73	5	$3,6 \cdot 10^3$
19	$4,5 \cdot 10^5$	65	2	$1,8 \cdot 10^3$
20	$1,9 \cdot 10^5$	77	4	$1,6 \cdot 10^3$
21	$1,6 \cdot 10^5$	73	5	$1,7 \cdot 10^3$
22	$2,8 \cdot 10^5$	55	3	$2,4 \cdot 10^3$
23	$2,1 \cdot 10^5$	65	2	$3,1 \cdot 10^3$
24	$1,3 \cdot 10^5$	90	1	$1,8 \cdot 10^3$
25	$1,5 \cdot 10^5$	110	2	$1,7 \cdot 10^3$
26	$3,8 \cdot 10^5$	85	0	$1,0 \cdot 10^3$
27	$1,7 \cdot 10^5$	72	5	$2,4 \cdot 10^3$
28	$3,5 \cdot 10^5$	75	4	$0,2 \cdot 10^3$
29	$1,9 \cdot 10^5$	45	9	$3,2 \cdot 10^3$
30	$4,8 \cdot 10^5$	55	0	$3,6 \cdot 10^3$

2.2. Чрезвычайные ситуации геофизического характера

К геофизическим явлениям относятся [2]: землетрясения (произошедшие на территории Республики Казахстан или приграничных (близлежащих) государств).

2.2.1. Землетрясения

Ежегодно на земном шаре регистрируется более 100 000 землетрясений. Большинство из них мы вообще не ощущаем, некоторые отзываются лишь дребезжанием посуды в шкафах и раскачиванием люстр, зато другие, к счастью гораздо более редкие, в мгновение ока превращают города в груды дымящихся обломков.

Землетрясение – подземные удары (толчки) и колебания поверхности земли, вызванные процессами высвобождения энергии внутри неё (главным образом тектоническими). По своим разрушительным последствиям землетрясения не имеют себе равных среди стихийных бедствий [5].

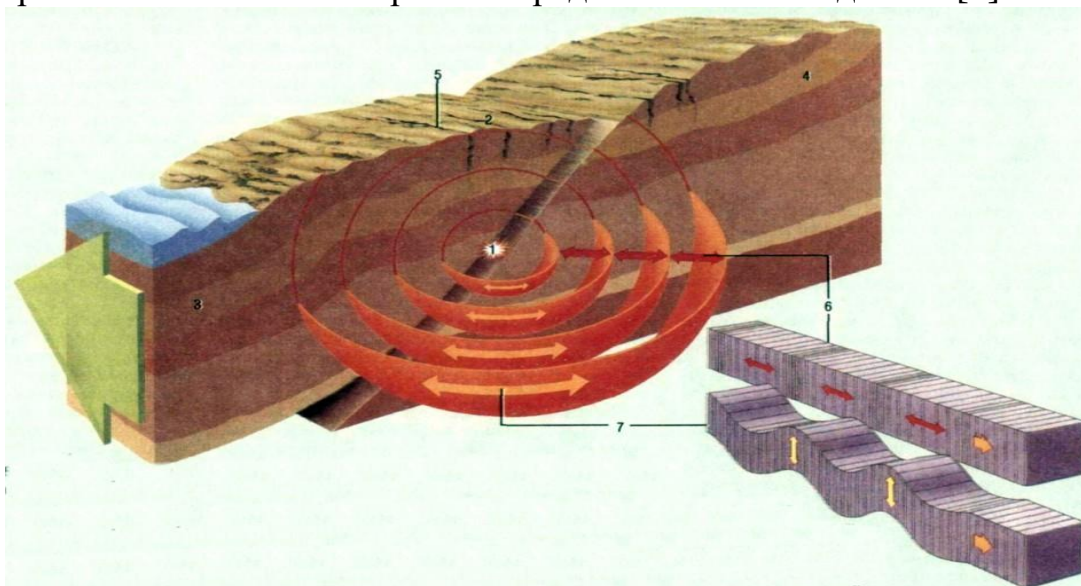


Рисунок 2.4. – Схема землетрясения

Землетрясение – одно из самых разрушительных видов стихийных бедствий. Оно занимает первое место по экономическому ущербу, а также по числу погибших и травмированных людей. В XX веке от землетрясений погибло около 2 миллионов человек.

Описывая землетрясения, пользуются некоторыми терминами, которые необходимо знать:

Гипоцентр – точка в центре очага землетрясения.

Эпицентр – проекция гипоцентра на поверхности Земли.

Основные характеристики землетрясения:

1. Глубина очага – расстояние от поверхности Земли до гипоцентра. У неглубоких землетрясений глубина очага составляет 5-40 км, при глубоких до 500 км.

Все землетрясения можно разделить на три группы в зависимости от глубины расположения гипоцентров:

- мелкофокусные или поверхностные (от 0 до 70 км);

Эти землетрясения наиболее часто встречающиеся. Обычно очаг такого землетрясения находится на глубине от 10 до 30 км в земной коре. На них приходится 51 % всех землетрясений.

- среднефокусные или промежуточные (от 70 до 300 км);

На среднефокусные землетрясения приходится 36% всех землетрясений.

- глубокофокусные (от 300 до 700 км).

На них приходится 13% от общего количества землетрясений.

Эти землетрясения наиболее удалены от поверхности, хотя воздействие их распространяется на большую площадь, и очень редки.

2. Интенсивность энергии на поверхности земли – степень ущерба от землетрясения в определенном месте. Определяется в баллах с помощью 12-балльной шкалы MSK-64 (разработана в 1964 году сейсмологами С.В. Медведевым (СССР), В. Шпонхойером (ФРГ) и В. Карником (ЧССР), принята в СНГ и некоторых странах Европы. Интенсивность землетрясения, измеряемая в баллах, не только сильно зависит от расстояния до очага; в зависимости от глубины центра и типа горных пород сила землетрясений с одинаковой магнитудой может различаться на 2-3 балла.

Таблица 2.8. – Международная сейсмическая шкала MSK

Баллы	Наименование землетрясения	Краткая характеристика последствий
1	Незаметное	Отмечается только сейсмическими приборами
2	Очень слабое	Ощущается отдельными людьми, находящимися в состоянии полного покоя
3	Слабое	Ощущается лишь небольшой частью населения
4	Умеренное	Легкое колебание и дребезжание предметов, посуды, оконных стекол, скрип дверей
5	Довольно сильное	Общее сотрясение зданий, колебание мебели, трещины в оконных стеклах и штукатурке
6	Сильное	Картины падают со стен, откалываются куски штукатурки, легкое повреждение зданий
7	Очень сильное	Трещины в стенах каменных домов
8	Разрушительное	Трещины на крутых склонах и в сырой почве. Памятники сдвигаются с места или опрокидываются. Дома сильно повреждаются
9	Опустошительное	Сильное повреждение и разрушение каменных домов
10	Уничтожающее	Крупные трещины в почве. Оползни, обвалы. Разрушение каменных построек. Искривление рельсовых путей.

11	Катастрофа	Широкие трещины в земле. Оползни, обвалы. Каменные дома совершенно разрушаются
12	Сильная катастрофа	Изменения в почве достигают огромных размеров. Возникновение водопадов. Разрушение всех сооружений.

Для оценки интенсивности землетрясений в республике разработана шкала оценки интенсивности землетрясений MSK-64 (К) СН РК 2.03-28-2004.

Данная шкала предназначена для оценки интенсивности проявления землетрясений на обследуемых территориях в пределах от 3 до 10 баллов включительно.

Оценка интенсивности имевших место землетрясений осуществляется путем комплексного анализа:

- макросейсмических данных о состоянии зданий и сооружений после землетрясений;
- данных об остаточных деформациях в грунтах;
- данных о воздействии землетрясений на людей и предметы быта;
- инструментальных данных о колебаниях поверхности Земли и зданий.

В условиях неполноты информации (например, при отсутствии инструментальных данных) оценку имевших место землетрясений проводят по имеющимся источникам.

3. Магнитуда характеризует общую энергию землетрясения и представляет собой логарифм максимальной амплитуды смещения почвы в микронах, измеренной по сейсмограмме на расстоянии 100 км от эпицентра. Магнитуда по шкале Рихтера изменяется от 0 до 9 (самое сильное землетрясение). Увеличение ее на 1 означает 10-кратное возрастание амплитуды колебаний в почве и увеличение энергии землетрясения в 30 раз.

Существуют различия в методах определения магнитуд близких, удаленных, мелкофокусных (неглубоких) и глубоких землетрясений. Магнитуды, определенные по разным типам волн, отличаются по величине.

Землетрясения разной магнитуды (по шкале Рихтера) проявляются следующим образом:

- 2 - самые слабые ощущаемые толчки;
- 4,5 - самые слабые толчки, приводящие к небольшим разрушениям;
- 6 - умеренные разрушения;
- 8,5 - самые сильные из известных землетрясений.

Ученые считают, что землетрясения более сильные, чем с магнитудой 9 произойти на Земле не могут. Так как каждое землетрясение представляет собой толчок или серию толчков, которые возникают в результате смещения горных масс по разлому.

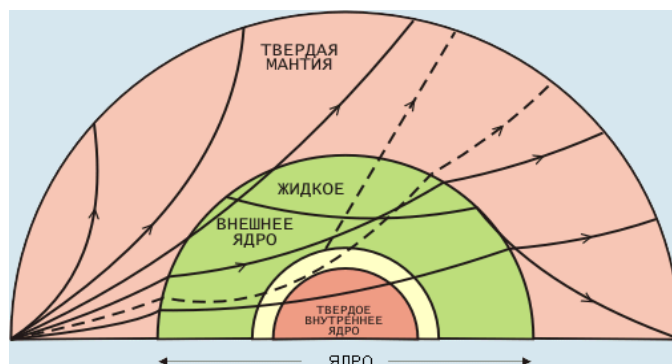


Рисунок 2.5. – Схема распространения сейсмических волн

Магнитуда характеризует землетрясение как цельное, глобальное событие и не является показателем интенсивности землетрясения, ощущаемой в конкретной точке на поверхности Земли.

Таблица 2.9. – Соотношение между шкалой Рихтера и MSK-64

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

Сейсмические волны, порождаемые землетрясениями, распространяются во все стороны от очага подобно звуковым волнам. Точка, в которой начинается подвижка пород называется фокусом, очагом или гипоцентром, а точка на земной поверхности над очагом — эпицентром землетрясения. Ударные волны распространяются во все стороны от очага, по мере удаления от него их интенсивность уменьшается.

Если бросить камень в воду (например, в пруд), можно наблюдать волны, расходящиеся от точки соприкосновения камня с поверхностью воды; но эти волны также распространяются и в толще воды, расходясь от той же точки. Что-то похожее происходит и во время землетрясения. От очага или места разрыва земной коры расходятся волны упругих колебаний во всех направлениях внутри и по поверхности Земли.

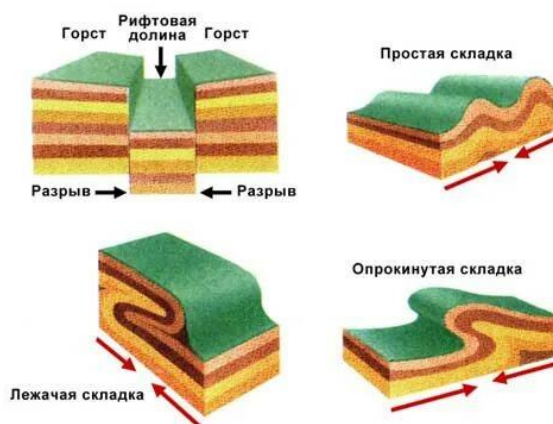


Рисунок 2.6. – Движение земной коры

Скорости сейсмических волн могут достигать 8 км/с.

Сейсмические волны делятся на волны сжатия и волны сдвига.

Как только напряжение превышает величину предела прочности на разрыв горных пород в данном месте (т.е. образуется разлом), возникают сейсмические волны трех основных типов:

Волна сжатия - растяжения, P - волна. Эта волна представляет собой звуковую волну. Ее еще называют продольной волной.

Поперечная волна, или волна сдвига, или S - волна. Эта волна аналогична световой волне или поперечным колебаниям струны. Скорость распространения волн P и S зависит от плотности и упругости горных пород, через которые они проходят.

Поверхностные волны, L -волны. В них заключается большая часть волновой энергии, они называются поверхностными, потому что они распространяются вблизи поверхности Земли.

Ученые оперируют двумя типами поверхностных волн: 1. Наиболее быстрая из двух - это волна сдвига, известная как волна Лява (L_q), названная так в честь физика, который разработал ее теоретическую концепцию, или как G -волна, названная в честь сейсмолога Гутенберга, который обнаружил и исследовал наличие этой волны на сейсмограммах. Движение частицы поперечно направлению распространения волны и происходит только в горизонтальной плоскости, как показано на представленных здесь рисунках. В этой волне нет вертикальной составляющей.

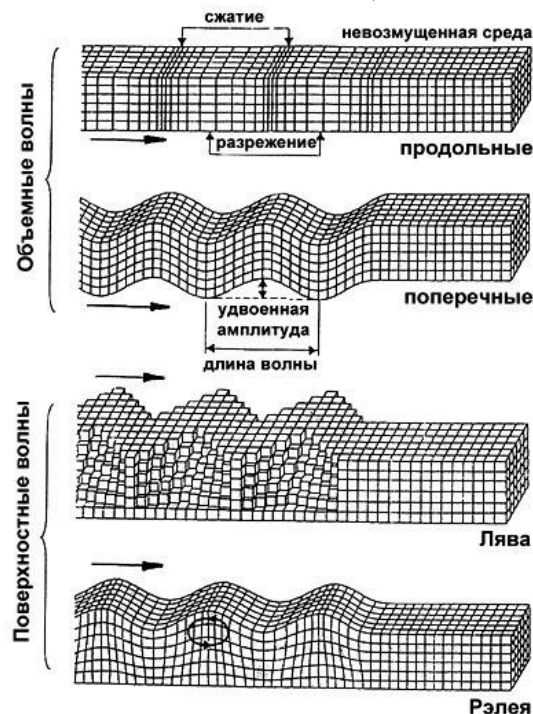


Рисунок 2.7. – Движение земной коры

2. Вторым типом поверхностной волны является волна Рэлея (L_r), названная так в честь физика, который разработал теоретическую концепцию

этой волны. Эта волна прибывает вскоре после поверхностной волны сдвига, так как ее скорость составляет 0,92 от скорости волны сдвига. В волне Рэлея частица грунта совершает возвратное движение по эллиптической орбите в вертикальной плоскости вдоль направления распространения волн, как показано на рисунках.

Виды землетрясений в зависимости от причин возникновения представлены на рисунке 2.8.

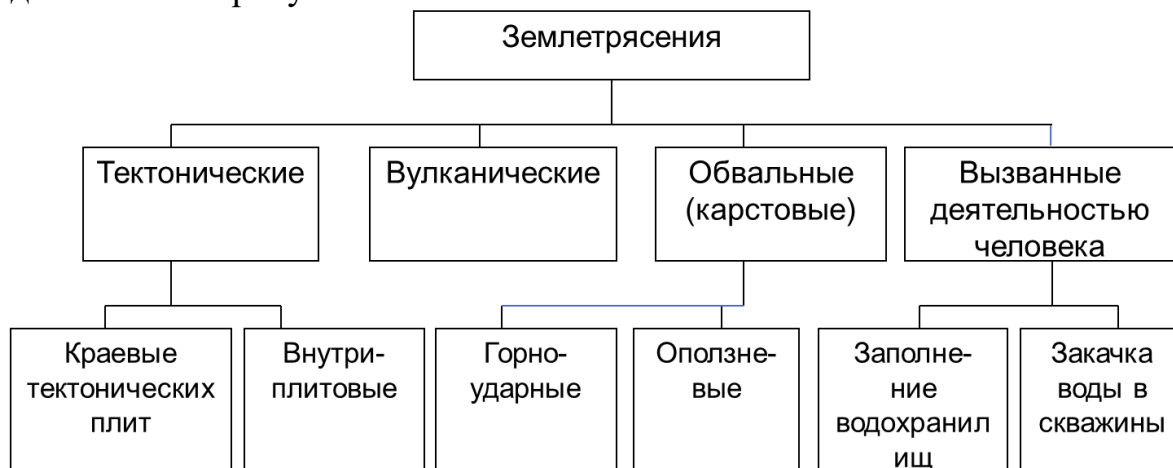


Рисунок 2.8. – Движение земной коры

Тектонические землетрясения. Большая часть всех известных землетрясений относится к этому типу. Они связаны с процессами горообразования и движениями в разломах литосферных плит. Верхнюю часть земной коры составляют около десятка огромных блоков - тектонических плит, перемещающихся под воздействием конвекционных течений в верхней мантии. Одни плиты двигаются навстречу друг другу (например, в районе Красного моря). Другие плиты расходятся в стороны, третьи скользят друг относительно друга в противоположных направлениях.

Вулканические землетрясения. Одно из самых интересных и загадочных образований на планете - вулканы известны как места возникновения слабых и сильных землетрясений. Раскаленные газы и лава, бурлящие в недрах вулканических гор толкают и давят на верхние слои Земли, как пары кипящей воды на крышку чайника. Эти движения вещества приводят к сериям мелких землетрясений - вулканическому тремору (вулканическое дрожание). Подготовка и извержению вулкана и его длительность может происходить в течение лет и столетий. Вулканическая деятельность сопровождается целым рядом природных явлений, в том числе взрывами огромных количеств пара и газов, что сопровождается сейсмическими и акустическими колебаниями. Движение высокотемпературной магмы в недрах вулкана, сопровождается растрескиванием горных пород, что в свою очередь также вызывает сейсмическое и акустическое излучение.

Таблица 2.10. – Поражающие факторы землетрясений

Первичные	Вторичные
- смещение, коробление, вибрация почвогрунтов; - коробление, уплотнение, проседание, трещины; - разломы в скальных породах; - выброс природных подземных газов.	- активизация вулканической деятельности; - камнепады; - обвалы, оползни; - обрушение сооружений; - обрыв линий электропередач, газопроводных и канализационных сетей; - взрывы, пожары; - аварии на опасных объектах, транспорте.

Землетрясения занимают первое место среди потенциально опасных стихийных бедствий для Казахстана. Этой опасности подвержено около 6 миллионов жителей Казахстана и около 500 тысяч квадратных километров площади республики.

Указанные факты свидетельствуют о важном значении работ, проводимых в республике, связанных с изучением природы землетрясений и с разработкой методов предупреждения их разрушительных последствий, а также мероприятий по уменьшению ущерба от возможных сейсмических катастроф.

В последние годы в мире все чаще слышно о достаточно сильных землетрясениях. Из 20 самых разрушительных землетрясений 21-го века пять произошли в 2021-2023 годы. В Казахстане, к счастью, ничего критического не происходило.

Согласно данным earthquakelist.org, за последние 10 лет в РК и в радиусе 300 км вокруг в общей сложности произошло 826 землетрясений магнитудой 4 и выше (землетрясения более низкой магнитуды не брались в расчет). Если усреднить, то ежегодное количество составит 82 землетрясения в год, или шесть в месяц. В среднем, землетрясения происходят вблизи Казахстана примерно каждые четыре дня.

Чаще всего регистрировали землетрясения магнитудой 4 – 96,4% от общего количества, или 796 случаев. Также произошло 29 землетрясений магнитудой 5, 1 землетрясение магнитудой 7, пишет Ranking.

В региональном разрезе чаще всего "трясет" Алматы. Здесь происходит примерно 47 землетрясений в год. Далее идут Алматинская (16 землетрясений ежегодно) и Жамбылская (15 землетрясений) области.

В Шымкенте происходит в среднем 13 землетрясений ежегодно, в Восточно-Казахстанской области – семь землетрясений, в Мангистауской и Туркестанской областях – по три землетрясения, в Атырауской и Карагандинской областях – по одному землетрясению. В других регионах ощутимой "тряски" практически не наблюдается.

С начала прошлого века самое сильное землетрясение на территории Казахстана произошло 4 января 1911 года, его магнитуда составила 8. Также среди самых сильных – землетрясение 3 ноября 1946 года магнитудой 7,5 и землетрясение 19 августа 1992 года магнитудой 7,3. Если говорить о

землетрясениях последних 10 лет, то самым сильным окажется землетрясение 23 января 2024 года в 00:09 часов – магнитудой 7.

Если же говорить в целом про мир, на 5 июля текущего года лидером по числу землетрясений, произошедших с начала года, является Мексика. В пятерке "самых тряских" стран оказались Япония, Индонезия, Тайвань и Филиппины.

Казахстану присвоили 12-е место с 236 землетрясениями. Ранее, на 2 февраля 2024 года, в этом же рейтинге республика была на 6-м месте со 123 землетрясениями. В этот раз среди стран СНГ мы уступили печальное лидерство Кыргызстану, где уже произошло 278 землетрясений. Для сравнения: в Таджикистане зарегистрировали 149 землетрясений, в России – 89, в Узбекистане – 79, в Азербайджане – 27, в Армении – 22, в Туркменистане – 12.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что относится к геофизическим опасным явлениям?
2. Какие основные поражающие факторы землетрясений?
3. Как оценивается степень разрушения зданий при землетрясении?
4. Какие факторы влияют на масштаб разрушений?
5. В чем различие между магнитудой и интенсивностью землетрясения?
6. Какие регионы Казахстана являются сейсмоопасными?
7. Какие меры сейсмостойкого строительства применяются?
8. Какие вторичные опасности сопровождают землетрясения?

2.2.2. Методика оценки обстановки и степени разрушения малоэтажных зданий при землетрясении

Основные характеристики землетрясений :

1. Энергия, выделяющаяся при землетрясении, Дж;
2. М - магнитуда - мощность землетрясения, выраженная максимальной амплитудой смещения почвы в миллиметрах на расстоянии 100 км, измеряемая в баллах по шкале Рихтера (0-9);
3. Интенсивность землетрясения J (энергия на поверхности земли) - колебания грунта у поверхности земли, измеряемая по шкале MSK-64 в баллах (0 - 12)

Далее начинаем анализировать формулы, необходимые для расчета интенсивности землетрясения и прогнозирования последствий землетрясения.

1. Интенсивность землетрясения уменьшается с увеличением расстояния R от эпицентра. Рихтер и Гуттенберг предположили следующую формулу для определения интенсивности землетрясения на различных расстояниях $R > H$.

$$J = C_1 \bullet M - 3,5 \lg \sqrt{R^2 + H^2} + C_3 \quad (2.3)$$

где J – интенсивность землетрясения на расстоянии R , км, от эпицентра, M – магнитуа; H – глубина очага, км.

Среднее значение коэффициентов : $C1 = 1,5$; $C3 = 3,0$.

Реальная интенсивность, в районе расположения поселка определяется по формуле:

$$J_{реал} = J - (1,6 - 2,6) \quad (2.4)$$

где 2,6 – коэффициент грунта окружающей местности на котором построены здания.

Время прихода продольных сейсмических волн – I фаза землетрясения, t_1 , с:

$$t_1 = \frac{\sqrt{R^2 + H^2}}{V_{пр}} \quad (2.5)$$

где $V_{пр}$ – средняя скорость распространения продольных волн, км/с.

Для гранита $V_{пр} = 6,9$ км/с; осадочных пород – 6,1 км/с; песчаники, известняки – 1,5-5,6 км/с; полускальные (гипс, мергель, глинистые сланцы) – 1,4-3,6 км/с; крупнообломочные (галька, гравий) – 1,1-2,1 км/с; насыпные грунты – 0,4 км/с; песок – 0,7-1,6 км/с; глина, суглинок, супесь – 0,5-1,5 км/с.

Время прихода поверхностных волн – главная фаза землетрясения t , с:

$$t = H / V_{пр} + R / V_{пов} \quad (2.6)$$

где $V_{пр}$ – скорость распространения продольных волн, км/с; $V_{пр} = 6.9$ км/с (гранит); $V_{пр} = 6.1$ (осадочные породы); $V_{пов}$ – скорость распространения поверхностных волн, км/с. $V_{пов} = 5.6$ (гранит); $V_{пов} = 1.5$ (щебень, гравий, галька); $V_{пов} = 4.0$ (известняк); $V_{пов} = 1$ (песчаный грунт); $V_{пов} = 0.35$ (насыпной грунт).

Землетрясения интенсивностью в 1 балл – незаметное, 2 балла – очень слабое, 3 балла – слабое. Разрушения начинаются при интенсивности 4 балла. В таблице 2.11 даны степени разрушения объектов и виды травмирования людей.

Таблица 2.11. – Степени разрушения объектов и виды травмирования людей

Интенсивность землетрясения	Тип	Последствия
IV	Умеренное 5кПа	Разрушение остекления
V-VI	Довольно сильное, сильное 10 ...20кПа	Средние разрушения деревянных зданий, слабые – кирпичных, у людей легкие травмы
VII	Очень сильные 30 кПа	Сильные – деревянных зданий, средние – кирпичных (до 30 км); у людей легкие травмы (ушибы, ссадины)
VIII	Разрушительное 40 кПа	Сильные – кирпичных, трещины – в почве,

		у людей легкие травмы
IX	Опустошительное 50 кПа	Сильные, разрыв всех коммуникаций (до 80 км), у людей травмы средней тяжести
X	Уничтожающее 60 кПа	Обвалы, разрушения магистралей (до 120 км), у людей тяжелые травмы (переломы черепа, разрывы внутренних органов)
XI-XII	Катастрофическое 70-80 кПа	Изменение рельефа (до 160 км)

Пример. Оценить обстановку и степень разрушения малоэтажных (до четырех этажей) кирпичных зданий на расстоянии $R=50$ км от эпицентра землетрясения. Магнитуда-5,5. Глубина гипоцентра $H=30$ км. Дома построены на насыпном грунте.

Определяем:

1. Интенсивность землетрясения на $R = 50$ км

$$J = C_1 \cdot M - 3,5 \lg \sqrt{R^2 + H^2} + C_3 = 1,5 \cdot 5,5 - 3,5 \lg \sqrt{50^2 + 30^2} + 3 = 5,3 = 5$$

2. Реальная интенсивность в районе расположения поселка

$$J_{\text{реал}} = J - (1,6 - 2,6) = 5 - (1,6 - 2,6) = 6$$

3. Время прихода продольных сейсмических волн - I фаза землетрясения, t_1 , с

$$t_1 = \frac{\sqrt{R^2 + H^2}}{V_{\text{пр}}} = \frac{\sqrt{50^2 + 30^2}}{0,4} = 145,75 = 146$$

4. Время прихода поперечных волн-главная фаза землетрясения t , с

$$t = H / V_{\text{пр}} + R / V_{\text{пов}} = 30 / 0,4 + 50 / 0,35 = 217,8 = 218$$

Вывод: Здания получают слабые разрушения, у людей будут легкие травмы.

Задание для самостоятельной работы

Оценить обстановку и степень разрушения малоэтажных (до четырех этажей) кирпичных зданий согласно данным приведенным в таблице 2.12.

Таблица 2.12. – Исходные данные для самостоятельной работы

№ п/п	Расстояние от эпицентра землетрясения, R (км)	Глубина гипоцентра, H	Магнитуда
1	100	30	5,5
2	50	25	6
3	40	20	6,5
4	500	10	7
5	100	30	7,5
6	95	25	8
7	80	20	8,5

8	120	10	5
9	50	30	5,5
10	60	25	6
11	80	20	6,5
12	120	10	7
13	60	30	7,5
14	75	25	8
15	150	20	8,5
16	12	10	5
17	30	30	5,5
18	120	25	6
19	60	20	6,5
20	75	10	7
21	100	30	7,5
22	80	25	8
23	12	20	8,5
24	200	10	5
25	35	30	5,5
26	100	30	5,5
27	50	25	6
28	40	20	6,5
29	500	10	7
30	100	30	7,5

3. Чрезвычайные ситуации гидрологического, метеорологического характера

3.1. Чрезвычайные ситуации гидрологического характера

К гидрологическим опасным явлениям относятся [2]: высокие уровни воды (наводнения) при половодьях, дождевых (снеговых) паводках, заторах и зажорах, ветровых нагонах; низкий уровень воды.

Наводнение – затопление территории водой, являющееся стихийным бедствием.

Половодье – фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в данных климатических условиях в один и тот же сезон [6].

3.1.1. Наводнения

Наводнения относятся к опасным гидрологическим явлениям. Наводнения в большей или меньшей степени периодически наблюдаются на

большинстве рек Казахстана и занимают одно из первых место в ряду стихийных бедствий по площади распространения и наносимому материальному ущербу.

По количеству человеческих жертв и материальному ущербу наводнения занимают второе место после землетрясений [5].

Природно-географическими условиями возникновения *наводнений* являются: выпадение осадков в виде дождя, таяние снега и льда, цунами, тайфуны, опорожнение водохранилищ; наводнения бывают дождевого-речного типа. Другой тип – затопление побережья в результате подъема уровня моря при шторме (наводнения нагонного типа). Факторами опасности (ущерба) являются:

высота изменения уровня, влияющая на площадь заливаемой или осушающейся территории; скорость изменения уровня воды; продолжительность периода отклонения уровня воды от нормы; для наводнений – также сопровождающие явления (ветер, температура воздуха, оползания и размывы грунта и т. п.) [6].

Таблица 3.1. – Виды наводнений

Виды наводнения	Причины	Характер проявления
Половодье	Весеннее таяние снега на равнинах или весенне-летнее таяние снега и дождевые осадки в горах.	Повторяются периодически в один тот же сезон. Характеризуются значительным и длительным подъёмом уровней воды.
Паводок	Интенсивные дожди и таяние снега при зимних оттепелях.	Отсутствует чётко выраженная периодичность. Интенсивный и сравнительно кратковременный подъём уровня воды.
Заторные, зажорные (заторы, зажоры)	Большое сопротивление водному потоку, образующееся на отдельных участках русла реки, возникающее при скоплении ледового материала в сужениях или излучинах реки во время ледостава (зажоры) или во время ледохода (заторы).	Заторные – в конце зимы или весны. Высокий и сравнительно кратковременный подъём уровня воды в реке. Зажорные – в начале зимы. Значительный (не менее чем при заторе) подъём уровня воды и более значительная, по сравнению с заторами, продолжительность.
Нагонные наводнения (нагоны)	Ветровые нагоны воды в морских устьях рек и наветренных участках побережья морей, крупных озер, водохранилищ.	В любое время года. Отсутствие периодичности и значительный подъём уровня воды.
Затопления при прорыве плотин	Излив воды из водохранилища или водоема, образующийся при прорыве сооружений напорного фронта (плотины, дамбы и т. п.), при аварийном сбросе воды из водохранилища, при прорыве естественной плотины, создаваемой природой при землетрясениях, оползнях, обвалах, движении ледников.	Образование волны прорыва, приводящей к затоплению больших территорий и к разрушению или повреждению встречающихся на пути объектов (зданий и сооружений и др.).

Факторы, оказывающие влияние на величину максимального подъема уровня воды при различных видах наводнений, приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2. – Факторы влияния на масштабы наводнения

Вид наводнения	Факторы, оказывающие влияние на величину максимального подъема уровней воды
Половодье	Запас воды в снежном покрове перед началом весеннего таяния; атмосферные осадки в период снеготаяния и половодья; осенне-зимнее увлажнение почвы к началу весеннего снеготаяния; ледяная корка на почве; интенсивность снеготаяния; сочетание волн половодья крупных притоков речного бассейна; озёрность, заболоченность и лесистость бассейна; рельеф бассейна.
Паводок	Количество осадков, их интенсивность, продолжительность, площадь охвата, предшествующее выпадение осадков, увлажненность и водопроницаемость почвы, рельеф бассейна, величина уклонов рек, наличие и глубина мерзлоты.
Затор, зажор	Поверхностная скорость течения воды, наличие в русле сужений, излучин, мелей, крутых поворотов, островов и других русловых препятствий, температура воздуха в период ледостава (при зажоре) или в период ледохода (при заторе), рельеф
Нагон	Скорость, направление и продолжительность ветра, совпадение по времени с приливом или отливом, уклон водной поверхности и глубина реки, расстояние от морского побережья, средняя глубина и конфигурация водоема, рельеф местности.
Затопления при прорывах плотин	Величина перепада уровня воды в створе плотины: объем, заполненный водой в водохранилище, на момент прорыва; уклон дна водохранилища и реки; размеры прорана и время образования прорана; расстояние от плотины, рельеф местности.

В пределах Республики Казахстан преобладают наводнения первых трех групп (70-80%).

По условиям возникновения наводнения подразделяются на четыре типа:

Первый - реки с максимальным стоком, вызываемым таянием снега на равнинах.

Второй - реки с максимальным стоком, возникающим при таянии горных снегов и ледников.

Третий - реки с максимальным стоком, обусловленным выпадением интенсивных дождей.

Четвертый - реки с максимальными стоками, образующимися от совместного влияния снеготаяния и выпадения осадков. Их режим характеризуется весенним половодьем от таяния снегов, повышением летнего и зимнего стоков за счет обильного грунтового питания, а также значительными осенними осадками.

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

Наводнение, характерное для рек первого типа, часто называют *половодьем*.

Половодье вызывается усиленным продолжительным притоком воды, который может быть обусловлен:

весенним таянием снега на равнинах;

летним таянием снега и ледников в горах;

обильными дождями.

Половодья, вызванные весенним снеготаянием, характерны для многих равнинных рек, которые делятся на 2 группы:

реки с преобладанием весеннего стока.

реки с преобладанием летнего стока.

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

Периодически паводки не повторяются, и в этом их отличие от половодья. Продолжительность паводка от нескольких долей часа до нескольких суток. Среднемесячные расходы в период половодья и паводков больше среднегодовых.

В отличие от половодья паводок может возникать в любое время года. Значительный паводок может вызвать наводнение. В процессе перемещения паводка по реке образуется паводочная волна.

Кроме названных источников наводнения могут возникать вследствие других гидрометеорологических явлений, таких как заторы, зажоры, нагоны и повышения уровня водного объекта.

Главной причиной образования затора является задержка процесса вскрытия льда на тех реках, где кромка ледяного покрова весной смещается сверху вниз по течению. При этом движущийся сверху раздробленный лед встречает на своем пути еще не нарушенный ледяной покров. Последовательность вскрытия реки сверху вниз по течению является необходимым, но недостаточным условием возникновения затора льда. Основное условие создается только тогда, когда поверхностная скорость течения воды при вскрытии довольно значительна (0,6-0,8 м/с и более). Различные русловые препятствия, как, например, крутые повороты, сужения, острова, изменение уклона поверхности от большего к меньшему, лишь усиливают процесс.

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

Нагон - это подъем уровня воды, вызванный воздействием ветра на водную поверхность [5].

Такие явления случаются в морских устьях крупных рек, а также на больших озерах и водохранилищах.

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

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

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

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

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

Нагонные наводнения нередко охватывают большие территории. Продолжительность затопления обычно находится в пределах от нескольких десятков часов до нескольких суток.

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

Масштабные наводнения, связанные с ветровыми нагонами, на территории Казахстана наблюдаются в дельте р. Урал и по всему северо-восточному побережью Каспия. Ситуация в прибрежной зоне Каспийского моря осложняется частыми ветровыми нагонами воды, высота которых в отдельных случаях достигает на северо-восточном побережье моря 2,5-2,7 м.

Наиболее опасными являются периоды с октября по декабрь и в мае, когда подъемы уровня воды достигают 2.0-2.5 м и морская вода проникает на десятки километров вглубь территории. Под угрозой затопления находятся 650 объектов и 4000 жителей.

В истории Казахстана было несколько значительных наводнений, оказавших серьезное на страну. Каждый год Казахстан сталкивается с проблемой затоплений, особенно часто страдают из-за увеличения уровня воды в озерах и реках эти регионы:

Восточно-Казахстанская область;

Туркестанская область;

Карагандинская область;

Костанайская область;

Акмолинская область.

Распространенными причинами проблем с затоплениями сел в стране являются:

снежные зимы, быстрые снеготаяния весной, особенно в горных районах;
быстрое увеличение температуры весной;

интенсивные дожди или ливни, которые может привести к быстрому накоплению воды и наводнениям;

разливы рек и водоемов из-за высокого уровня воды;

нарушения в гидротехнических сооружениях, таких как прорывы дамбы, плотины или ирригационные каналы.

Затопления 1993 года.

Весной 1993 года Казахстан столкнулся с крупнейшим наводнением. Плотину Актюбинского водохранилища прорвало.

По официальным данным, пострадало 669 населенных пунктов, в том числе 41 райцентр и 11 городов. В результате катастрофы погибли 10 человек, 12,7 тысяч жителей были эвакуированы, около 30 тысяч лишились домов. Также было повреждено 875 км дорог, 718 км линий электропередач и других объектов инфраструктуры.

Большая часть разрушений произошла в Атырауской области, также сильно пострадали Актюбинская и Западно-Казахстанская области.

Паводки на юге в 2008 году.

Февраль 2008 года ознаменовался резким потеплением и таянием снегов, что привело к масштабным паводкам на юге страны.

Было затоплено более 2,5 тысяч домов, 13 тысяч жителей получили ранения, один человек погиб.

Ущерб оценили в 130 миллионов долларов.

Кызылагаш – 2010 год.

Самая страшная катастрофа в истории независимого Казахстана произошла в ночь на 12 марта 2010 года, когда прорвало плотину недалеко от села Кызылагаш в Аксуском районе Алматинской области.

В результате 45 человек погибли, в том числе восемь детей, еще 300 получили ранения. Почти 80% домов в селе были разрушены: 146 строений двухметровая волна снесла почти полностью, 251 дом сильно пострадал. Ущерб оценили более 8 миллиардов тенге.

Виновными в этой трагедии были признаны бывший глава села Есет Жунисов и его брат, занимавший должность исполнительного директора кооператива "Кызылагаш" и председателя правления сельского производственного кооператива водопользователей. Согласно версии следствия, до прорыва дамбы и само Кызылагашское водохранилище были переданы в частные руки. Новые владельцы либо не обеспечили должного контроля за состоянием дамбы, либо попытались накопить больше воды в водохранилище перед предстоящим засушливым летом.

В результате водохранилище переполнилось, дамба была прорвана, и весь поток воды обрушился на ближайшее село Кызылагаш и несколько соседних населенных пунктов.

Жунисов и его брат были приговорены к пяти годам заключения в колонии-поселении, владелец плотины Куаныш Бекеев был приговорен к реальному сроку. Также к двум годам лишения свободы условно был осужден начальник районного отдела по чрезвычайным ситуациям.

Южно-Казахстанская область – 2012 года.

В 2012 году некоторые регионы Казахстана, включая Южно-Казахстанскую область, были затоплены из-за сильных дождей. Наводнения были вызваны волной ливней и резким потеплением. Были подтоплены 25 населенных пунктов в Арысском, Отырарском и Ордабасинском районах, а также город Шымкент.

Однако худшие последствия наступили ночью на 28 февраля, когда пришла вторая волна наводнения. Затопления затронули 969 дворов, из которых 428 домов были полностью остались под водой. Кроме того, были эвакуированы 2260 человек.

Для ликвидации последствий наводнений было выделено 713 миллионов тенге.

По данным Программы Центральноазиатского регионального экономического сотрудничества, риск наводнений в Казахстане гораздо более выражен, нежели риск землетрясений, поскольку сильные дожди и таяние снега наносят значительный ущерб. С 1990 по 2019 годы более 150 тысяч человек пострадали от наводнений и более 36 тысяч – от землетрясений, ущерб экономике составил 350 млн долларов.

Наводнение в ЗКО.

В 2011 году в Западно-Казахстанской области произошло наводнение. Погибли два человека, еще 16 тысяч человек пострадали.

Затоплены были более 2,5 тысяч домов и свыше 7 тысяч дачных построек.

Общий ущерб превысил 70 миллионов долларов.

Разрушение плотины в Кокпекти.

Мощное наводнение обрушилось на Карагандинскую область 31 марта 2014 года. Тогда плотина Кокпектинского водохранилища не выдержала давление водной массы и разрушилась. Погибли пять человек, затоплено около сотни домов. Многие жители были госпитализированы с диагнозом «переохлаждение».

Материальный ущерб был оценен в размере 87,6 миллионов тенге.

Двух бывших чиновников обвинили в недостаточной подготовке и контроле ситуации, но они были освобождены от уголовной ответственности в связи с «истечением срока давности». Арендатора Кокпектинского водохранилища Владимира Крючкова приговорили к трем годам лишения свободы.

Наводнения 2017 года.

В 2017 году в городе Атбасар Акмолинской области прорвало дамбу в четырех местах. Причиной наводнения стало разрушение земляной дамбы

возле железнодорожного моста в результате таяния снега. Дома в непосредственной близости от моста оказались под водой.

Также в этом же году обильные дожди и снегопады на полях привели к значительному наплыву воды в Сергеевское водохранилище в Северо-Казахстанской области. Уровень воды через гребень водохранилища достиг рекордных 3 метров 38 сантиметров, превысив все предыдущие показатели с момента его постройки в 1968 году.

Также в результате этих природных явлений в Карагандинской области было затоплено 140 жилых домов и 274 двора в 22 населенных пунктах. От наводнения пострадали и другие регионы, в том числе Восточно-Казахстанская, Алматинская, Жамбылская, Костанайская и Актюбинская области.

Паводки в Усть-Каменогорске – 2018 год.

В 2018 году паводок накрыл Восточный Казахстан. От наводнений пострадали Усть-Каменогорск и больше десятка сел области, сотни жителей из-за подтоплений остались без крова.

Во дворах откачивали воду, чтобы предотвратить подтопление подвалов. В двух районах Усть-Каменогорска была объявлена ЧС местного масштаба. Спасателям прибыла помощь из Павлодарской и Южно-Казахстанской областей.

Паводки в 2024 году.

В Актобе режим ЧС объявили 28-го марта. По реке Сазды в центре города пошел сель, она вышла из берегов. На следующий день в регион прибыл первый заместитель Премьер-министра РК Роман Скляр. К этому времени уже были подтоплены дачные поселки. Для ускорения ликвидации последствий паводков в область оперативно направили группировки сил и средств ДЧС Мангистауской области, воинских частей.

Город Кульсары в Атырауской области буквально ушел под воду за считанные дни. Разлив реки Жем начался 5-го апреля и уже 8-го апреля из города эвакуировали более 33 тыс. человек (всего за период паводка - 36 тыс.). Подтопленными оказались свыше 2,8 тыс. домов.

Следом за Атырауской большая вода пришла в Костанайскую область. 6-го апреля из-за повышения уровня воды в реке Тобол создалась угроза подтопления населенных пунктов городов Тобыл и Костанай. В регион прибыл министр по чрезвычайным ситуациям Чингис Аринов, ввели режим ЧС. В двадцатых числах мая в шести районах еще сохранялся режим ЧС природного характера местного масштаба, в том числе в самом Костанае. За время паводка эвакуировали свыше 9 тыс. человек. Около восьми тыс. костанайцев вернулись домой.

Тяжелым выдался апрель и для Западно-Казахстанской области. Здесь подтопило около 1,5 тыс. частных жилых домов, свыше 15 тыс. дачных участков. Большая вода размывала дороги. Эвакуировали более 14 тыс. человек, из них домой вернулись менее половины. Остальные в большинстве своем находятся у родственников и в эвакуационных пунктах. С 5-го апреля в областной штаб по приему гуманитарной помощи поступило свыше 1,7 тыс.

тонн груза. Здесь тоже возводили дамбы, круглосуточно откачивали воду, патрулировали затопленные территории.

В Северо-Казахстанской области в конце марта урон дорогам нанесли талые воды. Населенные пункты от подтоплений уберегли. Однако уже через несколько дней большой поток воды пошел по реке Есиль. Вода прибывала быстро и с большой скоростью. Все внимание было приковано к Сергеевскому водохранилищу, где перелив через гребень плотины на пике достиг рекордных 425см.

В Карагандинской области было подтоплено 60 домов в Шетском районе. Комиссия сделала их техническое обследование и признала аварийными шесть. Пяти семьям за счет бюджетных средств купили дома. Они самостоятельно выбрали себе жилье. В других 54 домах, которые не признаны аварийными, делают ремонт. Жители получили компенсацию как за утерю имущества, так и на ремонт. Был решен вопрос с возмещением погибшего скота.

В Акмолинской области во время паводков ЧС природного характера местного масштаба были объявлены в городе Кокшетау и пяти районах - Буландынском, Жаркаинском, Есильском, Атбасарском и Астраханском. Всего, по данным ДЧС региона, в области были подтоплены 837 жилых домов, 19 многоэтажных жилых домов и 5 социальных объектов. Спасли и эвакуировали 2,8 тыс. человек. На дорогах зарегистрировали 128 переливов, без транспортного сообщения были 50 населенных пунктов.

Классификация наводнений

Основными характеристиками наводнения являются:

- максимальный уровень подъема воды за время его действия;
- площадь затопления;
- продолжительность затопления местности;
- скорость подъема уровня воды.

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

Классификация наводнений с учётом масштабов их распространения и повторяемости приведена в таблице 3.2 [6].

Таблица 3.2. - Классификация наводнений

Класс наводнений	Масштабы наводнения	Повторяемость (годы)
Низкие (малые)	Наносят незначительный ущерб. Охватывают небольшие прибрежные территории. Затопляется менее 10 % сельскохозяйственных угодий, расположенных в низких местах. Почти не нарушают ритма жизни населения.	5–10
Высокие	Наносят ощутимый материальный и моральный ущерб, охватывают большие земельные участки речных долин, затапливают 10–15 % сельскохозяйственных угодий. Существенно нарушают хозяйственный и бытовой уклад населения. Приводят к частичной	20–25

Выдающиеся (сильные)	Наносят большой материальный ущерб, охватывая речные бассейны. Затапливают 50–70 % сельскохозяйственных угодий, некоторые населенные пункты. Парализуют хозяйственную деятельность и резко нарушают бытовой уклад населения. Приводят к необходимости массовой эвакуации населения и материальных ценностей из зоны затопления и защиты важных хозяйственных объектов.	50–100
Катастрофические	Наносят огромный материальный ущерб и приводят к гибели людей, охватывая громадные территории в пределах одной или нескольких речных систем. Затапливается 70 % сельскохозяйственных угодий, множество населенных пунктов, промышленных предприятий и инженерных коммуникаций. Полностью парализуется хозяйственная и производственная деятельность, временно изменяется жизненный уклад населения.	100–200

Ливневые (дождевые) наводнения – наиболее распространенный тип наводнений. *Половодья и паводки* снеготаяния распространены в областях, где бывает снежный покров, приблизительно на 1/3 площади суши. На равнинах половодья длятся 15–20 дней на малых и до 2–3 месяцев на больших реках, в горах – всё лето.

Паводок – фаза водного режима реки, которая может многократно повторяться в различные сезоны года, характеризующаяся интенсивным, обычно кратковременным увеличением расходов и уровней воды, и вызываемая дождями или снеготаянием во время оттепелей [7].

Зажорные и заторные наводнения приурочены к предгорным и равнинным участкам рек, покрывающихся льдами.

Зажор – скопления шуги с включением мелкобитого льда в русле реки, вызывающее стеснение водного сечения и связанный с этим подъем уровня воды [8].

Затор – скопление льдин в русле реки во время ледохода, вызывающее стеснение водного сечения и связанный с этим подъем уровня воды [7].

Завальные и прорывные наводнения менее регулярны, чем наводнения предшествующих типов.

Основным критерием наводнения является максимальный уровень воды за время его действия.

В практике также используются и другие характеристики наводнения.

Площадь затопления - размеры покрытой водой и прилегающей к реке местности.

Продолжительность затопления - время с момента выхода воды на пойму и до входа реки в русло.

Скорость подъема уровня воды - величина, характеризующая прирост уровня воды и процесса наводнения за определенное время по отношению к первоначальному уровню.

При весеннем половодье величина максимального уровня и максимального расхода воды зависят от следующих факторов:

запасов воды в снежном покрове (снегозапасов) перед началом весеннего таяния;

количества атмосферных осадков в период снеготаяния и половодья;
осенне-зимнего увлажнения почвы к началу снеготаяния;
глубины промерзания почвы к началу снеготаяния;
наличия и толщины ледяной корки на почве;
интенсивности снеготаяния;
сочетания половодья крупных притоков бассейна;
озерности, заболоченности и лесистости бассейна.

Классификация заторов и зажоров

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

Основными определяющими заторов и зажоров являются: строение, размеры, максимальный уровень и максимальный подъем воды.

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

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

Зажорные массы льда однородны по своему строению и располагаются непосредственно у кромки ледяного покрова и под ним. Здесь они имеют небольшую толщину. Длина зажорного участка может составлять от 3 до 5 величин ширины реки. Это примерно 3 - 5 км на средних и до 15 км на больших.

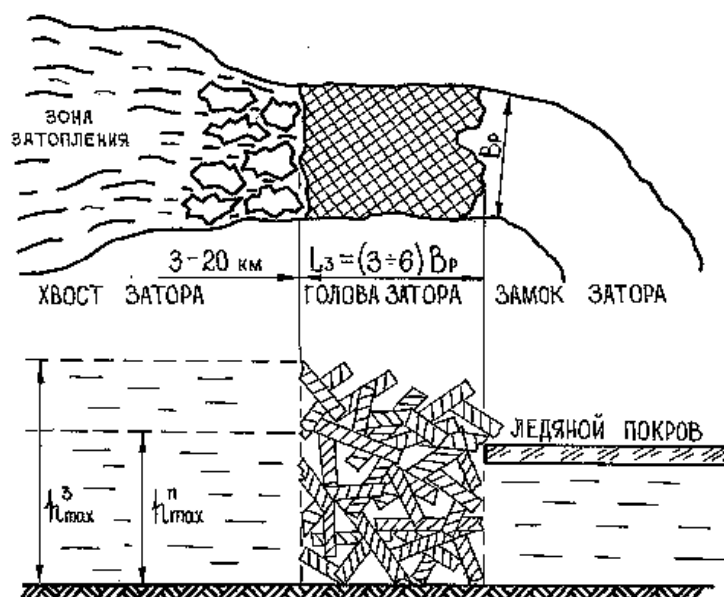


Рисунок 3.1. – Основные характеристики затора

Где, V_r - ширина реки; L_z - длина заторного участка; $h_{\max z}$ - максимальный уровень воды в половодье без затора; $(h_{\max z} - h_{\max п})$ - максимальный заторный уровень воды.

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

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

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

Непосредственная опасность этих явлений заключается в том, что происходит резкий подъем воды и в значительных пределах. Вода выходит из берегов и затопляет прилегающую местность. Кроме того, опасность представляют и навалы льда на берегах высотой до 15 м, которые часто разрушают прибрежные сооружения.

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

Мощные и частые заторы льда присущи тем рекам, у которых вскрытие происходит сверху вниз по течению.

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

Заторы на реках - широко распространенное явление и свойственны в основном крупным рекам, например: Сырдарья, Иртыш, Урал и многим другим.

На реках Республики Казахстан, протекающих в различных физикогеографических зонах, установление ледостава или очищение водной поверхности ото льда происходит, как правило, не одновременно по всей длине реки. В результате этого наблюдаются заторно-зажорные явления, которые вызывают резкие подъемы уровней воды, приводящие к зимне-весенним наводнениям.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем различие между наводнением и паводком?
2. Какие причины вызывают гидрологические ЧС?
3. Какие факторы определяют высоту паводковой волны?
4. Какие поражающие факторы характерны для наводнений?
5. Что такое затопление и подтопление?
6. Какие методы прогнозирования используются?
7. Какие меры инженерной защиты применяются?
8. Как оценивается ущерб от наводнений?

3.1.2. Прогнозирование высоты паводковой волны

Опасность паводкового наводнения состоит в том, что оно может быть неожиданным, например, при прохождении ливневых дождей в ночное время. При паводке имеет место сравнительно кратковременный подъем воды, вызываемый ливневыми дождями или бурным таянием снега.

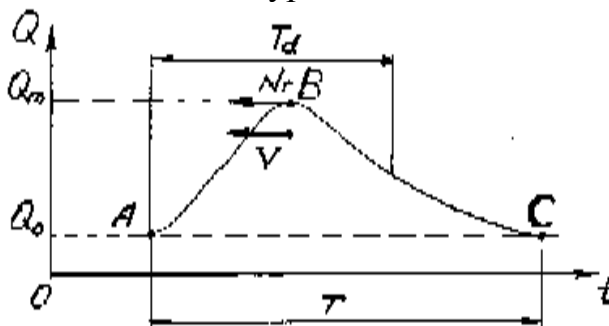


Рисунок 3.2. – Гидрограф расхода паводка

где, T_d - продолжительность выпадения осадков и интенсивное таяние снега, T - продолжительность паводка, Q_m - максимальный расход, Q_0 - бытовой расход, A - фронт паводковой волны.

Высота паводковой волны зависит от формы русла реки. Русла рек имеют четыре формы параболическое, прямоугольная, треугольная и трапецидальная.

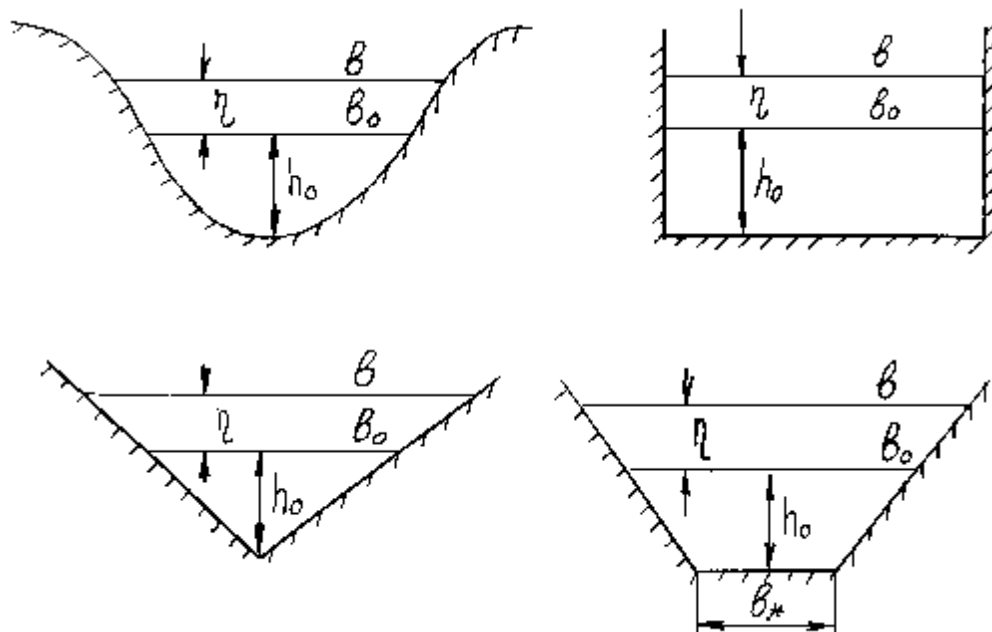


Рисунок 3.3. – Формы русел рек

Находим бытовой расход воды в реке Q_0

$$Q_0 = \frac{1}{2}(b_0 + b) \cdot h_0 \cdot V_0 \quad (3.1)$$

b_0 - ширина русла реки по урезу воды, м; b - ширина русла реки по дну, м; h_0 – глубина реки, м; V_0 - скорость бытового потока, м/с.

Используя значение бытового расхода воды Q_0 рассчитываем максимальный расходы воды в реке Q_m

$$Q_m = \frac{k \cdot J \cdot F}{3,6} + Q_0 \quad (3.2)$$

$k=1$ (постоянная) - коэффициент, учитывающий долю стока осадков в реку;

J - интенсивность осадков, мм/час; F - площадь района выпадения осадков в бассейне реки, км².

Используя значения вышеуказанных расчетов, находим максимальный подъём уровня воды, м

$$\eta = h_0 \left[\left(\frac{Q_m}{Q_0} \right)^{\frac{3}{5}} - 1 \right] \quad (3.3)$$

Пример. Необходимо определить максимальную высоту паводковой волны при выпадении ливневых осадков интенсивностью 40 мм/час на площади 162 км² в бассейне реки. Русло реки трапецеидальное, ширина русла

по дну 100 м, по урезу воды 200 м, глубина реки 4 м, скорость бытового течения 1 м/с.

Решение:

1. Находим бытовой расход воды в реке:

$$Q_0 = \frac{1}{2}(b_0 + b) \cdot h_0 \cdot V_0 = \frac{1}{2} \cdot (200 + 100) \cdot 4 \cdot 1 = 600 \text{ м}^3 / \text{с}$$

2. По формуле вычисляем максимальный расход при прохождении паводка:

$$Q_m = \frac{k \cdot J \cdot F}{3,6} + Q_0 = \frac{1 \cdot 40 \cdot 162}{3,6} + 600 = 2400 \text{ м}^3 / \text{с}$$

3. Вычисляем максимальный подъем уровня воды при паводке:

$$\eta = h_0 \left[\left(\frac{Q_m}{Q_0} \right)^{\frac{3}{5}} - 1 \right] = 4 \cdot \left[\left(\frac{2400}{600} \right)^{\frac{3}{5}} - 1 \right] = 5 \text{ м}$$

Вывод: Максимальная высота паводковой волны при выпадении ливневых осадков составит 5 м.

Задание для самостоятельной работы

Определить максимальную высоту паводковой волны при выпадении ливневых осадков согласно данным приведенным в таблице 3.3.

Таблица 3.3. – Исходные данные для самостоятельной работы

№	Интенсивность осадков, мм / час	Площадь, км2	Ширина русла реки по дну, м	Ширина русла реки по урезу воды, м	Глубина реки, м	Скорость бытового течения, м/с
1	20	150	90	150	5	2
2	30	170	95	160	2	1
3	35	165	100	200	6	3
4	40	155	85	160	4	2
5	25	140	65	95	3	1
6	45	165	75	100	6	2
7	35	155	85	195	4	2
8	10	165	90	160	2	1
9	15	120	70	180	4	2
10	45	110	105	210	4	1
11	20	120	65	125	3	2
12	30	165	85	190	5	1
13	25	145	75	165	4	2
14	10	115	50	95	7	3
15	15	125	55	105	8	4

16	45	130	105	150	9	5
17	20	135	110	185	10	6
18	30	175	95	145	6	7
19	25	180	115	195	5	8
20	20	185	120	210	4	9
21	30	190	125	225	6	3
22	35	195	130	265	4	2
23	40	200	135	285	7	1
24	25	205	140	240	8	5
25	45	201	145	285	9	8
26	40	195	140	240	7	2
27	30	145	85	190	4	2
28	45	125	105	220	2	1
29	25	150	80	170	5	3
30	35	170	105	205	5	2

3.2. Чрезвычайные ситуации метеорологического характера

К метеорологическим явлениям относятся [2]: сильный ветер (включая шквалы и смерчи), пыльные (песчаные) бури, крупный град, сильный дождь (ливень), сильный снегопад, сильные метели (снежные заносы), сильный гололед, сильный мороз, сильная жара, сильный туман, засуха, заморозки, суховей, лавины.

Метеорологическое опасное явление – природный процесс или явление, возникающее в атмосфере под действием различных природных факторов или их сочетаний, оказывающие или могущие оказать поражающее воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую среду [5].

Стихийные бедствия метеорологического происхождения, которые вызывают катастрофические ситуации, характеризуются внезапным нарушением жизнедеятельности людей и уничтожением материальных ценностей.

Все они подразделяются на бедствия, вызываемые:

- ветром, в том числе бурей, ураганом, смерчем (при скорости 25 м/с и более, для арктических и дальневосточных морей - 30 м/с и более);
- сильным дождем (при количестве осадков 50 мм и более в течение 12 ч и менее, а в горных, селевых и ливнеопасных районах - 30 мм и более за 12 ч и менее);
- крупным градом (при диаметре градин 20 мм и более);
- сильным снегопадом (при количестве осадков 20 мм и более за 12 ч и менее);
- сильными метелями (скорость ветра 15 м/с и более);
- пыльными бурями;

- заморозками (при понижении температуры воздуха в вегетационный период на поверхности почвы ниже 0°C);

- сильными морозами или сильной жарой.

Эти природные явления, кроме смерчей, града и шквалов, приводят к стихийным бедствиям, как правило, в трех случаях:

1. когда они происходят на одной трети территории области (края, республики),

2. охватывают несколько административных районов,

3. продолжаются не менее 6 часов.

Метеорологические явления находятся в прямой зависимости от географического положения территории и определяются климатическими условиями, складывающихся из географических закономерностей в приходерасходе лучистой энергии и теплообмена земной поверхности с атмосферой на земном шаре в целом и на определенной территории в частности, а также из взаимосвязи метеорологического режима с космическими факторами, главным образом с колебаниями солнечной активности.

3.2.1. Сильный ветер

Наводнения относятся к опасным гидрологическим явлениям. Наводнения в большей или меньшей степени периодически наблюдаются на большинстве рек Казахстана и занимают одно из первых место в ряду стихийных бедствий по площади распространения и наносимому материальному ущербу.

Ветер представляет собой движение воздуха преимущественно в горизонтальном направлении из области высокого давления в область низкого давления под действием гравитационных сил. Его скорость пропорциональна 64 величине градиента давления: чем больше градиент, тем больше скорость. Такие перемещения воздушных масс называют адвекцией.

Нагретый над каким-либо участком поверхности Земли воздух увеличивается в объеме, разуплотняется и поднимается вверх (конвекция).

Дойдя до достаточно высоких слоев тропосферы, он растекается, количество его здесь уменьшается, и над местом с повышенной температурой, где идет восходящий ток воздуха, возникает область пониженного давления. В том же месте, куда устремляется воздух, растекающийся по высоким слоям тропосферы, количество его возрастает и образуется зона повышенного давления.

Вдоль поверхности Земли воздух перемещается из области высокого давления в область низкого давления и образуется ветер.

Сильный ветер - движение воздуха относительно земной поверхности со скоростью, измеренной на высоте 2 м от поверхности земли, свыше 14, но не более 32 м/с. [5].

Скорость ветра оценивается в м/с и в баллах по так называемой шкале Бофорта (таблица 3.4.).

Таблица 3.4. – Шкала Бофорта

Баллы	Скорость ветра			Название ветрового режима	Признаки
0	0-1	0-1,6	0-0,44	Затишье	Дым идет прямо
1	2-3	3,2-4,8	0,88-1,33	Легкий ветерок	Дым изгибается
2	4-7	6,4-11,3	1,77-3,14	Легкий бриз	Листья шевелятся
3	8-12	12,9-19,3	3,58-5,36	Слабый бриз	Листья двигаются
4	13-18	20,9-28,9	5,8-8,02	Умеренный бриз	Листья и пыль летят
5	19-24	30,6-38,6	8,5-10,72	Свежий бриз	Тонкие деревья качаются
6	25-31	40,2-49,9	11,16-13,86	Слабый бриз	Качаются толстые деревья
7	32-38	51,5-61,1	14,3-16,97	Сильный ветер	Стволы деревьев изгибаются
8	39-46	62,8-74,0	17,4-20,5	Буря	Ветви ломаются
9	47-54	75,6-86,9	21-24,1	Сильная буря	Черепица и трубы срываются
10	55-63	88,5-101,4	24,58-28,16	Полная буря	Деревья вырываются с корнем
11	64-75	103-120,7	28,6-33,52	Шторм	Везде повреждения
12	более 75	более 120,7	> 33,52	Ураган	Большие разрушения

По шкале весь интервал возможных значений скорости ветра делится на 12 градаций. Каждая единица шкалы связывает скорость ветра с различными его эффектами, такими, как степень волнения моря, качание ветвей деревьев, распространением дыма из труб и т. д. В настоящее время эта шкала вышла из употребления.

Существуют следующие виды ветров:

- Пассаты — это устойчивые в общем восточные ветры умеренной скорости (в среднем 5 - 8 м/сек у земной поверхности), дующие в каждом полушарии на обращенной к экватору стороне субтропической зоны высокого давления.

- Западные ветры над пассатами носят название антипассатов.

- Муссоны — это устойчивые сезонные режимы воздушных течений с резким изменением преобладающего направления ветра от зимы к лету и от лета к зиме.

- Местные ветры - ветры, характерные только для определенных географических районов. Происхождение их различно. Местные ветры могут быть проявлением местных циркуляций, независимых от общей циркуляции атмосферы, налагающихся на нее.

- Бризы - по берегам морей и больших озер. Различия в нагревании берега и воды днем и ночью создают вдоль береговой линии местную циркуляцию.

При этом в приземных слоях атмосферы ветер дует днем с моря на более нагретую сушу, а ночью, наоборот, с охлажденной суши на море.

- Фен — теплый ветер, дующий по горным склонам в долины, когда течение общей циркуляции переваливает горный хребет. Нисходящее движение фена, связанное с повышением температуры воздуха, является следствием именно влияния хребта на общециркуляционное течение. Продолжительный и интенсивный фен может привести к бурному таянию снега в горах, к повышению уровня и разливам горных рек и т. д. Летом фен вследствие своей высокой температуры и сухости может губительно действовать на растительность.

- Бора - сильный холодный и порывистый ветер, дующий с низких горных хребтов в сторону достаточно теплого моря.

- Горно-долинные ветры. В горных системах наблюдаются ветры с суточной периодичностью, схожие с бризами. Это — горно-долинные ветры. Днем долинный ветер дует из горла долины вверх по долине, а также вверх по горным склонам. Ночью горный ветер дует вниз по склонам и вниз по долине, в сторону равнины. Горно-долинные ветры хорошо выражены во многих горных долинах республики, главным образом в теплое полугодие. Как правило, они не сильны, но иногда достигают 10 м/сек и более.

- Ледниковый ветер — ветер, дующий вниз по леднику в горах. Этот ветер не имеет суточной периодичности, так как температура поверхности ледника круглые сутки производит на воздух охлаждающее действие. Над льдом господствует инверсия температуры, и холодный воздух стекает вниз. Над некоторыми ледниками республики скорость ледникового ветра порядка 3 - 7 м/сек. Вертикальная мощность потока ледникового ветра порядка нескольких десятков, в особых случаях сотен метров.

3.2.2. Ураганы и бури

Ураган - ветер разрушительной силы и значительной продолжительности, скорость которого, измеренная на высоте 2 м от поверхности земли, превышает 32 м/с. [5].

Буря - это ветер, скорость которого меньше скорости урагана и достигает 15 - 20 м/с. [5].

Убытки и разрушения от бурь существенно меньше, чем от ураганов. Иногда сильную бурю называют штормом.

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

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

Размеры ураганов весьма различны. Обычно за его ширину принимаю ширину зоны катастрофических разрушений. Часто к этой зоне прибавляют территорию ветров штормовой силы со сравнительно небольшими

разрушениями. Тогда ширина урагана измеряется сотнями километров, достигая иногда 1000. Для тайфунов (тропических ураганов Тихого океана) полоса разрушений составляет обычно 15 - 45 км.

Средняя продолжительность урагана - 9 - 12 дней. Часто ливни, сопровождающие ураган, гораздо опаснее самого ураганного ветра.

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

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

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

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

Классификация ураганов и бурь

Причиной возникновения урагана и бури является образование в атмосфере циклонов.

Циклон – это мощный атмосферный вихрь с пониженным атмосферным давлением в центре. Поперечник циклона достигает от 100 км до нескольких тысяч километров [5].

Строение циклонов:

Наиболее низкое давление в центральной части циклона;

Максимальное давление и наиболее сильный ветер на внешней части;

Скорость перемещения тропического циклона от 60 до 200 км/ч, а внетропических циклонов – от 30 до 100 км/ч.

Циклон принято подразделять на тропические и внетропические. Тропическими называют циклоны, зарождающиеся в тропических широтах, а внетропическими - во внетропических. Кроме того, тропические циклоны часто подразделяют на циклоны, зарождающиеся над Атлантическим океаном их называют **ураганами** и над Тихим их принято называть **тайфунами**.

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

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

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

Вихревые бури подразделяются на пыльные, снежные и шквальные. Зимой они превращаются в снежные. В Казахстане такие бури часто называют пургой, бураном, метелью.

Песчаные бури – сопровождаются переносом большого количества частиц почвы и песка. Возникают в пустынных, полупустынных и распаханых степях и способны перенести миллионы тонн пыли на сотни и даже тысячи километров, засыпав территорию площадью в несколько сот тысяч квадратных километров [5]. При этом наблюдается подъём пыли (песка) в воздух и одновременно оседание пыли на большой территории. В зависимости от цвета почвы в данном регионе, отдалённые предметы приобретают сероватый, желтоватый или красноватый оттенок. Возникает обычно при сухой поверхности почвы и скорости ветра 10 м/с и более.

При превышении некоторого порога скорости ветра (зависящего от механического состава почвы и её влажности) частицы пыли и песка отрываются от поверхности и переносятся путём сальтации и суспензии, вызывая эрозию почвы.

При увеличении силы потока ветра, проходящего над незакреплёнными частицами, последние начинают вибрировать, а затем «скакать». При повторяющихся ударах об землю эти частицы создают мелкую пыль, которая поднимается в виде суспензии.

Недавнее исследование предполагает, что начальная сальтация крупинки песка с помощью трения индуцирует электростатическое поле. Скачущие частицы обретают отрицательный заряд, который освобождает ещё больше частиц. Такой процесс захватывает в два раза больше частиц, чем предсказывают предшествующие теории.

Частицы освобождаются в основном за счёт сухости почвы и усиления ветра. Фронты порывов ветра могут появляться из-за охлаждения воздуха в зоне грозы с дождём или сухого холодного фронта. После прохождения сухого холодного фронта конвективная неустойчивость тропосферы может способствовать развитию пыльной бури. В пустынных регионах пыльные и песчаные бури наиболее часто возникают вследствие грозных нисходящих потоков и связанного с ними увеличения скорости ветра. Вертикальные размеры бури определяются стабильностью атмосферы и весом частиц. В некоторых случаях пыльные и песчаные бури могут быть ограничены относительно тонким слоем из-за эффекта температурной инверсии.

Часто возникает в тёплое время года в пустынных и полупустынных регионах. Помимо «собственно» пыльной бури, в ряде случаев пыль из пустынь

и полупустынь может длительное время удерживаться в атмосфере и достичь почти любой точки мира в виде пыльной мглы.

Реже пыльные бури возникают в степных регионах, очень редко — в лесостепных и даже лесных (в последних двух зонах пыльная буря чаще бывает летом при сильной засухе). В степных и (реже) лесостепных регионах обычно пыльные бури бывают ранней весной, после малоснежной зимы и засушливой осени, но иногда бывают даже зимой, в сочетании с метелями.

Подобные бури отмечаются в основном летом, во время суховеев, иногда весной и в бесснежные зимы. В степной зоне они обычно возникают при нерациональной распашке земли. На территориях Казахстана пыльные бури чаще всего наблюдаются апреле-мае и в августе-сентябре. Сравнительно редко они могут разыграться и в зимние месяцы, если поверхность земли не покрыта снегом. Большая повторяемость пыльных бурь отмечается в Приаралье и Прибалхашье (юг Казахстана), на побережьях Каспийского моря, в ЗападноКазахстанской области.

Снежные бури – характеризуются значительными скоростями ветра, что способствует зимой перемещению по воздуху огромных масс снега [5]. Их продолжительность колеблется от нескольких часов до нескольких суток. Имеют сравнительную узкую полосу действия (до нескольких десятков километров). Снежные бури большой силы бывают на севере и востоке Казахстана и в степной части республики.

Прирост снежного покрова более 30 см вызывает остановку движения, закрытие аэропортов, предприятий, школ. В горных районах значительный прирост свежеснежавшего снега на склонах является причиной схода снежных лавин.

Продолжительность снегопада сильно воздействуют на хозяйственную деятельность населения, особенно в сельской местности.

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

Метель - это перенос снега над поверхностью земли сильным ветром, возможно, с выпадением снега, приводящий к ухудшению видимости и заносу транспортных магистралей [5]. Слабые и обычные метели длятся до нескольких суток, более сильные - до нескольких часов. Метель становится опасной и переходит в разряд стихийных гидрометеорологических явлений, когда скорость ветра превышает 15 м/с. Для названия особо сильных метелей, сопровождающихся температурами минус 20°C и ниже используют тюркское слово «буран». Такие сильные метели могут разрушать линии связи и электропередач, жилые и административные здания. Метели способствуют образованию заносов, сходу снежных лавин, затрудняют движение транспорта,

создают неблагоприятные условия для сельского хозяйства, представляют угрозу жизни людей.

Возникновение сильных метелей в Казахстане определяется особенностями общей циркуляции атмосферы в холодный период года. Они возникают при прохождении глубоких циклонов и их ложбин, а также при сближении двух противоположных по знаку барических образований (циклона и антициклона). Сильные метели возникают и под влиянием орографии, например в горных проходах. Весьма интенсивные метели вызываются так называемыми южными циклонами, т.е. циклонами, перемещающимися к северу и северо-востоку из районов Средиземного, Черного и Каспийского морей и с верховьев Амударьи.

Образование метелей происходит на большой, ровной территории, достаточной для разгона метели, при сильных ветрах и наличии сухого, неуплотненного снежного покрова толщиной 10 см и более. Низовые метели начинаются при скорости ветра 10-15 м/с, снег при этом поднимается до высоты нескольких метров. При низкой скорости ветра над поверхностью снега до высоты 20-30 см происходит перенос снега, называемый поземок. При сильных низовых метелях, при скорости ветра более 15 м/с, начинается верховая метель – снег поднимается до высоты несколько десятков метров. Общие метели возникают при сильном снегопаде и одновременно сильном ветре. В этом случае в приземном слое воздуха перемешивается снег, падающий сверху, и снег, поднятый ветром с поверхности земли. В горных районах низовые метели развиты слабо. Горные метели обычно происходят во время снегопадов.

Среднее количество дней с метелью за год возрастает с юга на север от 1 до 40, местами достигая 50 дней. Средняя продолжительность метелей также растет с юга на север от 1 до 8 часов, местами достигая 12 часов. Наибольшее количество дней с метелью в большинстве районов республики наблюдается в декабре и январе, несколько меньше в феврале и марте. В октябре и апреле метели бывают не каждый год, однако в горных районах метель возможна в сентябре и в мае, а в высокогорье и в летние месяцы.

Активная метелевая деятельность характерна для северной половины республики. Выделяются несколько очагов с повторяемостью метели более 40 дней: в Костанайской, Акмолинской, Павлодарской и Актюбинской областях. Очень высокой метелевой опасностью характеризуются северо-восточные районы Актюбинской области, центральные районы Костанайской, пограничная зона Костанайской и Северо-Казахстанской областей, Акмолинская область и прилегающие к ней территории соседних областей. В годы с повышенной метелевой деятельностью в этих районах количество дней с метелью достигает 78. На юге Казахстана средней метелевой опасностью характеризуется долина р. Арыстанды, расположенной на юго-западном склоне хребта Каратау, где среднее количество дней с метелью составляет 12, а максимальное - 25. Периодически дующий здесь ветер Карабас способствует сильным снежным заносам.

В северных степных областях Казахстана в холодный период года при метелях преобладают ветры юго-западных направлений. На юге страны горный рельеф оказывает влияние на формирование направлений метелеобразующих ветров. Эти направления зависят от ориентировки долин и горных хребтов.

Число дней с метелью в значительной степени зависит от открытости местности, степени защищенности пункта, наличия лесных массивов. Местные условия особенно сильно влияют на развитие поземков: на открытых и возвышенных местах северных областей страны число дней с поземком за зиму колеблется от 15-20 до 25-30, а в защищенных местах от 2 до 10 дней.

3.2.3. Гололед и гололедные явления

Гололёд — редкое явление природы по сравнению с гололедицей - скользкой дорогой. Нарастание гололёда продолжается столько, сколько длятся переохлаждённые осадки (обычно несколько часов, а иногда при мороси и тумане - несколько суток) [5]. Сохранение отложившегося гололёда может продолжаться несколько суток.

Обычно гололед наблюдается при температуре воздуха от 0°C до минус 3°C. Корка намерзшего льда может достигать нескольких сантиметров.

Гололедица — слой льда (ледяная корка) на поверхности земли и других предметах, образующийся обычно зимой или осенью после оттепели или дождя во время похолодания, а также вследствие замерзания мокрого снега, капель дождя или мороси. В отличие от гололёда (который является видом атмосферных осадков), гололедица может иметь различное происхождение — не только из атмосферной влаги, но также из воды, покрывающей землю или поступающей на поверхность земли из других источников.



Рисунок 3.4. – Гололедица

Иногда (чаще всего при прохождении теплых атмосферных фронтов циклонов) создаются такие условия, когда у земной поверхности удерживается слой холодного воздуха, температура которого ниже нуля, в то время как на небольшой высоте температура воздуха положительная. Дождевые облака, расположенные в теплом воздушном слое дают осадки в виде дождя, которые

«пробивая» слой холодного воздуха достигают земной поверхности или иных предметов, сразу же превращаясь в слой льда. Если это обычные капли, подобные тем, которые мы наблюдаем в теплое время года, то тогда такой дождь называется переохлажденным.

Образование гололедицы — ледяной пленки или корки льда на дорогах — зависит не только от атмосферных условий, но и от свойств подстилающей поверхности, на которой они образуются. Если температура поверхности дорог несколько ниже нуля, а температура воздуха положительна (но близка к нулю), то при выпадении дождя или мороси на поверхности дорог происходит отложение льда.

Наиболее опасные отложения льда на дорожных покрытиях образуются при замерзании жидкой влаги. В этих случаях появляется тонкая стекловидная и прозрачная (реже матовая) ледяная пленка с гладкой поверхностью, значительно ухудшающая условия движения автотранспорта.

Гололедно-изморозевые отложения оказывают отрицательное влияние на работу многих отраслей экономики, нарушая нормальную эксплуатацию линий связи и электропередач, затрудняют работу железнодорожного транспорта, причиняют значительный ущерб сельскому хозяйству. Даже при небольших отложениях гололеда и изморози происходит утечка тока и затухание высокочастотных телеграфных сигналов. Особо опасны гололедноизморозевые отложения приводят к обрыву проводов воздушных линий, разрушению опор и других ажурных конструкций, под их тяжестью ломаются ветви, а иногда и сами деревья.

Образование каких-либо видов гололедно-изморозевых отложений происходит в результате осадения и последующего замерзания на поверхностях переохлажденных капель облака, тумана, дождя или мороси, налипания мокрого снега. В зависимости от термических условий процесса, микроструктуры замерзания капель (или снежинок), скорости ветра и других факторов на поверхностях могут образовываться следующие основные виды отложений: зернистая изморозь, гололед, мокрый снег, смешанные отложения, кристаллическая изморозь, либо их модификации.

Повышенные значения толщины стенки гололеда наблюдаются на возвышенностях. Это район гор Мугалжары, западная часть Торгайского плато, наиболее высокие части Казахского мелкосопочника, горные хребты юга и юговостока Казахстана.

Кроме толщины стенки гололеда существенное значение для характеристики риска представляют сведения о непрерывной продолжительности обледенения. По данным наблюдений метеорологических станций установлены вероятностные значения непрерывной продолжительности обледенения проводов за сезон, возможные раз в 2, 5 и 20 лет.

Заморозки - понижение температуры ниже 0°C в приземном слое воздуха или на почве вечером или ночью (при положительной температуре днем) [5]. Заморозки бывают весной и осенью вследствие ночного охлаждения почвы.

Бывает так, что температура воздуха даже на небольшой высоте над почвой остается выше нуля, но сама почва или растения на ней охлаждаются путем излучения до отрицательной температуры и на них появляется иней. Это явление называется заморозком на почве.

Заморозки чаще всего бывают при вторжении в данный район достаточно холодной воздушной массы, например арктического воздуха. Температура в нижних слоях этой массы днем все-таки выше нуля. Ночью же температура воздуха падает в суточном ходе ниже нуля, т.е. наблюдается заморозок.

Примерно на половине территории республики средняя продолжительность обледенения составляет более 200 часов в год. На достаточно обширных территориях продолжительность достигает 300 часов и более. Это район гор Мугаджары, Тургайского плато, северной части Казахского мелкосопочника, северные склоны Илейского Алатау, Кыргызского хребта и хребта Тарбагатай. На западе и севере Казахстана выделяются небольшие области со средней продолжительностью более 300 часов в год. И совсем в небольших районах продолжительность составляет более 400 часов.

Пространственное распределение продолжительности обледенения определяется взаимодействием орографических, термических и циркуляционных факторов, действующих на территории в холодный период года. Влияние орографических факторов проявляется в том, что большая часть районов с повышенными значениями продолжительности обледенения располагается на возвышенностях. Заметно возрастает длительность гололедноизморозевых процессов и у наветренных склонов гор.

3.2.4. Экстремальные температуры воздуха

Экстремальные температуры воздуха устанавливаются при необычайно продолжительном сохранении ясной антициклонической погоды, а в поясе умеренного климата и в субтропиках – также при вторжении масс холодного воздуха из более высоких широт. Все эти события отражают те или иные отклонения и интенсивности атмосферной циркуляции от нормы. В многолетней их повторяемости проявляется 11-летняя и иная климатическая ритмичность. Экстремальная жара в любом климатическом поясе устанавливается при летнем антициклоне, необычном по местоположению или продолжительности. Она ведет к иссушению, росту пожароопасности в лесах, степях, на торфяниках, к обмелению судоходных рек на территориях протяженностью во многие сотни километров и на период от одной до многих недель.

Экстремальные морозы парализуют жизнь городов, губительно воздействуют на посевы, увеличивают вероятность технических аварий (при температуре ниже -30° увеличивается ломкость деталей машин). Экстремальные вторжения холодных масс, сопровождающиеся снегопадами, могут быть сравнительно кратковременны (немногие дни), но губительны для

сельскохозяйственных культур в субтропическом поясе, а в весеннее время и в южной части умеренного пояса.

Явление понижения температуры воздуха ниже 0 °С вечером и ночью после дня с положительными температурами называется заморозками. В Казахстане заморозки случаются весной или осенью, – тогда, когда вторгаются холодные воздушные массы или приходит антициклон, при котором интенсивное ночное тепловое излучение от земной поверхности охлаждает почву, растительный покров и воздух. Заморозки причиняют большой ущерб сельскому хозяйству, особенно в районах низин, где может застаиваться холодный воздух. Для борьбы с заморозками используют костры, образующие дым, который прикрывает земную поверхность и защищает её от охлаждения.

В мире среднегодовой ущерб морозов и снегопадов занимает пятое место после ущерба от ураганов, наводнений, землетрясений и засух.

Смертность пожилых и больных людей существенно возрастает как при морозах, так и при жаре, причем отклонение температуры от нормы более значимо, чем абсолютная ее величина. Имеет значение также скорость похолодания или потепления: при резких изменениях температуры число автокатастроф увеличивается на 25 % при холодных вторжениях, на 56 % при наступлении жаркой погоды.

Значительный недостаток осадков в течение длительного времени весной или летом при повышенной температуре воздуха называется засухой, в результате чего запасы влаги в почве сильно уменьшаются, растения плохо развиваются, а урожай может погибнуть полностью.

Засуха – частое явление в тропических широтах, полупустынных и особенно степных зонах, где находится основная площадь пахотных земель, весной и летом вследствие длительного (до 2 месяцев) господства антициклонной погоды [5].



Рисунок 3.5. – Засуха

Начало засухи обычно связано с установлением антициклона. Обилие солнечного тепла и сухость воздуха создают повышенную испаряемость (атмосферная засуха), и запасы почвенной влаги без пополнения их дождями

истощаются (почвенная засуха). При засухе поступление воды в растения через корневые системы затрудняется, расход влаги на транспирацию (испарение воды растением) начинает превосходить ее приток из почвы, водонасыщенность тканей падает, нормальные условия фотосинтеза и углеродного питания нарушаются.

В зависимости от времени года различают весенние, летние и осенние засухи. Весенние засухи особенно опасны для ранних зерновых культур; летние причиняют сильный вред как ранним, так и поздним зерновым и другим однолетним культурам, а также плодовым растениям; осенние опасны для всходов озимых. Наиболее губительны весенне-летние и летне-осенние засухи.

Чаще всего засухи наблюдаются в степной зоне, реже в лесостепной, 2-3 раза в столетие засухи бывают даже в лесной зоне.

Понятие «засуха» неприменимо к районам с бездождным летом и крайне малым количеством осадков, где земледелие возможно только при искусственном орошении (например, пустыни Сахара, Гоби и др.).

Заранее определить вероятность засухи можно только по отдельным факторам. Например, осенние запасы влаги в метровом слое почвы менее 50% среднемноголетних данных свидетельствуют о предстоящем недостатке почвенной влаги. Если высота снежного покрова и запасы влаги в нем составляют не более половины среднемноголетних показателей, то вероятность засухи предстоящего весеннего периода также весьма значительна.

Засуха называется также суховей.

Суховей – жаркий или очень тёплый ветер, отмечающийся в степях, полупустынях и пустынях. Он способствует порче урожая зерновых и плодовых культур. Они дуют в основном в северных регионах Казахстана [5].

Возникновение засухи в Казахстане связано с особенностями общей циркуляции атмосферы. Засуха устанавливается почти на всей территории Казахстана, когда антициклоны Азорского происхождения перемещаются с запада на восток, создавая полосу высокого давления, охватывающая всю территорию республики. Географическая разобщенность атмосферных засух проявляется при вторжении арктического воздуха с севера или с северо-запада (с акваторий Баренцева и Карского морей) и формирования мощного антициклона. Если арктический воздух с Карского моря поступает на территорию Западной Сибири, стационарный антициклон формируется над центральным и восточным Казахстаном. Следовательно, атмосферная засуха наблюдается на востоке Казахстана. Запад республики в это время подвержен действию циклонов. Если арктический воздух вторгается с акватории Баренцева моря на западную часть России, центр стационарного антициклона располагается над Уралом. Соответственно засуха наблюдается на западе республики.

Климат в Казахстане продолжает стремительно меняться — и 2024 год стал занял 6-е место среди самых теплых лет за весь период наблюдений с 1941 года. Согласно ежегодному климатическому бюллетеню «Казгидромета», средняя температура по стране была выше нормы на +1,72 °C.

Среднегодовая температура оказалась выше климатической нормы на $+1,72^{\circ}\text{C}$, а на отдельных метеостанциях фиксировались экстремальные отклонения до $+3,3^{\circ}\text{C}$. В результате летний период выдался особенно жарким: на большей части территории страны воздух стабильно прогревался выше $+30^{\circ}\text{C}$, а в некоторых местах — до $+35^{\circ}\text{C}$.

Главные выводы климатического бюллетеня:

В 2024 году средние температуры почти во все месяцы превышали норму;

Жара усиливается: растет число дней с температурами выше $+30^{\circ}\text{C}$ и «тропических ночей» (выше 20°C) — особенно на юге, юго-западе и западе;

Засушливые зоны расширяются: снижение осадков отмечено в северо-западных, центральных и южных регионах;

9 из 10 самых теплых лет в истории наблюдений пришлись на XXI век.

В исследовании также отмечается, что в среднем по Казахстану температура растет на $+0,36^{\circ}\text{C}$ каждые 10 лет (быстрее глобального темпа — $0,19^{\circ}\text{C}$). Самые быстрые темпы потепления — в Западно-Казахстанской области ($+0,56^{\circ}\text{C}$ за 10 лет), самые низкие — в Карагандинской области ($+0,26^{\circ}\text{C}$).

Увеличивается **вегетационный период** — время, когда температура выше $+10^{\circ}\text{C}$. Это влияет на сельское хозяйство, экосистемы и баланс влаги. **Жаркие периоды** становятся длиннее и повторяются чаще, что сказывается на здоровье людей, животных и работе инфраструктуры. В связи с этим растет нагрузка на системы охлаждения и энергетику.

Тяжелые засухи случаются в мире почти ежегодно. По числу жертв и экономическому ущербу они находятся в первой пятерке видов чрезвычайных ситуаций, по наибольшему разовому количеству жертв и величине прямого экономического ущерба (десятки миллиардов долларов) они в числе крупнейших чрезвычайных ситуаций.

Большинство стихийных бедствий, к счастью, кратковременны. Землетрясение обычно длится не более минуты. Торнадо проносится над городом за пять минут. Циклоны и ураганы бушуют над городами в течение часа. Даже длительность наводнений измеряется всего лишь несколькими днями. Но совсем по-другому обстоят дела с засухой и возникающим голодом вследствие неё. Эти стихийные бедствия могут длиться неделями, а их последствия накладывают отпечаток на поколения.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие метеорологические явления относятся к опасным?
2. Какие факторы определяют разрушительное действие урагана?
3. Что такое ветровая нагрузка?
4. Какие последствия вызывают экстремальные температуры?
5. В чем опасность гололедных явлений?
6. Как рассчитывается ветровая нагрузка на сооружения?
7. Какие вторичные последствия вызывают бури и смерчи?
8. Какие меры защиты населения применяются?

3.2.5. Расчет ветровой нагрузки, оценка последствий ураганов

Ураганный ветер разрушает прочные и сносит легкие строения, опустошает засеянные поля, обрывает провода и валит столбы линий электропередач и связи, повреждает транспортные магистрали и мосты, ломает и выворачивает с корнями деревья, повреждает и топит суда, как в открытом море, так и в портах, вызывает аварии на коммунально-энергетических сетях.

Характеристиками последствий действия ураганного ветра являются: количество погибших и пострадавших, оставшихся без крова людей, количество разрушенных и поврежденных жилых домов, производственных и культурно-бытовых зданий, мостов, опор линий электропередач, связи и других народнохозяйственных объектов, площади сельскохозяйственных угодий с погибшими посевами, урожаем, количество погибших сельскохозяйственных животных и т.п.

При ураганах различают четыре степени разрушения зданий и сооружений (слабая, средняя, сильная и полная), характеристики трех из которых приведены в табл.3.5.

Таблица 3.5. – Характеристики разрушений зданий

Здания, сооружения и оборудование	Степень разрушения		
	Слабая	Средняя	Сильная
Производственные и административные здания	Разрушение наименее прочных конструкций зданий и сооружений: заполнение дверных и оконных проемов; небольшие трещины в стенах; откалывание штукатурки, падение кровельных черепиц, трещины в дымовых трубах или падение их отдельных частей	Разрушение перегородок, кровли, части оборудования; большие и глубокие трещины в стенах, падение дымовых труб, разрушение оконных и дверных заполнений, появление трещин в стенах	Значительные деформации несущих конструкций; сквозные трещины и проломы в стенах, обрушения частей стен и перекрытий верхних этажей, деформация перекрытий нижних этажей
Технологическое оборудование	Повреждение и деформация отдельных деталей, электропроводки, приборов автоматики	Повреждение шестерен и передаточных механизмов, обрыв маховиков и рычагов управления, разрыв приводных ремней	Смещение с фундаментов и деформация станин, трещины в деталях, изгиб валов и осей
Подъемно-транспортные механизмы, крановое оборудование	Частичное разрушение и деформация обшивки, повреждение стекол и приборов	Повреждение наружного оборудования, разрыв трубопроводов систем питания, смазки и охлаждения	Опрокидывание, срыв отдельных частей, общая деформация рамы
Газгольдеры, резервуары для нефтепродуктов и сжиженных газов	Небольшие вмятины, деформация трубопроводов, повреждение запорной арматуры	Смещение на опорах, деформация оболочек, подводящих трубопроводов, повреждение запорной арматуры	Срыв с опор, опрокидывание, разрушение оболочек, обрыв трубопроводов и запорной арматуры

Трубопроводы	Повреждение стыковых соединений, частичное повреждение КИП	Разрывы стыковых соединений, повреждение КИП и запорной арматуры, переломы труб на вводах в отдельных местах	Переломы труб на вводах, разрыв и деформация труб, сильные повреждения арматуры
---------------------	--	--	---

Степень разрушения зданий и сооружений зависит от скорости ветра (табл.3.6.) и характеристики застройки, которая содержит данные по назначению, этажности зданий и сооружений, а также материалу стен, перекрытий и покрытий. Например, по этажности выделяют следующий типы зданий:

- малоэтажные (до 4 этажей);
- многоэтажные (от 5 до 8 этажей);
- повышенной этажности (от 9 до 25 этажей);
- высотные (более 25 этажей).

Таблица 3.6. – Характеристики разрушений зданий

№ п/п	Типы конструктивных решений здания, сооружений и оборудования	Скорость ветра, м/с			
		Степень разрушения			
		Слабая	Средняя	Сильная	Полная
1.	Промышленные здания с легким металлическим каркасом и здания бескаркасной конструкции	25-30	30-50	50-70	>70
2.	Кирпичные малоэтажные здания	20-25	25-40	40-60	>60
3.	Кирпичные многоэтажные здания	20-25	25-35	35-50	>50
4.	Административные многоэтажные здания и здания с металлическим и железобетонным каркасом	20-35	35-50	50-60	>60
5.	Крупнопанельные здания	20-30	30-40	40-50	>50
6.	Складские кирпичные здания	25-30	30-45	45-55	>55
7.	Легкие склады-навесы с металлическим каркасом и шиферной кровлей	15-20	20-45	45-60	>60
8.	Склады-навесы из железобетонных элементов	25-35	35-55	55-70	>70
9.	Трансформаторные подстанции закрытого типа	35-45	45-70	70-100	>100
10.	Водонапорные башни:				
	кирпичные	30-35	35-55	55-85	>85
11.	стальные	30-35	35-55	55-85	>85
12.	Резервуары:				
	наземные металлические	30-40	40-55	55-70	>70
13.	частично заглубленные	35-45	45-65	65-85	>85
14.	Газгольдеры	30-35	35-45	45-55	>55
15.	Градирни:				

	прямоугольные вентиляторные с железобетонным или стальным покрытием	15-20	20-30	30-40	>40
16.	цилиндрические вентиляторные из монолитного или сборного железобетона	20-25	25-35	35-45	>45
17.	Насосные станции:				
	наземные кирпичные	25-30	30-40	40-50	>50
18.	наземные железобетонные	25-35	35-45	45-55	>55
19.	полузаглубленные железобетонные	35-40	40-50	50-65	>65
20.	Ректификационные колонны	25-30	30-40	40-55	>55
21.	Открытое распределительное устройство	20-25	25-35	35-55	>55
22.	Крановое оборудование	35-40	40-55	55-65	>65
23.	Подъемно-транспортное оборудование	35-40	40-50	50-60	>60
24.	Контрольно-измерительные приборы	20-25	25-35	35-45	>45
25.	Трубопроводы:				
	наземные	35-45	45-60	60-80	>80
26.	на металлических или железобетонных эстакадах	35-40	40-55	55-65	>65
27.	Кабельные наземные линии	25-30	30-40	40-50	>50
28.	Воздушные линии низкого напряжения	25-30	30-45	45-60	>60
29.	Кабельные наземные линии связи	20-25	25-35	35-50	>50

В зависимости от степени разрушения зданий в соответствии с таблицей 3.7. определяются потери населения

Таблица 3.7. – Потери населения

Структура потерь	Степень разрушения зданий			
	Слабая	Средняя	Сильная	Полная
Общие	0,05	0,30	0,60	1,00
Безвозвратные	0	0,08	0,15	0,60
Санитарные	0,05	0,22	0,45	0,40

В результате проведенной оценки могут быть получены следующие данные:

- количество зданий и сооружений, получивших определенные степени разрушения;
- качественное описание разрушений зданий и сооружений;
- потери населения в результате разрушения зданий.

Пример. город N; максимальная скорость ветра – 48 м/с; кирпичное малоэтажное здание; количество людей в здании – 300 человек.

В соответствии с данными табл. 3.5. определяем, что кирпичное малоэтажное здание получает сильную степень разрушения.

На основании табл. 3.7. при указанной степени разрушения коэффициенты потери составляют: общие – 0,6; безвозвратные – 0,15; санитарные – 0,45.

Вывод: С учетом указанной численности населения в здании получим потери:

общие – 180 человек;

безвозвратные – 45 человек;

санитарные – 135 человек.

Задание для самостоятельной работы

В городе М малоэтажных кирпичных зданий, в которых проживают Н человек и С многоэтажных кирпичных зданий, в которых проживают К человек. Прогнозируется ветер с максимальной скоростью Р м/с.

Определить степень разрушения зданий, охарактеризовать их, оценить потери жителей

Таблица 3.8. – Исходные данные для самостоятельной работы

Вариант №	М	Н чел.	С	К чел.	Р м/с
1	110	330	330	1250	39
2	120	360	520	2530	44
3	115	327	458	5540	49
4	135	368	236	4320	59
5	210	630	650	6540	42
6	220	660	248	5220	44
7	150	450	168	3540	43
8	158	358	320	4600	51
9	162	269	240	3650	52
10	173	420	350	4980	55
11	180	248	420	5860	53
12	157	350	190	2980	48
13	160	420	269	5644	49
14	180	290	315	7860	59
15	200	257	435	5620	47
16	162	420	240	4980	54
17	173	269	350	3650	51
18	115	330	168	2980	39
19	135	360	320	5644	45
20	210	327	240	7860	49
21	220	368	350	5620	59
22	150	630	420	4980	42
23	158	660	190	3650	44
24	162	368	315	5540	53

25	173	630	435	4320	48
26	180	660	240	6540	49
27	157	450	350	5220	59
28	160	358	168	3540	47
29	180	269	320	4600	54
30	200	420	240	3650	51

Расчет ветровых нагрузок

Давление ветровой нагрузки определяется по формуле W_m , кПа:

$$W_m = W_0 \cdot k \cdot c \quad (3.4)$$

где w_0 - значение ветрового давления, кПа; k - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте, определяется по табл. 1 в зависимости от типа местности, c - аэродинамический коэффициент ($c=0,75$).

Принимаются следующие типы местности:

А - открытые побережья морей, озёр и водохранилищ, пустыни, лесостепи, тундра;

В - городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой не более 10 м;

С - городские районы с застройкой зданиями высотой более 25м.

Таблица 3.9. – Типы местности

Высота z, м	коэффициент k для типов местности		
	А	В	С
< 5	0,75	0,5	0,4
10	1	0,65	0,4
20	1,25	0,85	0,55
40	1,5	1,1	0,8
60	1,7	1,3	1
80	1,85	1,45	1,15
100	2	1,6	1,25
150	2,25	1,9	1,55
200	2,45	2,1	1,8
250	2,652	2,3	2
300	2,75	2,5	2,2
350	2,75	2,75	2,35
>480	2,75	2,75	2,75

Значение ветрового давления w_0 , кПа

$$w_0 = 0.61 \cdot v_0^2 \quad (3.5)$$

где v_0 - скорость ветра, м/с.

Пример. Рассчитать ветровую нагрузку для трубы диаметром $D=500$ мм, высотой $h=1000$ мм, расположенной на высоте 10 м.

Скорость ветра $v_0=8$ м/с, Местность-город

Решение:

Для начала находим значение давления w_0 , кПа

$$w_0 = 0.61 \cdot v_0^2 = 0.61 \cdot 8^2 = 0.61 \cdot 64 = 39.04 \text{ кПа}$$

И в итоге давление ветровой нагрузки определяется по формуле w_m , кПа:

$$w_m = w_0 \cdot k \cdot c = 39,04 \cdot 0,65 \cdot 0,75 = 19,032 \text{ кПа}$$

Вывод: Давление ветровой нагрузки будет составлять 19,032 кПа или 1903 кгс/м³

Задание для самостоятельной работы

Рассчитать ветровую нагрузку для трубы по данным представленным в таблице:

Таблица 3.10. – Исходные данные для самостоятельной работы

Вариант №	Диаметр трубы, мм.	Высота трубы, мм.	Труба расположена на, м.	Скорость ветра, м/с	Местность
1	300	900	15	25	A
2	350	1000	20	26	B
3	400	1100	25	27	C
4	450	1200	30	28	B
5	500	1300	35	29	A
6	550	1400	40	30	C
7	600	1500	45	31	B
8	650	1600	50	32	C
9	700	1700	55	33	A
10	750	1800	60	34	B
11	800	1900	70	35	C
12	850	2000	75	36	B
13	900	2100	80	37	A
14	950	2200	80	38	C
15	250	2300	90	39	B
16	300	1400	70	25	C
17	350	1500	75	26	B
18	400	1600	80	27	C
19	450	1700	85	28	A
20	500	1800	90	29	B
21	550	1900	15	30	A
22	600	2000	20	31	B
23	650	2100	25	32	C
24	700	2200	30	33	B
25	750	2300	35	34	A
26	300	1000	25	28	A
27	350	1100	30	29	C

28	400	1200	40	30	В
29	450	1300	40	31	С
30	500	1400	60	32	А

4. Природные пожары

Природный пожар – неконтролируемый процесс горения, стихийно возникающий и распространяющийся в природной среде [9]. Природные пожары подразделяются на лесные и степные пожары.

Лесные пожары принято подразделять на *низовые, верховые и подземные* (торфяные). В свою очередь низовые и верховые пожары могут быть устойчивыми и беглыми (таблица 4.1).

Низовой пожар – пожар, распространяющийся по земле и по нижним ярусам лесной растительности. При низовом пожаре горят лесная подстилка, травяно-кустарничковый покров, подрост и подлесок. Низовой пожар чаще всего возникает в лиственных лесах, при этом высота пламени достигает до 1,5-2 метров, а скорость распространения обычно не превышает 1-3 метров в минуту, температура огня в зоне пожара составляет 400-900 °С.

Таблица 4.1. - Характеристика лесных пожаров

Параметры пожара	Значения показателей силы пожара		
	Слабого	Среднего	Сильного
Низовой пожар			
Скорость распространения огня, м/мин	До 1	1–3	Более 3
Высота пламени, м	До 0,5	0,5–1,5	Более 1,5
Верховой пожар			
Скорость распространения огня, м/мин	До 3	3–100	Более 100
Подземный пожар			
Глубина прогорания, м	До 25	25–50	Более 50

Верховой пожар наиболее опасен. Он начинается при сильном ветре и охватывает кроны деревьев. Огонь продвигается по кронам деревьев, скорость его распространения в безветренную погоду может достигать 3-4 км/ч, в ветреную – 25-30 км/ч и более. Проводником горения, при верховых пожарах, служит слой хвои, листвы и ветвей кронового пространства. Температура в зоне огня повышается до 1100 °С. Ветер разносит горящие искры, которые создают новые очаги пожара за несколько десятков, а то и сотен метров от основного очага.

Подземный (торфяной) пожар представляет собой пожар, при котором горит торфяной слой заболоченных и болотных почв. Он характеризуется низкой скоростью продвижения (около 0,5 м/мин). Характерной особенностью торфяных пожаров является беспламенное горение торфа с накоплением большого количества тепла. Торфяные пожары характерны тем, что их очень

трудно тушить. Причиной возникновения (возгорания) торфяного пожара является перегрев поверхности торфяного болота (осушенного или естественного) лучами солнца или в результате небрежного обращения людей с огнем. Кроме того, торфяные пожары могут возникать в результате процессов самонагрева, которые характеризуются температурой самонагрева, т.е. наименьшей температурой, при которой в веществе (торф, недосушенное сено, слегка увлажнённые древесные опилки, листья) или материале (тепловая изоляция, выполненная из минераловатных плит, опилок) возникают практически различимые экзотермические процессы окисления, разложения и т.п., которые могут привести к самовозгоранию, одним из таких процессов является микробиологический процесс окисления. Так, в торфе уже при 10-18 °С начинает активизироваться жизнедеятельность микроорганизмов, заканчивающаяся при 70 °С, приводя к саморазогреву, тлению и возгоранию. Питательной средой микроорганизмов служат водорастворимые вещества.

На территории республики ежегодно происходят от 500 до 700 природных пожаров. Они уничтожают животный мир, деревья, кустарники, травяную растительность, заготовленную в лесу и степи продукцию, строения и сооружения. В результате пожаров снижаются защитные, водоохранные и другие полезные свойства леса и степи, уничтожаются продовольственные и технические культуры, пастбища, ценная фауна.

Более 27,8 млн. гектаров лесного массива подвержены угрозе возникновения лесных пожаров, высока вероятность возникновения пожаров в степных массивах и на сельхозугодиях.

Таблица 4.2. - Лесной фонд Казахстана

№ п/п	Административная область	Административная район	Наименование	Площадь, га
1.	Алматинская область	Илийский район	Каскеленское лесное хозяйство коммунальное государственное учреждение	9,50
2.		Райымбекский район	КГУ "Кегенское лесное хозяйство"	84582,00
3.		Каратальский район	КГУ "Уштобинское лесное хозяйство"	779369,00
4.		Балхашский район	КГУ Баканасское лесное хозяйство	1218749,00
5.		Карасайский, Талгарский и Енбекшиказахский районы	Иле-Алатауский государственный национальный природный парк	199621
6.		Райымбекский и Талгарский районы	Государственный национальный природный парк «Кольсайские озёра»	161045
7.	Акмолинская область	Целиноградский район	Астанинское лесничество	11650,00
8.		Аршалынский район	Вячеславское лесничество	13619,00
9.		Сандыктауский район	РГУ "Сандыктауское учебно-производственное лесное хозяйство" Комитета лесного хозяйства и животного мира Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан;	25864,00

10.		Зерендинский район	Коммунальное Государственное учреждение "Мало-Тюктинское" учреждение лесного хозяйства	14,00
11.		Аккольский район	КГУ "Красноборское УЛХ"	41119,00
12.		Аккольский район	Коммунальное Государственное Учреждение "Учреждение лесного хозяйства "Акколь"	41765,00
13.		Кокшетау г.а.	Коммунальное государственное учреждение "Учреждение лесного хозяйства "Букпа"	22721,00
14.		Аккольский район	Коммунальное государственное учреждение "Кенесское учреждение лесного хозяйства"	35558,00
15.		Целиноградский район	Кызылжарское лесничество РГП "Жасыл аймак"	13206,00
16.		Зерендинский район	Государственный национальный природный парк «Кокшетау»	182076
17.		Бурабайский район	Государственный национальный природный парк «Бурабай»	129484,88
18.		Ерейментауский район	Государственный национальный природный парк «Буйратау»	88968
19.	Актюбинская область	Актобе г.а.	Коммунальное государственное учреждение "Актюбинское учреждение по охране лесов и животного мира" государственного учреждения "Управление природных ресурсов и регулирования природопользования Актюбинской области"	22862,00
20.		Актобе г.а.	КГУ "Актюбинское учреждение по охране лесов и животного мира"	22862,00
21.	Восточно-Казахстанская область	Катон-Карагайский район	Катон-Карагайский государственный национальный природный парк	643477
22.	Жамбылская область	Жамбылский район	"Пригородное" лесничество, коммунальное государственное учреждение "Жамбылское учреждение по охране лесов и животного мира управления природных ресурсов и регулирования природопользования акимата Жамбылской области.	20,10
23.		Байзакский район	Коммунальное государственное учреждение "Байзакское учреждение по охране лесов и животного мира управления природных ресурсов и регулирования природопользования акимата Жамбылской области"	23,60
24.		Шуский район	КГУ Кордайское учреждение по охране лесов и животного мира Управления природных ресурсов и регулирования природопользования акимата Жамбылской области	1015,00
25.		Жуалынский район	Коммунальное государственное учреждение "Жуалынский учреждение по охране лесов и животного мира управления природных ресурсов и регулирования природопользования акимата Жамбылской области"	103861,00
26.		Кордайский район	КГУ Кордайское учреждение по	5481,00

			охране лесов и животного мира Управление природных ресурсов и регулирования природопользования акимата Жамбылской области	
27.	Костанайская область	Мендыкаринский район	КГУ "Боровское учреждение лесного хозяйства" Управления природных ресурсов и регулирования природопользования акимата Костанайской области	43984,00
28.		Костанайский район	КГУ "Пригородное учреждение лесного хозяйства" Управление природных ресурсов и регулирования природопользования акимата Костанайской области	19640,00
29.		Алтынсаринский район	КГУ "Аракарагайское УЛХ"	48520,00
30.		Карабалыкский район	"Михайловское орман шаруашылығы мекемесі" Коммуналдық мемлекеттік мекемесінің. КГУ "Михайлрвское учреждение лесного хозяйства" Коммунальное государственное учреждение "Михайловское учреждение лесного хозяйства"	99654,00
31.		Костанайский район	КГУ "Пригородное учреждение лесного хозяйства" Управление природных ресурсов и регулирования природопользования акимата Костанайской области	19640,00
32.	Карагандинская область	Каркаралинский район	Каркаралинский государственный национальный природный парк	112120
33.	область Жетісу	Алакольский район	коммунальное государственное учреждение "Алакольское лесное хозяйство" государственного учреждения	19869,00
34.		Панфиловский район	коммунальное государственное учреждение "Жаркентское лесное хозяйство"	170832,00
35.		Кербулакский район	Коксуское лесничество	4,00
36.		Текели г.а.	Коммунальное государственное учреждение "Талдыкорганское лесное хозяйство" государственного учреждения "Управление природных ресурсов и регулирования природопользования области Жетісу"	0,25
37.			Государственный национальный природный парк «Алтын-Эмель»	307653,35
38.		Аксукий, Саркандский и Алакольский районы	Жонгар-Алатауский государственный национальный природный парк	356022
39.	область Абай	Урджарский район	Государственный национальный природный парк «Тарбагатай»	143550,5
40.	Павлодарская область	Баянаульский район	Баянаульский государственный национальный природный парк	68452,8
41.	Северо-Казахстанская область	Кызылжарский район	Коммунальное государственное учреждение "Лесное хозяйство Соколовское" акимата Северо-Казахстанской области Управления природных ресурсов и регулирования природопользования СКО,	23965,00

			Малиновское лесничество	
42.	Туркестанская область	Казыгуртский, Толебийский и Тюлькубасский районы	Сайрам-Угамский государственный национальный природный парк	149037,1

Природные пожары вызываются различными причинами. До 80 % пожаров возникает из-за нарушения населением мер пожарной безопасности при обращении с огнем в местах труда и отдыха, а также в результате использования неисправной техники. Природные пожары возникают от молний во время грозы. Особенно часто пожары возникают при неблагоприятных метеорологических условиях, которые в области не редкость (высокая температура воздуха, длительное отсутствие дождей). Пожары часто являются следствием недостаточно надежной службы наблюдения за состоянием природных объектов и несвоевременного оповещения соответствующих органов о появлении отдельных очагов огня, а также в результате необъективной оценки обстановки и т.д. Все это приводит к превращению отдельных очагов пожаров в массовые, которые становятся стихийным бедствием. Наносимый ущерб от лесных и степных пожаров в области оценивается десятками миллионов тенге.

Сравнительный анализ природных пожаров показывает, что возникновение первых очагов пожаров приходится на последнюю декаду апреля и первую половину мая, а наивысшая горимость лесов в республике имеет место в июле месяце. Первый всплеск лесных пожаров в апреле-мае месяце обусловлен высыханием горючего материала представленного опавшими листьями и прошлогодними травянистыми растениями после схода снега до прогревания почвы. Этот период продлится 3-4 недели, затем он пойдет на спад, что обусловлено появлением свежей травянистой растительности. Спустя 4-5 недель при высоких температурах и отсутствии осадков может начаться новый скачок, который достигнет своего пика через 2-3 недели. Далее произойдет спад активности лесных пожаров обусловленный снижением дневных температур и началом осенних дождей и через 4-5 недель ситуация придет в норму. В первой, второй декаде августа достаточно продолжительный период пожаров, обусловленный массовым посещением людьми лесов для сбора созревающих ягод и грибов. В сентябре могут появляться отдельные очаги пожаров, это продлится 4-5 недель, по истечении которых пожароопасный сезон завершится.

В весенний период пожары не редкость: крестьяне, проводят неконтролируемые сельхоз палы, жгут не только поля, но и степь.

Сельхозугодия, прилегающие к лесным массивам, где постоянно проводят неконтролируемые сельхоз палы без предварительной опашки (шириной 10 метров), что нередко приводит к распространению огня на лесостепные массивы. В результате чего гибнет флора и фауна, возрастает угроза эрозии почвы.

В 2025 году на территории гослесфонда зарегистрировано 614 случаев лесных пожаров на площади 63 тысяч гектаров, из которых покрытая лесом

площадь составила 22,9 тысяч гектаров. Основными причинами возникновения лесных пожаров остаются гроззовые разряды, составляющие 60% от всех случаев, и переход огня с прилегающих степных участков.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие виды природных пожаров выделяются?
2. Какие факторы влияют на скорость распространения пожара?
3. Что такое фронт пожара?
4. Какие поражающие факторы природных пожаров наиболее опасны?
5. Каковы методы прогнозирования распространения пожара?
6. Какие профилактические меры применяются?
7. В чем особенности тушения лесных пожаров?
8. Какие экологические последствия вызывают природные пожары?

4.1. Прогнозирование скорости распространения природного пожара

Профилактика лесных пожаров предусматривает организационные и технические мероприятия, и в первую очередь организацию противопожарных плановых профилактических работ, направленных на предупреждение возникновения, распространения и развития лесных пожаров. Главное – предупредить возникновение пожара.

Для предупреждения лесных пожаров проводятся лесоводческие мероприятия (санитарные рубки, очистка мест рубок леса и др.), а также создание системы противопожарных барьеров в лесу и строительство противопожарных объектов. Лесные пожары можно предупредить, если очистить лес от сухостоя и валежника, устранить подлесок, проложить минерализованные полосы с расстоянием между ними 50–60 м, а надпочвенный покров между ними периодически выжигать.

Для защиты населения и снижения ущерба при массовых пожарах заблаговременно в населенных пунктах устраиваются пруды и водоемы, емкость которых принимается из расчета не менее 30 кубических метров на 1 га площади поселка или населенного пункта.

Для профилактики проводят подготовку технических средств пожаротушения, организуют лесопожарные формирования, службы охраны лесов.

Установлена связь частоты и площади пожаров с числом дней без дождя, количеством выпадающих осадков и ветровым режимом.

Пожароопасность зависит от количества, характера и состояния горючих материалов, лесного покрова и условий погоды (осадки, ветер).

Погода – наиболее изменчивый фактор. Опасность пожара, при всех прочих условиях, возрастает с ростом температуры воздуха или изменением влажности воздуха. Температура и относительная влажность изменяются в течение суток, сезона года, географической широты местности или ее высоты над уровнем моря.

В 1968 г. профессор В. Г. Нестеров предложил судить о дефиците влажности воздуха по разности температуры воздуха и точки росы, выражая дефицит в градусах.

Шкала Нестерова для прогнозирования лесных пожаров по показателю горимости лесов введена во всех лесхозах и леспромхозах, базах авиаохраны леса. Комплексный показатель шкалы В. Г. Нестерова рассчитывают по формуле

$$\Gamma = n + [(t - \varphi) \cdot t] \quad (4.1)$$

где Γ – показатель горимости надпочвенного покрова, °С; n – число сухих дней (дней с осадками менее 2,5 мм); t – температура воздуха за 12 ч, °С; φ – точка росы, °С.

Пример.

Дата	Температура воздуха, °С (t)	Точка росы, °С (φ)	t-φ	Комплексный показатель за сутки горимости, °С	Количество осадков за сутки, мм	Показатель горимости леса, °С
20 июня	25	16	9	225	6,0	225
21 июня	25	14	11	275	-	500
22 июня	24	11	13	312	-	812
23 июня	18	14	14	252	9,0	252
24 июня	19	12	7	133	-	385

Таблица 4.3. – Классификация по горимости лесов

Показатель горимости леса (Г)	Класс пожарной опасности
Менее 300	I – отсутствие опасности
301–1000	II – малая опасность
1001–4000	III – средняя опасность
4001–100 000	IV – высокая опасность
Более 100 000	V – чрезвычайная опасность

Вывод: За указанный период малая опасность горимости леса достигает 22 июня, в остальных случаях опасность отсутствует.

Задание для самостоятельной работы

Определить показатель горимости надпочвенного покрова, согласно данным приведенным в таблице.

1 вариант

Дата	Температура воздуха, °С (t)	Точка росы, °С (ф)	Количество осадков за сутки, мм
20 июня	18	16	3
21 июня	22	14	
22 июня	26	11	4
23 июня	15	14	
24 июня	19	12	

2 вариант

Дата	Температура воздуха, °С (t)	Точка росы, °С (ф)	Количество осадков за сутки, мм
20 июня	17	15	5
21 июня	24	16	
22 июня	25	13	
23 июня	15	14	3
24 июня	19	12	

3 вариант

Дата	Температура воздуха, °С (t)	Точка росы, °С (ф)	Количество осадков за сутки, мм
20 июня	19	15	5
21 июня	26	16	6
22 июня	22	14	
23 июня	18	14	
24 июня	25	15	

Прогнозирование развития и последствий крупных лесных пожаров позволяет определять скорость распространения фронта, флангов и тыла лесного пожара; площадь и периметр лесного пожара; состояние леса.

Скорость распространения основных элементов пожара (фронта, фланга и тыла) в зависимости от скорости ветра и характера горючих материалов определяется по формулам:

$$\left. \begin{array}{l}
 \text{фронтальной кромки} \\
 V_{\text{фр}} = (V_O + AV_B)[1 + V_B / (V_B^2 + B^2)^{0,5}]^2 \\
 \text{тыловой кромки} \\
 V_{\text{т}} = (V_O + AV_B)[1 - V_B / (V_B^2 + B^2)^{0,5}]^2 \\
 \text{фланговой кромки} \\
 V_{\text{фр}} = V_O + AV_B
 \end{array} \right\} \quad (4.2)$$

где $V_{\text{фр}}$, $V_{\text{т}}$, $V_{\text{фл}}$ – скорости распространения основных элементов пожара, м/мин;

V_0 – скорость распространения пожара в безветренную погоду, м/мин;

$V_{\text{в}}$ – скорость ветра, м/с;

A , B – численные коэффициенты.

В приближенных расчетах принимают скорость $V_0 = 0,4 \dots 0,6$ м/мин при влажности до 30% и $V_0 = 0,2 \dots 0,4$ м/мин при влажности более 30%. Значения коэффициентов A , B приведены в таблице.

Таблица 4.4. – Значения коэффициентов A , B .

Горючий материал	Коэф-ты	При влажности гор. материалов, %		
		до 30	30..50	>50
Сухая трава, лишайники, опад хвои и листьев	A	0,45	0,27	0,16
	B	3,5	3,3	3
Зеленые мхи	A	0,2	0,1	0,05
	B	2,4	2,2	1,8

Пример. Определить скорость распространения фронта пожара, если напочвенный покров состоит из сухой травы и лишайников влажностью менее 30% при скорости ветра $V_{\text{в}} = 4$ м/с.

Задание для самостоятельной работы

Определить скорость распространения фронтальной, тыловой и фланговой кромки пожара, согласно данным приведенным в таблице.

Таблица 4.5. – Исходные данные для самостоятельной работы

№	Напочвенный покров	Скорость ветра, $V_{\text{в}}$ м/с	Влажность, %
1	Сухая трава	5	20
2	Зеленые мхи	6	25
3	Лишайники	7	30
4	Опад хвои и листьев	9	35
5	Сухая трава	8	40
6	Зеленые мхи	10	45
7	Лишайники	12	55
8	Опад хвои и листьев	11	55
9	Сухая трава	13	60
10	Зеленые мхи	15	20
11	Лишайники	17	25
12	Опад хвои и листьев	19	30
13	Сухая трава	20	35
14	Зеленые мхи	16	40
15	Сухая трава	1	45

16	Зеленые мхи	3	55
17	Лишайники	4	55
18	Опад хвой и листьев	14	60
19	Сухая трава	15	20
20	Зеленые мхи	16	25
21	Лишайники	17	30
22	Опад хвой и листьев	18	35
23	Сухая трава	19	40
24	Зеленые мхи	21	45
25	Сухая трава	22	55
26	Зеленые мхи	16	20
27	Лишайники	18	25
28	Опад хвой и листьев	20	30
29	Сухая трава	22	35
30	Зеленые мхи	21	40

5. Чрезвычайные ситуации биологического характера

Биологические опасные природные процессы – состояние, при котором в результате возникновения источника биолого-социальной чрезвычайной ситуации на определенной территории нарушаются условия жизни и деятельности людей, существования сельскохозяйственных животных и произрастания растений, возникает угроза жизни и здоровью людей, широкого распространения инфекционных заболеваний, потерь сельскохозяйственных животных и растений [5].

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

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

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

Все инфекционные заболевания подразделяются на 4 группы:

- 1) кишечные инфекции;
- 2) инфекции дыхательных путей (аэрозольные);
- 3) кровяные (трансмиссивные);

4) инфекции наружных покровов (контактные).

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

Источником биологического опасного явления может служить опасная или широко распространенная инфекционная болезнь:

- людей (эпидемия, пандемия);
- животных (эпизоотия, панзоотия);
- инфекционная болезнь растений (эпифитотия, панфитотия) или их вредитель.

5.1. Эпидемия

Эпидемия (греч. *epidemia*), массовое распространение инфекционного заболевания человека в какой-либо местности, стране, значительно превышающее обычный уровень заболеваемости.

Инфекционные болезни людей – это заболевания, вызванные болезнетворными микроорганизмами и передающиеся от зараженного человека или животного – к здоровому [5]. Ежегодно на Земле переносят инфекционные заболевания свыше 1 млрд. человек.

Эпидемия - это массовое, прогрессирующее во времени и пространстве в пределах определенного региона распространение инфекционной болезни людей, значительно превышающее обычно регистрируемый на данной территории уровень заболеваемости [5].

Эпидемия, как чрезвычайная ситуация, обладает очагом заражения и пребывания заболевших инфекционной болезнью людей, или территорией, в пределах которой в определенных границах времени возможно заражение людей и сельскохозяйственных животных возбудителями инфекционной болезни.

В основе эпидемии лежит эпидемический процесс, то есть непрерывный процесс передачи возбудителя инфекции и непрерывная цепь последовательно развивающихся и взаимосвязанных инфекционных состояний (заболевание, бактерионосительство).

Иногда распространение заболевания носит характер пандемии, то есть охватывает территории нескольких стран или континентов при определенных природных или социально-гигиенических условиях. Сравнительно высокий уровень заболеваемости может регистрироваться в определенной местности длительный период.

На возникновение и течение эпидемии влияют как процессы, протекающие в природных условиях (природная очаговость, эпизоотии и т.д.), так и, главным образом, социальные факторы (коммунальное благоустройство, бытовые условия, состояние здравоохранения и т.д.).

В зависимости от характера заболевания основными путями распространения инфекции во время эпидемии могут быть:

- водный и пищевой, например, при дизентерии и брюшном тифе;
- воздушно - капельный (при гриппе);
- трансмиссивный - при малярии и сыпном тифе;
- зачастую играют роль несколько путей передачи возбудителя инфекции.

По локализации возбудителя в организме человека, путям передачи и способам его выделения во внешнюю среду выделяют следующие группы инфекционных болезней, представленные в таблице 8.1.1.

Таблица 5.1. – Инфекционные болезни человека

Кишечные инфекции	Инфекции дыхательных путей	Кровяные (трансмиссивные) инфекции	Инфекции наружных покровов (контактные)
Брюшной тиф Дизентерия Холера Инфекционный гепатит Полиомиелит	Грипп Ангина Дифтерия Корь Натуральная оспа Коклюш Туберкулез	Чума Туляремия Сыпной тиф Малярия Клещевой энцефалит	Сибирская язва Столбняк Чесотка Трахома Рожа

В начале XX века всю страну изолировали из-за пандемии гриппа «Испанка». А из-за чумы несколько раз закрывали на карантин области. Сто лет назад грипп «Испанка» прошелся смертельной косой по всему миру. Около 100 миллионов жизней унесла болезнь и затронула в том числе и казахские степи. Это был 1918 год. Из-за Первой мировой войны была нехватка продовольствия, медикаментов. Царя Николая II свергли, шла Гражданская война. В этот период власти решили закрыть территорию современного Казахстана на карантин.

Точное число жертв испанского гриппа в Казахстане так и не установлено. Но, по мнению экспертов, погибнуть могли свыше десятка тысяч человек. Он отмечает, что меры карантина в те времена были жесткими.

Карантин вводили также из-за чумы. Из-за нее изолировали современную территорию Западно-Казахстанской области в 1901 году. По словам экспертов, вместе с казахами тогда умирали русские врачи, приехавшие бороться с болезнью. В итоге властям пришлось вызывать специальный санитарный отряд. Масштабы были настолько серьезными, что людей хоронили в общих могилах.

Вспышка повторилась в 1905 году. За четыре месяца тогда умерло больше 600 человек. Из-за этого в 1914 году в Уральске создали первую противочумную лабораторию.

Казахи тогда еще вели кочевой образ жизни, поэтому понадобилось отдельное руководство по введению карантина. Его разработкой занялся первый казахский врач Халел Досмухамедов. В 1918 году он издал книгу «Как бороться с чумой среди киргизского населения». Труд одобрили в центральной противочумной комиссии Российской империи и неоднократно переиздавали.

В своей работе Досмухамедов детально описывал установление карантинных мер: все имущество зараженных чумой сжигалось, сами больные помещались под строжайший надзор. Всех, говоря современным языком,

«контактных», изолировали в специальных помещениях. Пораженные чумой аулы и деревни оцепляли местные власти. Халел Досмухамедов даже предусмотрел компенсацию от государства. Так, по его рекомендациям власти проводили опись всего имущества и составляли акт уничтожения.

Кроме того, карантин вводили в 1945 году в Акбасты-Аваньске и в 1947-1948 годах в южном Прибалхашье все так же из-за чумы. Сейчас книги Халела Досмухамедова нет в открытом доступе.

В современном Казахстане власти еще ни разу не принимали столь масштабные меры по сдерживанию распространения болезни. По словам эксперта, в 2009 году, когда в мире была эпидемия свиного гриппа, правительство разработало план по карантину, но он так и остался на бумаге.

С 2023 года в Казахстане наблюдается рост заболеваемости корью. Эта вспышка является самой крупной в стране за последние 10 лет.

Рост заболеваемости остаётся в следующих областях: Абайская, Акмолинская, Атырауская, Алматинская, Восточно-Казахстанская, Мангистауская, Костанайская, Павлодарская, Северо-Казахстанская и в городах Астана и Алматы. Тенденция к стабилизации по кори наметилась в шести регионах – Актюбинской, Кызылординской, Западно-Казахстанской, Карагандинской, Жетысуской, Туркестанской областях

В целях стабилизации ситуации по кори в 2023 году проводили плановую вакцинацию против этого заболевания, привили порядка 700 тысяч детей в возрасте одного года и шести лет. С учётом регистрации заболеваемости корью среди непривитых детей, в сентябре 2023 года были выделены средства из резерва правительства и закуплено 1,5 млн доз вакцины против кори, краснухи и паротита.

Классификация инфекционных заболеваний

Попытки классифицировать инфекционные болезни предпринимались с давних пор. Поскольку различными исследователями в основу группировок были положены различные признаки, схем классификации было предложено немало.

В XX в. все инфекционные болезни подразделялись эмпирически, без научного обоснования, на контагиозные, передаваемые от больных людей здоровым либо при их соприкосновении, либо через зараженные одежду или другие предметы; миазматические, передаваемые только через воздух, и, наконец, контагиозно-миазматические (смешанная группа).

Развитие микробиологии, начавшееся во второй половине XX в., привело к появлению классификаций построенных по этиологическому признаку. Этот классификационный признак используется микробиологами до сих пор: инфекционные заболевания распределяются на бактериальные, вирусные, риккетсиозные, протозойные и т. д. Однако микробиологическая классификация не может быть использована эпидемиологами, так как предлагаемые ею группы объединяют болезни, подчас не имеющие друг с другом никакого сходства ни в отношении источников инфекции, ни в

отношении механизмов передачи. Группа вирусных заболеваний включает в себя, например, такие разнородные с эпидемиологической точки зрения заболевания, как бешенство и корь.

Таблица 5.2. – Классификация инфекционных болезней человека по виду возбудителя

Название инфекционной болезни	Вид возбудителя	Болезни
Вирусные инфекции	Вирусы - внутриклеточные паразиты	Натуральная оспа, грипп, бешенство, полиомиелит, СПИД
Риккетсиозы	Риккетсии - бактериоподобные микробы	Сыпной тиф, Кулихорадка, Окопная лихорадка, Блошинный сыпной тиф, Марсельская лихорадка
Бактериальные инфекции	Патогенные бактерии - одноклеточные микроорганизмы, выделяющие токсические вещества	Дифтерия, столбняк, бутуллизм, дизентерия, Сибирская язва, коклюш
Гельминтозы: - трематодоз - цестодоз - нематодоз	Гельминты – паразитические черви (глисты): - трематода (сосальщик); - цестода (ленточные черви); - нематода (круглые черви)	Описторхоз, Дифиллоботриоз, тиниидоз; Аскаридоз; энтеробиоз
Тропические микозы	Паразитарные грибы - низшие растения	Споротрихоз, хромо микоз, плесневый микоз, бластомикоз, гистоплазмоз

Все инфекции, которыми заражается и болеет человек, принято разделять еще на две группы:

1. Антропонозы - заболевания, свойственные только человеку и передающиеся от человека человеку (от греческих слов: *anthropos* - человек, *posos* - болезнь) - азиатская холера, натуральная оспа, брюшной тиф, сыпной тиф и др.

2. Зоонозы (от греческого слова *зооп* - животные) - болезни, свойственные животным и человеку и передающиеся от животного человеку, от человека человеку не передаются - сибирская язва, сап, ящур, пситакоз, туляремия и др.

Эпидемии - одно из самых губительных для человека опасных природных явлений. Статистика свидетельствует о том, что инфекционные заболевания унесли больше человеческих жизней, чем войны. Хроники и летописи донесли до наших времен описания чудовищных пандемий, опустошивших огромные территории и уничтоживших миллионы человек.

Следы некоторых болезней обнаруживаются в древних захоронениях. Например, следы туберкулеза и проказы найдены на египетских мумиях (2-3

тыс. лет до н.э.). Симптомы многих болезней описаны в древнейших рукописях цивилизаций Египта, Индии, Шумера и др. Так, первое упоминание о чуме встречается в древнеегипетском манускрипте и относится к 4 в. до н.э.

Эпидемии возникают также при стихийных бедствиях, вызывающих гибель большого числа людей, в странах, охваченных голодом, при крупных засухах, распространяющихся на больших территориях.

5.2. Прогнозирование санитарных потерь среди населения в очагах инфекционных заболеваний

Санитарные потери среди населения в очагах инфекционных заболеваний определяются количеством заболевших людей из числа гражданского населения.

В соответствии с данной методикой оперативные расчеты потерь населения в очагах инфекционных заболеваний в системе предлагается осуществлять по формуле:

$$Сп = К * И * (1 - Н) * (1 - Р) * Е, \quad 5.1$$

где Сп – санитарные потери населения (чел.); К – численность зараженного и контактировавшего населения; И – контагиозный индекс; Н – коэффициент неспецифической защиты; Р – коэффициент специфической защиты (иммунности); Е – коэффициент экстренной профилактики.

Данная методика прогнозирования позволяет осуществлять расчет потерь среди населения как при естественном возникновении очагов инфекционных заболеваний, так и в случае аварии на биотехнологическом объекте или при применении противником (террористами) биологических агентов в качестве средств вооруженной борьбы.

В указанной формуле величина «К» определяется в зависимости от установления инфекционной формы эпидемического очага и составляет 20% населения.

Контагиозный индекс (И) - это показатель, с помощью которого определяют среднее значение людей, которых инфицирует один носитель вируса до его изоляции.

Рассчитывают коэффициент на основании данных по новым случаям за последние 8 суток. Он учитывает число заразившихся за последние 4 суток по отношению к предыдущим перед этим 4 суткам.

Формула следующая:

$$И = (X8 + X7 + X6 + X5) / (X1 + X2 + X3 + X4) \quad 5.2$$

Данные X1-X8 — количество зарегистрированных больных в регионе за соответствующие сутки.

Коэффициент неспецифической защиты «Н» зависит от своевременности проведения санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий,

защищенности питьевой воды и продуктов питания, разобщения населения на мелкие группы при воздушно-капельной инфекции.

При отличной санитарно-противоэпидемической подготовке населения он может составить – 0,9;

при хорошей – 0,8;

при удовлетворительной 0,5;

при неудовлетворительной – 0,2.

В зоне аварии на биологически опасном объекте и в очаге биологического поражения коэффициент «Н» будет равен 0,1.

Коэффициент специфической защиты «Р» учитывает эффективность проведенной иммунизации населения против данной инфекции.

Коэффициент иммунности составляет:

при дифтерии, кори – 0,65;

при Ку-лихорадке, туляремии, сыпном тифе, вирусном гепатите «А», менингококковой инфекции, скарлатине – 0,55;

при легочной чуме, холере, сибирской язве, брюшном тифе – 0,5;

при бруцеллезе, геморрагических лихорадках – 0,75;

при сапе, мелиоидозе, пситтакозе, клещевом энцефалите, бубонной чуме – 0,8.

Если тип эпидемической вспышки не установлен и иммунизация не проводилась, то коэффициент «Р» устанавливается приближенно равным 0,5.

Коэффициент экстренной защиты «Е» отражает степень защиты от данного возбудителя антибиотиками.

Значение этого коэффициента:

при холере – 0,2; при бубонной чуме, геморрагических лихорадках – 0,3 ; при брюшном тифе, вирусном гепатите «А» – 0,4; при легочной чуме, туляремии, Ку-лихорадке, менингококковой инфекции, дифтерии, сибирской язве – 0,5; при сыпном тифе, клещевом энцефалите – 0,6; при бруцеллезе, мелиоидозе, скарлатине – 0,75; при пситтакозе, сапе – 0,9.

Если экстренная неспецифическая профилактика не проводилась, коэффициент «Е» равен 1,0.

Пример: Рассчитать санитарные потери населения при заражении бубонной чумой. Санитарно-противоэпидемическая подготовка – удовлетворительная. Численность населения – 80 000 чел.

Статистика заболевания за последний 8 суток:

20 января – 20 чел.; 21 января – 22 чел.; 22 января – 8 чел.; 23 января – 13 чел.; 24 января – 19 чел.; 25 января – 25 чел.; 26 января – 27 чел.; 27 января – 22 чел.

Задание для самостоятельной работы

Рассчитать санитарные потери населения.

Таблица 5.3. – Исходные данные для самостоятельной работы

№ п/п	Численность населения, чел	Санитарно-противоэпидемическая подготовка	Болезнь	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день	7 день	8 день
1	80 000	отличная	Бубонная чума	10	12	10	16	19	13	15	16
2	100 000	хорошая	Геморрагическая лихорадка	22	23	22	25	26	27	22	26
3	120 000	удовлетворительн	Сибирская язва	33	32	31	30	29	30	30	31
4	130 000	неудовлетворит	Менингококковая инфекция	16	19	19	19	20	21	22	28
5	90 000	отличная	Сыпной тиф	45	42	41	41	42	43	45	46
6	95 000	хорошая	Легочная чума	10	19	13	15	16	12	10	16
7	105 000	удовлетворительн	Бубонная чума	22	26	27	22	26	23	22	25
8	200 000	неудовлетворит	Геморрагическая лихорадка	33	29	30	30	31	32	31	30
9	350 000	отличная	Сибирская язва	16	20	21	22	28	19	19	19
10	400 000	хорошая	Менингококковая инфекция	45	42	43	45	46	42	41	41
11	80 000	удовлетворительн	Сыпной тиф	33	29	30	30	28	19	19	19
12	100 000	неудовлетворит	Легочная чума	45	42	43	45	46	42	41	41
13	120 000	отличная	Бубонная чума	10	19	13	15	26	23	22	25
14	130 000	хорошая	Геморрагическая лихорадка	33	29	30	30	28	19	19	19
15	90 000	удовлетворительн	Сибирская язва	45	42	43	45	28	19	19	19
16	95 000	неудовлетворит	Менингококковая инфекция	45	42	43	45	46	42	41	41
17	105 000	отличная	Сыпной тиф	22	23	22	25	29	30	30	31
18	200 000	хорошая	Легочная чума	33	32	31	30	20	21	22	28
19	350 000	удовлетворительн	Бубонная чума	33	29	30	30	26	23	22	25
20	400 000	неудовлетворит	Геморрагическая лихорадка	45	42	43	45	31	32	31	30
21	80 000	отличная	Сибирская язва	45	42	43	45	28	19	19	19
22	100 000	хорошая	Менингококковая инфекция	29	30	30	31	45	42	43	45
23	120 000	удовлетворительн	Сыпной тиф	20	21	22	28	33	29	30	30
24	130 000	неудовлетворит	Легочная чума	42	43	45	46	45	42	43	45
25	90 000	отличная	Бубонная чума	16	12	10	16	10	19	13	15
26	95 000	хорошая	Геморрагическая лихорадка	26	23	22	25	33	29	30	30
27	105 000	удовлетворительн	Сибирская язва	31	32	31	30	45	42	43	45
28	200 000	неудовлетворит	Менингококковая инфекция	42	43	45	46	22	25	33	29
29	350 000	отличная	Сыпной тиф	31	30	45	42	16	12	10	16
30	400 000	хорошая	Легочная чума	33	29	30	30	20	21	22	28

5.3. Эпизоотия

Как только человек стал одомашнивать диких зверей, возникла проблема защиты их от инфекционных болезней. Медицина с древних времен накапливала знания о лечении животных. На данный момент ветеринарной медицине известны методы профилактики и способы излечения многих инфекционных заболеваний животных. Несмотря на это, в мире ежегодно от инфекций их гибнут миллионы и миллионы.

Эпизоотия (греч. ἐπι — на, среди; ζῷον — животное) — широкомасштабное распространение инфекционной болезни среди одного или

многих видов животных на определённой территории, значительно превышающее уровень заболеваемости, обычно регистрируемый на данной территории. Говоря нестрого, эпизоотия — это «эпидемия у животных».

Эпизоотия - это одновременное прогрессирующее во времени и пространстве в пределах определенного региона распространение инфекционной болезни среди большого числа одного или многих видов сельскохозяйственных животных, значительно превышающее обычно регистрируемый на данной территории уровень заболеваемости [5].

Выделяются следующие **виды эпизоотий**:

- по масштабам распространения - частные, объектовые, местные и региональные;
- по степени опасности - легкие, средней тяжести, тяжелые и чрезвычайно тяжелые;
- по экономическому ущербу - незначительные, средние и большие.

Эпизоотии, как и эпидемии, могут носить характер настоящих стихийных бедствий. Так, в 1996 г. в Великобритании свыше 500 тыс. голов сельскохозяйственных животных заразилось чумой крупного рогатого скота. Это вызвало необходимость уничтожения и утилизации останков больных животных. Из страны прекратился экспорт мясных изделий, что поставило ее животноводство на грань разорения. Кроме того, потребление мяса в Европе значительно уменьшилось и, как следствие, произошла дестабилизация европейского рынка мясных изделий.

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

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

Панзоотия - это массовое одновременное распространение инфекционной болезни сельскохозяйственных животных с высоким уровнем заболеваемости на огромной территории с охватом целых регионов, нескольких стран и материков.

Энзоотия - это одновременное распространение инфекционной болезни сельскохозяйственных животных в определенной местности, хозяйстве или пункте, природные и хозяйственно-экономические условия которых исключают повсеместное распространение данной болезни.

Болезни общие нескольким видам животных - мелиоидоз, бешенство, сибирская язва, туляремия, ящур.

Болезни крупного рогатого скота - чума крупного рогатого скота, эмфизематозный карбункул, злокачественный отек, губкообразная энцефалопатия.

Болезни лошадей - сап, эпизоотический лимфангоит, африканская чума однокопытных.

Болезни овец и коз - медленные инфекции (скрепи, маэди-висна, аденомотоз, оспа, чума мелких жвачных, бруцеллез).

Болезни верблюдов - чума верблюдов.

Болезни свиней - африканская чума свиней.

Болезни птиц - чума птиц, орнитоз птиц, высокопатогенный грипп птиц.

Болезни собак и кошек - токсоплазмоз собак и кошек, микроспория кошек.

Болезни пушных зверей и кроликов - миксоматоз кроликов.

Таблица 5.4. – Особоопасные инфекционные болезни животных

Название болезни	Возбудитель	Признаки заболевания, течение болезни
Ящур	Вирус Поражаются парнокопытные животные	Лихорадка, поражение слизистой оболочки ротовой полости, кожи вымени и конечностей
Классическая чума свиней	Вирус	Лихорадка, диатез, крупнонодифтерические воспаления кишечника Летальность 60-100%
Псевдочума птиц	Вирус	Поражение органов дыхания, пищеварения и центральной нервной системы Летальность 60-90%
САП	Палочковидная бактерия	Поражаются однокопытные животные, верблюды Лихорадка, озноб, угнетение животного, гиперемия слизистых оболочек, узелки на слизистой носа, язвы
Сибирская язва	Палочковидная бактерия Поражаются КРС, лошади, овцы, свиньи	Зуд, пузырьки, карбункулы, высокая температура, тошнота, рвота, затруднение дыхания
Бруцеллез	Бактерия Поражаются козы, овцы, свиньи, КРС	Озноб, слабость, боли в мышцах и суставах, поражение нервной системы, кровеносных сосудов

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

Классификация инфекционных болезней животных

Возникновение эпизоотии возможно лишь при наличии комплекса взаимосвязанных элементов, представляющих собой так называемую эпизоотическую цепь:

- источник возбудителя инфекции (больное животное или животное-микробоноситель),

- факторы передачи возбудителя инфекции (объекты неживой природы) или живые переносчики (восприимчивые к болезни животные).

По эпизоотологической классификации все инфекционные болезни животных делятся на 5 групп: Первая группа — алиментарные инфекции, передаются через почву, корм, воду. В основном поражаются органы пищеварительной системы.

Возбудитель передается через инфицированные корма, навоз и почву. К таким инфекциям относятся сибирская язва, ящур, сап, бруцеллез.

Вторая группа — респираторные инфекции (аэрогенные) — поражение слизистых оболочек дыхательных путей и легких. Основной путь передачи — воздушно-капельный. К ним относятся: парагрипп, экзотическая пневмония, оспа овец и коз, чума плотоядных.

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

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

Пятая группа — инфекции с невыясненными путями заражения, т. е. неклассифицированная группа.

Таблица 5.5. – Классификация инфекционных болезней животных по механизму передачи

Название инфекционной группы	Путь передачи	Вид поражения Болезни
Алиментарные инфекции	Через почву, корм, воду. Поражение органов пищеварительной системы.	Сибирская язва, Ящур, Сап, Бруцеллез
Респираторные инфекции (аэрогенные)	Воздушно-капельный. Поражение слизистых оболочек дыхательных путей и легких.	Парагрипп, Экзотическая пневмония, Оспа овец, коз, Чума плотоядных
Трансмиссивные инфекции	При помощи кровососущих насекомых.	Энцефаломиелиты, туляремия, инфекционная анемия лошадей.
Кожные инфекции	Через кожные покровы без участия переносчиков.	Столбняк, Бешенство, Оспа коров.
Инфекции с невыясненными путями заражения		

Характер эпизоотии, длительность ее течения зависят от:

- механизма передачи возбудителя инфекции;

- сроков инкубационного периода; - соотношения больных и восприимчивых животных;
- условий содержания животных;
- эффективности противоэпизоотических мероприятий.

Проведение последних, направленное на защиту сельскохозяйственных животных, в значительной мере предотвращает развитие эпизоотии.

Некоторые из этих болезней переносятся животными без лечения или же при незначительном лечении. Смертность от них невелика. При других болезнях, например, бешенстве, лечение животных запрещено, их сразу же уничтожают.

5.4. Эпифитотия

Эпифитотия (от эпи... и греч. *phytón* — растение), распространение инфекционной болезни растений на значительные территории (хозяйство, район, область) в течение определенного времени. В виде Эпифитотия обычно проявляются ржавчина и головня хлебных злаков, фитофтороз картофеля, парша яблони, увядание хлопчатника, шютте снежное и обыкновенное и другие инфекционные заболевания.

В прошлом Эпифитотия причиняли большой ущерб. Известны значительные потери урожая картофеля от фитофтороза в 40-х гг. 19 в. в Ирландии, подсолнечника — от ржавчины в 60-х гг. 19 в. в России, пшеницы — от стеблевой ржавчины в Амурской области в 1923. С повышением культуры земледелия, с разработкой методики прогнозирования массовых заболеваний растений, применением эффективных мер борьбы с ними Эпифитотия стали более редкими.

Особо опасные болезни растений - нарушение нормального обмена веществ клеток органов и целого растения под влиянием фитопатогена или неблагоприятных условий среды, приводящее к снижению продуктивности растений или к полной их гибели [5].

Болезнь растений – это нарушение нормального обмена веществ клеток органов и целого растения под влиянием фитопатогена или неблагоприятных условий среды, приводящее к снижению продуктивности растений или к полной их гибели [5].

Таблица 5.6. – Наиболее часто встречающиеся болезни растений

Название болезни	Возбудитель	Признаки заболевания
Стеблевая (линейная) ржавчина пшеницы и ржи	Ржавчинный гриб	Поражаются стебли, листовые влагалища, колосовые чешуйки. Растения излишне испаряют влагу, преждевременно созревают, что снижает урожай (недобор 50-100%)
Желтая ржавчина пшеницы (ячменя, ржи)	Гриб	Поражаются листья, стебли. Образуются пустулы, из которых высыпается «ржавый»

		порошок, состоящий из спор гриба.
Фитофтороз картофеля	Гриб Сохраняется в клубнях	На листьях - крупные расплывчатые пятна, на нижней стороне листа - белый налет, на клубнях - бурые свинцово-серые пятна.

Эпифитотия – массовое, прогрессирующее во времени и пространстве инфекционное заболевание сельскохозяйственных растений и резкое увеличение численности вредителей растений, сопровождающееся массовой гибелью сельскохозяйственных культур и снижением их продуктивности [5].

Обычно Эпифитотия возникают из отдельных очагов болезни при благоприятных условиях (накопление и способность к быстрому распространению инфекционного начала, погодные факторы, способствующие размножению возбудителя и развитию болезни, достаточное количество восприимчивых растений). Фитопатогенные микроорганизмы распространяются из мест резервации и заражают большое число растений. В результате образования нескольких генераций возбудителя создаются новые укрупнённые очаги болезни, расширяется район (зона) поражения, возникает эпифитотия.

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

Панфитотия – массовое, охватывающее всю республику инфекционное заболевание растений в зоне распространения болезни.

Заболевания сельскохозяйственных растений не выявленной этиологии — обнаружение заболевания неустановленного происхождения.

Массовое распространение вредителей растений – массовое инфекционное заболевание растений, при котором поражено более 50% их поверхности.

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

Таблица 5.7. – Насекомые-переносчики инфекционных заболеваний

Инфекционные заболевания	Насекомое переносчик	Продолжительность жизни
Возвратный тиф, клещевой энцефалит, Ку-лихорадка, туляремия	Клещи	Несколько лет
Японский энцефалит, Желтая лихорадка	Комары	Несколько недель и месяцев
Малярия	Комары рода анофелес	Несколько недель и месяцев
Чума	Блохи	Несколько недель и месяцев

Кожный лейшманиоз	Москиты	Несколько недель и месяцев
Дизентерия, конъюнктивит, туберкулез, холера, рожа, гельминтоз	Комнатная муха	Несколько недель и месяцев
Сыпной тиф, возвратный тиф	Вши	Несколько недель и месяцев

Классификация болезней растений

Современная классификация болезней основана на нескольких принципах. Основной является этиологическая классификация, подразделяющая болезни в зависимости от причин, их вызывающих, на две группы - инфекционные и неинфекционные.

Инфекционные болезни вызывают различные возбудители - патогены. Общий признак инфекционных болезней - их способность передаваться от одного растения к другому. Инфекционные болезни подразделяют на следующие группы:

микозы - болезни, вызываемые грибами. Многочисленная группа заболеваний с разнообразной симптоматикой и динамикой развития;

бактериозы - болезни, вызываемые бактериями. Бактериозы, как правило, связаны с поражением сосудистой системы, развиваются чаще всего по типу увядания, гнилей;

актиномикозы - заболевания, связанные с поражением растений актиномицетами - микроорганизмами, родственными бактериям. Характерный пример - обыкновенная парша картофеля. Распространены значительно реже, чем микозы и бактериозы;

вирусы - многочисленная группа болезней, вызываемых вирусами. Развиваются по типу карликовости, деформации, мозаик, желтух. У многолетних растений носят хронический характер;

вириодозы - болезни, вызываемые вириодами. Эта группа возбудителей, обнаруженная сравнительно недавно, отличается от вирусов отсутствием белкового компонента, повышенной агрессивностью и вирулентностью. Диагностика часто затруднена. Дают близкую к вирусам симптоматику. Пример вириодоза - готика картофеля;

микоплазмозы - возбудителями этой группы болезней являются микоплазмы - прокариоты, не имеющие, в отличие от бактерий, клеточной стенки и способные произвольно изменять форму и толщину, вытягиваясь в достаточно тонкие нити. Благодаря такой способности микоплазмы проходят через бактериальные фильтры и до сравнительно недавнего времени отождествлялись с вирусами;

болезни, вызываемые цветковыми паразитами.

Неинфекционные болезни возникают в результате неблагоприятных для растений условий вегетации и не способны передаваться от растения к растению. Классификация различает болезни, вызванные:

неблагоприятными метеорологическими условиями - пониженными и повышенными температурами, засухой, переувлажнением, градобитием и т.д.;

неблагоприятными почвенными условиями - реакцией среды, наличием токсичных для растений веществ, неоптимальным механическим составом, бесструктурностью и другими отклонениями от оптимума;

неблагоприятными условиями минерального питания - заболевания, тесно связанные с почвенными условиями, но выделяемые в отдельную группу в связи со спецификой этиологии и симптоматики. Связаны с голоданием растений в отношении различных элементов и входят в предмет изучения агрохимии;

применением пестицидов (ятрогенные). По существу, это инфекционные заболевания, но возникновение их всегда связано с применением пестицидов, причем применением вполне регламентированным, обоснованным и своевременным. Таким образом, инфекция при ятрогенных болезнях является побочным следствием применения пестицидов, косвенно изменяющих условия взаимоотношений растения и патогена;

лучевые - вызваны воздействием на растения проникающей радиации;

антропогенные - связаны с производственной деятельностью человека (промышленной и сельскохозяйственной), могут иметь химическую (отравления) и механическую (повреждения или раны) природу.

Существует и ряд вспомогательных классификаций, основанных на следующих параметрах:

По степени локализации болезни - местные (локальные) и общие (диффузные). Неинфекционные болезни - как правило, общие; инфекционные - как местные (ржавчины, мучнистые росы), так и общие (головневые, фитофтороз).

По продолжительности развития - острые (протекают в течение одного периода вегетации) и хронические (развиваются в течение нескольких лет, как правило, на многолетних растениях).

По способности поражать растения в определенной фазе развития - болезни всходов, болезни питомников (в садоводстве), болезни взрослых растений.

По поражаемым органам - болезни корней, болезни стеблей, болезни листьев и т.д.

По поражаемым группам культур - болезни хлебных злаков, болезни картофеля, болезни овощных культур, болезни плодовых и т.д.

Если для общей фитопатологии основной является первая (этиологическая) классификация, то для сельскохозяйственной - последняя.

В.А. Чулкиной и др. (1987) предложен принципиально новый подход к классификации болезней по способу передачи и распространения инфекции - эпифитотимологическая классификация. Согласно этой классификации все болезни объединены в четыре группы, каждая из которых включает несколько подгрупп.

Почвенные (корневые) инфекции. Ведущее значение в цикле развития возбудителя и заражении растений имеют почва и растительные остатки, где возбудители сохраняются в виде покоящихся структур. Выделяются почвенносеменные инфекции (кила и черная ножка капусты, рак, порошистая и обыкновенная парша картофеля, корнеед свеклы, белая гниль донца лука и чеснока и др.); почвенно-воздушные (офиоблезная корневая гниль злаков); почвенно-воздушно-семенные (фузариозная и гельминтоспориозная корневая гниль злаков, белая гниль сельскохозяйственных культур, ризоктониоз и фомоз картофеля).

Воздушно-капельные (листочекельные) инфекции. Особенность заболеваний - сезонная передача возбудителей воздушными течениями и каплями дождя: воздушные (аэрогенно-пылевые) инфекции (ржавчины, мучнистые росы); капельно-воздушные (септориозы томатов, смородины, груши, антракнозы смородины, малины, винограда и др.); воздушно-семенные (сетчатая пятнистость ячменя, церкоспороз свеклы, угловатая пятнистость огурца и др.); капельно-семенные (аскохитоз гороха, септориоз злаков, пероноспорозы, бактериальный рак томатов и др.).

Семенные (матриально-дочерние) инфекции. Особенность возбудителей - прямая их передача от маточных растений к дочерним через посевной и посадочный материал: типичные семенные инфекции (пыльная головня пшеницы, ячменя, овса, кукурузы и сорго, головня проса); контактно-семенные (твердая головня пшеницы, ячменя, ржи, овса).

Трансмиссивные инфекции. Особенность - сезонный характер передачи переносчиками, в основном вирусные инфекции: типичные трансмиссивные инфекции (русская мозаика, закручивание злаков, столбур томатов и картофеля, обыкновенная мозаика гороха, филлодия клевера, махровость смородины и др.); трансмиссивно-семенные (мозаика лука, капусты, полосчатая мозаика картофеля, желтуха свеклы и др.); трансмиссивно-контактные (бронзовость томатов, полосчатая мозаика злаков, шарка, или оспа, слив); трансмиссивно контактно-семенные (карликовая мозаика кукурузы, мозаика свеклы, мозаичное закручивание листьев картофеля).

Наиболее опасными болезнями являются стеблевая (линейная) ржавчина пшеницы, ржи, желтая ржавчина пшеницы и фитофтороз картофеля. Стеблевая ржавчина пшеницы и ржи – одно из наиболее распространенных и вредоносных заболеваний этих растений.

Стеблевая ржавчина поражает преимущественно стебли и листовые основания злаков. Способность ржавчинных болезней к быстрому распространению обусловлена высокой плодовитостью возбудителей.

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

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

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое эпидемия, эпизоотия и эпифитотия?
2. Какие факторы способствуют распространению инфекций?
3. Какие поражающие факторы характерны для биологических ЧС?
4. Как осуществляется прогноз санитарных потерь?
5. Какие меры биологической защиты применяются?
6. Что включает радиационный и санитарный контроль?
7. Какие меры карантина применяются при эпидемии?
8. Какие социальные последствия имеют биологические ЧС?

6. Чрезвычайные ситуации на транспорте

В Республике Казахстан, как и в других развитых странах, транспорт является одной из крупнейших базовых отраслей экономики, важнейшей составной частью производственной и социальной инфраструктуры.

Транспортные коммуникации объединяют все районы страны, что является необходимым условием ее территориальной целостности, единства ее экономического пространства. Они связывают страну с мировым сообществом, являясь материальной основой обеспечения внешнеэкономических связей Казахстана и ее интеграции в глобальную экономическую систему.

Выгодное географическое положение республики позволяет получать значительные доходы от экспорта транспортных услуг, в т.ч. от осуществления транзитных перевозок зарубежных стран по своим коммуникациям.

Однако развитие транспортной системы, повышение ее роли в обществе сопровождается негативными факторами, среди которых наиболее отрицательным является высокий уровень аварийности транспортных средств.

Транспортные аварии (катастрофы) - авария на транспорте, повлекшая за собой гибель людей, причинение пострадавшим тяжелых телесных повреждений, уничтожение и повреждение транспортных сооружений и средств или ущерб окружающей природной среде. Транспортные аварии разделяют по видам транспорта, на котором они произошли, и/или по поражающим факторам опасных грузов [10].

Транспортные аварии разделяют по видам транспорта, на котором они произошли и по поражающим факторам опасных грузов.

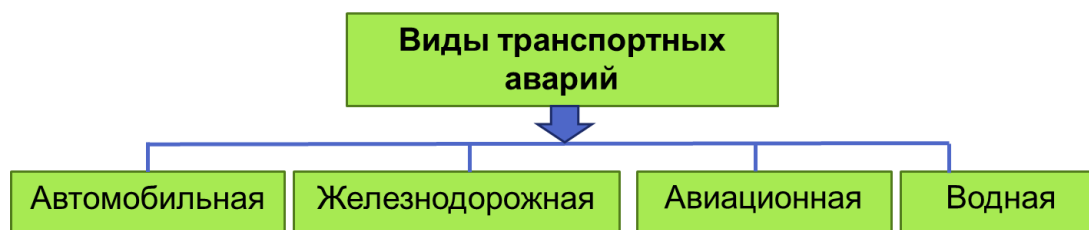


Рисунок 6.1. – Виды транспортных аварий

Рассмотрим классификацию и характеристику каждого вида транспортных аварий в отдельности.

6.1. Аварии на автомобильном транспорте

Согласно закона Республики Казахстан «О дорожном движении» **автомобиль** – механическое транспортное средство, предназначенное для движения по дорогам и перевозки по ним людей, грузов или оборудования, установленного на нем, или буксировки по дорогам транспортных средств, предназначенных для перевозки людей, грузов или оборудования, установленного на нем, в том числе включая троллейбусы. Данное понятие не распространяется на тракторы и самоходные машины [11].

Автомобильный транспорт является самым небезопасным из всех доступных человеку. По всем данным именно дорожно-транспортные происшествия ставят на первое место по числу погибших и пострадавших. По этим параметрам автомобили значительно обгоняют железнодорожный, авиационный и водный транспорт.

Дорожно-транспортное происшествие – событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, повлекшее причинение вреда здоровью, смерть человека, повреждение транспортных средств, сооружений, грузов либо иной материальный ущерб [11].

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно в мире в результате дорожно-транспортных происшествий (ДТП) погибает около 1,3 млн. человек, каждый пятый из них – ребенок; от 20 до 50 млн. человек получают травмы и увечья.

Дорожно-транспортная травма – это смертельная или несмертельная травма, причиненная в результате аварии на публичной дороге с участием, по меньшей мере, одного движущегося транспортного средства. Самыми уязвимыми пользователями дорог являются дети, пешеходы, велосипедисты и пожилые люди.

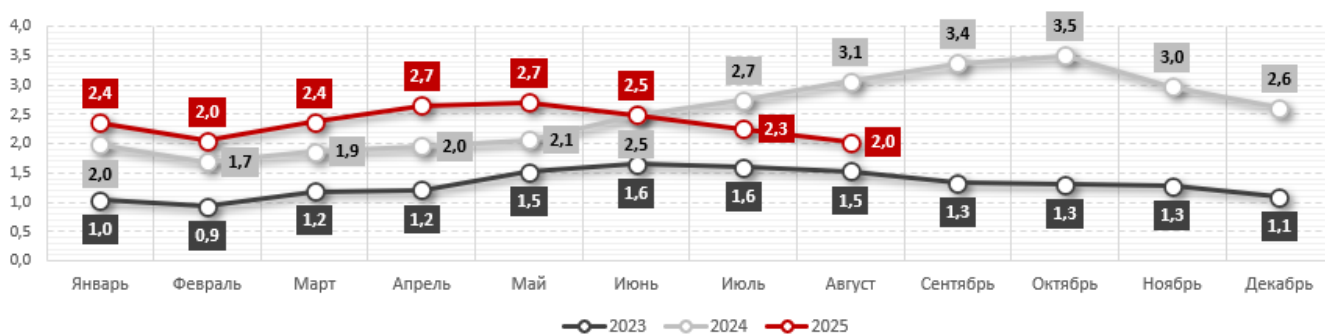
По данным комитета по правовой статистике и специальным учётам Генеральной прокуратуры (КПСиСУ ГП) РК, за семь месяцев 2025 года в стране было зарегистрировано 19,1 тыс. аварий с пострадавшими или погибшими. Разница в сравнении с январём–июлем 2024-го — почти на 6,5 тыс. ДТП.

Помесячная динамика показывает, что такой серьёзный рост количества ДТП с пострадавшими наблюдался в каждом месяце с января по май. В июне как 2024, так и 2025 года число аварий было практически одинаковым, а в июле и августе 2025-го оно даже немного уменьшилось.

Статистика дорожно-транспортных происшествий



Количество зарегистрированных ДТП, повлёкших ранение или гибель людей. Помесячная динамика | тыс. ед.



Ranking.kz на основе данных КПСусу ГП РК, Gis.kgp.kz

Рисунок 6.2. – Динамика ДТП в Казахстане

Анализ причин аварийности, показывает, что ключевыми факторами сложившейся критической ситуации в области обеспечения безопасности дорожного движения являются ослабление персональной дисциплины участников дорожного движения, несоблюдение водителями транспортных средств правил дорожного движения. Нарушения, связанные с превышением установленных скоростных режимов, выездом на полосу встречного движения и несоблюдением правил обгона и очередности проезда перекрестков, являются причинами 50 % всех аварий. Из-за нарушения правил дорожного движения в состоянии алкогольного опьянения водителями происходит около 15 % ДТП. Из-за недисциплинированности пешеходов – около 30 % от общего количества ДТП [10].

На аварийность автомобильного транспорта оказывает также влияние неудовлетворительное техническое состояние дорог и подвижного состава, возросшее количество автомобильного транспорта, принадлежащего физическим лицам, износом автомобильного транспорта.

**Таблица 6.1. – Количество зарегистрированных автотранспортных средств
на 1 декабря 2025 года [12]**

	Всего	В том числе по категориям транспортных средств								
		A1	A	B1	B	C1	C	D1	D	E, BE, CE, C1E, DE
Республика Казахстан	5 843 358	44 678	70 894	1 150	4 898 203	108 307	375 828	24 154	64 404	255 740
Абай	92 851	1 205	711	12	82 841	1 158	3 982	243	632	2 067
Акмолинская	271 401	2 407	4 930	99	220 066	8 092	18 949	1 129	2 214	13 515
Актюбинская	235 536	1 622	3 452	39	193 301	3 375	17 428	999	2 532	12 788
Алматинская	636 780	6 026	9 259	211	523 078	14 796	47 523	2 316	6 244	27 327
Атырауская	166 012	988	1 356	22	133 838	2 198	14 787	1 197	3 785	7 841
Западно-Казахстанская	189 927	1 045	1 763	12	158 712	2 499	12 045	970	2 288	10 593
Жамбылская	310 426	2 516	2 782	11	264 635	7 258	16 688	923	3 037	12 576
Жетісу	111 411	1 385	744	14	89 336	1 928	9 939	447	492	7 126
Карагандинская	376 703	2 405	5 550	44	319 828	5 776	24 024	1 198	4 471	13 407
Костанайская	280 269	1 671	3 559	32	222 517	6 318	21 100	778	2 207	22 087
Кызылординская	185 849	887	2 428	9	153 766	4 954	12 993	1 037	2 329	7 446
Мангистауская	184 736	963	682	12	153 209	2 499	16 242	1 232	3 070	6 827
Павлодарская	232 022	1 631	3 674	21	190 878	4 502	15 256	1 012	3 058	11 990
Северо-Казахстанская	203 401	2 317	4 442	37	160 392	5 958	14 899	709	1 586	13 061
Туркестанская	495 818	2 443	1 753	18	426 821	11 121	27 059	2 967	4 543	19 093
Ұлытау	33 418	325	226	1	30 366	241	1 303	148	330	478
Восточно-Казахстанская	349 801	1 726	9 279	320	287 295	10 837	19 053	965	3 471	16 855
г. Астана	443 556	1 639	3 302	52	393 779	3 430	23 526	1 773	4 722	11 333
г. Алматы	718 062	9 267	9 567	169	614 230	8 226	39 311	2 764	9 374	25 154
г. Шымкент	325 379	2 210	1 435	15	279 315	3 141	19 721	1 347	4 019	14 176

***Примечание.**

Категории транспортных средств:

А-мотоциклы.

В-автомобили, разрешенная максимальная масса которых не превышает трех тысяч пятисот килограммов и число сидячих мест которых, помимо сиденья водителя, не превышает восьми; автомобили категории «В», сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого не превышает семисот пятидесяти килограммов; автомобили категории «В», сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого превышает семьсот пятьдесят килограммов, но не превышает массы автомобиля без нагрузки, а общая разрешенная максимальная масса такого состава транспортных средств не превышает трех тысяч пятисот килограммов.

С-автомобили, за исключением относящихся к категории «D», разрешенная максимальная масса которых превышает три тысячи пятьсот килограммов; автомобили категории «С», сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого не превышает семисот пятидесяти килограммов.

D-автомобили, предназначенные для перевозки пассажиров и имеющие более восьми сидячих мест, помимо сиденья водителя; автомобили категории «D», сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого не превышает семисот пятидесяти килограммов.

Е-прицепы.

F-трамваи, троллейбусы.

BE-автомобили категории «B», сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого превышает семьсот пятьдесят килограммов и превышает массу автомобиля без нагрузки; автомобили категории «B», сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого превышает семьсот пятьдесят килограммов, а общая разрешенная максимальная масса такого состава транспортных средств превышает три тысячи пятьсот килограммов.

SE-автомобили категории «С», сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого превышает семьсот пятьдесят килограммов.

DE-автомобили категории «D», сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого превышает семьсот пятьдесят килограммов, а также сочлененные автобусы.

A1-мотоциклы, трициклы, квадроциклы и мопеды с максимальной конструктивной скоростью более пятидесяти километров в час, с рабочим объемом двигателя внутреннего сгорания, не превышающим ста двадцати пяти кубических сантиметров, и максимальной мощностью, не превышающей одиннадцать киловатт.

B1-трициклы и квадроциклы.

C1-автомобили, за исключением относящихся к категории «D», разрешенная максимальная масса которых превышает три тысячи пятьсот килограммов, но не превышает семи тысяч пятисот килограммов; автомобили подкатегории «C1», сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого не превышает семисот пятидесяти килограммов.

D1-автомобили, предназначенные для перевозки пассажиров и имеющие более восьми, но не более шестнадцати сидячих мест, помимо сиденья водителя; автомобили подкатегории «D1», сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого не превышает семисот пятидесяти килограммов.

C1E-автомобили подкатегории «C1», сцепленные с прицепом, разрешенная максимальная масса которого превышает семьсот пятьдесят килограммов, но не превышает массу автомобиля без нагрузки, а общая разрешенная максимальная масса такого состава транспортных средств не превышает двенадцати тысяч килограммов.

D1E-автомобили подкатегории «D1», сцепленные с прицепом, не предназначенным для перевозки пассажиров, разрешенная максимальная масса которого превышает семьсот пятьдесят килограммов, но не превышает массу автомобиля без нагрузки, а общая разрешенная максимальная масса такого состава транспортных средств не превышает двенадцати тысяч килограммов.

Классификация аварий на автомобильном транспорте

По тяжести последствий ДТП делят на три группы.



Рисунок 6.2. – Последствия дорожно-транспортных происшествий

По виду ДТП подразделяются: на столкновение транспортных средств, опрокидывание транспортных средств, наезд на препятствие, наезд на пешехода, наезд на велосипедиста, наезд на стоящее транспортное средство, наезд на гужевой транспорт, наезд на животных и прочие.

К столкновениям относятся происшествия, при которых движущиеся транспортные средства столкнулись между собой или с подвижным составом

железных дорог. К этому виду относятся также столкновения с внезапно остановившимся транспортным средством (перед светофором, при заторе движения или из-за технической неисправности) и столкновения подвижного состава железных дорог с остановившимся (оставленным) на путях транспортным средством.

К опрокидываниям относятся происшествия, при которых движущееся транспортное средство опрокинулось. К ним также относятся опрокидывания, которым предшествовали другие происшествия.

К наездам на стоящие транспортные средства относятся происшествия, при которых движущееся транспортное средство наехало на стоящее транспортное средство, а также прицеп или полуприцеп. Наезд на внезапно остановившееся транспортное средство относится к столкновению.

К наездам на препятствия относятся происшествия, при которых транспортное средство наехало или ударились о неподвижный предмет (дерево, опора моста, столб, мачта, строительные материалы, ограждение и т.д.).

К наездам на пешеходов относятся происшествия, при которых транспортное средство наехало на человека или он сам наткнулся на движущееся транспортное средство. К ним относятся также происшествия, при которых пешеходы пострадали от перевозимого транспортным средством груза или предмета (доски, бревна, трос, канат и т.п.).

К наездам на велосипедистов относятся происшествия, при которых транспортное средство наехало на велосипедиста или он сам натолкнулся на движущееся транспортное средство.

К наездам на гужевой транспорт относятся происшествия, при которых транспортное средство наехало на упряжных животных, а также на повозки, транспортируемые этими животными.

К наездам на животных относятся происшествия, при которых транспортное средство наехало на птиц, диких или домашних животных (включая вьючных и верховых), либо сами эти животные или птицы ударились о движущееся транспортное средство, в результате чего пострадали люди, причинен материальный ущерб.

К прочим происшествиям относятся такие, как падение перевозимого груза или отброшенного колесом транспортного средства предмета на человека, животное или другое транспортное средство, наезд на лиц, не являющихся участниками движения, наезд на внезапно появившееся препятствие (упавший груз, отделившееся колесо), падение пассажиров с движущегося транспортного средства или в салоне движущегося транспортного средства в результате резкого изменения скорости или траектории движения.

Причины аварии на автомобильном транспорте

Для определения причин ДТП анализируются различные данные – место ДТП, погодные условия, состояние транспорта, дороги, время суток, день недели и т.п. Причин ДТП много, но как бы они ни были разнообразны, 85–99% из них происходят по вине человека – пешехода или водителя. Так, согласно

данным Министерства внутренних дел Республики Казахстан на загородных трассах Казахстана отмечается устойчивое снижение аварийности. За истекший период 2025 года количество дорожно-транспортных происшествий на этих дорогах сократилось на 8%, а число пострадавших уменьшилось почти на треть.

Такую динамику обеспечил комплексный подход к обеспечению безопасности движения, реализуемый Министерством внутренних дел.

Одной из ключевых мер стало внедрение временного сужения проезжей части на аварийно-опасных участках трасс. На таких отрезках дороги автомобилисты инстинктивно снижают скорость и становятся более внимательными.

Подобная практика доказала свою эффективность в ряде зарубежных стран и сегодня успешно применяется в Казахстане.

Сужение реализовано уже на 26 участках республиканских трасс, включая направления Астана – Караганда, Астана – Павлодар, Алматы – Бишкек, Самара – Шымкент, Актобе – Астрахань и другие.

На местах работают патрульные экипажи. Полицейские информируют водителей, напоминают об опасности переутомления и призывают соблюдать скоростной режим. Цель — не наказание, а профилактика.

Наряду с этим применяются и другие меры. В семи регионах страны задействовано воздушное патрулирование с помощью беспилотников — пресечено свыше трех тысяч нарушений.

Около 500 комплексов фиксации нарушений действуют на автодорогах, в том числе 100 в скрытом режиме.

На участках с интенсивным движением внедряется контроль средней скорости. Сегодня охвачено 1900 километров, в ближайшее время добавится еще тысяча.

Ведется и адресная работа с «группами риска» — злостными нарушителями. Здесь применяется специальная информационная система «Қорғау», позволяющая отслеживать и пресекать системные правонарушения.

Кроме того, в городах и на трассах активно развивается сеть автоматических камер, фиксирующих большинство нарушений ПДД в круглосуточном режиме [13].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что ухудшение положения с безопасностью дорожного движения связано, в первую очередь, с возросшим количеством нарушений правил дорожного движения водителями транспортных средств.

6.2. Железнодорожные аварии

Транспорт в Казахстане имеет важнейшее значение. Огромные территории страны 2,7 млн. км², низкая плотность населения, разобщённость центров промышленности и сельского хозяйства, а также удалённость от

мировых рынков, делает обладание развитой транспортной системы — жизненно необходимым для Казахстана.

Значение железнодорожного транспорта в Казахстане очень велико. Казахстанские железные дороги обеспечивают 68% всего грузооборота и свыше 57% пассажиропотока страны [10].

Протяжённость железных дорог в Казахстане превышает 15 тыс. км. Через 15 стыковых пунктов (11 с Россией, 2 с Узбекистаном, 1 с Киргизией, 1 с Китаем) соединяют железнодорожную систему Казахстана с соседними государствами.

Несмотря на то, что железнодорожный транспорт значительно безопаснее, чем автомобильный и авиационный, аварийность на нем достаточно высока.

Аварии на железнодорожном транспорте – авария на железной дороге, повлекшая за собой: - повреждение одной или нескольких единиц подвижного состава железных дорог до степени капитального ремонта и/или гибель одного или нескольких человек, причинение пострадавшим телесных повреждений различной тяжести; либо полный перерыв движения на аварийном участке, превышающий нормативное время [10].

Классификация аварии на железнодорожном транспорте

Железнодорожный транспорт, выполняющий огромные объемы перевозок пассажиров и грузов, в том числе опасных и особо опасных, относится к отраслям народного хозяйства с повышенным риском возникновения аварийных ситуаций.

Общие причины происшествий на железнодорожном транспорте [10]:

- естественный физический износ технических средств;
- нарушение правил эксплуатации;
- усложнение технологий;
- увеличение численности, мощности и скорости транспортных средств;
- терроризм;
- рост плотности населения вблизи железнодорожных объектов;
- несоблюдение населением правил личной безопасности.

Чаще всего происходит сход подвижного состава с рельсов, столкновения, наезды на препятствия на переездах, пожары и взрывы непосредственно в вагонах. Не исключаются размыты железнодорожных путей, обвалы, оползни, наводнения. При перевозке опасных грузов, таких как газы, легковоспламеняющиеся, взрывоопасные, едкие, ядовитые и радиоактивные вещества, происходят взрывы, пожары цистерн и других вагонов. Ликвидировать такие аварии довольно сложно.

В зависимости от численности пострадавших различают 5 категорий железнодорожных аварий и катастроф [10]:

- первая категория—пострадали 1-5 человек;
- вторая категория—пострадали 6-11 человек;
- третья категория—пострадали 16-30 человек;

- четвертая категория–пострадали 31-50 человек;
- пятая категория-пострадали более 50 человек.

Состав железных дорог считался наиболее безопасным видом транспорта. Однако более строгий анализ показывает, что по показателям безопасности движения железнодорожный транспорт занимает третье место после автомобильного и воздушного. Статические данные последних лет свидетельствуют о значительном числе пострадавших и погибших в результате крушений пассажирских поездов. Аварийные ситуации при перевозке по железным дорогам опасных и особо опасных грузов приводят к значительным разрушениям, заражению местности и поражению токсичными веществами больших масс людей.

Причины аварий на железнодорожном транспорте

Железнодорожный транспорт находится на 3-м месте после воздушного и автомобильного по безопасности движения. Но аварии на железной дороге все же происходят.

Наиболее частыми причинами происшествий на ж/д транспорте являются [10]:

- физический износ техники;
- нарушение правил использования транспорта;
- усовершенствование технологий;
- увеличение количества, мощности и скоростей транспорта;
- увеличение плотности населения возле ж/д объектов, в том числе несоблюдение людьми правил безопасности.

Особую тревогу вызывают наличие мест пересечения железнодорожных путей и автомобильных дорог (переезды), большинство которых находится в населенных пунктах. Главной причиной аварийности на переездах является недисциплинированность водителей автотранспорта.

Нередко аварии на ж/д транспорте возникают из-за неисправности подвижного состава. Также частой причиной чрезвычайных ситуаций на ж/д транспорте становятся пожары и взрывы. К сожалению, количество аварий на железнодорожном транспорте Казахстана не сокращается. Ежегодно погибают люди, уничтожается имущество, государство несет огромные убытки.

6.3. Аварии и катастрофы на воздушном транспорте

В настоящее время в Республике Казахстан зарегистрировано около 50 авиакомпаний. Из них международные пассажирские перевозки выполняют 15 авиакомпаний (в том числе 3 - регулярные пассажирские перевозки), международные грузовые перевозки - 12, авиационные работы - 12, авиахим работы - 14. До 80% международных и внутренних пассажирских перевозок выполняет национальный перевозчик «Эйр Астана», 17% - авиакомпания «SCAT» и 3% - другие авиакомпании.

В республике насчитывается 19 аэропортов, из них международные рейсы выполняют Астанинский, Алматинский, Актюбинский, Атырауский, Карагандинский, Костанайский, Павлодарский, Усть-Каменогорский аэропорты. Общая протяженность воздушных трасс республики составляет порядка 61,0 тыс. км.

Согласно Закона Республики Казахстан «Об использовании воздушного пространства Республики Казахстан и деятельности авиации» [14] **авиация** - все виды организаций, деятельность которых направлена на создание условий и использование воздушного пространства человеком с помощью воздушных судов.

Аэродром - определенный участок земной или водной поверхности (включая здания, сооружения и оборудование), предназначенный полностью или частично для прибытия, отправления и движения по этой поверхности воздушных судов [14].

Аэропорт - комплекс сооружений, предназначенный для приема и отправки воздушных судов, обслуживания воздушных перевозок и имеющий для этих целей аэродром, аэровокзал, другие необходимые сооружения и оборудование [14].

Существуют следующие виды авиации



Рисунок 6.3. – Виды авиации Республики Казахстан

Государственной авиацией является авиация, находящаяся в ведении уполномоченного органа в сфере государственной авиации, органов внутренних дел, Пограничной службы Комитета национальной безопасности Республики Казахстан, а также других государственных органов по решению Правительства Республики Казахстан и используемая в целях обороны, безопасности государства, охраны общественного порядка.

Гражданской авиацией признается авиация, не входящая в состав экспериментальной и государственной авиации, используемая в целях [10]:

- перевозки пассажиров, багажа, груза и почтовых отправлений (воздушные перевозки);
- выполнения авиационных работ;
- проведения учебных, спортивных, культурно-просветительных мероприятий, развития технического творчества;
- удовлетворения личных потребностей эксплуатанта воздушного судна;
- проведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ, оказания помощи в случае стихийных бедствий;

- предоставления аэронавигационного обслуживания;
- технического обслуживания и ремонта воздушных судов;
- осуществления аэропортовой деятельности или аэродромного (вертодромного) обслуживания;
- проектирования аэродромов и объектов гражданской авиации.

Гражданская авиация, используемая в целях перевозки пассажиров, багажа, груза и почтовых отправлений, выполнения авиационных работ и проведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ, оказания помощи в случае стихийных бедствий, за плату или по найму, признается коммерческой авиацией.

Гражданская авиация, находящаяся в собственности физических или юридических лиц и используемая в целях перевозки пассажиров, багажа, груза и почтовых отправлений, выполнения авиационных работ и проведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ, оказания помощи в случае стихийных бедствий, за плату или по найму, а также в целях, проведения учебных, спортивных, культурно-просветительных мероприятий, развития технического творчества и удовлетворения личных потребностей эксплуатанта воздушного судна, признается авиацией общего назначения.

Гражданская авиация, использующая воздушные суда с максимальной сертифицированной взлетной массой менее пяти тысяч семисот килограмм, в том числе вертолеты с максимальной сертифицированной взлетной массой менее трех тысяч ста восьмидесяти килограмм, признается легкой авиацией.

Гражданская авиация, использующая воздушные суда с максимальной сертифицированной взлетной массой менее семисот пятидесяти килограмм, другие летательные аппараты и вспомогательные устройства, признается сверхлегкой авиацией.

Экспериментальной авиацией признается авиация, предназначенная для проведения опытно-конструкторских, экспериментальных, научно-исследовательских работ и испытаний в области авиационной и другой техники.

Классификация аварии и катастроф на воздушном транспорте

В гражданской авиации случаи полного или частичного разрушения воздушного судна, имеющего на борту пассажиров, принято называть авиационными происшествиями. Они могут произойти как в воздухе, так и на земле. Авиационные происшествия делят на катастрофы, аварии и поломки.

В Правилах представления данных и расследования авиационных происшествий и инцидентов в гражданской и экспериментальной авиации, раскрываются следующие определения [15]:

- авиационное происшествие с человеческими жертвами (катастрофа) – авиационное происшествие, приведшее к гибели или пропаже без вести кого-либо из пассажиров или членов экипажа;

- авиационное происшествие без человеческих жертв (авария) – авиационное происшествие, не повлекшее за собой человеческих жертв или пропажи без вести кого-либо из пассажиров или членов экипажа;

- авиационным происшествием в гражданской (экспериментальной) авиации признается авиационное событие, связанное с использованием гражданского воздушного судна с намерением совершить полет, которое, в случае пилотируемого воздушного судна, имеет место с момента, когда какое-либо лицо вступило на борт с намерением совершить полет, до момента, когда все находившиеся на борту лица с целью совершения полета покинули воздушное судно, или в случае беспилотного воздушного судна имеет место с момента, когда воздушное судно готово начать движение с целью совершить полет, до момента его остановки в конце полета и выключения основной силовой установки, и в ходе которого:

какое-либо лицо получает телесное повреждение со смертельным исходом или тяжкий вред здоровью, а также средней тяжести вред здоровью в результате нахождения в данном воздушном судне, непосредственного соприкосновения с какой-либо частью воздушного судна, включая части, отделившиеся от данного воздушного судна, непосредственного воздействия струи газов реактивного двигателя, за исключением тех случаев, когда телесные повреждения получены в результате естественных причин, нанесены самому себе либо нанесены другими лицами или когда телесные повреждения нанесены безбилетным пассажирам, скрывающимся вне зон, куда обычно открыт доступ пассажирам и членам экипажа;

воздушное судно получает повреждение или происходит разрушение его конструкции, в результате чего нарушается прочность конструкции, ухудшаются технические или летные характеристики воздушного судна, требуется крупный ремонт или замена поврежденного элемента, за исключением случаев:

отказа или повреждения двигателя, когда поврежден только один двигатель, его капоты или вспомогательные агрегаты;

повреждений только воздушных винтов, лопастей несущего винта, лопастей хвостового винта, несиловых элементов планера, обтекателей, законцовок крыла, антенн, датчиков, лопаток, пневматиков, тормозных устройств, лобовых стекол, колес или когда незначительно повреждены шасси, панели створки шасси либо когда в обшивке имеются небольшие вмятины или пробоины, в том числе незначительные повреждения, вызванные градом или столкновением с птицами (включая пробоины в обтекателе антенны радиолокатора);

воздушное судно пропадает без вести или оказывается в таком месте, где доступ к нему абсолютно невозможен.;

- инцидент – любое событие, кроме авиационного происшествия, связанного с использованием воздушного судна, которое влияет или могло бы повлиять на безопасность эксплуатации.

К катастрофам также относятся случаи гибели кого-либо из лиц, находящихся на борту, в процессе аварийной эвакуации из воздушного судна.

Причины аварии и катастроф на авиационном транспорте

Согласно данным Международной организации гражданской авиации наиболее распространенной причиной авиакатастроф является человеческий фактор.

Как правило, каждая авиакатастрофа является результатом комбинации нескольких причин. Основной из них является человеческий фактор, т.е. ошибки экипажа, наземных служб и авиатерроризм:

- человеческий фактор – около 60%;
- технические проблемы – около 20%;
- погодные условия – 15%;
- прочее – 5%.

К основным ошибкам пилотов относятся:

- нарушение регламентных процедур пилотирования;
 - недостаточная квалификация пилотов для определенной модели самолета;
 - ошибки экипажа в сложных погодных условиях и на незнакомой местности;
 - ошибки, связанные с некорректной работой навигационных приборов;
 - усталость, проблемы с физическим и психологическим состоянием.
- Прочие причины, связанные с человеческим фактором:
- ошибки наземной диспетчерской службы;
 - неправильное техническое обслуживание самолета;
 - террористические акты.

Наиболее распространенный вид катастроф – это столкновение с землей в контролируемом полете, вызванное потерей пространственной ориентации самолета.

Таким образом, взлет и посадка являются самыми опасными стадиями полета: самолет находится близко к земле и у экипажа мало времени и пространства для принятия решений и маневра.

6.4. Аварии на водном транспорте

Морские перевозки — это один из самых эффективных и распространенных способов доставки груза. Морское судоходство играет ключевую роль в жизни мировой экономики, занимая центральное место в формирующейся единой системе глобальных транспортных перевозок. Морской транспорт специфичен в том смысле, что он уже по характеру деятельности является отраслью «международной».

Морское судоходство в Казахстане осуществляется по Каспийскому морю. Основные морские порты - Актау и Баутино, через которые имеется

прямой выход в Иран и Азербайджан, причалы компаний оперирующих в казахстанском Каспийском шельфе, а также искусственные острова. На побережье Каспийского моря функционируют 2 порта, 23 причала, 2 рейда. В открытом море Казахстан не имеет прямого выхода [10].

К объектам инфраструктуры на речном транспорте относятся внутренние судоходные водные пути, шлюзы, причалы, рейды, затоны, мосты, паромные и понтонные переправы, пристани.

Протяженность судоходных водных путей, обслуживаемых Республиканскими государственными казенными предприятиями водных путей, составляет 3982 км.

На внутренних водных путях республики функционируют 3 шлюза, 48 причалов, 10 затонов, 33 мостов, 15 паромных переправ.

Аварии на водном транспорте – ущерб, причиненный грузу, фрахту, повреждение корпуса, механизмов, устройств судна или его систем, препятствующее нормальной эксплуатации судна, приведшее к гибели или пропаже без вести людей, к причинению пострадавшим телесных повреждений или повреждению судна и перевозимых на нем материальных ценностей [10].

Классификация аварии на водном транспорте

Правил расследования аварийных случаев с судами предусматривает следующую классификацию ЧС, возникающих на водном транспорте.

К кораблекрушению относятся следующие аварийные случаи:

- в результате которого произошла гибель судна или его полное конструктивное разрушение, после чего, проведение восстановительного ремонта нецелесообразно;

- в результате которого потерян буксируемый судном объект.

К аварии относятся следующие аварийные случаи [10]:

- повлекшие гибель человека (людей). Случай классифицируется аварией, если гибель человека (людей) явилась следствием аварийного случая;

- с пассажирским судном, в результате которого произошло повреждение судна, приведшее к утрате хотя бы одного из мореходных качеств или создавшее препятствие в производственной деятельности в связи с появлением каких-либо эксплуатационных ограничений.

К аварийному происшествию относятся следующие аварийные случаи [10]:

- в результате которого произошло повреждение судна, приведшее к утрате хотя бы одного из мореходных качеств, и/или создавшее препятствие в производственной деятельности в связи с появлением каких-либо эксплуатационных ограничений;

- в результате которого произошло повреждение судном подводного кабеля, подводного трубопровода, средств навигационного оборудования, берегового сооружения и других объектов, приведшее к выводу их из эксплуатации;

- в результате которого судно находилось на мели двадцать четыре часа и более, независимо от размера и характера полученных и/или нанесенных повреждений;

- в результате которого на судне произошло смещение перевозимого груза, или изменение его физико-химических свойств, приведшее к утрате хотя бы одного из мореходных качеств судна;

- в результате которого произошло повреждение судном другого судна, создавшее препятствие в производственной деятельности судна (судов), в связи с проявлением каких-либо эксплуатационных ограничений;

- в результате которого произошла намотка тросов и/или сетей на гребной винт и/или руль, создавшее препятствие в производственной деятельности судна (судов), в связи с проявлением каких-либо эксплуатационных ограничений на период сорок восемь часов и более.

К эксплуатационному повреждению относятся следующие аварийные случаи:

- в результате которого произошло повреждение судна или другого судна, или смещение перевозимого груза или изменение его физико-химических свойств;

- в результате которого произошло повреждение судна при правомерных действиях экипажа во время плавания в ледовых условиях, независимо от утраты мореходных качеств;

- в результате которого произошло повреждение судна при правомерных действиях экипажа во время плавания в районах или условиях, когда не обеспечивается навигационная безопасность, независимо от утраты мореходных качеств;

- в результате которого произошло повреждение судна при правомерных действиях экипажа во время проведения аварийно-спасательных операций, независимо от утраты мореходных качеств;

- в результате которого судном нанесено повреждение средствам навигационного оборудования, не приведшее к выводу его из эксплуатации;

- в результате которого произошло повреждение судна при правомерных действиях экипажа во время проведения швартовых, или перегрузочных и бункеровочных операций в море;

- в результате которого судно находилось на мели менее двадцати четырех часов, и при этом не получило повреждений, приведших к утрате хотя бы одного из мореходных качеств или создавших препятствие в производственной деятельности, в связи с появлением каких-либо эксплуатационных повреждений;

- аварийный случай, связанный с незначительным повреждением судном подводного кабеля, подводного трубопровода, берегового сооружения и других объектов, не приведшим их к выходу из эксплуатации.

Причины аварии на водном транспорте

Большинство крупных аварий и катастроф на судах происходит не под воздействием сил стихии (ураганы, штормы, туманы, льды), а по вине людей. Их ошибки делятся на допущенные при проектировании, строительстве судов и их эксплуатации. Подавляющее число ЧС возникает в последнем случае. Использование новейшего навигационного и радиолокационного оборудования на судах не приводит к уменьшению числа столкновений между ними. Это объясняется ростом количества кораблей торгового, рыболовного, пассажирского и военного флотов, увеличением их скорости, тоннажа и габаритов, уплотнением графиков движения.

К столкновениям могут привести ухудшение видимости при неблагоприятных метеорологических условиях, а также влияние «человеческого фактора»: неправильная оценка курса встречного судна, очень большая скорость, пренебрежение сигналами и визуальными наблюдениями, несвоевременная остановка двигателя и т.д. Как правило, столкновения приводят к значительным повреждениям судов, а в ряде случаев - и к затоплению.

Особенно опасны столкновения нефтеналивных судов, вызывающие взрывы, мощные пожары и разлив десятков тысяч тонн нефти.

К тяжелым катастрофам может привести нарушение правил перевозки на судах опасных грузов. Часто из-за ошибок в навигационных расчетах, неправильного маневрирования, поломок в системах и механизмах управления кораблем, сложных метеоусловий суда садятся на мель, натыкаются на подводные камни, рифы и другие препятствия и получают различные повреждения: от небольших вмятин на обшивке до обширных пробоин в корпусе, через которые внутрь поступает забортная вода.

Тяжелые последствия имеют также столкновения, происходящие с нефтеналивными судами. В результате аварий и катастроф танкеров ежегодно более 300 тыс. т нефтепродуктов попадает в воды Мирового океана. Некоторые катастрофы даже способны привести к экологическим бедствиям.

Причиной значительного количества катастроф является техническая непригодность судов к их эксплуатации на море или возникающие в них механические поломки.

Нередко катастрофы на воде вызываются нарушением элементарных правил эксплуатации судов.

Часто к трагическим последствиям приводит опрокидывание судов из-за потери ими остойчивости, то есть способности возвращаться в нормальное положение при выведении судна из состояния равновесия внешними силами. Как правило, судно в таких случаях в считанные минуты тонет.

К тяжелым последствиям могут привести нарушения установленных правил навигации.

Также суда гибнут в результате воздействия штормов, ураганов, смерчей, цунами, при столкновении со льдами.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие виды транспортных аварий относятся к ЧС?
2. Какие основные причины ДТП?
3. Какие поражающие факторы характерны для железнодорожных аварий?
4. В чем особенности авиационных катастроф?
5. Какие вторичные опасности могут возникнуть?
6. Как организуется ликвидация последствий транспортной аварии?
7. Какие факторы влияют на тяжесть последствий?
8. Какие меры профилактики применяются?

7. Чрезвычайные ситуации на радиационно-опасных объектах

В настоящее время практически любая отрасль хозяйства и науки использует радиоактивные вещества и источники ионизирующих излучений.

Согласно Закона Республики Казахстан «Об использовании атомной энергии» [16] **источники ионизирующего излучения** - радиоактивные вещества, аппараты или устройства, содержащие радиоактивные вещества, а также электрофизические аппараты или устройства, испускающие или способные испускать ионизирующее излучение.

Различают естественную и искусственную радиацию, между которыми принципиального различия нет.

Естественная радиация наблюдается у ядер, существующих в природных условиях. К естественной радиации можно отнести следующие виды излучений [10].

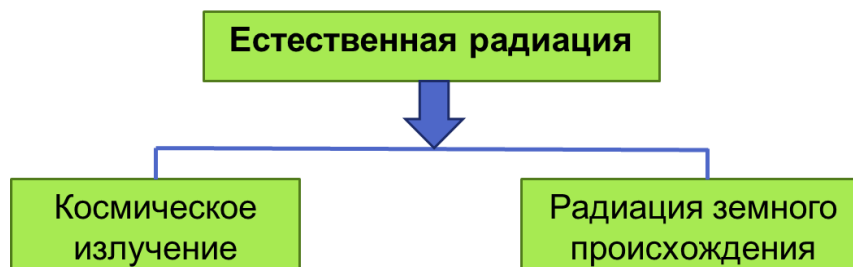


Рисунок 7.1. – Виды естественной радиации

Космическое излучение - возникает при взрыве сверхновых звёзд.

Радиация земного происхождения. Источники естественной радиации: урановые руды, граниты и базальты - найдены по всей планете.

Искусственная радиоактивность, обусловленная хозяйственной и военной деятельностью человека, связанной с образованием и использованием радиоактивных изотопов (в атомных электростанциях, в дефектоскопии, медицине и т.д.).

При эксплуатации ядерных энергетических установок могут происходить радиационные аварии.

Радиационная авария - нарушение пределов безопасной эксплуатации объекта использования атомной энергии, при котором произошел выход

радиоактивных продуктов и ионизирующего излучения за предусмотренные проектом нормальной эксплуатации границы, которые могли привести или привели к облучению людей или радиоактивному загрязнению окружающей среды выше установленных норм [10].

В настоящее время высокими темпами развивается ядерная энергетика. Атомная наука и техника таят в себе огромные возможности, но вместе с тем представляют и большую опасность для людей и окружающей среды. Достаточно вспомнить наиболее катастрофические последствия радиоактивных аварий, произошедших за последние 60 лет. Так, 26 апреля 1986 года на

Чернобыльской АЭС произошла крупнейшая в истории мировой атомной энергетики авария. В результате аварии в окружающую среду было выброшено значительное количество радиоактивных веществ, которые были разнесены воздушными потоками на значительные территории, обусловив их радиоактивное загрязнение не только вблизи АЭС в границах Украины, России и Белоруссии, но и за сотни и даже тысячи километров от места аварии [10].

Одна из последних крупных аварий в атомной промышленности произошла 11 марта 2011 года, в результате стихийных бедствий произошли аварийные отключения и сбои в работе сразу нескольких АЭС в префектуре Мияги Япония: Фукусима-1, Фукусима-2 и Онагава. Из-за взрыва на втором энергоблоке АЭС «Фукусима-1» возникла угроза разрушения оболочки реактора. Доза радиации составляла 400 мЗв в час (превышает предельно допустимую величину дозы в несколько раз).

Несомненный вред радиации (источники ионизирующего излучения), особенно в высоких дозах, сегодня известен всем. Поэтому при проектировании, строительстве и эксплуатации атомных электростанций полагается уделять максимум внимания вопросам безопасности и экологическим проблемам. Если ситуация на АЭС не выходит из-под контроля, то их вредное влияние на здоровье людей сопоставимо с действием угольных электростанций или удобрений.

Классификация аварии с выбросом радиоактивных веществ

Очаг аварии — территория разброса конструкционных материалов аварийных объектов и действия α -, β - и γ -излучений.

Зона радиационной аварии - территория, на которой установлен факт радиационной аварии.

Типы радиационных аварий, определяются используемыми в экономике, научных исследованиях и т.д. источниками ионизирующего излучения, которые можно условно разделить на следующие группы: ядерные, радиоизотопные и создающие ионизирующее излучение за счет ускорения (замедления) заряженных частиц в электромагнитном поле (электрофизические). Такое деление достаточно условно, поскольку, например, АЭС одновременно являются и ядерными, и радиоизотопными объектами. К чисто радиоизотопным объектам можно отнести, например, пункты

захоронения радиоактивных отходов или радиоизотопные технологические медицинские облучательные установки.

На ядерных энергетических установках в результате аварийного выброса возможны следующие факторы радиационного воздействия на население:

- внешнее облучение от радиоактивного облака и от радиоактивно загрязненных поверхностей земли, зданий, сооружений и др.;
- внутреннее облучение при вдыхании находящихся в воздухе радиоактивных веществ и при потреблении загрязненных радионуклидами продуктов питания и воды;
- контактное облучение за счет загрязнения радиоактивными веществами кожных покровов.

В зависимости от состава выброса может преобладать (то есть приводить к наибольшим дозовым нагрузкам) тот или иной из вышеперечисленных путей воздействия. Радионуклидами, вносящими существенный вклад в облучение организма и его отдельных органов (щитовидной железы и легких) при авариях на ядерных энергетических установках, являются: ^{131}I , ^{132}I , ^{133}I , ^{134}I , ^{135}I , ^{33}Xe , ^{35}Xe , ^{134}Cs , ^{37}Cs , ^{90}Sr , ^{88}Kr , ^{44}Ce , ^{238}Pu (аэрозоль), ^{239}Pu (аэрозоль).

Аварии на хранилищах радиоактивных отходов представляют большую опасность, так как они могут привести к длительному радиоактивному загрязнению обширных территорий высокотоксичными радионуклидами и вызвать необходимость широкомасштабного вмешательства.

Подобный аварийный выброс произошел 29 сентября 1957 г. на комбинате «Маяк» (Челябинск-40). Был загрязнен участок местности шириной 9 км, длиной более 100 км. След протянулся через Челябинскую, Свердловскую и Тюменскую области. Было эвакуировано 10 700 чел., проживающих на этой территории.

Ситуация, характерная для поверхностного хранения жидких радиоактивных отходов, возникла в 1967 г. на хранилище в районе озера Карачай, когда в результате ветрового подъема высохших иловых отложений оказалась значительно загрязнена прилегающая территория.

При аварии на радиохимическом производстве радионуклидный состав и величина аварийного выброса (сброса) существенно зависят от технологического участка процесса и участка радиохимического производства. Основной вклад в формирование радиоактивного загрязнения местности в случае радиационной аварии на радиохимическом производстве могут вносить изотопы ^{90}Sr , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Pu , ^{241}Am , ^{244}Cm . Повышенный фон гамма-излучения на местности создают в основном ^{134}Cs , ^{137}Cs .

На заводе по переработке радиационных отходов в Томске — 7 6 апреля 1993 г. произошла авария. След радиоактивного облака шириной до 10 км распространился на 120 км.

Аварии с радионуклидными источниками связаны с их использованием в промышленности, газо- и нефтедобыче, строительстве, исследовательских и

медицинских учреждениях. Аварии с радиоактивными источниками могут происходить без их разгерметизации и с разгерметизацией. Характер радиационного воздействия определяется видом радиоактивного источника, пространственными и временными условиями облучения. При аварии с ампулированным источником переоблучению может подвергнуться ограниченное число лиц, имевших непосредственный контакт с радиоактивным источником, с преобладающей клиникой общего неравномерного облучения и местного (локального) радиационного поражения отдельных органов и тканей. В случае разгерметизации радиоактивного источника возможно радиоактивное загрязнение значительной территории. Примером сложной радиационной ситуации, связанной с переоблучением людей и обширным радиоактивным загрязнением территории вследствие нарушения хранения радиоактивных веществ, может быть облучение 137-Cs группы людей в городе Гояния (Бразилия). 12 сентября 1987 г. два человека обнаружили ампулу с порошком 137-Cs. В результате разноса порошка в городе образовалось 7 относительно больших и до 50 мелких участков загрязнения. Загрязнению кожи и одежды, а также внутреннему облучению подверглись 249 чел., из числа которых у 129 развились острые радиационные поражения средней и тяжелой степеней тяжести, и 4 чел. погибли от острой лучевой болезни.

Особенностью аварии с радиоактивным источником является сложность установления факта аварии. К сожалению, часто подобная авария устанавливается после регистрации тяжелого радиационного поражения.

При аварии с ядерными боеприпасами в случае диспергирования делящегося материала (механическое разрушение, пожар) основным фактором радиационного воздействия являются изотопы 239-Ри и 241-Am с преобладанием внутреннего облучения за счет ингаляции. При пожаре возможен сценарий, когда основным поражающим фактором будет выделение оксида трития (молекулярного трития).

Аварии при перевозке радиоактивных материалов также возможны, несмотря на то, что практика транспортировки радиоактивных материалов базируется на нормативно-правовых документах, регламентирующих ее безопасность. Например, 27 августа 2014 года из автомашины «КамАЗ», следовавшей из города Уральск в Мангистаускую область, выпал контейнер с радиоактивным веществом цезий-137. Вес контейнера составляет 50-60 килограммов, высота 30 см и диаметр 20 см. [10].

Причины аварии с выбросом радиоактивных веществ

Анализ произошедших в мире аварий с выбросом радиоактивных веществ показал, что наиболее типичные случаи, связанные с авариями являются [10]:

- сознательное использование или хранение источников ионизирующих излучений с нарушением требований, предусмотренных санитарным законодательством, или правил техники безопасности, создающее прямую возможность облучения лиц из населения или персонала и загрязнения окружающей среды;

- потеря, хищение источников ионизирующих излучений или радиационных установок и приборов;
- оставление источников ионизирующих излучений в скважинах;
- отказ радиационной техники, эксплуатируемой в промышленности, медицине, научно-исследовательских институтах и т.д.;
- неисправности на ядерных транспортных средствах (спутники, летательные аппараты, подводные лодки ит.д.);
- аварии и происшествия на АЭС и других предприятиях атомной индустрии.

Организацией Объединённых Наций (ООН) сделан обзор серьезных аварий и происшествий, которые произошли после 1982 г. К ним относятся следующие:

- г. Сьюдад-Хуарес, Мексика. Источник, содержащий ^{60}Co , попал в партию металлолома. Произошло загрязнение грузового автомобиля, обочин дорог и произведенной из этого металла продукции. Облучению подверглись примерно 300-500 человек, причем 10 из них в дозе от 1 до 3 Гр. Смертельных исходов не было;

- г. Мохаммедия, Марокко. Источник с ^{192}Ir , который использовался для радиографической проверки сварочных швов на строительной площадке, выпал из крепления экранированного контейнера и упал на землю. Этот источник подобрал прохожий и отнес домой. Вся семья в составе 8 человек погибла от чрезмерно высоких доз облучения в пределах 8-25 Гр;

- 1986 г. - Техас, США. Авария на линейном ускорителе привела к гибели двух человек в результате облучения в очень высоких дозах;

- 1987 г. - Жоана, Бразилия. В жилом районе был размонтирован источник с ^{137}Cs , в результате чего радиоактивному загрязнению подверглись 240 человек, 54 из них были госпитализированы и 4 умерли.

ООН отмечает, что аварии, не связанные с эксплуатацией АЭС, как правило, приводят к переоблучению одного или нескольких работников.

Анализ материалов, отражающих частоту возникновения радиационных аварий, происшедших при эксплуатации источников ионизирующих излучений в различных отраслях, позволил выявить, что больше всего аварий наблюдается при эксплуатации радиоизотопных приборов (48% случаев), дефектоскопических установок (11,7%), в медицине (8,8%) и научно-исследовательских учреждениях и других сферах (20,5%). Были также выявлены причины аварий и средняя частота их возникновения.

Основной причиной аварий является нарушение требований санитарных правил и норм. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что наибольшее количество аварий, связанных с отказом систем перемещения источника излучения, приходится на первые годы эксплуатации новых образцов. В дальнейшем, примерно через 2-3 года, число таких аварий резко сокращается, что можно объяснить доработкой конструкций этих изделий.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое радиационная авария?
2. Какие источники ионизирующего излучения наиболее опасны?
3. Как прогнозируются возможные дозы облучения?
4. Какие зоны радиационного заражения выделяются?
5. Какие меры радиационной защиты применяются?
6. Что включает радиационный контроль?
7. Какие отдаленные последствия радиационного воздействия?
8. Какие средства индивидуальной защиты применяются?

7.1. Прогнозирование возможных доз облучения

Основным параметром опасности пребывания людей в радиационно-загрязненной зоне является доза облучения. По дозе облучения определяется режим защиты персонала любого промышленного предприятия (учреждения), оказавшегося в радиационно-загрязненной зоне в результате выброса радионуклидов из разрушенной ядерной энергетической установки. Нормы радиационной опасности для всех категорий населения и персонала предприятия (учреждения) определяются Санитарными правилами «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности» (приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 15 декабря 2020 года №ҚР-ДСМ-275/2020).

1. Определение возможных доз облучения в первые часы и сутки после аварии на ядерной энергетической установке.

Возможная доза облучения персонала в радиационно-загрязненной зоне после аварии на ядерной энергетической установке может быть определена аналитически по формуле:

$$D = 1.7 \frac{(P_k t_k - P_H t_H)}{K_{осл}} \quad (7.1)$$

где: D – доза облучения от продуктов деления, рад; Pt – мощность ионизирующего излучения в начале и конце пребывания в зоне загрязнения, рад/час; t_k и t_H – время начала и конца облучения после аварии, час; $K_{осл}$ – коэффициент ослабления ионизирующего излучения ($K_{осл}=7$); P_H – определяется измерительным прибором; P_k – расчетным методом.

$$P_k = P_H \frac{K_k}{K_H} \quad (7.2)$$

где: K_k и K_H – коэффициенты пересчета, см. таблицу 7.1.

Таблица 7.1. - Коэффициенты $K_t = t^{-0.4}$ для пересчета мощности дозы ионизирующего излучения на различное время после аварии на ЯЭУ

t	K_t	t	K_t	t	K_t	t	K_t
0.5	1.32	4.5	0.545	8.5	0.427	16	0,33
1.0	1.0	5.0	0.525	9.0	0.417	20	0,303
1.6	0.85	5.5	0.508	9.5	0.408	1 сут	0,282
2.0	0.76	6.0	0.49	10	0.4	2 сут	0,213
2.5	0.7	6.5	0.474	10.5	0.39	3 сут	0,182
3.0	0.645	7.0	0.465	11	0.385	4 сут	0,162
3.5	0.61	7.5	0.447	11.5	0.377	5 сут	0,146
4.0	0.575	8.0	0.434	12	0.37	6 сут	0,137

Допустимую продолжительность работы в зоне загрязнения при высоких уровнях радиации непосредственно в период формирования радиационно-загрязненной зоны можно определить по таблице 7.2.

Таблица 7.2. - Допустимая продолжительность пребывания людей на радиационно-загрязненной зоне при аварии на ядерной энергетической установке, Т (ч, мин)

$a = \frac{P}{D_{з\text{ад}} \cdot K_t \cdot K_{\text{осл}}}$	Время, прошедшее с момента аварии, t_n ч							
	1	2	3	4	6	8	12	24
0.2	7,30	8,35	10,00	11,30	12,30	14,00	16,00	21,00
0.3	4,50	5,35	6,30	7,10	8,00	9,00	10,30	13,30
0,4	3,30	4,00	4,35	5,10	5,50	6,30	7,30	10,00
0,5	2,45	3,05	3,35	4,05	4 30	5 00	6 00	7,50
0.6	2,15	2,35	3,00	3,20	3,45	4,10	4,50	6,25
0,7	1,50	2,10	2,30	2,40	3,10	3,30	4,00	5,25
0.8	1,35	1,50	2,10	2,25	2,45	3,00	3,30	4,50
0,9	1,25	1,35	1,55	2,05	2,25	2,40	3,05	4,00
1,0	1,15	1,30	1,40	1,55	2,10	2,20	2,45	3,40

Примечание: $a = \frac{P}{D_{з\text{ад}} \cdot K_t \cdot K_{\text{осл}}}$

где: P - мощность дозы ионизирующего излучения в момент входа в зону загрязнения, рад/час; $D_{з\text{ад}}$ - заданная доза излучения, рад; K_t - коэффициент пересчета, см. таблицу 1; $K_{\text{осл}}$ - коэффициент ослабления ионизирующего излучения.

Пример 1. Спасательному отделению предстоит произвести работы в цехе в течение 4 часов, который оказался в зоне радиоактивного загрязнения после аварии ядерной энергетической установки на АЭС.

Начало работ через 12 часов после аварии. Уровень радиации на это время 50 рад/ч. Определить дозу облучения спасательного отделения за время работы в зоне радиоактивного загрязнения

Решение: Расчеты производятся по формуле:

$$D = 1,7 \frac{(P_K t_K - P_H t_H)}{K_{OCL}},$$

Согласно условиям задачи: $P_H = 50$ рад/ч

$$t_n = 12 \text{ ч} \quad t_k = 16 \text{ ч} \quad K_{OCL} = 7$$

Рассчитываем

$$P_K = P_H \frac{K_K}{K_H},$$

По таблице 1 $K_H = 0,37$ $K_K = 0,33$ тогда

$$P_K = 50 \frac{0,33}{0,37} = 44,59 \text{ рад/ч.}$$

Подставляем значения исходных данных в формулу, получаем

$$D = \frac{1,77 \cdot (44,59 \cdot 16 - 50 \cdot 12)}{7} = 28,6 \text{ рад}$$

Вывод: Ремонтная группа за 4 часа работы в цехе, расположенного в зоне радиоактивного загрязнения с уровнем радиации 50 рад/час, получит дозу облучения в 28,6 рад.

Пример 2. Спасательному отделению предстоит произвести ремонтные работы в цехе, который оказался в зоне радиоактивного загрязнения после аварии ядерной энергетической установки на АЭС.

Работы должны начаться через 12 часов после аварии. Уровень радиации на это время в зоне загрязнения 50 рад/ч. Определить допустимую продолжительность пребывания рабочих в цехе, если их облучение не должно превышать дозу в 20 рад.

Решение. Определяем значение табличного параметра "а" для входа в табл. 7.2.

$$a = \frac{P}{D_{3AD} \cdot K_t \cdot K_{осл}}$$

Согласно условиям задачи:

$$P = 50 \text{ рад/ч.}; D_{3AD} = 20 \text{ рад.}$$

$$K_{осл} = 7, \text{ по таблице 7.1. } K_t = 0,37.$$

$$\text{Тогда } a = \frac{50}{20 \cdot 0,37 \cdot 7} = 0,96$$

По таблице 2, T=2,45 ч.

Вывод: Спасательное отделение может работать в цехе не более 2 часов 45 минут и при этом получит дозу облучения до 20 рад.

Задание для самостоятельной работы

Согласно исходным данным (таблица 7.3.) определите дозу облучения рабочих спасательного отделения за время работы в зоне радиоактивного загрязнения после аварии ядерной энергетической установки на АЭС и допустимую продолжительность пребывания спасателей в цехе, если их облучение не должно превышать дозу в 20 рад.

Таблица 7.3. - Исходные данные

№	Время нахождения в зоне заражения, ч	Начало работ после аварии, ч	Уровень радиации рад/ч
1	2	2	40
2	1	3	45
3	2	4	48
4	3	5	47
5	4	6	52
6	1	7	55
7	5	8	60
8	6	9	32
9	7	10	45
10	1	11	42
11	2	12	50
12	2	13	46
13	3	14	40
14	4	15	45
15	4	1	40
16	1	2	41
17	1	3	42
18	1	4	45
19	1	5	50
20	2	6	55

21	2	7	60
22	2	8	60
23	2	9	45
24	2	10	44
25	1	11	50
26	2	1	40
27	2	2	41
28	1	3	42
29	2	4	45
30	4	5	50

8. Чрезвычайные ситуации на химически-опасных объектах

Среди различных объектов техносферы значительную долю составляют объекты химического профиля или химические объекты, в которых обращаются различные химические вещества.

В соответствии с законом Республики Казахстан «О безопасности химической продукции» [17] **химическое вещество** - элемент или соединение, существующее в природе или полученное в результате технологических операций.

Химические вещества при всей их пользе и необходимости таят в себе значительные опасности для людей и окружающей среды. Подавляющее большинство из них обладают токсичностью, и их воздействие на живые организмы может приводить к токсическим поражениям различной степени тяжести, включая летальные исходы. Многие химикаты, используемые в промышленности, к тому же и огнеопасны. Паровоздушные смеси, образованные на их основе, способны взрываться. Все это предопределяет опасность объектов техносферы, где обращаются химические вещества.

Обычно химически опасные вещества, в том числе сильнодействующие ядовитые вещества, используются на химически опасных объектах.

Химически опасный объект - это объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества, при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей среды [18].

Сильнодействующие ядовитые вещества (СДЯВ) – это химические вещества, предназначенные для применения в различных промышленных и хозяйственных целях, которые при выливе или выбросе способны вызывать массовые поражения людей, животных и растений [18].

Химическая авария - авария на химически опасном объекте, сопровождающаяся проливом или выбросом опасных химических веществ, способная привести к гибели или химическому заражению людей, продовольствия, пищевого сырья и кормов, сельскохозяйственных животных и

растений, или к химическому заражению окружающей природной среды [18].

СДЯВ в больших количествах находятся на предприятиях их производящих или потребляющих.

Надо сказать, что в технологических линиях обращается, как правило, незначительное количество токсических химических продуктов. Значительно большее количество СДЯВ по объему содержится на складах предприятий. Это приводит к тому, что при авариях в цехах предприятий в большинстве случаев имеет место локальное заражение воздуха, оборудования цехов, территорий предприятий. При этом поражение в таких случаях может получить в основном производственный персонал. При авариях на складах предприятий, когда разрушаются крупнотоннажные емкости, СДЯВ распространяются за пределы предприятия, приводя к массовому поражению не только персонала предприятия, но и населения, живущего вблизи химически опасных предприятий.

На производственных площадках или в транспортных средствах СДЯВ, как правило, содержатся в стандартных емкостных элементах. Это могут быть алюминиевые, стальные и железобетонные оболочки, в которых поддерживаются условия, соответствующие заданному режиму хранения. Способы хранения выбираются в зависимости от физико-химических свойств СДЯВ. Основная цель – уменьшить объем хранимого вещества, что является весьма важным при промышленных масштабах использования химически опасных веществ.

Классификация аварии с выбросом СДЯВ

Важнейшей характеристикой СДЯВ является относительная плотность их паров (газов). Если плотность пара какого-либо вещества меньше 1, то это значит, что он легче воздуха и будет быстро рассеиваться. Большую опасность представляют СДЯВ, относительная плотность паров которых больше 1, они дольше удерживаются у поверхности земли (например, хлор), накапливаются в различных углублениях местности и воздействуют более продолжительно на людей.

Сильнодействующие ядовитые вещества классифицируются по следующим показателям [18]:

- вещества с преимущественно удушающим действием (хлор, хлорпикрин, фосген, хлорид серы, хлористый фосфор, оксихлорид фосфора);
- вещества общедовитого действия (окись углерода, синильная кислота, динитрофенол, динитроортокрезол, хлорэтанол, фторэтанол);
- вещества, обладающие удушающим и общедовитым действием (акрилонитрил, окислы азота, сернистый ангидрид, сероводород, азотная кислота, фтористый водород);
- вещества, действующие на генерацию, проведение и передачу нервного импульса, т. е. нейротропные яды (ФОС, сероуглерод, аммиак, гидразин);

- ингибиторы метаболизма (диметилсульфат, бромметил, хлорметил, этиленоксид, этиленимин, этиленсульфид);
- вещества, извращающие обменные процессы (полихлорированные дибензодиоксины и бензофураны).

В химических отраслях аварии делят на две категории:

I – аварии в результате взрывов, вызывающих разрушение технологической схемы, инженерных сооружений, вследствие чего полностью или частично прекращен выпуск продукции и для восстановления требуются специальные ассигнования от вышестоящих организаций;

II – аварии, в результате которых повреждены основное или вспомогательное техническое оборудование, инженерные сооружения, вследствие чего полностью или частично прекращен выпуск продукции и для восстановления производства требуются затраты более нормативной суммы на плановый капитальный ремонт, но не требуются специальные ассигнования вышестоящих инстанций.

С точки зрения интересов гражданской защиты, классификация аварий должна отвечать на вопросы о степени опасности. Поэтому она выглядит следующим образом:

- объектовая – авария, связанная с утечкой СДЯВ из технологического оборудования или трубопроводов. Глубина пороговой зоны менее радиуса санитарно-защитной зоны вокруг предприятия;

- местная – авария, связанная с разрушением большой единичной емкости или целого склада СДЯВ. Облако достигает зоны жилой застройки, проводятся эвакуация из ближайших жилых районов и другие соответствующие мероприятия;

- региональная – авария со значительным выбросом СДЯВ. Наблюдается распространение облака в глубь жилых районов;

- глобальная – авария с полным разрушением всех хранилищ со СДЯВ на крупных химически опасных предприятиях. Такое возможно в случае диверсии, в военное время или в результате стихийного бедствия.

Рассмотрим характеристику некоторых наиболее распространенных в республике СДЯВ и особенности их воздействия на организм.

Хлор – это газ желто-зеленого цвета с резким запахом. Он применяется на хлопчатобумажных комбинатах для отбеливания тканей, при производстве бумаги, изготовлении резины, на водопроводных станциях для обеззараживания воды. При разливе из неисправных емкостей хлор «дымит». Хлор тяжелее воздуха, поэтому он скапливается в низинных участках местности, проникает в нижние этажи и подвальные помещения зданий. Хлор сильно раздражает органы дыхания, глаза и кожу. Признаки отравления хлором: резкая боль в груди, сухой кашель, рвота, резь в глазах, слезотечение.

Аммиак – бесцветный газ с резким запахом «нашатырного спирта». Он применяется на объектах, где используются холодильные установки (мясокомбинаты, овощные базы, хладокомбинаты), а также при производстве удобрений и другой химической продукции. Аммиак легче воздуха. Острое

отравление аммиаком приводит к поражению дыхательных путей и глаз. Признаки отравления аммиаком – насморк, кашель, удушье, слезотечение, учащенное сердцебиение.

Синильная кислота – бесцветная легкоподвижная жидкость с запахом горького миндаля. Синильная кислота широко распространена на химических предприятиях и заводах по производству пластмасс, оргстекла и искусственного волокна. Она также применяется как средство борьбы с вредителями сельского хозяйства. Синильная кислота легко смешивается с водой и многими органическими растворителями. Смеси паров синильной кислоты с воздухом могут взрываться. Признаки отравления синильной кислотой – металлический привкус во рту, слабость, головокружение, беспокойство, расширение зрачков, замедление пульса, судороги.

Фосген – бесцветный, очень ядовитый газ. Его отличает сладковатый запах гнилых фруктов, прелой листвы или мокрого сена. Тяжелее воздуха. Используется в промышленности при производстве различных растворителей, красителей, лекарственных средств и других веществ. При отравлении появляется раздражение дыхательных путей, ощущение неприятного привкуса во рту, небольшое слюнотечение, кашель.

Оксид углерода – бесцветный газ, без запаха, немного легче воздуха, плохо растворим в воде. Широко применяется в промышленности для получения различных углеводородов, спиртов, альдегидов и карбоновых кислот. Оксид углерода, как побочный продукт при использовании нефти, угля и биомассы, образуется при неполном окислении углерода, в условиях недостаточного доступа воздуха. Признаки отравления оксидом углерода – головная боль, головокружение, нарушение координации движений и рефлекторной сферы, ряд сдвигов психической деятельности, напоминающих алкогольное опьянение (эйфория, утрата самоконтроля и т.п.). Характерно покраснение кожи пораженных. Позже развиваются судороги, утрачивается сознание, и, если не принять экстренные меры, человек может погибнуть вследствие остановки дыхания и работы сердца.

Ртуть – жидкий серебристо-белый металл, который используется при изготовлении люминесцентных и ртутных ламп, измерительных приборов (термометров, барометров, манометров), в производстве амальгам, средств, предотвращающих гниение дерева, лабораторной и медицинской практике. Симптомы отравления ртутью проявляются через 8-24 ч и выражаются в общей слабости, головной боли, болях при глотании, повышении температуры. Несколько позже наблюдаются болезненность десен, боли в животе, желудочные расстройства, иногда воспаление легких. Хронические отравления развиваются исподволь и длительное время протекают без явных признаков заболевания. Затем появляются повышенная утомляемость, слабость, сонливость, апатия, эмоциональная неустойчивость, головные боли, головокружения. Одновременно развивается дрожание рук, языка, век, а в тяжелых случаях – ног и всего тела.

Причины аварии с выбросом СДЯВ

Существуют следующие причины аварий на ХОО [10]:

- нарушение установленных норм и правил размещения вновь строящихся и реконструируемых химически опасных объектов;
- использование устаревших технологий и оборудования;
- недостаточно высокий уровень трудовой и производственной дисциплины у обслуживающего персонала;
- грубые нарушения правил охраны труда при организации и проведении погрузочно-разгрузочных и ремонтных работ, при транспортировке и использовании СДЯВ в процессе производства;
- несоблюдение правил эксплуатации оборудования и ошибочные действия персонала;
- отказ технологического и электрического оборудования на участках применения СДЯВ;
- нарушения технологического режима; ошибки при проектировании и строительстве складов СДЯВ.

Аварийные ситуации на ХОО делятся на:

- аварии в цехах предприятия – в технологических линиях обращается, как правило, незначительное количество токсичных химических продуктов, это приводит к тому, что при авариях в цехах предприятия, в большинстве случаев, имеет место локальное заражение воздуха, оборудования, территории. Поражению в таких случаях подвергается в основном производственный персонал.
- аварии в складских помещениях – значительно большее количество СДЯВ по объему содержится на складах, поэтому, когда разрушаются (повреждаются) крупнотоннажные емкости, СДЯВ распространяются за пределы объекта, приводя к массовому поражению персонала и населения;
- аварии на транспорте - аварийные ситуации при транспортировке СДЯВ сопряжены с более высокой степенью опасности, так как масштабы перевозки этих веществ являются весьма большими.

Для любой аварийной ситуации характерны стадии возникновения, развития и спада опасности, на ХОО в разгар аварии могут действовать несколько поражающих факторов: пожар, взрыв, химическое загрязнение воздуха и местности и др., а за пределами объекта – загрязнение окружающей среды.

Как показывает анализ аварий произошедших на ХОО основными причинами химических аварий являются нарушение технологии производственных работ и «человеческий фактор» (нарушение производственной дисциплины и техники безопасности, неэффективность производственного контроля за соблюдением требований безопасности производства химических веществ).

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое сильнодействующие ядовитые вещества?

2. Какие факторы влияют на распространение химического заражения?
3. Как рассчитывается зона химического заражения?
4. Какие поражающие факторы характерны для химических аварий?
5. Какие средства защиты органов дыхания применяются?
6. Какие меры локализации выброса применяются?
7. Какие вторичные последствия возможны?
8. Как организуется эвакуация населения?

8.1. Расчет зоны химического заражения

Масштаб химического заражения характеризуется:

- радиусом R и площадью S района аварии;
- глубиной Γ_1 и площадью S_1 зоны распространения первичного облака СДЯВ;
- глубиной Γ_2 и площадью S_2 зон распространения вторичного облака СДЯВ.

Район аварии, где в момент выброса СДЯВ образуются опасные концентрации, ограничиваются радиусом R . Величина радиуса аварии зависит от вида СДЯВ, его количества и характера самой аварии и может достигать 0,5-1,0 км.

Принято считать, что при разрушении емкостей с жидкостями СДЯВ до 100 тонн $R=0,5$ км, в остальных случаях $R=1$ км.

При возникновении пожара радиус района аварии увеличивается в 1,5-2 раза.

Площадь района аварии S определяется как площадь круга радиусом R . В пределах площади S достигаются наибольшие концентрации СДЯВ и заражение местности, оборудования и отдельных предметов.

Площади распространения первичного и вторичного облаков СДЯВ (S_1 и S_2) определяются по формуле:

$$S_i = \Gamma_i^2 \cdot \frac{L}{60} \quad (8.1)$$

где: L – половина угла сектора, в пределах которого возможно распространение облака СДЯВ.

Величина L , в основном, зависит от метеорологических и топографических условий. Значение L для различных условий приведены в таблице 8.3.

Глубина распространения первичного Γ_{1T} и вторичного Γ_{2T} облаков СДЯВ определяются по таблицам справочников (таблиц 8.1. и 8.2.).

Таблица 8.1. - Глубина распространения первичного облака
СДЯВ на равнинной местности, км

Емкость хранения (кол-во СДЯВ), т.	Конвекция		Изотермия			Инверсия	
	Скорость ветра, м/с.						
	1	2	2	4	6	1	2
ХЛОР							
1	Менее 0,5		0,6	0,5		2,1	1,4
10	0,9	0,6	2,7	1,8	1,3	8,7	5,7
100	2,9	2,0	9,5	6,4	5,1	30	20
500	5,5	4,0	25	17	14	60	50
1000	3,4	2,5	11,4	7,7	6,1	37	24
АММИАК							
50	0,7	0,5	1,6	1,1	0,8	5,0	2,2
100	0,9	0,6	2,4	1,6	1,3	6,7	4,4
500	2,0	1,4	6,0	4,0	3,2	18,3	12
10000	3,1	2,3	10,4	7,0	5,5	34	22
30400	5,3	3,8	20,0	13,0	10,4	60	44
ФОСГЕН							
1	Менее 0,5		0,6	0,5	0,4	1,8	1,2
10	1,2	0,5	1,7	1,2	0,9	4,1	2,7
100	3,65	2,6	6,5	4,4	3,5	16,7	11
ЦИАНИСТЫЙ ВОДОРОД							
1	Менее 0,5						
10	Менее 0,5		0,5	Менее 0,5		1,3	0,9
50	0,5	0,4	1,2	0,8	0,6	3,7	2,4
100	0,7	0,5	1,8	1,2	1,0	5,6	3,7
СЕРНИСТЫЙ АНГИДРИД							
25	Менее 0,5		0,6	Менее 0,5		1,4	0,9
50	0,8	0,5	1,0	0,7	0,6	2,3	1,5
100	1,1	0,8	3,0	2,0	1,6	8,5	5,5
ОКИСЛЫ АЗОТА							
10	0,8	0,6	2,4	1,6	1,3	7,5	5,0
50	1,7	1,2	5,9	4,0	3,2	20	13
100	2,3	1,7	8,8	5,9	4,7	30	20
ОКИСЬ ЭТИЛЕНА							
10	Менее 0,5						
50	Менее 0,5				0,6	Менее 0,5	
100	Менее 0,5		0,6	0,5		0,9	0,6
ОКИСЬ УГЛЕРОДА							
10	Менее 0,5		0,8	0,6	0,5	2,3	1,5
ГИДРАЗИН, СЕРОУГЛЕРОД							
1-100	0,5						

Примечание:

Хранение в жидком (охлажденном) состоянии при емкости хранения СДЯВ 1000 тонн и более.

Оксид углерода – представлены данные при аварийном выбросе из промышленных установок.

Глубины распространения даны для стандартных температурных условий.

Таблица 8.2. - Глубина распространения вторичного облака СДЯВ, км.

Емкость хранения (кол-во СДЯВ), т	Конвекция	Изотермия	Инверсия
ХЛОР			
1	Менее 0,5		
10	Менее 0,5	0,8	1,1
100	Менее 0,5	1,2	2
500	0,7	2,6	4,5
1000	1,2	4,6	8,7
АММИАК			
50	Менее 0,5	0,6	0,9
100		0,5	0,5
500	Менее 0,5	0,6	1,0
10000	0,7	2,8	3,5
30000	0,8	4	5,4
ФОСГЕН			
1	Менее 0,5	0,5	0,6
10	Менее 0,5	1,4	2,1
100	0,7	2,7	3,8
ОКИСЛЫ АЗОТА			
10	Менее 0,5	1,3	2
50	0,8	3,2	5,2
100	0,6	2,3	4
ЦИАНИСТЫЙ ВОДОРОД			
10	Менее 0,5	Менее 0,5	0,6
50	Менее 0,5	1,0	1,5
100	Менее 0,5	0,7	1,1
СЕРНИСТЫЙ АНГИДРИД			
50	Менее 0,5		0,7
100	Менее 0,5	0,5	1,0
ОКИСЬ ЭТИЛЕНА			
50	Менее 0,5		0,7
100	Менее 0,5	0,6	1,3
ОКИСЛЫ АЗОТА			
10	Менее 0,5	1,3	2,0
50	0,6	2,7	5,7
100	0,8	3,2	7,7
ГИДРАЗИН, СЕРОУГЛЕРОД			
1-100	0,5		

Таблица 8.3. - Значения половинного угла L сектора распространения облака СДЯВ в зависимости от вертикальной устойчивости воздуха и доверительной вероятности Р, град.

Параметр распространения	Вертикальная устойчивость воздуха	Доверительная вероятность Р		
		0,5	0,75	0,9
Первичное облако СДЯВ	Инверсия	9	15	20
	Изотермия	12	20	25
	Конвекция	15	25	30

Вторичное облако СДЯВ	Инверсия	12	20	30
	Изотермия	15	25	40
	Конвекция	20	30	50

Примечание: При наличии достоверной информации об аварии $P=0,5$, при отсутствии подробных данных об аварии $P=0,9$, в остальных случаях $P=0,75$.

Табличные данные глубин распространения первичного и вторичного облаков СДЯВ дают общие показатели для определенных условий погоды и технических средств хранения СДЯВ.

Для определения глубин распространения первичного облака СДЯВ с учетом конкретных метеорологических условий и емкости СДЯВ, используется уравнение:

$$G_1 = G_{1T} \cdot K_1 \cdot K_{II} \quad (8.2)$$

где: G_1 – глубина распространения первичного облака СДЯВ на равнинной местности с учетом конкретных метеорологических условий, км; G_{1T} – табличное значение глубины распространения первичного облака СДЯВ на равнинной местности при стандартных внешних температурных условиях, км (таблица 8.1.); K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (таблица 8.5.); K_{II} – коэффициент пропорциональности, учитывающий изменение массы СДЯВ по сравнению с типовой технологической емкостью (таблица 8.4.).

Применение коэффициента пропорциональности необходимо, когда объем СДЯВ конкретной емкости не совпадает с типовым (табличным) объемом емкости. Для его нахождения вначале определяют коэффициент превышения объема, представляющий собой отношение имеющегося (заданного) количества СДЯВ Q_3 к ближайшему табличному значению таковой емкости Q_T . Затем, по данному отношению Q_3/Q_T , по таблице 8.4. находят коэффициент пропорциональности.

Таблица 8.4. - Значения коэффициента пропорциональности K_{II}

Вертикальная устойчивость воздуха	Отношение конкретного с табличным объемов емкостей Q_3 / Q_T								
	0,2	0,4	0,6	0,8	1	2	4	6	8
Конвекция	0,5	0,6	0,8	0,9	1	1,4	1,9	2,4	2,7
Изотермия	0,4	0,6	0,8	0,9	1	1,5	2,2	2,8	3,3
Инверсия	0,3	0,5	0,7	0,9	1	1,6	2,6	3,4	4,0

Таблица 8.5. - Значение поправочного коэффициента, учитывающего влияние температуры воздуха на глубину распространения первичного облака СДЯВ, K_1

СДЯВ	Температура воздуха °C								
	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40
Хлор, аммиак*	0	0,3	0,5	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2
Хлор, аммиак**	0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,3
Фосген	0	0	0	0	0	0,3	1	1,4	1,8

Цианистый водород	0	0	0	0	0	0	0	1	2,2
Окись этилена	0	0	0	0	0	0	0,5	0,7	1
Окись углерода	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Сернистый ангидрид	0	0	0	0	0,6	0,8	1	1,2	1,4
Окислы азота	0	0	0	0	0	0	0	1	1,5
Гидразин, сероуглерод	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Примечание:

* - При хранении в сжатом, сжиженном состоянии (под давлением).

** - При хранении в жидком (охлажденном) состоянии (изотермический способ хранения).

Для определения глубины распространения вторичного облака используется уравнение:

$$G_2 = G_{2T} \cdot K_2 \cdot K_{II} \quad (8.3)$$

где: G_2 - глубина распространения вторичного облака СДЯВ на равнинной местности с учетом конкретных метеорологических условий, км; G_{2T} – табличное значение глубины распространения вторичного облака СДЯВ на равнинной местности при стандартных внешних температурных условиях, км (таблица 8.2.); K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (таблица 8.6.); K_{II} – коэффициент пропорциональности, учитывающий изменение массы СДЯВ по сравнению с типовой технологической емкостью (таблица 8.4.).

Таблица 8.6. - Значение поправочного коэффициента K_2 , учитывающего влияние температуры воздуха на глубину распространения вторичного облака СДЯВ

СДЯВ	Температура воздуха, °С								
	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40
Хлор, аммиак*	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
Хлор, аммиак**	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3
Фосген	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3
Цианистый водород	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1
Окись этилена	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0
Сернистый ангидрид	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
Окислы азота	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6
Сероуглерод	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	1,0	1,5	2,0
Гидразин	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Примечание:

* - При хранении в сжатом, сжиженном состоянии (под давлением).

** - При хранении в жидком (охлажденном) состоянии (изотермический способ хранения).

Для более точного определения степени вертикальной устойчивости воздуха можно воспользоваться соотношением:

$$\frac{\Delta t}{V^2} \leq -0.1 \text{ - инверсия;}$$

$$-0,1 < \frac{\Delta t}{V^2} < +0,1 \text{ – изотермия;}$$

$$\frac{\Delta t}{V^2} \geq +0,1 \text{ - конвекция,}$$

$$\frac{\Delta t}{V^2}$$

где: $\frac{\Delta t}{V^2}$ – температурный градиент, определяемый при разнице температур воздуха и почвы

$$\Delta t = t_{\text{почвы}} - t_{\text{воздуха}}$$

V – скорость ветра, м/с.

Пример: Определить масштаб заражения местности хлором при разрушении хранилища емкостью 60 тонн.

Метеорологические условия: скорость ветра 2 м/с, температура воздуха +20°C, почвы +19°C.

Решение: Определение размера аварии (радиуса круга R и его площади S).

Для емкости хранилища менее 100 тонн $R=0,5$ км. Площадь района аварии

$$S = \pi \cdot R^2 = 3.14 \cdot 0.5 = 0.78 \text{ км}^2.$$

Определение степени вертикальной устойчивости воздуха.

Определяем температурный градиент:

$$\Delta t = t_{\text{П}} - t_{\text{В}} = 19 - 20 = -1.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

если $\Delta t / V^2 = -1.0 / 2^2 = -0.2 \leq -0.1$, то в данных метеоусловиях степень вертикальной устойчивости воздуха – **инверсия**.

Определение табличной глубины распространения первичного облака СДЯВ G_{IT} .

По таблице 8.1. для емкости 100 тонн (ближайшей к 60 тоннам заданной) находим табличное значение глубины распространения хлора $G_{IT}=20$ км.

Определение поправочных коэффициентов, учитывающих отклонение температуры воздуха и емкости СДЯВ от табличных.

Определяем по таблице 8.5. значение поправочного коэффициента, учитывающего влияние температуры воздуха на глубину распространения первичного облака $K_1=1,0$. По таблице 8.4. находим значение коэффициента пропорциональности по отношению емкостей СДЯВ заданной Q_3 и табличной Q_T

$$\frac{Q_3}{Q_T} = \frac{60}{100} = 0,6 \quad K_{\Pi}=0,7.$$

Определение глубины распространения первичного облака СДЯВ с учетом поправочных коэффициентов

$$G_1 = G_{1T} \cdot K_1 \cdot K_{\Pi} = 20 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 14 \text{ км}.$$

Определение табличной глубины распространения вторичного облака СДЯВ.

По таблице 8.2. для емкости 100 тонн (ближайшей к 60 тоннам заданной) находим табличное значение глубины распространения хлора $G_{2T}=2 \text{ км}$.

Определение поправочных коэффициентов, учитывающих отклонение температуры воздуха и емкости СДЯВ от табличных.

По таблице 8.6. находим значение поправочного коэффициента, учитывающего влияние температуры воздуха на глубину распространения первичного облака СДЯВ хлора, $K_2=1,0$.

Значение коэффициента пропорциональности как для первичного облака СДЯВ, то есть $K_{\Pi}=0,7$.

Определение глубины распространения вторичного облака хлора с учетом поправочных коэффициентов

$$G_2 = G_{2T} \cdot K_2 \cdot K_{\Pi} = 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 1,4 \text{ км}.$$

Определение площади распространения первичного и вторичного облаков хлора по формуле

$$S_i = G_i^2 \frac{L}{60}.$$

Значение L (половинного угла сектора распространения облака СДЯВ) определяется по таблице 3 с учетом доверительной вероятности $P=0,75$ (оставляем постоянной).

Тогда площадь распространения первичного облака хлора составит:

$$S_1 = G_1^2 \frac{L_1}{60} = 14^2 \frac{15}{60} = 196 \cdot 0,25 = 49 \text{ км}^2,$$

вторичного

$$S_2 = G_2^2 \frac{L_2}{60} = 1,4^2 \frac{20}{60} = 1,96 \cdot 0,33 = 0,65 \text{ км}^2.$$

Вывод. Согласно проведенным расчетам по величине радиуса района аварии $R=0,5$ км, значения глубин распространения первичного и вторичного облаков СДЯВ: $\Gamma_1=14$ км, $\Gamma_2=1,4$ км.

Задание для самостоятельной работы

Согласно данным таблицы определить масштаб заражения СДЯВ при разрушении хранилища емкости.

Таблица 8.7. - Исходные данные

№	Вид СДЯВ	Объем хранилища, тонн	Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С	Температура почвы, °С
1	Хлор	60	2	+10	+8
2	Аммиак	65	2	+15	+14
3	Фосген	70	6	+5	+3
4	Цианистый водород	70	6	0	0
5	Окись этилена	80	6	+5	+3
6	Сернистый ангидрид	80	6	-5	-6
7	Окислы азота	90	9	-5	-6
8	Сероуглерод	90	10	+5	+4
9	Хлор	100	10	-5	-7
10	Аммиак	60	10	+7	+6
11	Фосген	70	4	-1	0
12	Цианистый водород	90	1	+9	+7
13	Окись этилена	90	3	-10	-11
14	Сернистый ангидрид	80	15	-20	-21
15	Хлор	5	1	+25	+24
16	Хлор	60	2	+10	+8
17	Аммиак	65	2	+15	+14
18	Фосген	70	6	+5	+3
19	Цианистый водород	70	6	0	0
20	Окись этилена	80	6	+5	+3
21	Сернистый ангидрид	80	6	-5	-6
22	Окислы азота	90	9	-5	-6
23	Сероуглерод	90	10	+5	+4
24	Хлор	100	10	-5	-7
25	Аммиак	60	10	+7	+6
26	Фосген	70	4	-1	0

27	Цианистый водород	90	1	+9	+7
28	Окись этилена	90	3	-10	-11
29	Сернистый ангидрид	80	15	-20	-21
30	Хлор	5	1	+25	+24

9. Чрезвычайные ситуации на промышленно-опасных объектах

Промышленная авария означает событие, возникающее в результате неконтролируемых изменений в ходе любой деятельности, связанной с опасными веществами, либо:

- на промышленном объекте, в ходе производства, использования, хранения, перемещения или удаления;
- при транспортировке, за исключением транспортных операций на промышленных площадках, на которой осуществляется опасная деятельность.

Признаками опасных производственных объектов являются:

1) производство, использование, переработка, образование, хранение, транспортировка (трубопроводная), уничтожение хотя бы одного из следующих опасных веществ:

источника ионизирующего излучения;

воспламеняющегося вещества – газа, который при нормальном давлении и в смеси с воздухом становится воспламеняющимся и температура кипения которого при нормальном давлении составляет 20 градусов Цельсия или ниже;

взрывчатого вещества – вещества, которое при определенных видах внешнего воздействия способно на быстрое самораспространяющееся химическое превращение с выделением тепла и образованием газов;

горючего вещества – жидкости, газа, способных самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;

окисляющего вещества – вещества, поддерживающего горение, вызывающего воспламенение и (или) способствующего воспламенению других веществ в результате окислительно-восстановительной экзотермической реакции;

токсичного вещества – вещества, способного при воздействии на живые организмы приводить к их гибели и имеющего следующие характеристики:

средняя смертельная доза при введении в желудок от 15 до 200 миллиграммов на килограмм веса включительно;

средняя смертельная доза при нанесении на кожу от 50 до 400 миллиграммов на килограмм веса включительно;

средняя смертельная концентрация в воздухе от 0,5 до 2 миллиграммов на литр включительно;

высокотоксичного вещества – вещества, способного при воздействии на живые организмы приводить к их гибели и имеющего следующие характеристики:

средняя смертельная доза при введении в желудок не более 15 миллиграммов на килограмм веса;

средняя смертельная доза при нанесении на кожу не более 50 миллиграммов на килограмм веса;

средняя смертельная концентрация в воздухе не более 0,5 миллиграмма на литр;

вещества, представляющего опасность для окружающей среды, в том числе характеризующегося в водной среде следующими показателями острой токсичности:

средняя смертельная доза при ингаляционном воздействии на рыбу в течение девяноста шести часов не более 10 миллиграммов на литр;

средняя концентрация яда, вызывающая определенный эффект при воздействии на дафнию в течение сорока восьми часов, не более 10 миллиграммов на литр;

средняя ингибирующая концентрация при воздействии на водоросли в течение семидесяти двух часов не более 10 миллиграммов на литр;

2) производство расплавов черных, цветных, драгоценных металлов и сплавов на основе этих металлов;

3) ведение горных, геологоразведочных, буровых, взрывных работ, работ по добыче и переработке полезных ископаемых, работ в подземных условиях, за исключением объектов геологоразведки, на которых не эксплуатируются технические устройства [1].

Опасный производственный фактор – физическое явление, возникающее при авариях, инцидентах на опасных производственных объектах, причиняющее вред (ущерб) физическим и юридическим лицам, окружающей среде;

К опасным техническим устройствам относятся: - технические устройства, работающие под давлением более 0,07 мега Паскаля или при температуре нагрева воды более 115 градусов Цельсия, грузоподъемные механизмы, эскалаторы, фуникулеры, лифты, эксплуатируемые на опасных производственных объектах, надзор за которыми осуществляется уполномоченным органом в области промышленной безопасности;

- паровые и водогрейные котлы, работающие под давлением более 0,07 мега Паскаля и (или) при температуре нагрева воды более 115 градусов Цельсия (организации теплоснабжения), сосуды, работающие под давлением более 0,07 мега Паскаля, грузоподъемные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулеры, лифты объектов жилищно-коммунального хозяйства, контроль за которыми осуществляется местными исполнительными органами [10].

Классификация промышленных аварий

Вероятность возникновения аварии существует практически для любого технического объекта, обладающего запасом энергии. Основная опасность, связанная с эксплуатацией опасного производственного объекта, реализуется при аварии в виде поражающих факторов (воздушная ударная волна, тепловое излучение, химическое заражение, осколки, обвалы, обрушение зданий и сооружений и т. д.).

По оценкам Международной ассоциации социальной безопасности, в мире ежегодно происходит 125 млн. несчастных случаев на производстве, в результате которых погибает до 220 тыс. человек. В странах ЕС гибнут до 8 тыс. работающих, почти 10 млн. становятся жертвами несчастных случаев и приобретают профессиональные заболевания.

Только в России, которая по уровню производственного травматизма занимает одно из первых мест в мире, ущерб от производственного травматизма превышает почти 1 млрд. долларов.

В Казахстане в последние годы аварийность в наиболее опасных отраслях промышленности остается недопустимо высокой. Причем обусловлена она не столько технологической спецификой отдельных отраслей промышленности, сколько общими тенденциями и условиями.

Динамика аварий в течение последних трех лет, выраженная в цифрах: в 2021 году – 20, в 2022 году – 28, в 2023 году – 21, в сопоставлении с данными за последние 10 лет показывает, что их диапазон варьируется от 19-28 аварий в год, но вместе с тем тяжесть этих аварий с каждым годом усиливается. Например, если в 2021 и 2022 году в среднем число пострадавших равно числу аварий, то в 2023 году число пострадавших в каждой аварии выросло до пяти.

Анализ показывает, что ежегодно на опасных производственных объектах происходит порядка 20 аварий на объектах, эксплуатирующих грузоподъемные механизмы, а также в горной и нефтяной отрасли [19].

За последние 10 лет (с 2014 по 2023 годы) зарегистрировано 244 аварии, из них 40 на объектах горнорудной отрасли (16%), 54 на объектах, эксплуатирующих грузоподъемные механизмы (22%), 42 в нефтяной отрасли (17 %), 24 в угольной отрасли (9%), 21 в газовой отрасли (8%), 14 в химической и нефтехимической отрасли (5%), 13 в металлургической отрасли (5%), 13 на объектах, ведущих взрывные работы (5%), 12 на объектах котельного хозяйства (4 %), 5 на объектах по хранению растительного сырья (2%), трех на объектах, эксплуатирующих магистральные газопроводы (1%), трех на объектах, использующих атомную энергию (1%) [19].

В зависимости от отраслей промышленности различают различные типы аварий. Ниже представлен примерный перечень аварий на опасных производственных объектах, учитывающий отраслевую специфику.

По металлургической промышленности: взрывы газа в воздухонагревателях и межконусном пространстве доменных печей, аппаратах газоочистки, газгольдерах, газодувках, на генераторных станциях, газораспределительных и газоповысительных установках, на водородных

станциях, в агрегатах и установках улавливания и переработки коксового газа, в аппаратах производства хлора, карбонила, никеля, трихлорарсина, тетрахлорида титана; взрывы металлических порошков в пылесадительных камерах и печах восстановления, пожары в галереях шихтоподачи, складах угля и легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ); пожары от загорания металлических порошков; пожары от выбросов, расплавленных и раскаленных материалов из металлургических агрегатов; пожары на кислородных станциях и установках; обрушение трубопроводов с ЛВЖ, горючими и ядовитыми газами; уходы расплавленных и раскаленных материалов из металлургических агрегатов; прогары горна, фурменных и ленточных холодильников доменных печей; обрушение шихтовых бункеров, транспортных галерей, силосных башен, производственных зданий и сооружений, шламохранилищ и другие аварии, требующие остановки основных агрегатов для проведения ремонтов.

По химической промышленности: взрывы, загорания и (или) выбросы опасных веществ; разрушения сооружений, технических устройств или их элементов.

По подъемным сооружениям: разрушение или излом металлоконструкций грузоподъемной машины (моста, портала, рамы, платформы, башни, стрелы, опоры, гуська), вызвавшие необходимость в ремонте металлоконструкций или замене их отдельных секций, а также падение грузоподъемной машины, вызвавшее указанные разрушения; падение кабины лифта, его противовеса; разрушение ответственных металлоконструкций, обрыв цепей эскалатора, разрушение ответственных металлоконструкций кабины (вагонетки) вагона, обрыв канатов канатной дороги, фуникулера; разрушение металлоконструкций стрелы и ходовой рамы подъемника (вышки), разрушение или падения крана - манипуляторной установки кранаманипулятора, разрушение или падение выносной консоли или самого кранатрубоукладчика; повреждение металлоконструкций (изгиб, деформация) подъемных сооружений (или их элементов), приведшее к травмированию людей.

По объектам котлонадзора: разрушения и повреждения (разрывы) котлов, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды (их элементов).

По объектам газоснабжения: разрушения газопроводов, выход из строя газового оборудования газораспределительных пунктов и газораспределительных установок, повлекших за собой взрывы газа в жилых домах, общественных зданиях, инженерных сооружениях, а также остановку (перерыв) газоснабжения города, населенного пункта, микрорайона, предприятия (промышленного, коммунального, сельскохозяйственного); взрывы и пожары, связанные с эксплуатацией газового хозяйства, газонаполнительных и автозаправочных станций сжиженных газов, ГРЭС, ТЭЦ и районных отопительных котельных; взрывы газа в газифицированных печей, топках и газоходах котлов, агрегатах, вызвавших их местные разрушения или

отключения; повреждения подземных газопроводов (механические, коррозионные и др.).

По объектам магистрального трубопроводного транспорта: Авария на объекте магистрального трубопроводного транспорта газов - неконтролируемый выброс транспортируемого газа в атмосферу или в помещение компрессорной станции, газораспределительной станции или автомобильной газораспределительной станции в результате полного разрушения или частичного повреждения трубопроводов, их элементов и устройств, сопровождаемого одним из следующих событий или их сочетанием: взрывом или воспламенением газа; повреждением или разрушением других объектов; потерей $10\,000\text{ м}^3$ газа и более. Авария на объекте магистрального трубопроводного транспорта опасных жидкостей - внезапный вылив или истечение опасной жидкости в результате полного или частичного разрушения трубопровода, его элементов, резервуаров, оборудования и устройств, сопровождаемые одним или несколькими из следующих событий: воспламенением жидкости или взрывом её паров; загрязнением любого водостока, реки, озера, водохранилища или любого водоема сверх пределов, установленных стандартом на качество воды, вызвавшим изменение окраски поверхностной воды или берегов или приведшим к образованию эмульсии, находящейся ниже уровня воды, или к выпадению отложений на дне или берега; объём утечки составил 10 м^3 и более, а для легкоиспаряющихся жидкостей объём утечки превысил 1 м^3 в сутки.

В связи с интенсивным развитием промышленности, ростом числа потенциально опасных объектов, высокой степени износа основных производственных фондов, интенсивной разработкой углеводородного сырья возникла реальная угроза аварий на опасных производственных объектах, на которых производятся, используются, перерабатываются, хранятся, транспортируются, уничтожаются воспламеняющиеся, взрывчатые, горючие, окисляющие, токсичные вещества. Например, 20 апреля 2012 года в г.Шахтинск Карагандинской области на шахте «Казахстанская», АО «Арселлор Миттал Темиртау» произошло обрушение горной массы в газодренажном штреке №312 Д-6 «Запад». На момент аварии в шахте находилось 344 человека. В результате 1 человек погиб, остальные 343 человека были эвакуированы на поверхность [10].

Причины промышленных аварий Как показал проведенный анализ, основными причинами роста промышленных аварий являются [20]:

- недопустимо высокий уровень износа основных фондов и исчерпание проектных ресурсов машин и оборудования (до 50—80% в энергетике, нефтегазохимии, на транспорте);
- низкий уровень инвестиций и, как следствие, невозможность реконструкции и обновления основных фондов (ежегодно менее 1—5%);
- нарушение обслуживающим персоналом техники безопасности.

Для установления более точных причин промышленных аварий необходимо рассмотреть каждый вид промышленности в отдельности.

Например, в нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности основными причинами аварий являются:

- коррозия металла труб и повреждение трубопроводов или конструкций резервуаров (возрастной состав промысловых трубопроводов: до 15 лет – 63 %, более 15 лет – 37 % при фактическом сроке службы – 20 лет);
- несанкционированные врезки сторонних лиц;
- нарушение обслуживающим персоналом техники безопасности и правил пожарной безопасности;
- конструктивные недоработки и некачественный ремонт оборудования; заводской дефект труб;
- брак, допущенный в ходе строительно-монтажных работ, и нарушение их норм подрядными организациями др.

В газовой промышленности:

- стресс-коррозия;
- несанкционированное проведение различными вневедомственными организациями земляных работ в охранных зонах газопроводов без учета минимальных (безопасных) расстояний от оси трубопровода.

В угольной промышленности:

- аварии в шахтах (взрывы метана и угольной пыли, пожары и обрушение горных пород, недостаточно квалифицированное крепление различного оборудования и замена крепи, а также сложные условия работы комбайнов в забоях);
- пожары в шахтах, вызванные возгоранием конвейерной ленты, электрооборудования, а также подрывами угля;
- другие аварийные ситуации, которые могут привести к весьма тяжелым последствиям (инверсия воздуха в угольный разрез, отключение электроэнергии в шахтах).

В электроэнергетике:

- нарастание объемов выработавшего ресурс оборудования;
- отсутствие бюджетного финансирования на строительство новых электростанций;
- расположение объектов энергетики на территориях с неблагоприятными природными условиями;
- концентрация производственных мощностей на ограниченной площади и в непосредственной близости к городам и населенным пунктам;
- просчеты в проектировании, неудовлетворительное качество и недоделки строительных и монтажных работ на вновь вводимых объектах и др.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие объекты относятся к промышленно-опасным?
2. Какие факторы приводят к промышленным авариям?
3. Какие поражающие факторы характерны для взрывов?
4. Как осуществляется прогнозирование последствий аварии?
5. Какие меры промышленной безопасности применяются?

6. В чем заключается роль человеческого фактора?
7. Какие вторичные ЧС могут возникнуть?
8. Как оценивается материальный ущерб?

9.1. Прогнозирование последствий аварии на промышленном объекте

Аварии с взрывом могут произойти на пожаровзрывоопасных объектах. К пожаровзрывоопасным объектам относятся объекты, на территории или в помещениях которых находятся (обращаются) горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости и горючие пыли в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные горючие смеси, при горении которых избыточное давление в помещении может превысить 5 кПа.

Последствия взрыва на пожаровзрывоопасных предприятиях определяются в зависимости от условия размещения взрывоопасных продуктов. Если продукты размещаются вне помещений, то принимается, что авария развивается по сценарию взрыва в открытом пространстве.

Если технологический аппарат со взрывоопасными продуктами размещен в зданиях, то авария развивается по сценарию взрыва в замкнутом объеме.

Кратко рассмотрим модели воздействия, позволяющие определить поля давлений при прогнозировании последствий взрывов в производственных помещениях.

Наиболее типичными аварийными ситуациями в этом случае считаются:

разрушение аппарата или трубопровода со смешанными газами или жидкостями;

потеря герметичности трубопроводов (разрыв сварного шва, прокладки, отрыв штуцера);

разлив жидкостей по полу помещения или по рельефу местности;

образование или выброс горючей пыли.

В этом случае газо-, паро-, пылевоздушная смесь займет частично или полностью весь объем помещения. Затем этот объем заменяется расчетной сферой (в отличие от полусферы в открытом пространстве), радиус которой определяется с учетом объема помещения, типа и массы опасной смеси. При прогнозировании последствий считают, что процесс в помещении развивается в режиме детонации.

Взрывы газопаровоздушных смесей

При взрыве газопаровоздушных смесей (ГВС) зону детонационной волны, ограниченную радиусом r_0 , можно определить по формуле

$$r_0 = \frac{1}{24} \sqrt[3]{\mathcal{E}}, \text{ м}, \quad (9.1)$$

где $1/24$ - коэффициент, $\text{м/кДж}^{1/3}$;

$\mathcal{E}$ - энергия взрыва смеси, определяемая из выражения

$$\Xi = V_{\text{ГПВС}} \times \rho_{\text{стх}} \times Q_{\text{стх}}, \text{ кДж}, \quad (9.2)$$

где $V_{\text{ГПВС}}$ - объем смеси, равный

$$V_{\text{ГПВС}} = 100 V_{\text{г}} / C, \quad (9.3)$$

где $V_{\text{г}}$ - объем газа в помещении;

C - стехиометрическая концентрация горючего по объему в % (таблица 9.1.);

$\rho_{\text{стх}}$ - плотность смеси стехиометрического состава, кг/м^3 (таблица 9.1.);

$Q_{\text{стх}}$ - энергия взрывчатого превращения единицы массы смеси стехиометрического состава, МДж/кг ;

V_0 - свободный объем помещения, равный $V_0 = 0,8 V_{\text{п}}$, м^3 ;

$V_{\text{п}}$ - объем помещения;

при $V_{\text{ГПВС}} > V_0$ объем смеси $V_{\text{ГПВС}}$ принимают равным V_0 .

В нормативной литературе по взрывозащите зданий взрывобезопасности производств существуют специальные методики по определению массы и объема газа, распространяющегося в помещении при аварийной ситуации. Эти методики предусматривают тщательное изучение технологического процесса. Для оперативного прогнозирования последствий взрыва в производственных помещениях расчеты целесообразно проводить для случая, при котором будут максимальные разрушения, то есть когда свободный объем помещения, где расположены емкости с газом, будет полностью заполнен взрывоопасной смесью стехиометрического состава.

Тогда уравнение (9.2.) по определению энергии взрыва можно записать в виде

$$\Xi = \frac{100 \cdot V_0 \cdot \rho_{\text{стх}} \cdot Q_{\text{стх}}}{C}, \text{ кДж}, \quad (9.4)$$

Далее принимается, что за зоной детонационной волны с давлением 17 кгс/см^2 , действует воздушная ударная волна. Давление во фронте воздушной ударной волны определяется с использованием данных таблицы 9.2.

Таблица 9.1. - Характеристики газопаровоздушных смесей

Вещество, характеризующее смесь	Формула вещества, образующего смесь	Характеристики смеси			
		m _к кг/кмоль	ρ _{стх} , кг/м ³	Q _{стх} , МДж/кг	C, об. %
Газовоздушные смеси					
Аммиак	CH ₃	15	1,180	2,370	19,72
Ацетилен	C ₂ H ₂	26	1,278	3,387	7,75
Бутан	C ₄ H ₁₀	58	1,328	2,776	3,13
Бутилен	C ₄ H ₈	56	1,329	2,892	3,38
Винилхлорид	C ₂ H ₃ Cl	63	1,400	2,483	7,75

Водород	H ₂	2	0,933	3,425	29,59
Дивинил	C ₄ H ₆	54	1,330	2,962	3,68
Метан	CH ₄	16	1,232	2,763	9,45
Окись углерода	CO	28	1,280	2,930	29,59
Пропан	C ₃ H ₈	44	1,315	2,801	4,03
Пропилен	C ₃ H ₆	42	3,314	2,922	4,46
Этан	C ₂ H ₆	30	1,250	2,797	5,66
Этилен	C ₂ H ₄	28	1,285	3,010	6,54
Паровоздушные смеси					
Ацетон	C ₃ H ₆ O	58	1,210	3,112	4,99
Бензин авиационный		94	1,350	2,973	2,10
Бензол	C ₆ H ₆	78	1,350	2,937	2,84
Гексан	C ₆ H ₁₄	86	1,340	2,797	2,16
Дихлорэтан	C ₂ H ₄ Cl ₂	99	1,49	2,164	6,54
Диэтиловый эфир	C ₄ H ₁₀ O	74	1,360	2,840	3,38
Ксилол	C ₆ H ₁₀	106	1,355	2,830	1,96
Метанол	CH ₄ O	32	1,300	2,843	12,30
Пентан	C ₅ H ₁₂	72	1,340	2,797	2,56
Толуол	C ₇ H ₈	92	1,350	2,843	2,23
Циклогексан	C ₆ H ₁₂	84	1,340	2,797	2,28
Этанол	C ₂ H ₆ O	46	1,340	2,804	6,54

Таблица 9.2. - Давление во фронте воздушной ударной волны

r/r ₀	0 - 1	1,01	1,04	1,08	1,2	1,4	1,8	2,7
ΔP _ф ,кПа	1700	1232	814	568	400	300	200	100

r/r ₀	3	4	5	6	8	12	20
ΔP _ф ,кПа	80	50	40	30	20	10	5

Взрывы пылевоздушных смесей

При нарушении герметичности технологических аппаратов пыль выбрасывается в помещение, где вместе с накопившейся пылью смешивается с воздухом, образуя пылевоздушную смесь (ПВС), способную гореть. Искровой разряд приводит к взрывному горению смеси.

В отличие от газовых смесей образование взрывоопасного облака пыли в помещении может происходить в процессе самого горения. Взрыву в большинстве случаев предшествуют локальные микровзрывы (хлопки) в оборудовании, резервуарах и воспламенение в отдельных участках здания, что вызывает встряхивание пыли, осевшей на полу, стенах и других строительных конструкциях и оборудовании. Это приводит к образованию взрывоопасных

концентраций пыли во всем объеме помещения, взрыв которой вызывает сильные разрушения.

Взрывное горение может происходить по одному из двух режимов - дефлаграционному или детонационному.

При оперативном прогнозировании последствий принимают, что процесс развивается в детонационном режиме.

Зону детонационной волны, ограниченную радиусом r_0 , можно определить по формуле (1), в которой энергия взрыва определяется из выражения

$$\mathcal{E} = m \cdot Q, \text{ кДж}, \quad (9.5)$$

где Q - удельная теплота сгорания вещества, образовавшего пыль, кДж/кг (таблица 3);

m - расчетная масса пыли, кг.

При оперативном прогнозировании расчетная масса пыли определяется из условия, что свободный объем помещения будет полностью заполнен взвешенным дисперсным продуктом, образуя при этом пылевоздушную смесь стехиометрической концентрации

$$m = \frac{V_0 \cdot C}{1000}, \text{ кг}, \quad (9.6)$$

где V_0 - свободный объем помещения, ($V_0 = 0,8 V_{\text{п}}$), м^3 ;

C - стехиометрическая концентрация пыли, $\text{г} / \text{м}^3$,

$$C \approx 3 \cdot \varphi_{\text{нкпр}}, \quad (9.7)$$

где $\varphi_{\text{нкпр}}$ - нижний концентрационный предел распространения пламени - это минимальное содержание пыли в смеси с воздухом, при котором возможно возгорание.

Значение $\varphi_{\text{нкпр}}$ для различных веществ находится в пределах:

неорганических веществ (сера, фосфор) $\varphi_{\text{нкпр}} = 2 - 30 \text{ г/м}^3$;

пластмасс $\varphi_{\text{нкпр}} = 20 - 100 \text{ г/м}^3$;

пестицидов и красителей $\varphi_{\text{нкпр}} = 30 - 300 \text{ г/м}^3$;

шерсти $\varphi_{\text{нкпр}} = 100 - 200 \text{ г/м}^3$.

Значения характеристик некоторых аэрозолей приведены в таблице 9.3.

Таблица 9.3. - Показатели взрывных явлений пыли

Вещество	$\varphi_{\text{нкпр}}, \text{ г/м}^3$	$Q, \text{ МДж/кг}$
1	2	3
Полистирол	27,5	39,8
Полиэтилен	45,0	47,1
Метилцеллюлоза	30,0	11,8
Полиоксадиазол	18,0	18,0
Пигмент зеленый (краситель)	45,0	42,9

Пигмент бордо на полиэтилене	39,0	42,9
Нафталин	2,5	39,9
Фталиевый ангидрид	12,6	21,0
Уротропин	15,0	28,1
Адипиновая кислота	35,0	19,7
Сера	2,3	8,2
Алюминий	58,0	30,13

Давление во фронте воздушной ударной волны определяется с использованием данных таблицы 9.2.

Пример 1. Взрыв этилено-воздушной смеси при разгерметизации технологического блока внутри производственного помещения.

Исходные данные: $V_{\text{п}}=1296 \text{ м}^3$; $\rho_{\text{ст}}=1,285 \text{ кг/м}^3$; $Q_{\text{стх}}=3,01 \text{ кДж/кг}$; $C=6,54 \%$.

Определить зону детонационной волны и энергию ударной волны.

Расчет

$$1. \quad \mathcal{E} = \frac{100 \cdot V_0 \cdot \rho_{\text{ст}} \cdot Q_{\text{стх}}}{C} = \frac{100 \cdot 0,8 \cdot 1296 \cdot 1,285 \cdot 3,01 \cdot 10^6}{6,54} = 61,3 \cdot 10^6 \text{ кДж}.$$

$$2. \quad r_o = \frac{1}{24} \sqrt[3]{\mathcal{E}} = \frac{1}{24} \sqrt[3]{61,3 \cdot 10^6} = 16,3 \text{ м}.$$

Вывод. Радиус взрыва этилено-воздушной смеси составит 16,3 метра.

Пример 2. В цехе по переработке полиэтилена при разгерметизации технологического блока возможно поступление пыли в помещение.

Исходные данные: $V_{\text{п}}=4800 \text{ м}^3$; $\varphi_{\text{нкп}}=45 \text{ г/м}^3$; $Q=47,1 \text{ МДж/кг}$.

Определить зону детонационной волны и энергию ударной волны.

Расчет:

$$1. \quad C = 3 \cdot \varphi_{\text{нкп}} = 3 \cdot 45 = 135 \text{ г/м}^3.$$

$$2. \quad m = \frac{V_0 \cdot C}{1000} = \frac{0,8 \cdot 4800 \cdot 135}{1000} = 518,4 \text{ кг}.$$

$$3. \quad \mathcal{E} = m \cdot Q = 518,4 \cdot 47,1 \cdot 10^6 = 24,4 \cdot 10^6 \text{ кДж}.$$

$$4. \quad r_o = \frac{1}{24} \sqrt[3]{\mathcal{E}} = 12 \text{ м}.$$

Вывод. Радиус взрыва при разгерметизации технологического блока составит 12 метров.

Задание для самостоятельной работы

Согласно исходным данным определить зону детонационной волны и энергию ударной волны.

Таблица 9.3. – Исходные данные

№	Вид вещества	Объем помещения, м ³
1	CH ₃	1000
2	C ₂ H ₂	1100
3	C ₄ H ₁₀	1200
4	C ₄ H ₈	1300
5	C ₂ H ₃ Cl	1400
6	H ₂	1500
7	C ₄ H ₆	1600
8	CH ₄	1700
9	CO	1800
10	C ₃ H ₈	1900
11	C ₃ H ₆	2000
12	C ₂ H ₆	1050
13	C ₂ H ₄	1150
14	C ₆ H ₆	1250
15	C ₂ H ₆ O	1400
16	CH ₃	1000
17	C ₂ H ₂	1100
18	C ₄ H ₁₀	1200
19	C ₄ H ₈	1300
20	C ₂ H ₃ Cl	1400
21	H ₂	1500
22	C ₄ H ₆	1600
23	CH ₄	1700
24	CO	1800
25	C ₃ H ₈	1900
26	C ₃ H ₆	2000
27	C ₂ H ₆	1050
28	C ₂ H ₄	1150
29	C ₆ H ₆	1250
30	C ₂ H ₆ O	1400

Согласно исходным данным определить зону детонационной волны и энергию ударной волны.

Таблица 9.4. – Исходные данные

№	Вид вещества	Объем помещения, м ³
1	Полистирол	1000
2	Полиэтилен	1100
3	Метилцеллюлоза	1200
4	Полиоксадиазол	1300
5	Пигмент зеленый (краситель)	1400
6	Нафталин	1600
7	Фталиевый ангидрид	1700
8	Уротропин	1800
9	Адипиновая кислота	1900
10	Сера	2000

11	Алюминий	1050
12	Полистирол	1150
13	Полиэтилен	1250
14	Метилцеллюлоза	1350
15	Пигмент бордо на полиэтилене	1500
16	Полистирол	1000
17	Полиэтилен	1100
18	Метилцеллюлоза	1200
19	Полиоксадиазол	1300
20	Пигмент зеленый (краситель)	1400
21	Нафталин	1600
22	Фталиевый ангидрид	1700
23	Уротропин	1800
24	Адипиновая кислота	1900
25	Сера	2000
26	Алюминий	1050
27	Полистирол	1150
28	Полиэтилен	1250
29	Метилцеллюлоза	1350
30	Пигмент бордо на полиэтилене	1500

10. Чрезвычайные ситуации на коммунальных системах жизнеобеспечения

Коммунально-энергетическая система жизнеобеспечения населения - это сочетание органов управления, организаций, учреждений и предприятий с их связями, создающие и поддерживающие условия для жизнедеятельности населения. Система жизнеобеспечения состоит из подсистем, реализующих для населения соответствующие его виды.

В зависимости от характера и тяжести последствий технологические нарушения в коммунальных системах жизнеобеспечения подразделяются на аварии и инциденты. Последний в свою очередь могут носить характер технологических и функциональных отказов.

При изучении аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения используются следующие определения:

- технологические нарушения - нарушения в работе систем коммунального энергоснабжения (электроснабжения, теплоснабжения) и эксплуатирующих их организаций в зависимости от характера и тяжести последствий (воздействие на персонал, отклонение параметров энергоносителя, экологическое воздействие, объем повреждения оборудования, другие факторы снижения надежности) подразделяются на аварии и инциденты;

- авария - разрушение сооружений и технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и выброс опасных веществ;

- инцидент - отказ или повреждение оборудования и сетей, отклонения от установленных режимов, нарушение законов и иных нормативно-правовых

актов Республики Казахстан, а также нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ на опасном производственном объекте, включая:

- технологический отказ - вынужденное отключение или ограничение работоспособности оборудования, приведшее к нарушению процесса производства и передачи электрической и тепловой энергии потребителям, если они не содержат признаков аварии;

- функциональный отказ - неисправности оборудования (в том числе резервного и вспомогательного), не повлиявшие на технологический процесс производства и передачи энергии, а также неправильное действие защит и автоматики, ошибочные действия персонала, если они не привели к ограничению потребителей и снижению качества отпускаемой энергии.

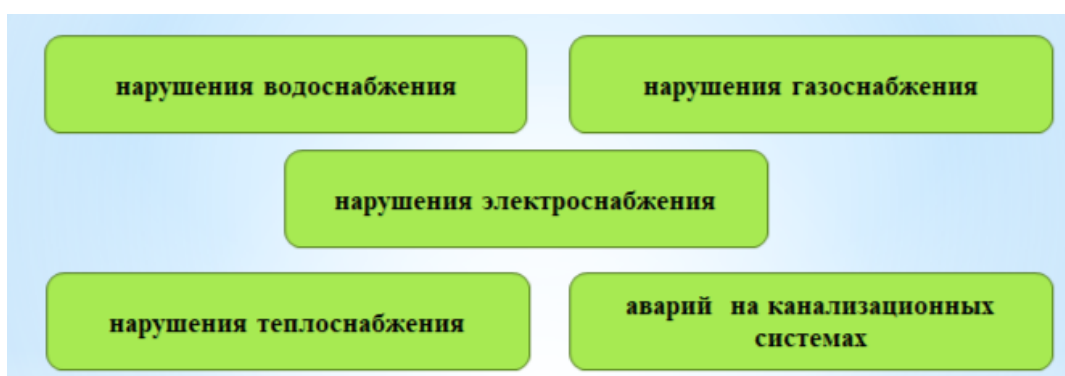


Рисунок 10.1. – Возможные ЧС на объектах коммунальной системы жизнеобеспечения

Нарушения водоснабжения. Наиболее часты аварии на разводящих сетях, насосных станциях, водонапорных башнях. Реже повреждаются водоочистные сооружения. Подача воды может прекратиться и при отключении электроэнергии. Подземные коммуникации водоснабжения могут разрушаться во время землетрясений, оползней, а также от коррозии. Пути повышения устойчивости работы системы водоснабжения: создание системы водоснабжения от двух и более внешних источников; создание внутренних резервных источников водоснабжения в виде артезианской скважины, бассейна, водонапорной башни, а также аварийных запасов воды.

Нарушения газоснабжения. Наибольшую опасность представляют разрушения и разрывы на газопроводах, в разводящих сетях промышленных предприятий и жилых домов. Аварии на компрессорных и газораспределительных станциях происходят реже. Основные причины разрывов газопроводов – деформация почвы различного происхождения, а также их ветхость. Нередки взрывы в жилых домах по причине утечки газа и грубых нарушений при его использовании.

Нарушения электроснабжения. При многих стихийных бедствиях: землетрясениях, наводнениях, оползнях, ураганах - происходит повреждение воздушных линий электропередач, реже трансформаторных и

распределительных станций. Отсутствие электроснабжения влечёт за собой серьёзные последствия: нарушается работа предприятий, электротранспорта, прекращается подача воды и тепла, затрудняется деятельность лечебных учреждений, нарушается весь ритм жизни.

Нарушения теплоснабжения. Основную проблему составляют аварии на теплотрассах, в котельных, на ТЭЦ. Система теплоснабжения не всегда способна противостоять сильным морозам, при этом может размораживаться.

Аварии на системе канализации чаще всего происходят на коллекторах, канализационных сетях. При их разрушении фекальные воды могут попасть в водопровод. Если авария возникает на станции перекачки – происходит переполнение резервуара сточной жидкостью, подъём её уровня и излив в окружающую среду. Рассмотрим каждый вид аварий на коммунальных системах жизнеобеспечения.

10.1. Классификация аварии на водопроводно-канализационных системах

Канализационная сеть - система трубопроводов, каналов или лотков и сооружений на них для сбора и отведения сточных вод [21].

Канализационная сеть предназначена для приема, отведения и очистки фекально-хозяйственных, атмосферных (ливневых) и производственных сточных вод и состоит из санитарных приборов, приемных трубопроводов внутри зданий, наружной или уличной сети и коллекторов, отводящих воды к очистным сооружениям.

Система водоснабжения – состоит из водозаборных и очистных сооружений, насосных станций, магистральных водопроводных линий и разводящих сетей, подающих воду непосредственно потребителям [21].

Водопроводные трубы (чугунные, стальные или пластиковые) как правило, заглублены в грунт на (1,7-2,5 м.). Для удобства их эксплуатации и обслуживания через каждые 50-100 м. устраиваются смотровые колодцы. В них находятся пожарные гидранты и задвижки для отключения внутренней домовой сети, установленные на ответвлениях от разводящей сети города.

Аварий на водопроводно-канализационных системах (ВКС) наступают в результате появления отказов оборудования, сооружений, сетей и их элементов 84 и требуют проведения аварийно-восстановительных работ для их приведения в работоспособное состояние.

В результате аварий, как правило, происходит:

- полное или частичное прекращение (снижение) подачи воды обслуживаемым абонентам;
- полное или частичное прекращение отведения сточных вод от обслуживаемого объекта;
- сброс неочищенных сточных вод при наличии очистных сооружений;
- залповый выброс осадков природных и сточных вод в водоем.



Рисунок 10.2. – Классификация аварий по видам ответственности

К авариям в работе по вине служебного персонала предприятия ВКС относятся:

- нарушения заданных технологических режимов работы сооружений, сетей, оборудования;
- неприятие мер по улучшению и разработке оптимальных технологических режимов;
- несвоевременная и некачественная разработка планов плановопредупредительных ремонтов и их выполнение;
- невыполнение противоаварийных мероприятий;
- несвоевременное принятие мер в ситуации предвидимых аварий;
- несвоевременное и некачественное устранение возникших аварий;
- ошибочные действия персонала по отключению и включению оборудования, сетей и сооружений.

К авариям в работе по вине поставщиков оборудования, строительно-монтажных организаций относятся случаи, по которым установлена вина поставщика или организаций (некондиционные материалы, прочие дефекты изготовления, монтажа и др.), зафиксированные соответствующими актами.

К авариям вследствие стихийных явлений относятся повреждения (нарушение) режима работы предприятий ВКС в целом или отдельных его элементов, которые возникают вследствие превышения регламентируемых действующими нормативами расчетных параметров, принятых при проектировании систем водоснабжения и канализации, а также не могут быть своевременно предотвращены персоналом предприятия ВКС.

К числу аварий и браку в работе по прочим причинам относятся повреждения (нарушения) оборудования, сооружений или сетей: - посторонними лицами; - произошедшие по вине абонентов; - обусловленные прекращением энергоснабжения.

10.2. Классификация аварии на системах электроснабжения

Согласно Закона Республики Казахстан «Об электроэнергетике» [22] **электроэнергетика** - сфера производства, передачи и потребления электрической и тепловой энергии.

Производство электрической энергии в Казахстане осуществляют 63 электрических станций различной формы собственности. Общая установленная

мощность электростанций Казахстана составляет 18 992,7 МВт, располагаемая мощность — 14 558,0 МВт.

Авариями в электроснабжении считаются:

1) Разрушение (повреждение) зданий, основного оборудования подстанций (силовые трансформаторы, оборудование распределительных устройств напряжением 10 (6) кВ и выше), восстановление работоспособности которых может быть произведено в срок более 7 суток после выхода из строя.

2) Повреждение питающей линии электропередачи от центра питания до распределительного пункта или прямой линии связи между распределительными пунктами напряжением 10 (6) кВ и выше, которая была восстановлена после выхода ее из строя:

- воздушная линия - за период более 3 суток;
- кабельная линия - за период более 10 суток.

3) Неисправности оборудования и линий электропередач, вызвавшие перерыв электроснабжения:

- одного и более потребителей первой категории, превышающей время действия устройств автоматического повторного включения электроснабжающей организации. При несоответствии схемы питания потребителей первой категории требованиям Правил устройства электроустановок аварией считается перерыв электроснабжения этих потребителей продолжительностью более 10 часов, если нарушение электроснабжения потребителей произошло по вине персонала предприятия электрических сетей;

- одного и более потребителей второй категории продолжительностью более 10 часов, если нарушение электроснабжения произошло по вине персонала предприятия электрических сетей;

- одного и более потребителей третьей категории продолжительностью более 24 часов, если нарушение электроснабжения произошло по вине персонала предприятия электрических сетей.

10.3. Классификация аварии на системах теплоснабжения

К коммунальным потребителям системы теплоснабжения относятся: жилые дома, школы, больницы и т.д. Тепло требуется для отопления, горячего водоснабжения, подогрева воздуха для вентиляции помещений.

Промышленные потребители помимо выше перечисленных целей количество тепла необходимо на технологические нужды: подогрев, сушку, пропитывание, варку и т.д.

При централизованном снабжении строятся крупные котельные или ТЭЦ, обеспечивающие теплом большое количество потребителей. Различают два вида централизованного теплоснабжения: теплофикацию и районное теплоснабжение.

Теплофикация – теплоснабжение от ТЭЦ, которое вырабатывает одновременно тепловую и электрическую энергию. При отсутствии ТЭЦ

сооружают централизованные котельные для обслуживания отдельных районов, такое теплоснабжение называют – районным [23].

Тепловые сети – совокупность насосных станций, тепловых пунктов, трубопроводов и арматуры, предназначенных для передачи тепловой энергии [23]. Тепловые сети по назначению и диаметру труб разделяют на магистральные диаметром от 400 мм и выше, и распределительные, по которым тепло от магистралей доставляется потребителям.

Авариями в коммунальных отопительных котельных считаются:

- Разрушения (повреждения) зданий, сооружений, паровых и водогрейных котлов, трубопроводов пара и горячей воды, взрывы и воспламенения газа в топках и газоходах котлов, вызвавшие их разрушение, а также разрушения газопроводов и газового оборудования, взрывы в топках котлов, работающих на твердом и жидком топливе, вызвавшие остановку их на ремонт.

- Повреждение котла (вывод его из эксплуатации во внеплановый ремонт), если объем работ по восстановлению составляет не менее объема капитального ремонта.

- Повреждение насосов, подогревателей, вызвавшее вынужденный останов котла (котлов), приведший к снижению общего отпуска тепла более чем на 50 процентов продолжительностью свыше 16 часов.

Авариями в тепловых сетях считаются [23]:

- Разрушение (повреждение) зданий, сооружений, трубопроводов тепловой сети в период отопительного сезона при отрицательной среднесуточной температуре наружного воздуха, восстановление работоспособности которых продолжается более 36 часов.

- Повреждение трубопроводов тепловой сети, оборудования насосных станций, тепловых пунктов, вызвавшее перерыв теплоснабжения потребителей I категории (по отоплению) на срок более 8 часов, прекращение теплоснабжения или общее снижение более чем на 50 процентов отпуска тепловой энергии потребителям продолжительностью выше 16 часов.

10.4. Классификация аварии на системах газоснабжения

Газораспределительная система - имущественный производственный комплекс, состоящий из технологически, организационно и экономически взаимосвязанных объектов, предназначенных для транспортировки и подачи газа непосредственно его потребителям [10].

Современные распределительные системы газоснабжения представляют собой сложный комплекс сооружений, состоящий из следующих основных элементов: газовых кольцевых, тупиковых и смешанных сетей низкого, среднего и высокого давления, проложенных на территории города или другого населенного пункта внутри кварталов и внутри зданий; на магистралях - газораспределительных станций (ГРС), газорегуляторных пунктов и установок (ГРП и ГРУ), систем связи, автоматики и телемеханики. Весь комплекс сооружений должен обеспечивать бесперебойную подачу газа потребителям. В

системе должно быть предусмотрено отключение отдельных ее элементов и участков газопроводов для производства ремонтных и аварийных работ, она должна обеспечивать бесперебойную подачу газа потребителям, быть простой, безопасной, надежной и удобной в эксплуатации.



Рисунок 10.3. – Основные причины аварии на газопроводах

Повреждение газовых сетей и сооружений, наблюдаемые при повседневной эксплуатации, приводящие к образованию отдельных мест утечки газа, возникают по разным причинам:

- вследствие коррозии трубопроводов;
- нарушения плотности соединений в арматуре;
- в резьбе и фланцах трубопроводов;
- переломов труб;
- появления трещин.

Особое место занимают аварии на магистральных газопроводах, так как подобные аварии может лишить топлива значительного числа потребителей, также такие аварии сопровождаются пожаром и на ее ликвидацию и восстановление газоснабжения требуется определенное время.

Практика эксплуатации газовых сетей и сооружений показывает, что при повреждении отдельных элементов системы вытекающий газ может легко воспламениться, после чего начинается его интенсивное горение. То же самое происходит и при повреждении газгольдеров. Газ загорается, но взрывов при этом не бывает. Объясняется это тем, что взрывоопасен не сам газ, а его смесь с воздухом, так называемая газоздушная смесь, и при том в строго определенной пропорции. Так, пропан взрывается при содержании газа в воздухе 2,3–9,5%, бутан – при 1,8–8,5%, метан – при 5,4–14,9%. Если в воздухе содержится газа меньше нижнего предела, то смесь не способна ни взрываться, ни гореть.

Подземные газовые магистрали более устойчивы, серьезные повреждения они могут получить в зоне, где избыточное давление превышает 200 кПа, при этом существенное значение имеют глубина заложения и характер размещения трубопроводов.

Наземные газопроводы, часто прокладываемые по территории промышленных предприятий, в том числе по стенам зданий, менее устойчивы и могут повреждаться при значительно меньшем давлении (от 10 кПа и выше).

В обычных условиях, как показывает практика, наиболее распространенными повреждениями на газопроводах являются разрывы стыков стальных труб, переломы чугунных труб, неисправность арматуры, повреждения оголовков конденсатосборников, гидрозатворов, контрольных трубок, не плотности в резьбовых, фланцевых и сальниковых соединениях и др.

Наибольшую опасность в очаге поражения следует ожидать от нарушения и разрывов сетей в разрушенных жилых домах и газифицированных зданиях промышленных предприятий. Это неизбежно приведет к массовым загораниям.

10.5. Причины аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения

Возникновение чрезвычайных ситуаций, обусловленных авариями на коммунальных системах жизнеобеспечения, связаны со значительным физическим износом и превышением гарантийного срока эксплуатации оборудования, коммуникаций, систем контроля и управления, как промышленных предприятий, так и инфраструктуры. Темпы разрушения систем жизнеобеспечения населения: теплоснабжения, энергоснабжения, водоснабжения и канализации превышают темпы восстановления, ремонта и обновления оборудования. Основные источники опасности, определяющие образование негативных последствий для населения, связаны с нарушением магистральных сетей. При этом следует учитывать тенденцию увеличения числа аварий на коммунальных системах жизнеобеспечения, приводящих к нарушению условий жизнедеятельности людей на период от нескольких часов до нескольких суток.

Основной причиной таких аварий является износ этих коммуникаций.

Комплекс причинно-следственных факторов связан с прокладкой коммуникаций в грунте. В связи с этим условия их работы весьма неблагоприятны, они подвергаются: неравномерному давлению грунта; прогибу от собственной массы при просадочных грунтах; гидравлическим ударам; температурным напряжениям; внешней коррозии; наведенному электрическому полю; засорению различными отложениями и биологическими зарастаниями, сужающими проходное сечение труб.

Наиболее часты аварии на разводящих сетях, насосных станциях и регулирующих узлах. Подземные трубы разрушаются большей частью от коррозии и влажности. Почвенная коррозия зависит от характера грунта и в частности от его плотности. Плотные породы уменьшают воздухопроницаемость почвы и увеличивают ее агрессивность.

Чаще всего аварии происходят на коллекторах канализационных сетей и очистных сооружениях из-за их ветхости и засорения труб. Из всего объема сточных вод, проходящих очистку, до нормативных требований доводится 64,0 %, остальные 36,0 % неочищенных стоков сбрасываются непосредственно на поля фильтрации, как в городе Тараз, в накопители – в городах Кокшетау, Уральск, Петропавловск и Костанай.

Многие действующие очистные сооружения уже выработали свои эксплуатационные ресурсы и требуют ремонта, другие - работают с перегрузкой, что приводит к несоответствию технологии очистки сточных вод проектным данным.

Частые аварии на водоразводящих сетях приводят не только к нарушению жизнедеятельности, но и к загрязнению водопроводной воды.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие системы относятся к системам жизнеобеспечения?
2. Какие причины аварий на водоснабжении?
3. Какие последствия вызывают аварии на теплоснабжении?
4. В чем опасность аварий на газоснабжении?
5. Какие поражающие факторы сопровождают аварии электроснабжения?
6. Какие меры по повышению устойчивости применяются?
7. Как организуется восстановление функционирования систем?
8. Какие социальные последствия могут возникнуть?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии «Опасные факторы чрезвычайных ситуаций» всесторонне рассмотрены теоретические и прикладные аспекты формирования, развития и проявления опасных факторов чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Проведенный анализ показывает, что чрезвычайные ситуации представляют собой сложные многофакторные процессы, характеризующиеся стадийностью развития, наличием первичных и вторичных поражающих факторов и способностью к цепному распространению разрушительных последствий. Их возникновение обусловлено совокупностью природных, техногенных и социальных причин, среди которых существенную роль играет человеческий фактор.

Систематизация чрезвычайных ситуаций по сфере возникновения, ведомственной принадлежности и масштабу последствий позволяет обеспечить единый подход к их государственному учету, прогнозированию и управлению рисками. Представленные в пособии методические положения по оценке обстановки, расчету зон поражения, прогнозированию последствий аварий и катастроф формируют практическую основу для деятельности специалистов гражданской защиты.

Особую значимость имеет рассмотрение природных опасностей, характерных для территории Республики Казахстан (оползни, сели, землетрясения, паводки, природные пожары), а также техногенных угроз, связанных с эксплуатацией радиационно-, химически- и промышленно-опасных объектов и систем жизнеобеспечения. Это обеспечивает прикладную направленность пособия и его соответствие актуальным задачам национальной безопасности.

Освоение материала пособия способствует:

формированию у обучающихся системного мышления в области анализа опасных факторов;

развитию навыков оценки рисков и масштабов возможных последствий;

подготовке к принятию обоснованных управленческих решений в условиях чрезвычайных ситуаций;

повышению уровня профессиональной ответственности и культуры безопасности.

Таким образом, учебное пособие представляет собой целостный учебно-методический труд, направленный на подготовку квалифицированных специалистов в сфере гражданской защиты, способных эффективно действовать в условиях воздействия опасных факторов чрезвычайных ситуаций и обеспечивать защиту населения, объектов экономики и окружающей среды.

Перечень использованной литературы

1. Закон Республики Казахстан от 11 апреля 2014 года № 188-V ЗРК «О гражданской защите».
2. Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан от 3 марта 2015 года № 175 «Об утверждении Правил осуществления государственного учета чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
3. Приказ и.о. Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 10 мая 2023 года № 240 «Об установлении классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
4. Безопасность жизнедеятельности. Краткий конспект лекций: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Сост. И.А. Леонтьева. – Елабуга: Изд-во Елабуж. ин-та КФУ. – 180 с.
5. Опасные природные процессы: Методическое пособие. – Кокшетау: Кокшетауский технический институт Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан, 2014. – 108 с.
6. Защита в чрезвычайных ситуациях / Издание 2-е, переработанное. МЧС России. — М.: АГЗ МЧС России, 2018. — 418 с.
7. ГОСТ Р 22.0.03-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные ЧС. Термины и определения.
8. ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения.
9. ГОСТ Р 22.0.03-97. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
10. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Основные понятия и определения. Учебное пособие / С.Д. Шарипханов, К.Ж. Раимбеков, А.Б. Кусаинов – Кокшетау: Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан, 2015. – 102 с.
11. Закон Республики Казахстан от 17 апреля 2014 года № 194-V ЗРК «О дорожном движении».
12. Интернет ресурс Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [https://stat.gov.kz/upload/iblock/163/9gzzoe811885an3p9yimf4n9jo4z7c4h/T-09-03-M%20\(12_2025\)%20рус.xlsx](https://stat.gov.kz/upload/iblock/163/9gzzoe811885an3p9yimf4n9jo4z7c4h/T-09-03-M%20(12_2025)%20рус.xlsx) (дата обращения 10.02.2026 г.).
13. Интернет ресурс Министерство внутренних дел Республики Казахстан <https://www.gov.kz/memleket/entities/qriim/press/news/details/998486?lang=ru> (дата обращения 10.02.2026 г.).
14. Закон Республики Казахстан от 15 июля 2010 года № 339-IV «Об использовании воздушного пространства Республики Казахстан и деятельности авиации».
15. Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 27 июля 2017 года № 505 «Об утверждении Правил представления данных и расследования авиационных происшествий и инцидентов в гражданской и экспериментальной авиации».

16. Закон Республики Казахстан от 12 января 2016 года № 442-V ЗРК «Об использовании атомной энергии».
17. Закон Республики Казахстан от 21 июля 2007 года № 302 «О безопасности химической продукции».
18. Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Учебное пособие. Ч. 1. М.: МИСиС, 1998. - 133 с.
19. Интернет ресурс КазТАГ <https://new.kaztag.kz/ru/news/tyazhest-proizvodstvennykh-avariy-nachala-rasti-v-poslednie-gody-v-kazakhstane> (дата обращения 16.02.2026 г.).
20. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Издательство «МЭИ», 2001 г. – 201 с.
21. Баринов А. В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них: Учеб. пособие. – М.: Издательство ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. – 496с.
22. Закон Республики Казахстан от 9 июля 2004 года № 588 «Об электроэнергетике».
23. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Издательство «МЭИ», 2001 г. – 201 с.

ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Учебное пособие

Подписано в печать 06.04.2026 г.
Формат 60х84/16 Объем 9,4 п.л.
Тираж 30 экз. Заказ № 114.

Отпечатано в типографии Академии гражданской защиты
имени М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан
(020000, Республика Казахстан, Акмолинская область,
г. Кокшетау, ул. Акана-серэ, 136)