

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени С. М. Кирова»

Кафедра безопасности жизнедеятельности

О. Н. Русак, доктор технических наук, профессор

ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК

ТЕХНОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ И РИСКИ

Учебное пособие
для бакалавров направления подготовки 05.03.06
«Экология и природопользование»

Санкт-Петербург
2016

Рассмотрено и рекомендовано к изданию
Институтом химической переработки биомассы дерева
и техносферной безопасности
Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета
25 февраля 2016 г.

Рецензенты:

**кафедра безопасности жизнедеятельности Санкт-Петербургского
политехнического университета Петра Великого**
(зав. кафедрой кандидат технических наук, доцент **С. В. Ефремов**),
кандидат технических наук, доцент **В. В. Милохов**
(Санкт-Петербургский государственный университет)

УДК 658.382.3

Русак, О. Н.

Техногенные опасности и риски: учебное пособие для бакалавров направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» / О. Н. Русак. – СПб.: СПбГЛТУ, 2016. – 36 с.

ISBN 978-5-9239-0848-0

Представлено кафедрой безопасности жизнедеятельности.

В учебном пособии изложены теоретические положения, термины и определения, применяемые в анализе и синтезе систем безопасности, рассмотрены антропоцентрические и экоцентрические опасности технических объектов, приведены примеры оценки опасностей при помощи риска, предложены контрольные вопросы и темы лабораторных работ.

Табл. 4. Ил. 5. Библиогр. 6 назв.

Список аббревиатур

АХОВ – аварийно химически опасные вещества.

АЭС – атомная электростанция.

БПК – биохимическое потребление кислорода.

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения.

ЗВ – загрязняющее вещество.

ДТП – дорожно-транспортное происшествие.

ИЗА – индекс загрязнения атмосферы.

ИЗВ – индекс загрязнения воздуха.

МАГАТЭ – Международное агентство по атомной энергии.

МОТ – Международная организация труда.

ОВОС – оценка воздействия на окружающую среду.

ОС – окружающая среда.

ПДВ – предельно допустимый выброс.

ПДД – предельно допустимая доза.

ПДК – предельно допустимая концентрация.

ПДС – предельно допустимый сброс.

ПДУ – предельно допустимый уровень.

ПДЭН – предельно допустимая экологическая нагрузка.

СЗЗ – санитарно-защитная зона.

ХПК – химическое потребление кислорода.

ФЗ – Федеральный закон.

ЧС – чрезвычайная ситуация.

ВВЕДЕНИЕ

Современный период геологической истории Земли, насчитывающий от 1 до 3,5 млн лет и связанный с появлением человека, называется антропогеном (от греч. *anthropos* – человек + *genos* – рожденный).

Человек как вид появился на Земле сравнительно недавно (около 200 тыс. лет).

Современная классификация человека выглядит так: вид – человек разумный (*Homo Sapiens*); род – люди (*Homo*); семейство – гоминиды; отряд – приматы; класс – млекопитающие; тип – хордовые.

Человек – это биологический организм и социальное явление одновременно.

В человеке следует различать три составляющие: биологическую, социальную и духовно-нравственную, или культурную.

Человек обладает разумом и совестью (сознанием).

Разум – это способность понимания и осмысления.

Сознание – это основной аспект духовной жизни, совесть – способность различать добро и зло. Благодаря этим качествам человек за короткий срок заселил всю ойкумену.

Появление *Homo Sapiens* ознаменовало новый период в развитии жизни на Земле.

Дело в том, что человеку присуще качество, коренным образом отличающее его от всех других существ.

Это качество называется деятельностью.

Л. Н. Гумилёв (1912–1992) объяснял непреодолимое стремление человека к деятельности пассионарностью (лат. *passio* – страсть).

Человек не может не действовать. Но деятельность человека небескорыстна. Она направлена на удовлетворение потребностей самого человека и нередко во вред природе и человеку. У человека есть только один источник, из которого он может брать все, что необходимо для жизни, – это биосфера. Если человек вредит биосфере, то тем самым он наносит ущерб своему здоровью (рис. 1).

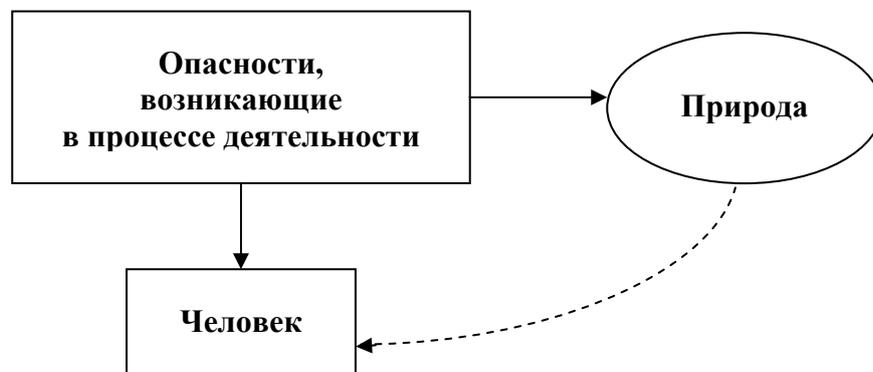


Рис. 1. Круговорот опасностей в природе

Одним из направлений деятельности человечества является техногенез (греч. *techne* – искусство, мастерство и *genesis* – происхождение), то есть целенаправленный процесс создания технических систем.

В результате техногенеза возникла техносфера.

В техносфере следует различать технические элементы, созданные человеком, и часть биосферы, преобразованной людьми с помощью этих технических средств в социально-экономических интересах общества.

В процессе техногенеза и создания техносферы человек по причине незнания не мог учитывать объективных экологических законов, по которым живет и развивается биосфера.

Американский эколог Барри Коммонер (1917–2012) сформулировал в образной форме законы экологии, по которым живет биосфера.

Первый закон: Все связано со всем.

Второй закон: Все должно куда-то деваться.

Третий закон: Природа знает лучше.

Четвертый закон: Ничто не дается даром.

В результате необдуманной деятельности *Homo Sapiens* на Земле возникла потребительская цивилизация, имеющая тупиковый характер. Дальнейшее развитие человечества по пути роста материального потребления ведет к экологической катастрофе. Разумный человек переусердствовал в своем желании взять у природы больше необходимого.

Цивилизованное человечество не видит грани между необходимым и чрезмерным.

На Земле увеличивается количество факторов, которые представляют опасность для природы и человека. Первые называются эоцентрическими, вторые – антропоцентрическими. В конечном итоге и те, и другие направлены против человека.

Человек в системе безопасности выступает в трех ипостасях, а именно: является объектом и субъектом защиты и источником опасностей.

Homo Sapiens является противоречивой фигурой на Земле. Проявляя заботу о безопасности человечества и биосферы, он в то же время своими действиями наносит им вред.

О всеобщей связи явлений в природе свидетельствуют, например, такие болезни, возникшие в результате круговорота вредных веществ, как итай-итай (отравление кадмием), минамата (ртуть, метилртуть), ЮШО (полихлорированные бифенилы), или болезнь рисового масла.

Ядовитые вещества сначала попадают в природные системы, а потом по трофическим цепям поступают в организм человека, вызывая заболевания.

О роли человека и проблемах экологии писали такие выдающиеся ученые:

Леонардо да Винчи (1452–1519),
Жан Батист Ламарк (1744–1829),
Томас Мальтус (1766–1834),
Ф. М. Достоевский (1821–1881),
Бертран Рассел (1872–1970),
П. Дювиньо (1901–1978),
К. Я. Кондратьев (1920–2006),
Кристиан де Дюв (1918–2013).

Контрольные вопросы и задания

1. Какая деятельность человечества наносит невосполнимый ущерб природе?
2. Чем можно объяснить противоречивые действия людей – знают, что вредят биосфере, но не прекращают это делать?
3. Какие контрмеры необходимы для приведения деятельности в соответствие с законами природы?
4. Приведите примеры экологического ущерба, наносимого промышленностью в нашей стране.
5. Не носит ли деятельность антагонистический характер по отношению к природе?
6. Какова роль науки в решении экологических проблем?
7. Какие мнения о роли человека высказывали великие мыслители прошлых эпох?
8. Какие практические выводы можно сделать из законов, сформулированных профессором Коммонером?
9. В чем заключается противоречивость человека как биосоциального существа?
10. Какие возможны способы улучшения характеристик Homo Sapiens как вида?
11. Какие опасности называются антропоцентрическими? Экоцентрическими? Приведите примеры.
12. Что такое безопасность деятельности?
13. Что представляют собой болезни итай-итай, минамата, ЮШО?
14. Объясните три ипостаси человека и его роль в круговороте опасностей.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Теория (греч. *theoria* – рассмотрение, исследование) – совокупность положений какой-либо области знаний.

Деятельность осуществляется в системе «человек – окружающая среда». В этой системе возникают различные воздействия, процессы, явления, оказывающие влияние на человека и природу. Будем называть их факторами.

Фактор (лат. *factor* – делающий, производящий) – это любое далее неделимое воздействие, которое может вызвать какие-либо изменения в человеке или окружающей среде. Если эти изменения приносят ущерб системе «организм – среда», то такие факторы называются опасностями. Для организма ущерб выражается в нарушении здоровья, для природы – в ухудшении качества среды обитания человека. Каждая опасность – это фактор, но не каждый фактор является опасностью.

Опасность имеет потенциальный (лат. *potentialis* – возможный) и латентный (лат. *latens* – скрытый) характер. Этим определяется сложность их своевременной идентификации (лат. *identificare* – обнаружение).

Источниками опасностей являются природные явления, предметы окружающей среды и люди.

Многовековая практика позволяет сформулировать аксиоматические положения о том, что любая деятельность потенциально опасна. Аксиома (лат. *axioma* – суждение, принимаемое без доказательств как исходное положение научной теории) была введена в теорию безопасности автором в 1982 году. Позже в ФЗ «Об охране окружающей среды» это положение было названо презумпцией экологической опасности. Аксиома и презумпция в теории безопасности выполняют эвристическую (греч. *heurisko* – нахожу) функцию в процессе идентификации и анализа опасностей.

Реализация опасностей, превращение их из потенциальных в реальные, происходит в результате особых факторов, которые называются причинами. В соответствии с принципами многопричинности реализация потенциальных опасностей происходит в результате системного взаимодействия многих факторов – причин, образующих каузальные (лат. *causalis* – обусловленный причинами) сети, которые изучаются этиологией (греч. *aitia* – причина + логия).

Выявление (идентификация) причин – центральная проблема науки о безопасности.

Существует множество методов и приемов установления причин реализации опасностей, в частности «дерево опасностей и причин – ДОП».

В результате взаимодействия причин и опасностей возникает новое явление, процесс или качество, которое называется «опасное событие», приносящее вред (ущерб) человеку и (или) природе. Таким образом, опас-

ное событие как система содержит следующие элементы: опасность, причины, человек, природа (рис. 2).

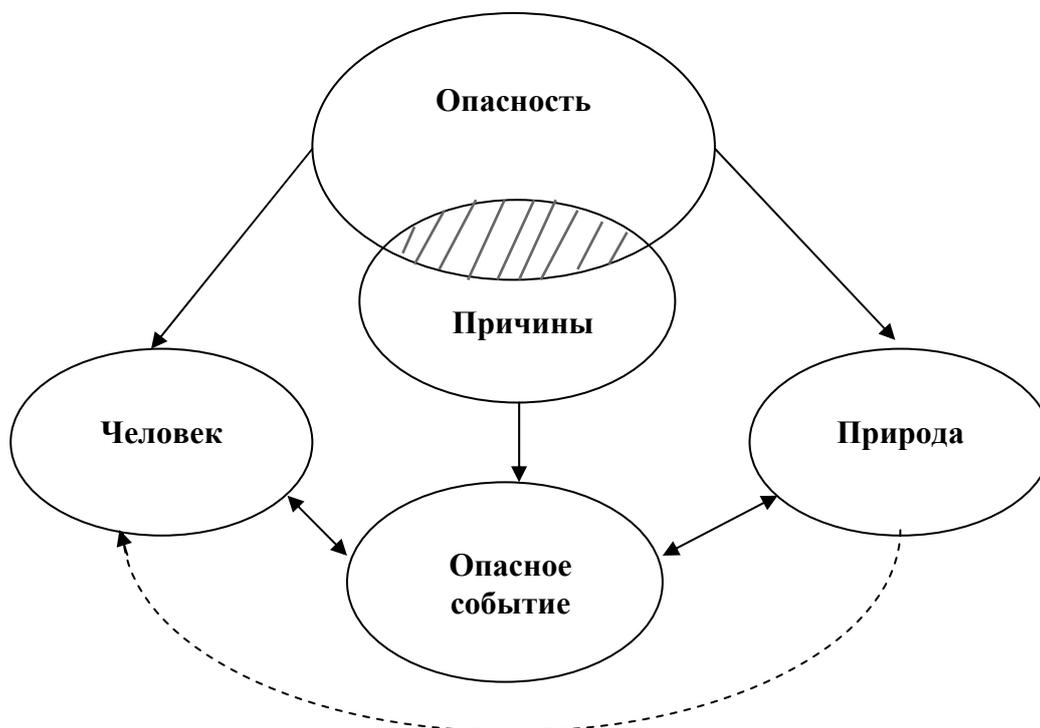


Рис. 2 Схема опасного события

Опасность и причина – это факторы, знание которых необходимо для профилактики и защиты от опасностей. Опасность действует на человека или природу непосредственно, а причины – опосредованно. После выявления опасностей, причин и опасных событий приступают к разработке профилактических и защитных мероприятий.

Теоретически используется следующая логическая последовательность действий:

1. Определяются принципы обеспечения защиты от идентифицированных опасностей, причин и опасных событий (см. четыре группы принципов: ориентирующие, организационные, технические, управленческие).

2. Определяются методы обеспечения безопасности (А, Б, В, Г).

3. Подбираются коллективные (СКЗ) и индивидуальные (СИЗ) средства защиты.

4. Результатом системной работы является безопасность, под которой понимается ненанесение вреда человеку и природе в течение заданного времени.

5. Заключительным действием является оценка социальной, экологической и экономической эффективности действий по обеспечению безопасности.

Таким образом, система безопасности синтезируется на основе следующих элементов: принципы, методы, средства профилактики и защиты.

В дальнейшем будут более подробно рассмотрены основные понятия и определения, знание которых необходимо для практической реализации рассмотренных теоретических положений.

Контрольные вопросы и задания

1. Чем отличается опасность от фактора?
2. В чем заключается методическая функция аксиомы (презумпции) о потенциальной опасности деятельности?
3. Что такое аксиома и презумпция?
4. Почему опасности многопричинны?
5. В чем заключается метод ДОП?
6. Что такое «опасное событие»? Приведите примеры.
7. Что представляют собой принципы обеспечения безопасности? Приведите примеры.
8. Охарактеризуйте методы защиты от опасностей.
9. В чем различие СКЗ и СИЗ?
10. Элементы опасного события как системы.
11. Элементы системы безопасности.
12. Дайте определение понятия безопасность.
13. Объясните, что понимается под социальной, экологической и экономической эффективностью безопасности.
14. Постройте ДОП для какого-либо опасного события.

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Древнегреческий философ Демокрит (около 470 лет до н.э.), Р. Дакарт (1596–1650), А. С. Пушкин (1799–1837) рекомендовали людям договариваться об определениях, чтобы было меньше споров.

Последуем их совету и мы.

Рассмотрим основные понятия и определения, раскрывающие и дополняющие теорию безопасности, приведенную в разд. 1, введя дополнительные разъяснения и уточнения.

Факторы

Факторы – это элементарные далее неделимые воздействия на человека и природу.

Факторы, влияющие на окружающую среду, называются экоцентрическими, влияющие на человека – антропоцентрическими.

Некоторые факторы могут одновременно влиять как на человека, так и на окружающую среду.

Опасности и опасные события

Опасности и опасные события делятся на две основные группы: природные и техногенные.

Иногда выделяют природно-техногенную группу.

Природные опасности вызываются силами природы, техногенные – техническими системами, созданными человеком.

Классификация опасностей приведена в табл. 1.

Таблица 1

Классификация опасностей

Признак классификации	Классы опасностей
1. Генезис	Естественные. Искусственные
2. Природа объекта, порождающая опасность	Антропогенные. Биогенные. Природные. Социогенные. Техногенные. Экологические
3. Форма действия	Биологические. Механические. Психофизиологические. Физические. Химические
4. Время реализации	Импульсивные. Кумулятивные
5. Реализуемая энергия	Активные. Пассивные
6. Носитель опасности	Вещество. Информация. Энергия

Признак классификации	Классы опасностей
7. Ареалы	Космос. Биосфера. Техносфера. Социосфера. Геосфера. Антропосфера. Инфосфера. Пищевые продукты. Лекарственные средства. Наркотические и психотропные вещества
8. Структура опасности	Простые. Сложные (сочетанные)
9. Метрологический	Параметрические. Стохастические
10. Характер происхождения	Непреднамеренные. Преднамеренные
11. Источник воздействия	Внешние (экзогенные). Внутренние (эндогенные)
12. Объект направленности	Антропоцентрические. Экоцентрические

Параметрические опасности измеряются приборами, имеют размерности.

Стохастические опасности квантифицируют (оценивают), используя специальные шкалы (Рихтера, Бофорта, МАГАТЭ), матрицы рисков и др.

Свойства опасностей

- опасности потенциальны и латентны (скрытны);
- реализация опасностей носит вероятностный, случайный характер;
- опасности тотальны, т. е. могут быть в любой точке пространства;
- опасности переменны (англ. variable – непостоянны), т. е. могут иметь разные величины и характеристики;
- опасности перманентны (лат. permanens – постоянный);
- опасности многопричинны и каузальны (лат. causalis – причинны), т. е. каждая причина имеет свою причину, так образуется цепочка причин, связанных между собой.

Следует еще раз подчеркнуть, что любое опасное событие является результатом взаимодействия нескольких причин.

Если установлена только одна причина – это заведомо ошибочный результат.

Номенклатура опасностей

Номенклатура – (лат. nomenclature – перечень) – совокупность или список названий, терминов, употребляемых в какой-либо области знаний, техники, экономики и систематизированных по определенному признаку. Например, может быть составлена номенклатура потенциальных опасностей для определенной профессии или вида работ.

Целесообразно иметь номенклатуру опасностей, причин и опасных событий для различных отраслей экономики, работ, профессий.

Имеются международные информационные листки опасностей по профессиям (см. Интернет).

Квантификация опасностей

Квантификация (от лат. quantum – сколько) – количественное выражение качественных признаков. Например, оценка в баллах по шкале Бофорта силы ветра или силы землетрясения по шкале Рихтера. Распространенной оценкой стохастических опасностей является риск.

Методы анализа

Анализ безопасности может осуществляться априорно или апостериорно, т. е. до или после нежелательного события. В обоих случаях используемый метод может быть прямым и обратным.

Априорный анализ

Исследователь выбирает такие нежелательные события, которые являются потенциально возможными для данной системы, и пытается составить набор различных ситуаций, которые могут привести к их появлению.

Апостериорный анализ

Выполняется после того, как нежелательные события уже произошли. Цель такого анализа – разработка рекомендаций на будущее.

Априорный и апостериорный анализы дополняют друг друга.

Прямой метод анализа состоит в изучении причин, чтобы предвидеть последствия.

При обратном методе анализируются последствия, чтобы определить причины, т. е. анализ начинается с венчающего события.

Конечная цель всегда одна – предотвращение нежелательных событий.

Имея вероятность и частоту возникновения первичных событий, можно, двигаясь снизу вверх определить вероятность венчающего события.

Основной проблемой при анализе безопасности является установление параметров или границ системы. Если система будет чрезмерно огра-

ничена, то появляется возможность получения разрозненных несистематизированных предупредительных мер, т.е. некоторые опасные ситуации могут остаться без внимания. С другой стороны, если рассматриваемая система слишком обширна, то результаты анализа могут оказаться крайне неопределенными.

Перед исследователем стоит вопрос также о том, до какого уровня следует вести анализ. Ответ на этот вопрос зависит от конкретных целей анализа.

Причины

Как уже отмечалось, к причинам относятся факторы, создающие условия для реализации опасностей. Опасных событий без причин не бывает.

Выявление причин – важнейший элемент анализа опасных событий. Эффективным приемом идентификации причин является упоминавшийся метод, именуемый «дерево опасностей и причин» (ДОП). Так называют графическое изображение иерархической структуры, напоминающей ветвящееся дерево.

Причины имеют разную природу и происхождение. Они могут возникать в окружающей среде или в результате действий человека.

К каждой предлагаемой или установленной причине в процессе расследования опасности события следует ставить вопрос как? или почему? до тех пор пока не будут идентифицированы все обстоятельства.

Причины обычно делятся на следующие группы:

организационные,
технические,
технологические,
психофизические,
метеорологические (природные),
социальные,
экономические.

Отнесение причин к той или иной группе должно производиться в соответствии с четкими критериями (определениями).

Риски

В научную литературу по безопасности понятие «риск» вошло недавно. О происхождении этого слова существуют разные предположения. Существует много определений понятия «риск».

В вопросах безопасности риск является мерой опасности. Отождествление опасности и риска недопустимо.

Риск – это оценка опасности, сочетающая частоту проявления опасности и наносимый ею ущерб людям и (или) окружающей среде (рис. 3).

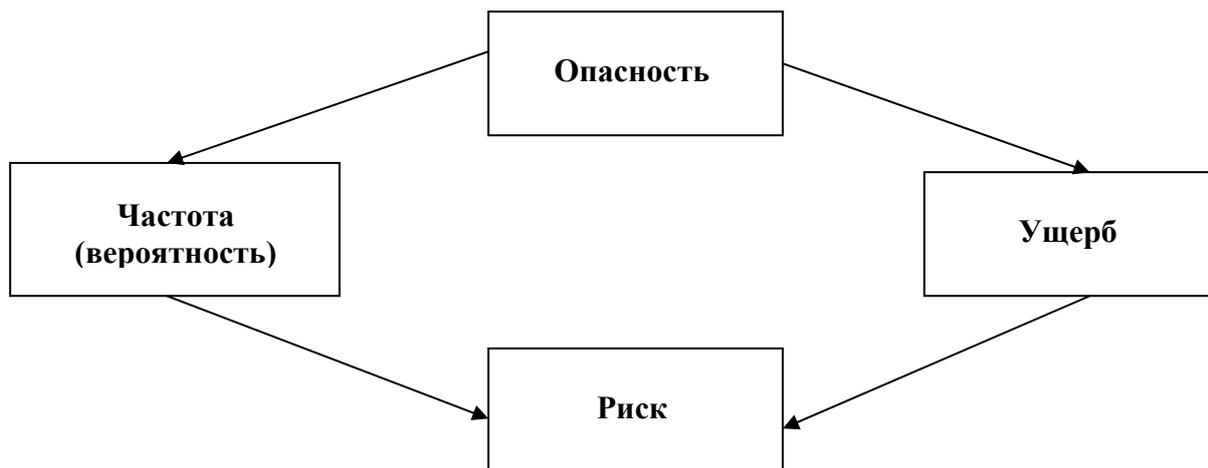


Рис. 3. Опасность и риск

Употребляя слово риск, следует указывать, о каком ущербе идет речь (риск чего?).

Риски потенциальных опасностей и опасных событий определяются численно на основе статистических данных. Когда нет данных, риски могут определяться вербально, словами (незначительные, существенные, большие и т. д.) с указанием соответствующих критериев.

Существуют способы определения рисков на основе разработки прямоугольных матриц (таблиц) и соответствующих критериев.

Вербальные (лат. *verbalis* – устный, словесный) оценки носят субъективный неопределенный характер, но представляют ценность как инструментальный анализа.

Информация о прошлом является детерминистической, т. е. определенной, ее можно использовать для оценок будущих событий.

Расчетных методов достоверного определения рисков предстоящих опасных событий не существует.

Различают следующие виды рисков: общий, профессиональный, индивидуальный и групповой (социальный).

Риски рассчитываются за определенный период времени (обычно за 1 год).

Общий риск R определяется как отношение количества опасных событий (n) к их максимально возможному числу (N) за определенный период:

$$R=n/N.$$

Пример

Определить общий риск гибели в ДТП в течение года жителя страны, если известно, что в год произошло $n=27000$ летальных случаев, а население составляет $N=145$ млн человек:

$$R = \frac{27 \cdot 10^3}{14,5 \cdot 10^7} \approx 1,9 \cdot 10^{-4}.$$

Групповой риск показывает зависимость количества жертв или пострадавших (N) от частоты опасностей (F), (FN -диаграмма)

Профессиональные и индивидуальные риски рассчитываются для отдельных профессий и отдельных лиц, находящихся в специфических условиях.

Приведем примеры рисков.

1. Если известна частота P события и значение ущерба S , то экономический риск R_3 составит

$$R_3 = P \cdot S.$$

2. Социальный риск R_c повреждения здоровья можно определять по приближенной формуле (не учитывающей время и величину фактора):

$$R_c = N_n / N_o,$$

где N_n – численность персонала, работающего в условиях, не соответствующих нормативным требованиям; N_o – общая численность работающих на объекте (цех, участок, предприятие)

3. Если человек одновременно подвергается нескольким рискам R , то общий риск R_o будет равен их сумме:

$$R_o = \sum_{n=1}^n R.$$

Существуют профессиональные риски для отраслей (32 класса), а также медицинские риски: подозреваемый, предполагаемый, доказанный (Р2.2.1766-03).

Принято устанавливать приемлемые или допустимые риски. Расчетных методов для этого не существует, используются субъективные подходы.

Приемлемые риски существенно ниже фактических. Следовательно, они выполняют роль целевых установок.

Приемлемые уровни относятся к индивидуальным рискам. В некоторых странах величина риска 10^{-6} законодательно принята в качестве приемлемого индивидуального риска.

Концепция приемлемого риска основана на принципе ALARA (As Low As Reasonable Achievable), т. е. настолько низко, насколько это допустимо в разумных пределах.

Классификация условий труда

В соответствии с Руководством Р 2.2.2006-05 различают следующие классы условий труда:

1-й класс – оптимальные условия труда;

2-й класс – допустимые условия труда;

3-й класс – вредные условия труда или степени превышения гигиенических норм делятся на четыре степени: 3.1; 3.2; 3.3; 3.4.

4-й класс – опасные (экстремальные) условия труда.

Травматизм и профессиональные заболевания

В различных условиях деятельности ежегодно погибает более 100 тысяч человек и больше одного миллиона человек получают травмы различной тяжести.

Для оценки производственного травматизма применяются показатели частоты $\Pi_{\text{ч}}$, тяжести $\Pi_{\text{т}}$ и нетрудоспособности $\Pi_{\text{н}}$, которые рассчитываются по следующим формулам:

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{A}{B} \cdot 10^3; \quad \Pi_{\text{т}} = \frac{\sum D}{A}; \quad \Pi_{\text{н}} = \Pi_{\text{ч}} \cdot \Pi_{\text{т}} = \frac{\sum D}{B} \cdot 10^3,$$

где A – число несчастных случаев; B – численность работающих; D – дни нетрудоспособности.

Косвенный показатель КНС достоверности учета несчастных случаев определяется делением общего числа несчастных A случаев на количество смертельных несчастных случаев L .

При объективном учете это отношение $\text{КНС} = \frac{A}{L}$ должно быть больше 500.

В нашей стране этот показатель значительно меньше (КНС по годам): 1975 – 59; 1990 – 50; 1995 – 39; 2000 – 34; 2005 – 22; 2010 – 14; 2015 – 10.

Приведенные цифры свидетельствуют о том, что значительное число несчастных случаев по каким-то причинам не учитывается (скрываются).

Следовательно, проводить эффективную профилактику травматизма невозможно.

Еще серьезнее обстоит дело с профессиональными заболеваниями. Выявленное число таких заболеваний в десятки раз меньше реального количества.

Стадии жизненного цикла

К стадиям жизненного цикла относятся: научный замысел, НИР, ОКР, разные этапы проектирования, реализация проекта, производство, эксплуатация, модернизация, реконструкция, консервация, ликвидация, захоронение.

Вопросы безопасности должны учитываться на всех перечисленных стадиях.

Вопросы безопасности решаются и закладываются при проектировании, реализуются при строительстве и поддерживаются в процессе эксплуатации.

Источники информации о факторах и опасностях

1. Реальный мир, физические объекты, технология, продукция.
2. Документы (предписания, акты, расследования, статистические отчеты и др.).
3. Нормативные правовые акты (правила, инструкции).
4. Специальная информация (информационные листки опасностей по профессиям).
5. Люди.

Методы получения информации

1. Органолептические (от орган + гр. *leptikis* – вбирающий), основанные на использовании органов чувств.
2. Метрологические, основанные на измерениях.
3. Социологические, основанные на общественном мнении.
4. Экспертные, основанные на мнении эксперта.
5. Интервью.
6. Расчеты.

Управление безопасностью деятельности

Под безопасностью понимается такое состояние системы, при котором исключается (на определенное время!) реализация опасных событий.

Такая безопасность называется абсолютной. Именно ориентация на абсолютную безопасность как цель деятельности является стимулирующим фактором для эффективного управления безопасностью.

Концепция приемлемой безопасности потенциально коррупционна и спекулятивна, так как не существует расчетных методов ее определения.

Под управлением безопасностью понимается процесс, направленный на защиту человека и окружающей среды от природных и антропогенных (техногенных) опасностей современного мира.

В общую теорию управления внесли вклад такие ученые как Ф. Тейлор, А. Файоль, К. Шеннон, Н. Винер, А. И. Берг и др.

Управление – особый вид деятельности, включающий постановку цели, задач, подготовку решений, планирование, организацию и контроль.

Управление осуществляется на основе достоверной информации. Цели и задачи управления должны быть предметными, количественно определенными, контролируруемыми, измеряемыми.

Работа по управлению безопасностью начинается с последовательного анализа данных об опасностях и о причинах опасных событий. Затем выполняется оценка опасностей при помощи рисков и намечаются варианты действий, анализируется возможность их реализации. Варианты, которые не удовлетворяют определенным условиям, исключаются из рассмотрения.

Для оставшихся вариантов разрабатываются планы возможных мероприятий, из которых для реализации принимаются наиболее приемлемые.

Процесс управления безопасностью носит итеративный (лат. *iteratio* – повторение), повторяющийся характер. Это значит, что если не достигнут желаемый результат, то вводятся корректирующие контрмеры и процесс повторяется.

Существуют различные элементы и схемы систем управления безопасностью, представленные в виде круговых диаграмм, МОТ и др.

Примерная последовательность процесса управления может быть представлена следующими элементами: анализ факторов, идентификация и оценка опасностей, анализ риск, сравнение с нормативами, синтез системы защиты, оценка эффективности.

Управление безопасностью осуществляется с учетом требований законодательства и систем управления.

Разработка мероприятий основана на известных методах (*А, Б, В*), принципах (ориентирующие, технические, организационные, управленческие) и средствах (СКЗ, СИЗ).

Декомпозиция

Декомпозиция – это процесс и результат деления больших систем на менее крупные с целью упрощения анализа.

Мониторинг

Мониторинг (англ. *monitoring* – предостерегающий), систематическое наблюдение, оценка и прогноз состояния окружающей среды.

Совместимость человека и окружающей среды

Различают следующие виды совместимости:

- антропометрическая (учет размеров тела и веса человека);
- биофизическая (шум, вибрация, температура воздуха);
- информационная (соответствие СОИ возможностям человека);
- психологическая (учет особенностей человеческой психики);
- социальная (отношения между людьми в коллективе);
- энергетическая (учет физических возможностей человека, прилагаемых усилий);
- эстетическая (цветовое оформление среды).

Методы обеспечения безопасности

Будем различать 4 метода.

А – пространственное и (или) временное разделение гомосферы и локсферы;

Б – нормализация локсферы путем исключения или минимизации опасностей посредством СКЗ и СИЗ;

В – адаптация человека к окружающей среде;

Г – комбинация А+Б+В.

Профилактика и защита. Превентивные меры

Следует различать профилактику как систему предупредительных мер против опасностей и защиту как систему действий в условиях реализовавшейся опасности. Некоторые профилактические и защитные меры могут совпадать.

Совокупность профилактических и защитных мер называется превентивными (фр. *preventif* – предупреждающий) мерами.

Принципы обеспечения безопасности

Принципы (лат. *principium* – основа, первоначало) – это идеи, мысли.

«Знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых фактов» (Гельвеций (1715–1771)).

Можно выделить 4 группы принципов: ориентирующие, организационные, технические, управленческие.

Подтверждение соответствия

Существуют следующие виды подтверждения соответствия:

Аудит

Аудит (англ. *audit* – слушание), форма организации контроля за состоянием безопасности, отличающаяся независимостью от непосредственных участников управления, документально оформленная.

Аттестация

Аттестация (лат. *attestatio* – свидетельство), положительное заключение о состоянии условий труда на рассматриваемом рабочем месте.

Сертификация

Сертификация (лат. *certus* – верный + *facere* – делать), процедура установления соответствия существующего состояния организации безопасности (охраны труда) официальным требованиям.

Экспертиза

Экспертиза (лат. *expertus* – опытный), заключение эксперта по вопросу, требующему специальных знаний.

Декларация безопасности

Декларация (лат. *declaratio* – заявление) соответствия условий труда государственным нормативным требованиям безопасности, составляется работодателем.

Экологическая паспортизация

Форма представления экологической обстановки на конкретном предприятии.

Контрольные вопросы и задания

1. Из каких элементов образуется опасное событие как система?
2. Постройте «дерево опасностей и причин» (ДОП) для реального или гипотетически опасного события.
3. Приведите примеры расчетного определения риска как меры опасности.
4. Составьте номенклатуру опасностей, связанных с автомобильным транспортом.
5. В чем различие между понятиями «декомпозиция» и «анализ»?
6. Какие существуют виды рисков? Приведите примеры.
7. Что такое условия труда?
8. Как официально классифицируются условия труда?
9. Какими методами может быть получена информация об опасностях?
10. Дайте определение понятия «управление безопасностью»?
11. Перечислите и раскройте содержание функций управления безопасностью.
12. Каким требованиям должны удовлетворять цели и задачи управления безопасностью?
13. Раскройте содержание основных видов совместимости человека и окружающей среды.
14. Покажите разницу между профилактическими и защитными мерами.
15. Какие существуют виды соответствия? Примеры.
16. Что такое методы и принципы обеспечения безопасности? Примеры.
17. Что такое ОВОС?
18. Приведите примеры опасностей из различных видов деятельности.
19. Что такое риск?
20. Объясните различие между опасностями и причинами. Приведите примеры.
21. Сравните фактические риски с приемлемыми для какой-либо деятельности.
22. Какие существуют методы получения информации? Приведите примеры.
23. Объясните смысл понятия «управление безопасностью».
24. Приведите примеры для каждого класса опасностей, приведенных в табл. 1.
25. Что значит выражение «подтверждение соответствия»?

3. ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ

Система законодательства по безопасности представлена законами и подзаконными актами.

Основной закон государства Конституция РФ содержит основополагающие нормы, направленные на защиту человека и природы от опасностей.

В соответствии с Конституцией разрабатываются федеральные конституционные законы (ФЗК), федеральные законы (ФЗ) и законы субъектов федерации по разным отраслям безопасности.

К подзаконным актам относятся нормативные правовые и нормативно-технические документы, например, ГОСТы, СНиП, ГН, СН, СанПиН, РД, Правила, инструкции и др.

Примеры федеральных законов, которыми регламентируются нормы безопасности в различных видах деятельности:

- Об охране окружающей среды, № 7;
- О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения, № 52;
- Об экологической экспертизе, № 174;
- Об использовании атомной энергии, № 170;
- О радиационной безопасности населения, № 3;
- О защите населения и территории от ЧС; природного и техногенного характера, № 68;
- О промышленной безопасности опасных производственных объектов, № 116;
- Об отходах производства и потребления, № 89;
- Трудовой кодекс, № 197;
- Лесной кодекс, № 200;
- Водный кодекс, № 74;
- Воздушный кодекс, № 60;
- Об охране атмосферного воздуха, № 96.

В мире действует около 1000 различных документов по международным аспектам безопасности.

Контрольные вопросы и задания

1. В чем состоит различие между федеральными законами (ФЗ) и федеральными конституционными законами (ФЗК)?
2. Какие положения о безопасности содержатся в Конституции РФ?
3. Составьте полный перечень конкретных законодательных требований, содержащихся в приведенных федеральных законах.
4. Приведите примеры подзаконных актов к каждому указанному закону.
5. Как находить нужные законы?
6. Порядок принятия законов.

4. НОРМИРОВАНИЕ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ И В ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Под нормированием понимается процесс и результат установления норм и параметров, при соблюдении которых обеспечиваются заданный уровень безопасности человека и нанесения ущерба окружающей среде.

В окружающей среде при каждом виде деятельности действует множество разнородных факторов и опасностей, влияющих на здоровье человека и качество окружающей среды. Единого интегрального критерия для оценки безопасности и окружающей среды нет.

Существует две концепции оценки влияния окружающей среды на организм человека:

1) пороговая, состоящая в том, что снижать концентрации вредных веществ достаточно до достижения ПДК, т. е. считается, что малые концентрации безвредны;

2) линейная, утверждающая, что вред определяется суммарно количеством вещества, т. е. малые концентрации вредны при длительном воздействии. Этой концепции придерживаются в США, ФРГ и других странах.

Оценка безопасности человека и экосистем заключается в сравнении измеренных значений с нормативами.

Различают оценку состояния безопасности по нормативам качества и по оценке риска.

В нормировании используются такие показатели как ПДК, ПДУ, ОДК, ОБУВ, ИЗВ, ИЗА, ИХЗ, ПДВ, ПДС, а также:

- плата за негативное воздействие на ОС;
- лимиты на выбросы и сбросы загрязняющих веществ (ЗВ);
- лимиты на размещение отходов и др.

В нормировании применяются риски, ранги и другие показатели.

В федеральном законе «Об охране окружающей среды» экологический риск определяется как «вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера».

Контрольные вопросы и задания

1. Найдите источники, в которых содержатся нормативы допустимого загрязнения вредными веществами почвы, воздуха и воды.
2. Приведите определения и размерности указанных нормативов.
3. Почему нормативы в разных странах различаются?
4. В чем заключается сложность интегральных показателей?
5. Найдите названия документов, в которых содержатся нормативы вредных веществ и других опасностей для человека.
6. Предложите метод комплексирования разнотипной информации.

5. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ

Под экологическими опасностями будем понимать процессы и явления, нарушающие качество природной среды.

Эти опасности можно разделить на две группы: глобальные и локальные.

Глобальные опасности

К глобальным опасностям относятся:

загрязнение воздушной среды, гидросферы и почв;

уменьшение азотного слоя;

изменение климата;

снижение видового разнообразия жизни;

рост численности населения.

Локальные опасности

К локальным относятся следующие экологические опасности: кислотные осадки; эвтрофирование водной среды, ксенобиотики, чрезмерный городской шум, запыленность и загазованность воздуха и др.

Кислотные свойства среды определяются водородным показателем рН.

Шкала рН: 0 – крайне высокая кислотность, 7 – нейтральная среда, 14 – крайне сильная щелочность.

Повышенная кислотность губит водных обитателей, вызывает деградацию лесов.

Загрязнителями, вызывающими кислотность, являются сера и азот, образующие серную и азотную кислоту.

Источниками загрязнения являются ТЭЦ, промышленные предприятия, автомобильный транспорт и др.

Контрольные вопросы и задания

1. Что понимается под изменением климата?
2. В чем видится опасность изменения климата?
3. Может ли человек управлять климатом?
4. Роль озонового слоя для жизни на Земле.
5. Какие меры направлены на сохранение озонового слоя?
6. В чем заключается опасность загрязнения биосферы?
7. Какие опасности связаны с сокращением видового разнообразия жизни на Земле?
8. Чем опасен рост численности населения на планете Земля?
9. Как оценивать качество окружающей среды?
10. Как влияет политическое устройство жизни на Земле на состояние ОС?

6. ОПАСНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

Химические вещества сознательно создаются для применения в различных производствах.

Опасными называются химические вещества, воздействия которых могут приводить к заболеваниям или гибели людей.

По степени опасности химические вещества делятся на 4 класса (табл.2)

Таблица 2

Классификация опасности вещества по степени воздействия на организм

Показатель	Нормы для класса опасности			
	1 чрезвычайно опасные	2 высокоопасные	3 умеренно опасные	4 малоопасные
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Менее 0,1	0,1–1,0	1,1–10,0	Более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15–150	151–5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100–500	501–2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	Менее 500	500–5000	5001–50000	Более 50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300–30	29.03.15	Менее 3
Зона острого действия	Менее 6,0	6,0–18	18,1–54,0	Более 54,0
Зона хронического действия	Более 10,0	10,0–5,0	4,9–25,	Менее 2,5

В особую группу выделяются сильно действующие ядовитые вещества (СДЯВ). В настоящее время используется новое название – аварийно химически опасные вещества (АХОВ).

Первоначально в эту группу включали 107 наименований веществ, в 1990 г. перечень веществ сократили до 34 наименований.

Основные АХОВ приведены в табл. 3.

Основные аварийно химически опасные вещества (АХОВ)

Наименование	ПДК, мг/м ³ в воздухе			
	Класс опасности	Рабочая зона (РЗ)	Населенные пункты	
			разовая	суточная
1. Азотная кислота	2	5	0,4	0,15
2. Аммиак	4	20	0,2	0,04
3. Ацетонитрил	3	10		0,002
4. Ацетонциангидрин	2	0,9		0,002
5. Водород хлористый	2	5	0,2	0,01
6. Водород фтористый	1	0,5	0,02	0,005
7. Водород цианистый	2	0,3		0,01
8. Диметиламин		1		
9. Метиламин		1		
10. Метил бромистый		1		
11. Метил хлористый		5		
12. Нитрилоакрил		0,5		
13. Окись этилена		1	0,3	0,3
14. Сернистый ангидрид		10	0,5	0,05
15. Сероводород		10	0,008	0,008
16. Сероуглерод	2	1	0,03	0,005
17. Соляная кислота (конц.)		5	0,2	0,2
18. Формальдегид	2	0,5	0,35	0,003
19. Фосген	2	0,5		–
20. Хлор	2	1	0,1	0,03
21. Хлорпикрин		2	0,007	0,007

Для ликвидации ЧС химического характера необходимо знать свойства АХОВ и область их применения.

Как уже отмечалось, определяющим признаком отнесения веществ к АХОВ является масса, которая измеряется десятками тонн. Поэтому особые требования безопасности предъявляются к устройству и содержанию базисных и расходных складов, где хранятся АХОВ.

Различают также сильнодействующие ядовитые вещества (СДЯВ), к которым относятся окись углерода, диоксин, окислы азота и др.

Химические аварии классифицируются по масштабам (частные, объектовые, местные, региональные, трансграничные), по виду АХОВ, по на-

несенному ущербу и т. д. Принципы защиты населения: эвакуация людей из зон заражения (защита расстоянием), укрытие, применение СИЗ.

При однонаправленном действии (на одни и те же системы организма) суммарный эффект должен соответствовать уравнению Аверьянова

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_3} \leq 1.$$

При положительном синергизме (потенцирование) комбинированный эффект больше, а при отрицательном синергизме (антагонизме) – меньше, чем сумма действия отдельных веществ смеси.

При независимом действии (когда компоненты смеси действуют на разные органы) ПДК остаются неизменными.

Контрольные вопросы и задания

1. Найдите ПДК для всех веществ, входящих в перечень АХОВ.
2. Как понимать положительный и отрицательный синергизм?
3. Какие заболевания могут вызывать загрязняющие вещества?
4. Какие существуют способы очистки воздуха и воды от химических веществ?

7. ОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Авиация

Авиационные опасные события, в которых гибнет одновременно большое количество людей, вызывают резонансный отклик в обществе.

Причинами аварий являются технические неисправности лайнеров, ошибки пилотов, столкновения самолетов с птицами, пожары на борту. В последнее время крупные авиакатастрофы удалось совершить террористам.

Авиация относительно безопасный вид транспорта. Основная опасность – гибель людей. Ущерб окружающей среде незначительный.

Автотранспорт

В мире по приближенным оценкам эксплуатируется более 1 млрд автомобилей, в России – около 45 млн.

По данным ВОЗ, на дорогах мира в результате ДТП ежегодно погибают 1, 25 млн человек и около 50 млн человек получают травмы («Российская газета». 19.11.2015).

ВОЗ разработала десятилетний план действий по обеспечению безопасности дорожного движения на период 2011 – 2020 гг.

Цель плана – снизить травматизм вдвое.

В табл. 4 приведены риски гибели в ДТП в некоторых странах в течение года.

Уровень автомобилизации в России относительно низок, а риск гибели высок и может увеличиться, если не принять действенных мер по устранению причин ДТП.

Таблица 4

Риск R гибели в ДТП в год

Государства	Численность населения N , тыс. чел.	Погибшие L	Риск, $R = \frac{L}{N} \cdot 10^{-4}$
Австралия	18967	1763	0,93
Германия	82037	7772	0,95
Франция	58967	8487	1,44
Италия	57563	6326	1,1
Япония	126686	10372	0,82
Канада	30491	2872	0,98
Швеция	8854	580	0,66
Испания	39418	5738	1,45
Турция	64777	5975	0,92
Венгрия	10092	1306	1,29
Великобритания	59500	3564	0,6
США	272691	41611	1,52
Россия	147000	29718	2,02

Основными причинами ДТП являются:

- несовершенство законодательства, регламентирующего вопросы безопасности дорожного движения;
- алкогольное и наркотическое опьянение водителей;
- превышение допустимой скорости движения;
- усталость водителей, вызванная нарушением режима труда и отдыха;
- сложные погодные условия;
- неисправность транспортных средств;
- посторонние разговоры водителей;
- плохое дорожное покрытие;
- психическая неуравновешенность водителей;
- низкая культура безопасности вождения и др.

Автомобильный транспорт является источником загрязнения воздуха, воды и почв.

При движении автомобилей образуются резиновая пыль и пыль дорожных покрытий.

Но основную проблему представляют отработавшие газы, содержащие около 200 компонентов.

Особенно канцерогенным является бенз-а-пирен $C_{20}H_{12}$.

Группу альдегидов образуют формальдегид, акролеин, уксусный альдегид, представляющие серьезную опасность для здоровья человека.

В отработавших газах содержится сажа и другие (дисперсные) частицы. Наличие серы усиливает токсичность отработавших газов. По европейским стандартам содержание серы в дизельном топливе не должно превышать 0,005 г/л, по российским – 1,7 г/л.

При использовании этилированного бензина в отработавших газах появляются свинец и его соединения.

Микрочастицы свинца осаждаются в придорожной полосе, делая почвы непригодными для сельскохозяйственного применения.

Загрязнение окружающей среды можно резко уменьшить, если использовать топливо из растительных масел и животных жиров (биодизель).

Сырьем для производств биодизеля являются рапс, подсолнечник, соя, пальмовое масло, касторовое масло и др.

Перспективным является использование электродвигателей.

Еще одним существенным недостатком автотранспорта является шум, достигающий 85–90 дБА и распространяющийся от автомагистралей на 500 – 800 м.

Для защиты от шума предусматриваются СЗЗ и зеленые насаждения, снижающие шум.

Таким образом, автотранспорт, выполняя полезную функцию, порождает огромные опасности для человека и окружающей среды, с которыми человечество пока не справляется.

Судоходство

Судоходство – один из самых древних видов деятельности на земном шаре. Суда и корабли бороздят водные просторы, выполняя разные транспортные задачи. Плавание по морям является опасным занятием.

Существуют приближенные сведения о том, что в год погибает в среднем около 400 судов, т. е. в среднем ежедневно гибнет одно судно.

Аварии на танкерном флоте наносят большой ущерб водной среде из-за разлива нефтепродуктов, измеряемых сотнями тысяч тонн.

Железнодорожный транспорт

Работа железнодорожного транспорта связана с потенциальными опасностями для человека и для окружающей среды. Нередко происходят столкновения поездов, сход с рельсов, опрокидывание вагонов и др.

При авариях ущерб окружающей среде зависит от вида перевозимого груза (нефть, бензин, мазут, дизельное топливо, фенол, формальдегид и т. д.)

Самый большой объем выбросов загрязняющих веществ приходится на автомобильный транспорт (около 90 %), на железнодорожный около 6 %, на воздушный около 1,1 %.

Контрольные вопросы и задания

1. Какой вид транспорта наиболее опасен для человека и природы?
2. Что необходимо предпринять, чтобы уменьшить гибель людей в результате ДТП?
3. Чем опасны разливы нефти?
4. Как уменьшить вред от автотранспорта?

8. ЯДЕРНАЯ И РАДИАЦИОННАЯ ОПАСНОСТЬ

По данным МАГАТЭ, атомные электростанции эксплуатируются в 31 стране мира. Общее число АЭС составляет 193 станции с 441 энергоблоками, общая электрическая мощность около 400000 МВт.

Первая в мире АЭС построена в 1954 году в Обнинске.

В настоящее время в России работает 10 АЭС (34 реактора).

Аварии на атомных станциях приводят к радиационному загрязнению окружающей среды.

Опасные события, связанные с радиационными выбросами, классифицируются по шкале МАГАТЭ, INES (ИНЭС) на 8 уровней (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).

0 – отклонение несущественно для безопасности; 1 – аномалия; 2 – инцидент; 3 – серьезный инцидент; 4–7 – аварии.

Примеры крупных радиационных аварий:

28.03.1979 авария на АЭС Три-Майл Аймид, США, INES 5;

26.04.1986 авария на Чернобыльской АЭС, СССР, INES 7;

11.03.2011 авария на АЭС Фукусима 1, Япония, INES 7.

Процесс превращения одних радиоактивных элементов в другие, сопровождающийся ионизирующим излучением, Мария Кюри назвала радиоактивностью. Открытие ионизирующего излучения относится к 1896 году и связано с именем Анри Беккереля.

Ионизирующим называется излучение, под действием которого в веществе образуются ионы разного знака.

Различают корпускулярное и фотонное ионизирующее излучение.

К корпускулярному излучению относятся α и β - частицы, нейтроны (n), протоны (p) и др.

Фотонное излучение – это поток электромагнитных колебаний, распространяющихся со скоростью света. К нему относятся рентгеновское и γ – излучение.

Излучения характеризуются ионизирующей и проникающей способностью.

α – частицы имеют наибольшую ионизирующую и наименьшую проникающую способность.

β – частицы имеют существенно меньшую ионизирующую способность и большую проникающую способность.

Фотонное излучение имеет наименьшую ионизирующую способность и наибольшую проникающую способность.

Время, в течение которого распадается половина радионуклидов, называется периодом полураспада.

Распад подчиняется экспоненциальному закону.

Под влиянием ионизирующих излучений возникает лучевая болезнь – острая или хроническая. Первые исследователи излучений, не знавшие их свойств, болели, некоторые – умерли от лучевой болезни.

Основные нормативные документы

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ 99/2009).
 2. Основные санитарные правила радиационной безопасности (ОСПОРБ – 99 2010).
 3. Федеральный закон «О радиационной безопасности населения».
- Основные величины и единицы их измерения показаны на рис. 4

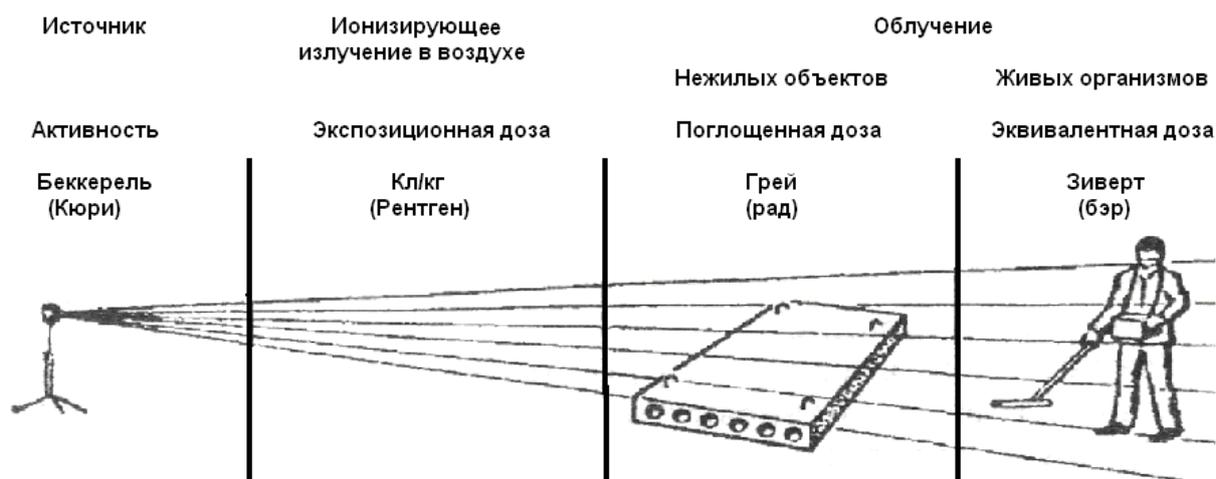


Рис. 4. Связь понятий поля, дозы, радиобиологического эффекта и единиц измерения

Активность – мера количества радиоактивного вещества.

Единицей измерения является беккерель (Бк).

$1 \text{ Бк} = \text{с}^{-1}$, т. е. один распад в среднем в секунду.

Внесистемная единица $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$.

Поглощенная доза $D_{\text{п}}$ – количество энергии, переданной веществу излучением.

Единица поглощенной дозы – грей (Гр).

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг.}$$

Внесистемная единица $1 \text{ рад.} = 0,01 \text{ Гр}$.

Для рентгеновского и γ -излучений используют другую величину, называемую экспозиционной дозой – Дэкс.

За единицу экспозиционной дозы принимается в системе СИ Кл/кг (в 1 кг сухого воздуха образуется 1 кулон электричества каждого знака).

На практике используется внесистемная единица экспозиционной дозы – рентген (Р).

Для учета биологического эффекта, вызываемого различными ИИ, введено понятие эквивалентной дозы – Дэкв.

Эквивалентная доза равна

$$D_{\text{экв}} = D_{\text{п}} \cdot Q,$$

где Q – безразмерный коэффициент качества, принимаемый для фотонов – 1, α -частицы – 20.

В качестве единицы эквивалентной дозы принят зиверт (Зв).

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} / Q = 1 \text{ Дж/кг.}$$

1 Зв равен эквивалентной дозе, при которой поглощается доза 1 Гр при коэффициенте качества, равном единице.

Применяется специальная единица – бэр (биологический эквивалент рада)

$$1 \text{ бэр} = 0,01 \text{ Зв.}$$

Дозы, отнесенные ко времени, образуют мощности соответствующих доз (поглощенной, экспозиционной и эквивалентной).

Источники излучения

Различают естественные и созданные человеком источники излучения.

Основную часть излучения население Земли получает от естественных источников: (от 40 до 200 мбэр/год).

По отношению к человеку источники облучения делятся на внешние и внутренние.

Установлены следующие дозовые пределы:

– для населения $1 \text{ м}^3 \text{ в}$ в год за любые последовательные 5 лет, но не более $5 \text{ м}^3 \text{ в}$ в год;

– для персонала (группа А) $20 \text{ м}^3 \text{ в}$ в год в среднем за любые 5 лет, но не более $50 \text{ м}^3 \text{ в}$ в год.

Защита от излучений

Возможны 3 метода защиты: временем, расстоянием и экранированием.

Для защиты от ИИ Применяют специальные лекарственные препараты – протекторы.

Радиационный риск – вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта от облучения.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое радиоактивность?
2. В чем проявляется опасность радиоактивности?
3. Что представляют собой следующие единицы: Бк, Ки, Гр, Р, Зв?
4. Какие существуют методы защиты от излучений?
5. Что такое проникающая и ионизирующая способности α -, β -, γ - излучений?
6. Какие установлены дозовые пределы облучения?
7. Что такое радиационный риск?
8. Сравните рассмотренные объекты между собой по уровню опасности.

9. ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ ОПАСНОСТИ

В соответствии с презумпцией потенциальной опасности любого вида хозяйственной деятельности (ФЗ № 7, ст. 3) можно утверждать, что опасности возникают повсеместно. Однако степень риска различна.

Необходимо обратить внимание на такие особо опасные объекты как: гидротехнические сооружения, горно-металлургические предприятия, энергетические объекты, полигоны отходов, химические производства и др.

10. ОБЩИЕ МЕТОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ОТ ОПАСНОСТЕЙ

В порядке приоритетности должны осуществляться следующие меры:

1. Устранение опасностей.
2. Минимизация опасностей.
3. Применение средств коллективной защиты.
4. Применение средств индивидуальной защиты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из приведенного материала следует вывод о том, что вопросы, решаемые в области безопасности, отличаются значительной неопределенностью. Это является предпосылкой возможности использования проблемно-эвристических приемов для их решения.

Проблема (греч. *problema* – задача) – это теоретический вопрос, требующий решения. Эвристика (греч. *heurisko* – находить) – это метод обучения при помощи наводящих вопросов.

Оба метода известны с древних времен (Сократ, Дистервег и др.). Главная особенность проблемно-эвристической технологии заключается в том, что знания не должны преподноситься обучаемым в готовом виде. Обучаемые на основе определенных положений должны находить ответы сами.

В нашем курсе реализуется следующая схема проблемно-эвристического обучения.

1. Мир представляет собой совокупность факторов, оказывающих влияние на ОС.

2. При определенных условиях факторы могут причинять ущерб человеку и биологическим объектам. Такие факторы называются опасностью.

3. Аксиоматически предполагается, что любая деятельность сопровождается потенциальными опасностями.

4. Для конкретных условий деятельности (определяет преподаватель) обучаемым предлагается составить номенклатуру опасностей (эвристический прием!).

5. Опасности изменяются в широком диапазоне вероятностей и ущерба от несущественных до геноцида и экоцида. Значит, необходима оценка идентифицированных потенциальных опасностей.

6. Для оценки опасностей применяется риск, который представляет собой сочетание вероятности (частоты) и тяжести последствий. Для определения рисков используются различные методы (органолептический, метрологический, экспертный, матричный и др.)

Выбор за обучаемым (эвристика!).

7. В свою очередь, обе составляющие установленного риска нуждаются в оценке.

В риске выделяются следующие аспекты:

- социальные (здоровье людей, продолжительность жизни и др.);
- экологические (снижение качества ОС, гибель лесов и рек);
- экономическая составляющая (материальный ущерб для людей и природы);

Все указанные составляющие оцениваются эвристически!

8. Цель анализа опасностей и риска – синтез систем безопасности с заданным риском. Различают следующие риски:

- нулевой, или абсолютная безопасность с указанием продолжительности;

- минимальный риск (ALARA);
- приемлемый риск (соотношение затраты – выгода).

Размышляя эквистически, останавливаются на одном из приведенных рисков.

9. Подбор элементов системы управления.

Представим приведенную последовательность действий схематически (рис. 5).

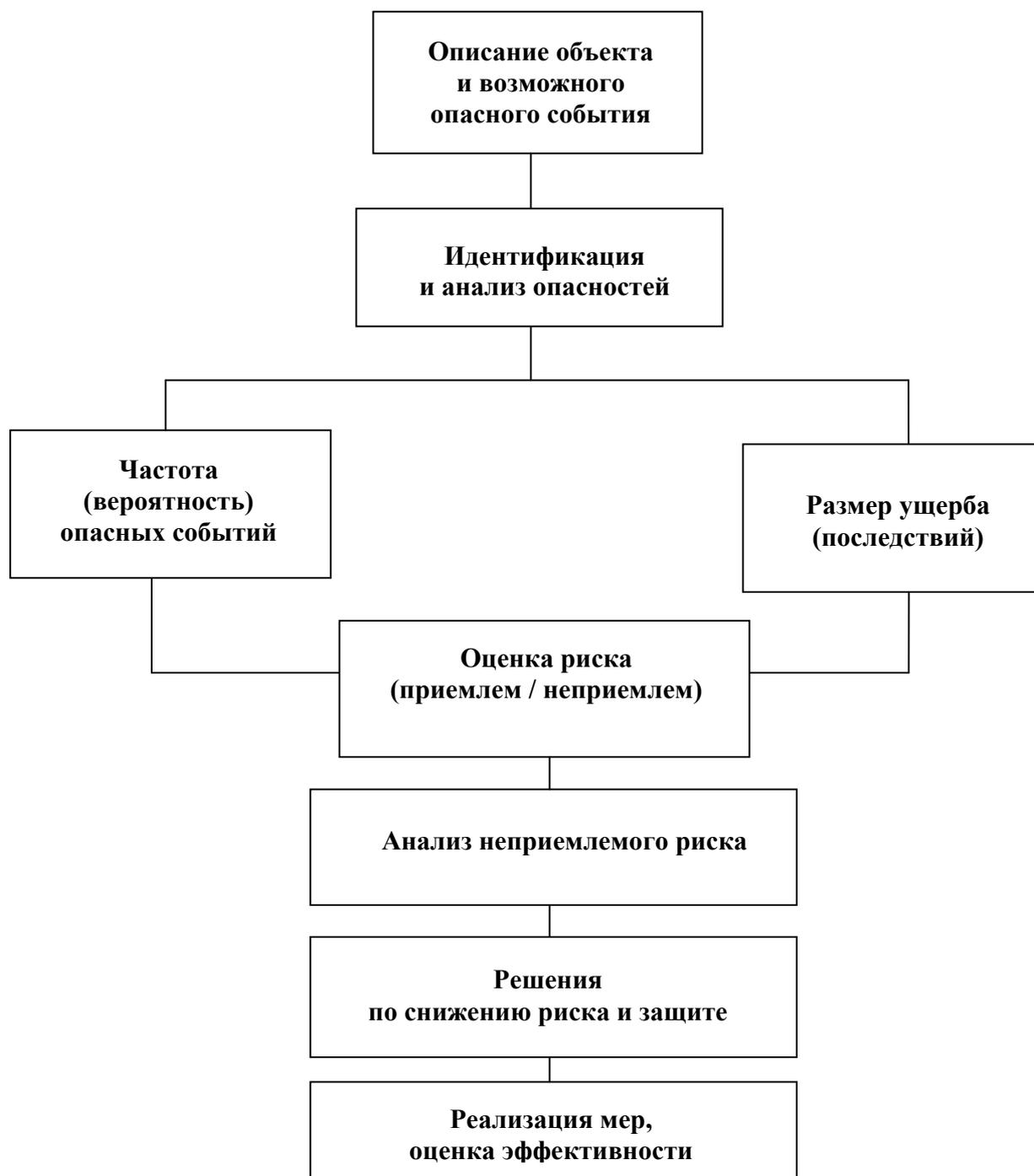


Рис. 5. Схема управления безопасностью

Библиографический список

1. Русак, О. Н. Теория безопасности деятельности: учеб. пособие для бакалавров направления 20.03.01 / О. Н. Русак. – СПб.: СПбГЛТУ, 2015. – 40 с.
2. Русак, О. Н. Управление риском. Введение в рискологию: учеб. пособие / О. Н. Русак. – СПб.: СПбГЛТУ, 2013. – 44 с.
3. Русак, О. Н. Анализ безопасности и организация охраны труда. Системная безопасность: учеб. пособие / О. Н. Русак. – СПб.: СПбГЛТА, 2010. – 32 с.
4. Русак, О. Н. Основы учения о безопасности человека: учеб. пособие / О. Н. Русак. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: СПбГЛТА, 2008. – 100 с.
5. Занько, Н. Г. Безопасность жизнедеятельности: учебник / Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак; под ред. О. Н. Русака. – 15-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Лань, 2016. – 695 с.
6. Питулько, В. М. Техногенные системы и экологический риск: учебник для вузов / В. М. Питулько, В. В. Кулибаба, В. В. Растоскуев; под ред. В. М. Питулько. – М.: Академия, 2013. – 352 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Перечень тем самостоятельных работ

Доклады (статьи)

1. Великие ученые о судьбе биосферы.
2. Великие ученые об окружающей среде и роли человека.
3. Изменение климата: мифы и реальность.
4. Экология и охрана окружающей среды.
5. Роль молодежи в решении проблем окружающей среды.

Методическая работа

1. Составление рабочих методик по определению загрязняющих веществ в почве, воде, воздухе.
2. Составление рабочих методик по определению радиоактивных загрязнений в почве, воде, воздухе, на поверхности одежды, на людях, на оборудовании и машинах.
3. Составление инструкций по работе с приборами контроля в среде обитания следующих загрязнителей: пыль (весовой метод), пыль (счетный метод) газы, пары, радиоактивности, ЭМИ и др.
4. Составление инструкций по работе с приборами для измерения физических параметров воздуха и воздушных потоков.
5. Составление методик по расчету показателей (индексов) загрязнения воды, воздуха, почв.

Лабораторные работы

1. Измерение запыленности воздуха весовым методом:
 - фильтры АФА,
 - аналитические весы.
2. Измерение запыленности счетным методом:
 - фильтры АФА–Д,
 - микроскоп.
3. Измерение газов, паров в воздухе:
 - экспресс-методом.
4. Измерение загрязненности почв.
5. Измерение загрязненности воды.
6. Измерение шума, инфразвука и ультразвука.
7. Измерение параметров микроклимата.
8. Измерение вибрации (общей и локальной).
9. Измерение инфракрасных излучений (ИКИ) и ультрафиолетовых излучений (УФИ).
10. Измерение параметров воздушных потоков.
11. Перечень приборов для экспресс-методов контроля среды обитания.
12. Вентиляция как средство оздоровления воздушной среды.
13. Расчет рассеивания выбросов (ОНД – 86).

Оглавление

Список аббревиатур	3
Введение	4
1. Теоретические основы безопасности	7
2. Основные понятия и определения	9
3. Законодательство в области безопасности	21
4. Нормирование в области безопасности и в охране окружающей среды	22
5. Экологические опасности	23
6. Опасные химические вещества	24
7. Опасности транспортных систем	26
8. Ядерная и радиационная опасность	29
9. Другие источники опасности	32
10. Общие методы предупреждения и защиты от опасностей	32
Заключение	33
Библиографический список	35
Приложение	37

Русак Олег Николаевич

**ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК**

ТЕХНОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ И РИСКИ

Учебное пособие
для бакалавров направления подготовки 05.03.06
«Экология и природопользование»

Редактор *Т. С. Хирувимова*
Компьютерная верстка – *Н. А. Ушакова*

Подписано в печать с оригинал-макета 19.04.16.
Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная.
Уч.-изд. л. 2,25. Печ. л. 2,25. Тираж 100 экз. Заказ № 79. С 40.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
Издательско-полиграфический отдел СПбГЛТУ
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 3