

**Методические материалы для обучающихся
по освоению дисциплины (модуля)**

Надежность технических систем и техногенный риск
наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность
код и наименование направления подготовки /специальности

Направленность (профиль): «Экологическая безопасность предприятия»
наименование направленности (профиля) /специализации

Мурманск
2026

Составитель – Яшкина А.А., старший преподаватель кафедры экологии и техносферной безопасности.

Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» рассмотрены и одобрены на заседании кафедры экологии и техносферной безопасности.

Общие положения

Цель методических материалов по освоению дисциплины (модуля) - обеспечить обучающемуся оптимальную организацию процесса изучения дисциплины (модуля), а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Освоение дисциплины (модуля) осуществляется на аудиторных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Основными видами аудиторной работы по дисциплине (модулю) являются занятия лекционного и семинарского типа. Конкретные формы аудиторной работы обучающихся представлены в учебном плане образовательной программы и в рабочих программах дисциплин (модулей).

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины (модуля), ее структурой и содержанием, фондом оценочных средств.

Работая с рабочей программой, необходимо обратить внимание на следующее:

- некоторые разделы или темы дисциплины не разбираются на лекциях, а выносятся на самостоятельное изучение по рекомендуемому перечню основной и дополнительной литературы и учебно-методическим разработкам;
- усвоение теоретических положений, методик, расчетных формул, входящих в самостоятельно изучаемые темы дисциплины, необходимо самостоятельно контролировать с помощью вопросов для самоконтроля;
- содержание тем, вынесенных на самостоятельное изучение, в обязательном порядке входит составной частью в темы текущего контроля и промежуточной аттестации.

Каждая рабочая программа по дисциплине (модулю) сопровождается методическими материалами по ее освоению.

Отдельные учебно-методические разработки по дисциплине (модулю): учебные пособия или конспекты лекций, методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и решению задач и т.п. размещены в ЭИОС МАУ.

Обучающимся рекомендуется получить в библиотеке МАУ учебную литературу, необходимую для работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины (модуля).

Виды учебной работы, сроки их выполнения, запланированные по дисциплине (модулю), а также система оценивания результатов, зафиксированы в технологической карте дисциплины (модуля):

Таблица 1 -Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» (промежуточная аттестация - зачет)

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
Текущий контроль				
1.	Посещение и работа на лекциях (9 лекций)	6	18	По расписанию
	Нет посещений – 0 баллов, каждая лекция – 2 балла			
2.	Практические занятия	28	42	По расписанию
	Выполнение 14 практических работ в срок - 42 балла; выполнение 14 практических работ не в срок- 28 баллов. Каждая практическая работа в срок – 3 балла, не в срок – 2 балла.			
3.	Лабораторные работы	26	40	14 неделя
	«Отлично» - 40 баллов			

	«Хорошо» - 34 балла. «Удовлетворительно» – 26 баллов.			
	ИТОГО за работу в семестре	min - 60	max - 100	
Промежуточная аттестация «зачет»				
Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине, то он считается аттестованным				
	ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	min – 60	max - 100	

Работа по изучению дисциплины должна носить систематический характер. Для успешного усвоения теоретического материала по предлагаемой дисциплине (модулю) необходимо регулярно посещать лекции, активно работать на учебных занятиях, выполнять письменные работы по заданию преподавателя, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание самим обучающимся системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с календарным учебным графиком.

1. Методические рекомендации при работе на занятиях лекционного типа

К занятиям лекционного типа относятся лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем.

Лекция представляет собой последовательное изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера. Цель лекционного занятия – организация целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению программным материалом учебной дисциплины (модуля).

В ряде случаев лекция выполняет функцию основного источника информации, например, при отсутствии учебников и учебных пособий; в случае, когда новые научные данные по той или иной теме не нашли отражения в учебниках; отдельные разделы и темы очень сложные для самостоятельного изучения обучающимися.

В ходе проведения занятий лекционного типа необходимо вести конспектирование излагаемого преподавателем материала.

Наиболее точно и подробно в ходе лекции записываются следующие аспекты: название лекции; план; источники информации по теме; понятия, определения; основные формулы; схемы; принципы; методы; законы; гипотезы; оценки; выводы и практические рекомендации.

Конспект - это не точная запись текста лекции, а запись смысла, сути учебной информации. Конспект пишется для последующего чтения и это значит, что формы записи следует делать такими, чтобы их можно было легко и быстро прочитать спустя некоторое время. Конспект должен облегчать понимание и запоминание учебной информации.

Рекомендуется задавать лектору уточняющие вопросы с целью углубления теоретических положений, разрешения противоречивых ситуаций. При подготовке к занятиям семинарского типа, можно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из изученной литературы, указанной в рабочей программе дисциплины (модуля).

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины (модуля).

2. Методические рекомендации по подготовке и работе на практических занятиях семинарского типа

Практическое занятие - это форма организации учебного процесса, предполагающая выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателя одной или нескольких практических работ. И если на лекции основное внимание студентов сосредоточивается на разъяснении теории конкретной учебной дисциплины, то практические занятия служат для обучения методам ее применения. Главной их целью является усвоение метода использования теории, приобретение практических умений, необходимых для изучения последующих дисциплин.

Эффективность этих занятий во многом зависит от качества предшествующих занятий лекционного типа и самоподготовки обучающихся. Занятия семинарского типа проводятся по дисциплинам (модулям), требующим научно-теоретического обобщения литературных источников, и помогают обучающимся глубже усвоить учебный материал, приобрести навыки творческой работы с различными источниками информации. Любая теоретическая проблема должна быть осмыслена студентом с точки зрения ее связи с реальной жизнью и возможностью реализации на практике.

Тематический план

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
Очная форма	
1	Ошибки в системе «человек-машина»
2	Показатели безотказности и ремонтпригодности
3	Показатели долговечности и сохраняемости
4	Метод дерева отказов
5	Технические средства обеспечения надежности ТС
6	Управление надежностью ТС
7	Алгоритм опасности (последовательность, исходы и последствия)
8	Влияние внешних факторов
9	Общая классификация рисков
10	Метод Дерева событий
11	Метод WHAT-IF и CHECK LIST
12	Прогнозирование техногенного риска
13	Декларация опасного производственного объекта
14	Глоссарий «Надежность. Опасность. Риск»

Круглый стол.

Круглый стол - это форма практического занятия, которая проводится в форме дискуссии, в которой принимают активное участие все обучающиеся и преподаватель. Его проводят после изучения определенной темы или раздела дисциплины (модуля) в виде опроса.

Преподаватель предварительно составляет вопросы и выносит на совместное обсуждение проблематику.

Таким образом, круглый стол учит студентов умению четко излагать свои мысли, аргументировать свои суждения, вести научную полемику, считаться с точкой зрения оппонентов. Кроме этого, в ходе круглого стола выявляются недостаточно понятые и усвоенные вопросы, положения.

Планы занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи ее изучения сообщаются преподавателям на вводных занятиях, в методических указаниях, которые размещаются в ЭИОС МАУ.

Подготовка к занятию начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекционном занятии обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на суть основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.

При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1 **«Ошибки в системе «человек-машина»**

Методические указания.

Практическое занятие направлено на освоение студентами понятийного аппарата данной темы и на проработку вопросов, связанных с ошибками, возникающими по вине человека, взаимодействующего с технической системой. Занятие проходит в форме круглого стола по предложенным вопросам.

Вопросы для обсуждения:

1. Приведите факторы, воздействующие на человека-оператора.
2. Составление перечня и анализ действий человека
3. Оценивание частоты ошибок человека;
4. Определение влияния частоты ошибок человека на интенсивность отказов рассматриваемой системы.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2 **«Показатели безотказности и ремонтпригодности»**

Методические указания.

На занятии студенты решают задачи по расчету показателей безотказности и ремонтпригодности технических систем.

Средняя наработка до первого отказа, согласно статистическим данным об отказах, вычисляется по формуле

$$\hat{T}_1 = (\sum_{i=1}^m n_i t_i) / N_0,$$

где t_i – время безотказной работы i -го образца; N_0 – число испытываемых объектов.

$$\hat{T}_1 \approx (\sum_{i=1}^m n_i t_{cpi}) / N_0,$$

где t_{cp} и m находятся по следующим формулам:

$$t_{cp} = (t_{i-1} + t_i) / 2, \quad m = t_k / \Delta t,$$

где t_{i-1} – время начала i -го интервала; t_i – время конца i -го интервала; t_k – время, в течение которого вышли из строя все элементы; $\Delta t = t_{i-1} - t_i$ – интервал времени.

Таблица 1 – Расчет интенсивности отказов элементов

Закон распределения	Частота отказов (плотность распределения)	Вероятность безотказной работы	Интенсивность отказов	Средняя наработка до первого отказа
Экспоненциальный	$\lambda e^{-\lambda t}$	$e^{-\lambda t}$	$\lambda = \text{const}$	$\frac{1}{\lambda}$
Рэля	$\frac{t}{\sigma^2} e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}}$	$e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}}$	$\frac{t}{\sigma^2}$	$\sqrt{\frac{\pi}{2}} \sigma$

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

«Показатели долговечности и сохраняемости»

Методические указания.

На занятии студенты решают задачи по расчету показателей долговечности и сохраняемости технических систем.

Коэффициентом готовности называется вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается.

$$K_G = \frac{t_p}{t_p + t_n},$$

где t_p – суммарное время работоспособного состояния объекта; t_n – суммарное время, в течение которого объект не использовался по назначению. Значения времени t_p и t_n вычисляются по формулам:

$$t_p = \sum_{i=1}^n t_{pi}, \quad t_n = \sum_{i=1}^n t_{ni},$$

где t_{pi} – время работы изделия между $(i-1)$ -м и i -м отказом; t_{ni} – время вынужденного простоя после i -го отказа; n – число отказов (ремонтов) изделия.

$$K_G = \frac{T}{T + T_s},$$

где T – наработка на отказ; T_s – среднее время восстановления.

Коэффициентом вынужденного простоя называется отношение времени вынужденного простоя к сумме времени исправной работы и времени вынужденных простоев изделия, взятых за один и тот же календарный срок.

$$T_{\Pi} = T_{\Pi}^1 / (t_p + t_{\Pi}) \quad \text{или} \quad K_{\Pi} = t_B / (t_{cp} + t_B).$$

При анализе надежности восстанавливаемых систем обычно *коэффициент готовности* вычисляют по формуле:

$$K_{\Gamma} = \frac{T_{cp}}{T_{cp} + t_B}.$$

Предполагая, что при $t = 0$ система находится в исправном состоянии ($P(0) = 1$), вероятность застать систему в исправном состоянии можно определить из выражений:

$$P_{\Gamma}(t) = \frac{\mu_B}{\lambda + \mu_B} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu_B} e^{-(\lambda + \mu)t},$$

$$P_{\Gamma}(t) = K_{\Gamma} + (1 - K_{\Gamma})e^{-t/K_{\Gamma}t_B},$$

где t – средняя наработка на отказ;

t_B – время восстановления;

$$\lambda = \frac{1}{T}, \quad \mu_B = \frac{1}{t_B}, \quad K_{\Gamma} = \frac{T}{T + t_B}.$$

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

«Метод дерева отказов»

Методические указания.

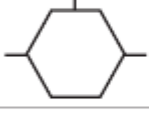
Практическое занятие направлено на освоение студентами понятийного аппарата данной темы и на проработку вопросов, связанных с построением дерева отказов. Занятие проходит в форме круглого стола и происходит обсуждение кейс-ситуации.

Дерево отказов (аварий, происшествий, последствий, нежелательных событий, несчастных случаев и пр.) лежит в основе логико-вероятностной модели причинно-следственных связей отказов системы с отказами ее элементов и другими событиями (воздействиями); при анализе возникновения отказа состоит из последовательностей и комбинаций нарушений и неисправностей, и таким образом оно представляет собой многоуровневую графологическую структуру причинных взаимосвязей, полученных в результате прослеживания опасных ситуаций в обратном порядке, для того чтобы отыскать возможные причины их возникновения



Рисунок 1 – Граф дерева отказов

Таблица 1 – Логические символы, используемые при построении дерева отказов

Стро- ка	Символ логи- ческого знака	Название логического знака	Причинная взаимосвязь
1		<i>И</i>	Выходное событие происхо- дит, если все входные собы- тия случаются одновременно
2		<i>ИЛИ</i>	Выходное событие происхо- дит, если случается любое из входных событий
3		<i>«Запрет»</i>	Наличие входа вызывает на- личие выхода тогда, когда происходит условное событие
4		<i>«Приоритетное И»</i>	Выходное событие случается, если все входные события происходят в нужном поряд- ке слева направо
5		<i>«Исключающее ИЛИ»</i>	Выходное событие происхо- дит, если случается одно (но не оба) из входных событий
6		<i>«m из n» (голосования или выборки)</i>	Выходное событие происхо- дит, если случается <i>m</i> из <i>n</i> входных событий

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5

«Технические средства обеспечения надежности ТС»

Методические указания.

Практическое занятие направлено на освоение студентами понятийного аппарата данной темы и на проработку вопросов, связанных с техническим обеспечением надежности. Занятие проходит в форме круглого стола по предложенным вопросам.

Вопросы для обсуждения:

1. Технические средства обеспечения надежности и безопасности технических систем.
2. Средства предупреждения отказов.
3. Средства контроля.
4. Средства защиты.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6

«Управление надежностью ТС»

Методические указания.

Практическое занятие направлено на освоение студентами понятийного аппарата данной темы и на проработку вопросов, связанных с применением методов управления надежностью. Занятие проходит в форме круглого стола по предложенным вопросам.

Вопросы для обсуждения:

1. Организационно-управленческие мероприятия: Техническое обслуживание, ремонтные работы и инспектирование.

2. Управление изменениями в технологическом процессе.
3. Обучение. Диагностика нарушений и аварийных ситуаций в технических системах.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7

«Алгоритм опасности (последовательность, исходы и последствия)»

Методические указания.

Практическое занятие направлено на освоение студентами понятийного аппарата данной темы и на проработку вопросов, связанных с понятием опасности и событиями, ее инициирующими. Занятие проходит в форме круглого стола по предложенным вопросам.

Вопросы для обсуждения:

1. Опасности последовательности событий, исходы аварий и их последствия.
2. Технологические опасности.
3. Иницирующие события. Промежуточные события, способствующие эскалации аварии.
4. Промежуточные события, способствующие снижению риска.
5. Исходы аварий.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8

«Влияние внешних факторов»

Методические указания.

Практическое занятие направлено на освоение студентами понятийного аппарата данной темы и на проработку вопросов, связанных с анализом воздействия внешних факторов на работу технических систем. Занятие проходит в форме круглого стола по предложенным вопросам.

Вопросы для обсуждения:

1. Основы методологии анализа и управления риском.
2. Прогнозирование техногенного риска.
3. Методы анализа техногенного риска.
4. Последовательность прогноза техногенного риска.
5. Воздействие температуры.
6. Воздействие солнечной радиации.
7. Воздействие влажности.
8. Воздействие атмосферного давления.
9. Воздействие ветра и гололеда.
10. Воздействие примесей воздуха.
11. Воздействие биологических факторов.
12. Старение материалов.
13. Факторы нагрузки.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9

«Общая классификация рисков»

Методические указания.

Практическое занятие направлено на освоение студентами понятийного аппарата данной темы и на проработку вопросов, связанных с классификацией рисков. Занятие проходит в форме круглого стола по предложенным вопросам.

Вопросы для обсуждения:

1. Классификация рисков с позиции управления техногенной безопасностью.
2. Классификация рисков в зависимости от причины их возникновения.
3. Индивидуальный и коллективный риски.
4. Потенциальный территориальный риск.
5. Социальный риск. F-N кривые.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10

«Метод Дерева событий»

Методические указания.

Дерево событий — алгоритм рассмотрения событий, исходящих от основного события (аварийной ситуации). Дерево событий (ДС) используется для определения и анализа последовательности (вариантов) развития аварии, включающей сложные взаимодействия между техническими системами обеспечения безопасности. Вероятность каждого сценария развития аварийной ситуации рассчитывается путем умножения вероятности основного события на вероятность конечного события. При его построении используется прямая логика. Все значения P очень малы. Дерево не дает численных решений.

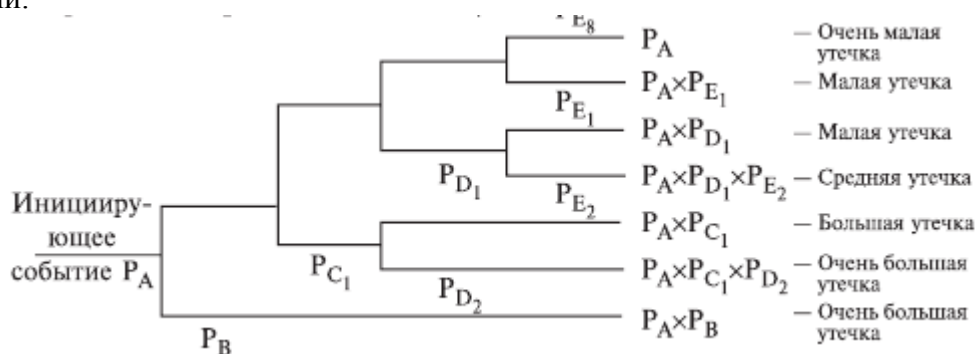


Рисунок 2 – Дерево событий

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №11

«Метод WHAT-IF и CHECK LIST»

Методические указания.

Практическое занятие направлено на освоение студентами понятийного аппарата данной темы и на проработку вопросов, связанных с выявлением на практике критических точек системы, способных вызвать отказ системы (элемента) или обусловить аварийное состояние технологического процесса. Занятие проходит в форме круглого стола, на котором рассматривается техническая система, и выявляются возможные причины ее отказов.

Данные методы, способствуют выявлению на практике критических точек системы, способных вызвать отказ системы (элемента) или обусловить аварийное состояние технологического процесса. Эти методы (чаще - их комбинация) относятся к группе качественных методов оценки опасности, основанных на изучении соответствия условий эксплуатации системы (объекта) действующим требованиям безопасности. Они дают представление об отклонении от нормы и могут служить основой

для более подробных (в т.ч. и количественных) методов анализа, позволяют выработать корректирующие воздействия не только в отношении условий эксплуатации, но и внести коррективы в содержание технологического процесса или модернизировать конструкцию системы. Метод использует промежуточные признаки состояния системы и способствует предотвращению опасных событий.

На рисунке 1 приводится схема использования промежуточных признаков для предотвращения развития опасной ситуации, приводящей к происшествию. В методическом плане эту схему можно применить к любому технологическому процессу. В каждом конкретном случае используются собственные признаки. Опытный специалист по безопасности может заметить промежуточный признак, который не виден лицу, эксплуатирующему оборудование, так же как и оператор технической системы или технолог могут увидеть отклонения от нормы, которые не понятны специалисту по безопасности. Например, в качестве промежуточного признака может выступать повышенная вибрация, шум в отдельных частях агрегата и др.

Форма проверочного листа - перечень вопросов и ответов о соответствии исследуемой системы требованиям безопасности и указания по обеспечению безопасности (контрмеры).



Рисунок 1 – Методика использования промежуточных признаков для предотвращения происшествий

Метод проверочного листа отличается от "Что будет, если...?" более обширным представлением исходной информации и результатов о последствиях нарушений безопасности. Исследование безопасности существенно упростится, если процесс исследования обеспечить вспомогательными формами, унифицированными бланками, облегчающими на практике сбор информации, проведение анализа и представление результатов. Методы недороги и наиболее эффективны при исследовании безопасности хорошо изученных объектов с известной технологией эксплуатации или объектов с незначительным риском крупных происшествий. Примером тому могут служить карты контрольных проверок, широко используемые в различных технологических процессах при эксплуатации (технической и летной) авиационной техники.

Обычно эти методы состоят из двух этапов - общего анализа опасностей и детального. Цели общего анализа опасностей - выявить отклонения, разработать план последующего анализа и количественных оценок промежуточных признаков, определить корректирующие воздействия (контрмеры), которые, в случае необходимости, следует применить немедленно. Может оказаться так, что не возникнет необходимость количественной оценки. В результате общего анализа нередко удается выявить и предложить дешевые и простые контрмеры. Описание каждой из контролируемых опасностей следует заносить в карту (таблица 1).

Таблица 1 – Карта общего анализа опасностей

Подготовил _____ Дата _____

Описание опасности _____

Участок системы _____

Серьезность	Вероятность	Затраты	Действия
Вызывающая беспокойство	Небольшая	Допустимые	Несрочные
Предельно допустимая	Умеренная	Предельные	Анализ
Критическая	Значительная	Значительные	Действия
Катастрофическая			

На карте проставляется дата, что дает возможность устанавливать хронологию выявления (развития) опасностей, указывается элемент системы, что дает возможность проследить топографию опасностей. Остальная часть разбита на четыре рубрики. Каждая из них представлена несколькими категориями. Категории располагаются так, что те из них, которые требуют наибольшего внимания, находятся внизу перечня. Например, если серьезность опасности катастрофическая, вероятность происшествия - неминуемое, а затраты - номинальные, то необходимо немедленное корректирующее действие.

Детальный анализ проводится по совокупности собранных контрольных карт и состоит в следующем:

1. Опасности систематизируются по месту и времени действия в технологической операции, что позволяет лучше оценить серьезность и продолжительность опасности.

2. Выявляются изначальные причины возникновения опасности, (вместо использования промежуточных признаков выявляемых на этапе общего анализа).

3. Подробно оценивается влияние контрмер, что трудно сделать в общем анализе.

4. Прослеживается влияние каждой контрмеры на все элементы системы с целью выявления таких состояний системы, при которых опасность происшествия возрастает из-за негативного влияния корректирующих мер на работу других элементов системы.

Следующий этап детального анализа - матричное представление результатов анализа. Его цель - представить информацию о затратах и эффективности контрмер в сжатой и логичной форме. При этом информация не обрабатывается, не формализуется, а только лишь представляется в удобном виде для принятия правильного решения. Как правило, производится сравнение альтернативных вариантов контрмер и различных типов опасностей.

В матрице элементы опасности, выявленные в ходе детального анализа, располагаются в порядке важности. Альтернативные варианты указываются в вертикальном столбце и тут же указываются затраты на данную контрмеру. В поле матрицы в местах пересечения опасностей и контрмер указываются символы:

"-" - устранение элемента опасности,

R - снижение опасности контрмерой,

X - опасность не изменилась,

E – опасности в элементе не было,

I - опасность увеличилась.

Экономическая эффективность мероприятий представляет собой дополнительную переменную, определенную в ходе детального анализа. Матричное представление не гарантирует оптимальность решения, поскольку предназначено только для облегчения процесса принятия управленческого решения за счет упорядочения результатов качественной оценки опасностей.

Сначала определяются сомнительные элементы наблюдаемой системы. Для анализа используется способ декомпозиции. Разделение на элементы должно производиться следующим образом:

1. Перед началом необходимо проследить за работой всей системы в целом.
2. Необходимо установить точку логического начала развития опасности в общей последовательности событий.
3. Начиная с этой точки, следует анализировать сомнительный элемент. При этом:
 - не следует укрупнять элементы в блоки с целью удобства анализа (в каждой части системы может находиться свой элемент опасности);
 - не следует мельчить систему на множество элементов, если они работают в одном модуле (нет необходимости усложнять анализ).
4. Повторить шаг 3 для всей последовательности элементов, чтобы не пропустить (пробелы) или не включить дважды элемент (наложения на один из элементов).
5. Если встречаются комбинации (варианты), анализировать их следует отдельно, а затем можно скомбинировать при составлении общего списка. Элементы системы, имеющие одновременно опасные состояния, надо располагать так, чтобы можно было выделить и оценить присущие им специфические опасности.
6. Свести поэлементный анализ в форму "Детальный анализ" в том порядке, в котором опасности появляются. После завершения списка опасностей может оказаться несколько вариантов бланков.

Таблица 2 – Бланк детального анализа

Общий анализ опасностей _____

Участок системы _____ Подготовил _____

Задача или действие _____ Дата _____

Контрмера _____ Затраты _____

Элемент системы (их комбинация)	Элементы опасности			

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №12

«Прогнозирование техногенного риска»

Методические указания.

Практическое занятие направлено на освоение студентами понятийного аппарата данной темы и на проработку вопросов, связанных с прогнозом возможного риска в техносфере. Занятие проходит в форме круглого стола по предложенным вопросам.

Вопросы для обсуждения:

Метод, основанный на аналогиях

Метод пошагового планирования будущих событий
Метод математического прогнозирования
Экспертный метод

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №13

«Семинар «Экспертиза промышленной безопасности»»

Методические указания.

Практическое занятие направлено на освоение студентами понятийного аппарата данной темы и на проработку вопросов, связанных с проведением экспертизы промышленной безопасности. Занятие проходит в форме круглого стола по предложенным вопросам.

Вопросы для обсуждения:

1. Объекты, подлежащие экспертизе промышленной безопасности (ПБ).
2. Организация, уполномоченная проводить экспертизу ПБ.
3. Правила проведения экспертизы промышленной безопасности.
4. Заключение экспертизы промышленной безопасности.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №14

«Декларация опасного производственного объекта »

Методические указания.

Практическое занятие направлено на освоение студентами понятийного аппарата данной темы и на проработку вопросов, связанных со структурой декларации опасного производственного объекта. Занятие проходит в форме круглого стола по предложенным вопросам.

Вопросы для обсуждения:

1. Данные об организации - разработчике декларации;
2. Раздел 1 "Общие сведения";
3. Раздел 2 "Результаты анализа безопасности";
4. Раздел 3 "Обеспечение требований промышленной безопасности";
5. Раздел 4 "Выводы";
6. Раздел 5 "Ситуационные планы".

3. Групповые и индивидуальные консультации

Слово «консультация» латинского происхождения, означает «совещание», «обсуждение».

Консультации проводятся в следующих случаях:

- когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;
- с целью оказания консультативной помощи в самостоятельной работе (при написании рефератов, эссе, контрольных работ, расчетно-графических работ, выполнении курсовых работ (проектов), подготовке к промежуточной аттестации, участии в конференции и др.);
- если обучающемуся требуется помощь в решении спорных или проблемных вопросов возникающих при освоении дисциплины (модуля).

Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. В частности, если затруднение возникло при изучении теоретического материала, то конкретно укажите, что вам непонятно, на какой из пунктов обобщенных планов вы не смогли самостоятельно ответить.

Если же затруднение связано с решением задачи или оформлением отчета о лабораторной работе, то назовите этап решения, через который не могли перешагнуть, или требование, которое не можете выполнить.

4. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Успешное освоение компетенций, формируемых учебной дисциплиной (модуля), предполагает оптимальное использование времени для самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающегося - деятельность, которую он выполняет без непосредственного участия преподавателя, но по его заданию, под его руководством и наблюдением. Обучающийся, обладающий навыками самостоятельной работы, активнее и глубже усваивает учебный материал, оказывается лучше подготовленным к творческому труду, к самообразованию и продолжению обучения.

Самостоятельная работа может быть аудиторной и внеаудиторной. Границы между этими видами работ относительны, а сами виды самостоятельной работы пересекаются.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется во время проведения учебных занятий по дисциплине (модулю) по заданию преподавателя. Включает в себя:

- выполнение самостоятельных работ, участие в тестировании;
- выполнение контрольных, практических и лабораторных работ;
- решение задач и упражнений, составление графических изображений (схем, диаграмм, таблиц и т.п.);
- работу со справочной, методической, специальной литературой;
- оформление отчета о выполненных работах;
- подготовка к дискуссии, выполнения заданий в деловой игре и т.д.

Внеаудиторная самостоятельная работа (в библиотеке, в лаборатории МАУ, в домашних условиях, в специальных помещениях для самостоятельной работы в МАУ и т.д.) является текущей обязательной работой над учебным материалом (в соответствии с рабочей программой), которая не предполагает непосредственного и непрерывного руководства со стороны преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа может включать в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям и выполнение необходимых домашних заданий;
- работу над отдельными темами дисциплины, вынесенными на самостоятельное изучение в соответствии с рабочей программой;
- проработку материала из перечня основной и дополнительной литературы по дисциплине, по конспектам лекций;
- написание докладов, отчетов, подготовка мультимедийных презентаций и др.;
- подготовку ко всем видам практики и выполнение заданий, предусмотренных их рабочими программами;
- выполнение контрольной работы;
- участие в исследовательской, проектной и творческой деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля);
- другие виды самостоятельной работы.

Содержание самостоятельной работы определяется рабочей программой дисциплины. Задания для самостоятельной работы имеют четкие календарные сроки выполнения.

Выполнение любого вида самостоятельной работы предполагает прохождение обучающимся следующих этапов:

1. Определение цели самостоятельной работы.
2. Конкретизация познавательной (проблемной или практической) задачи.
3. Самооценка готовности к самостоятельной работе по решению поставленной или выбранной задачи.

4. Выбор адекватного способа действий, ведущего к решению задачи (выбор путей и средств для ее решения).
5. Планирование (самостоятельно или с помощью преподавателя) самостоятельной работы по решению задачи.
6. Реализация программы выполнения самостоятельной работы.
7. Самоконтроль выполнения самостоятельной работы, оценивание полученных результатов.
8. Рефлексия собственной учебной деятельности.

Разделы для изучения:

Тема 1. Основы теории расчета надежности технических систем

Понятие надежности. Предварительные замечания. Объект, элемент, система. Состояние объекта. Переход объекта в различные состояния. Временные характеристики объекта. Определение надежности.

Методические рекомендации:

Теория надежности - наука, изучающая:

- закономерности возникновения отказов систем;
- нормированные критерии и количественные характеристики надежности;
- методы анализа сложных систем по критериям надежности;
- методы повышения надежности;
- методы испытаний на надежность;
- методы эксплуатации систем с учетом надежности (обоснование периодичности технического обслуживания систем, норм запасных частей, методов отыскания неисправностей);
- методы сбора и анализа статистических данных об отказах систем.

Случайный характер времени возникновения отказов, сложность объектов позволяет заключить, что математическим аппаратом теории надежности может быть теория вероятностей и математическая статистика, а также теория массового обслуживания (теория графов и цепи Маркова).

Из-за невозможности точного предсказания отказа как случайного события по времени и месту возникновения следует, что полностью предупредить отказы невозможно. Однако могут быть приняты меры для уменьшения их частоты.

Теория вероятностей изучает:

- а) случайные события;
- б) случайные величины;
- в) случайные процессы (случайные функции).

Если при массовых событиях, например, при массовых испытаниях, обязательно происходит некоторое событие, то такое событие называется достоверным. Если же некоторое событие заведомо не может произойти, то его называют невозможным. События, которые при каждом отдельном явлении (случае, испытании) предсказать невозможно, называют случайными.

Случайной величиной называется переменная величина, которая в результате испытаний или при каких-то явлениях может принимать то или иное значение (например, отклонение размера и изделия от номинального значения, время безотказной работы изделий и пр.).

Случайным процессом или случайной функцией называется совокупность случайных величин, отвечающих различным значениям некоторого неслучайного параметра: изменение диаметра по длине валика, внутренние шумы, флуктуации в электрических цепях и т.д.

Вопросы для самопроверки:

1. Понятия и определение надежности, отказа изделия, повреждения,

наработки, ресурса, срока службы.

2. Показатели надежности, безопасности, риска. Вероятность безотказной работы.

3. Математические модели теории надежности. Метод построения блок-схем.

Тема 2. Характеристики отказов

Виды отказов и причинные связи. Количественные характеристики надежности. Критерии надежности невосстанавливаемых объектов, восстанавливаемых объектов.

Вопросы для самопроверки:

1. Назовите виды отказов.
2. Назовите причинные связи возникновения отказов.
3. Что такое случайное событие?
4. Назовите основные законы распределения отказов.
5. Назовите основные критерии надежности.

Тема 3. Оценка надежности человека как звена сложной технической системы.

Причины совершения ошибок. Методология прогнозирования ошибок. Принципы формирования баз об ошибках человека.

Вопросы для самопроверки:

1. Приведите факторы, воздействующие на человека-оператора.
2. Составление перечня и анализ действий человека
3. Оценивание частоты ошибок человека;
4. Определение влияния частоты ошибок человека на интенсивность отказов рассматриваемой системы;

Тема 4. Инженерные методы исследования безопасности технических систем

Методология качественного и количественного анализов опасностей и выявления отказов систем. Порядок определения причин отказов и нахождения аварийного события при анализе состояния системы. Предварительный анализ опасностей. Метод анализа опасности и работоспособности

Методические рекомендации:

Инженерные исследования, в отличие от теоретических исследований в технических науках, непосредственно вплетены в инженерную деятельность, осуществляются в сравнительно короткие сроки и включают в себя предпроектное обследование, научное обоснование разработки, анализ возможности использования уже полученных научных данных для конкретных инженерных расчетов, характеристику эффективности разработки, анализ необходимости проведения недостающих научных исследований и т.д. Инженерные исследования проводятся в сфере инженерной практики и направлены на конкретизацию имеющихся научных знаний применительно к определенной инженерной задаче. Результаты этих исследований находят свое применение прежде всего в сфере инженерного проектирования. Именно такого рода инженерные исследования осуществляются крупными специалистами в области конкретных технических наук, когда они выступают в качестве экспертов при разработке сложных технических проектов.

В процессе функционирования и развития инженерной деятельности в ней происходит накопление конструктивно-технических и технологических знаний, которые представляют собой эвристические методы и приемы, разработанные в самой инженерной

практике. В процессе дальнейшего прогрессивного развития инженерной деятельности эти знания становятся предметом обобщения в науке. Первоначально вся инженерная деятельность была ориентирована на использование лишь естественнонаучных знаний, и в ее осуществлении принимали деятельное участие многие ученые-естествоиспытатели, конструируя экспериментальное оборудование и даже технические устройства. Поэтому именно в естественных науках формируются постепенно особые разделы, специально ориентированные на обслуживание инженерной практики. Помимо ученых-теоретиков и ученых-экспериментаторов, появляются специалисты в области прикладных исследований и технических наук, задача которых - обслуживание инженерной деятельности.

В настоящее время существует множество областей технической науки, относящихся к различным сферам инженерной деятельности. Однако области технической науки и соответствующие им сферы инженерной деятельности не тождественны. Например, электротехнику как сферу инженерной деятельности и отрасль промышленности не следует путать с теоретической электротехникой, которая представляет собой область технической науки. Последняя имеет в настоящее время достаточно разработанный теоретический уровень (скажем, теорию электрических цепей) и не может рассматриваться как исследование, направленное лишь на приложение знаний естественнонаучных дисциплин. В технических науках развиты особые теоретические принципы, построены специфические идеальные объекты, введены новые научные законы, разработан оригинальный математический и понятийный аппарат. Технические науки удовлетворяют сегодня всем основным критериям выделения научной дисциплины. В то же время следует помнить, что технические науки достаточно четко ориентированы на решение инженерных задач и имеют вполне определенную специфику. Конечно, в них доказываются теоремы и строятся теоретические системы. Однако, наряду с этим, важное место занимают описания расчетов и приборов и различные методические рекомендации. Главная цель технических наук - выработка практико-методических рекомендаций по применению научных знаний, полученных теоретическим путем (в сфере технической науки - технической теории) в инженерной практике. Специфика технической науки определяется необходимостью использования ее результатов не столько для объяснения естественных процессов, сколько для конструирования технических систем. Эти результаты опосредованы, как правило, инженерными исследованиями, проводимыми в рамках того или иного вида конкретной инженерной деятельности.

С появлением и развитием технических наук изменилась и сама инженерная деятельность. В ней постепенно выделились новые направления, тесно связанные с научной деятельностью (но не сводимые к ней), с проработкой общей идеи, замысла создаваемой системы, изделия, сооружения, устройства и прежде всего - проектирование.

Вопросы для самопроверки:

1. Экологический риск. Риск поражения населения на химически опасных объектах.
2. Риск токсических эффектов. Заболеваемость.
3. Оценка риска, связанного с воздействием ионизирующего излучения.

Тема 5. Мероприятия, методы и средства обеспечения надежности и безопасности технических систем

Техническая поддержка и обеспечение. Технические средства обеспечения надежности и безопасности технических систем. Средства предупреждения отказов. Средства контроля. Средства защиты. Организационно-управленческие мероприятия. Техническое обслуживание, ремонтные работы и инспектирование. Управление изменениями в технологическом процессе. Обучение. Диагностика нарушений и аварийных ситуаций в технических системах.

Методические рекомендации:

В процессе эксплуатации изделие определенное время используют по назначению для выполнения соответствующей работы, некоторое время она транспортируется и хранится, а часть времени идет на техническое обслуживание и ремонт. При этом для сложных технических систем в нормативно-технической документации устанавливают виды технических обслуживания (ТО-1, ТО-2,...) и ремонтов (текущий, средний или капитальный).

На стадии эксплуатации изделий проявляются технико-экономические последствия низкой надёжности, связанные с простоями техники и затратами на устранение отказов и приобретение запасных частей. С целью поддержания надёжности изделий на заданном уровне в процессе эксплуатации необходимо проводить комплекс мероприятий, который может быть представлен в виде двух групп — мероприятия по соблюдению правил и режимов эксплуатации; мероприятия по восстановлению работоспособного состояния.

К **первой** группе мероприятий относятся обучение обслуживающего персонала, соблюдение требований эксплуатационной документации, последовательности и точности проводимых работ при техническом обслуживании, диагностический контроль параметров и наличие запасных частей, осуществление авторского надзора и т.п.

К основным мероприятиям **второй** группы относятся корректирование системы технического обслуживания, периодический контроль за состоянием изделия и определение средствами технического диагностирования остаточного ресурса и предотказного состояния, внедрение современной технологии ремонта, анализ причин отказов и организация обратной связи с разработчиками и изготовителями изделий.

Многие изделия значительную часть времени эксплуатации находятся в состоянии хранения, т.е. не связаны с выполнением основных задач. Для изделий, работающих в таком режиме, преобладающая часть отказов связана с коррозией, а также воздействием пыли, грязи, температуры и влаги. Для изделий, находящихся значительную часть времени в эксплуатации, преобладающая часть отказов связана с износом, усталостью или механическим повреждением деталей и узлов. В состоянии простоя интенсивность отказов элементов существенно меньше, чем в рабочем состоянии. Так, например, для электромеханического оборудования это соотношение соответствует 1:10, для механических элементов это соотношение составляет 1:30, для электронных элементов 1:80.

Необходимо отметить, что с усложнением техники и расширением областей её использования возрастает роль этапа эксплуатации техники в суммарных затратах на создание и использование технических систем. Затраты на поддержание в работоспособном состоянии за счет технических обслуживания и ремонтов превышают стоимость новых изделий в следующее число раз: тракторов и самолетов в 5-8 раз; металлорежущих станков в 8-15 раз; радиоэлектронной аппаратуры в 7-100 раз.

Техническая политика предприятий должна быть направлена на снижение объемов и сроков проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту техники за счет повышения надёжности и долговечности основных узлов.

Консервация машины в состоянии поставки помогает сохранить её работоспособность, как правило, в течение 3-5 лет. Для поддержания надёжности машины в процессе эксплуатации на заданном уровне объем производства запасных частей должен составлять 25-30 % стоимости машин.

Вопросы для самопроверки:

1. Методы вычисления точечных и интервальных оценок показателей рейтинга.
2. анализ безопасности технических систем по результатам выделения предвестников аварий.
3. Механизм управления безопасностью с использованием рейтингов нарушений

Тема 6. Правовые аспекты анализа риска и управления промышленной безопасностью.

Промышленные объекты. Промышленная безопасность. Средства контроля. Средства защиты.

Вопросы для самопроверки:

1. Технические средства обеспечения надежности и безопасности технических систем.
2. Средства предупреждения отказов.
3. Средства контроля.
4. Средства защиты.
5. Организационно-управленческие мероприятия: Техническое обслуживание, ремонтные работы и инспектирование.
6. Управление изменениями в технологическом процессе.
7. Обучение. Диагностика нарушений и аварийных ситуаций в технических системах.

Тема 7. Основные положения теории риска.

Риск как количественная мера опасности. Опасность. Риск. Классификация рисков. Трактовки риска как количественной меры опасности.

Методические рекомендации:

Формирование опасных и чрезвычайных ситуаций—результат определенной совокупности факторов риска, порождаемых соответствующими источниками. Применительно к проблеме безопасности жизнедеятельности таким событием может быть ухудшение здоровья или смерть человека, авария или катастрофа технической системы или устройства, загрязнения или разрушение экологической системы, гибель группы людей или возрастание смертности населения, материальный ущерб от реализовавшихся опасностей или увеличение затрат на безопасность.

Каждое нежелательное событие может возникнуть по отношению к определенной жертве — объекту риска. Соотношение объектов риска и нежелательных событий позволяет различать индивидуальный, технический, экологический, социальный и экономический риски.

Вопросы для самопроверки:

1. Классификация рисков с позиции управления техногенной безопасностью.
2. Классификация рисков в зависимости от причины их возникновения.
3. Индивидуальный и коллективный риски.
4. Потенциальный территориальный риск.
5. Социальный риск. F-N кривые.

Тема 8. Анализ, оценка и управление риском. Роль внешних факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем.

Анализ риска. Оценка риска. Приемлемый риск. Управление риском. Предприятие, как объект повышенной опасности. Нормальное и пораженное состояния предприятия. Классификация внешних воздействующих факторов, их влияние.

Анализ риска — во многом субъективный процесс, в ходе которого учитываются не только количественные показатели, но и показатели, неподдающиеся формализации, такие как позиции и мнения различных общественных группировок, возможность компромиссных решений, экспертные оценки и т. д.

Многообразие видов производственной деятельности, специфика промышленных объектов, их принадлежность к самым различным отраслям отражает многоаспектность проблемы анализа риска.

Особенность анализа риска заключается в том, что в ходе его рассматриваются потенциально негативные последствия, которые могут возникнуть в результате отказа в работе технических систем, сбоев в технологических процессах или ошибок со стороны обслуживающего персонала. Разумеется, что можно рассматривать и негативные воздействия на людей, и окружающую природную среду при безаварийном функционировании производства (за счет выбросов или утечки вредных или опасных веществ, неочищенных стоков и т. д.).

Результаты анализа риска имеют существенное значение для принятия обоснованных и рациональных решений при определении места размещения и проектировании производственных объектов, при транспортировании и хранении опасных веществ и материалов. В процессе анализа риска находят широкое применение формализованные процедуры и учет разнообразных ситуаций, с которыми может столкнуться управляющий персонал в процессе своей деятельности, особенно при возникновении чрезвычайной обстановки.

Вопросы для самопроверки:

1. Основы методологии анализа и управления риском.
2. Прогнозирование техногенного риска.
3. Методы анализа техногенного риска.
4. Последовательность прогноза техногенного риска.
5. Воздействие температуры.
6. Воздействие солнечной радиации.
7. Воздействие влажности.
8. Воздействие атмосферного давления.
9. Воздействие ветра и гололеда.
10. Воздействие примесей воздуха.
11. Воздействие биологических факторов.
12. Старение материалов.
13. Факторы нагрузки.

Тема 9. Классификация и номенклатура потенциально опасных объектов.

Опасности. Иницирующие события.

Опасности последовательности событий, исходы аварий и их последствия. Технологические опасности. Иницирующие события. Промежуточные события, способствующие эскалации аварии.

Моделирование риска. Технологии управления риском. Определение вероятности первичного (непосредственного) ущерба. Расчет размеров зон вероятного поражения. Оценка вторичного ущерба.

Структура полного ущерба. Прямой и косвенный ущерб.

Методические рекомендации:

При прогнозировании чрезвычайных ситуаций определяются:

показатели степени риска для населения в связи с возможными авариями на потенциально опасных объектах (потенциальный риск, коллективный риск, индивидуальный риск, риск нанесения материального ущерба);

опасность, которую представляет чрезвычайная ситуация техногенного характера в общем (интегральном) риске чрезвычайных ситуаций.

Для установления степени риска чрезвычайных ситуаций техногенного характера определяются:

расчетные сценарии возможных крупных аварий, приводящих к чрезвычайным ситуациям, (условия возникновения, поражающие факторы, продолжительность их воздействия и масштабы);

частоты или вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций по каждому из выбранных расчетных сценариев;

границы зон, в пределах которых может осуществляться поражающее воздействие источника чрезвычайной ситуации;

распределение людей (производственного персонала и населения) на территории, в пределах которой может осуществляться поражающее воздействие источника чрезвычайной ситуации.

Определение степени риска чрезвычайных ситуаций техногенного характера производится на основе нормативно-методической документации в области предупреждения чрезвычайных ситуаций, защиты населения и территорий от их воздействия.

При отсутствии достаточных исходных данных для определения степени риска чрезвычайных ситуаций на конкретных потенциально опасных объектах допускается использование информации об оценках риска для объектов-аналогов, а также статистические данные о частотах аварий для отдельных видов технологического оборудования и коммуникаций.

В основу организации взаимодействия субъектов Российской Федерации при прогнозировании чрезвычайных ситуаций должны быть положены:

существующая структура построения функциональных и территориальных подсистем РСЧГ;

документы, определяющие порядок сбора и обмена информацией в сфере прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

По результатам прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера потенциально опасные объекты подразделяются по степени опасности в зависимости от масштабов возникающих чрезвычайных ситуаций на пять классов:

1 класс - потенциально опасные объекты, аварии на которых могут являться источниками возникновения федеральных и/или трансграничных чрезвычайных ситуаций;

2 класс - потенциально опасные объекты, аварии на которых могут являться источниками возникновения региональных чрезвычайных ситуаций;

3 класс - потенциально опасные объекты, аварии на которых могут являться источниками возникновения территориальных чрезвычайных ситуаций;

4 класс - потенциально опасные объекты, аварии на которых могут являться источниками возникновения местных чрезвычайных ситуаций;

5 класс - потенциально опасные объекты, аварии на которых могут являться источниками возникновения локальных чрезвычайных ситуаций.

Отнесение потенциально опасных объектов к классам опасности осуществляется комиссиями, формируемыми органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации. В состав комиссии включаются представители органов управления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям и специально уполномоченных органов в области промышленной, экологической, санитарно-эпидемиологической безопасности, федеральных министерств и иных федеральных органов исполнительной власти, специализированных организаций.

Сведения о классификации представляются комиссиями в МЧС России и в иные федеральные органы исполнительной власти с учетом их компетенции. МЧС России, региональные центры по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и органы управления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям осуществляют учет потенциально опасных объектов и объектов жизнеобеспечения в установленном порядке.

Вопросы для самопроверки:

1. Опасности последовательности событий, исходы аварий и их последствия.
2. Технологические опасности.
3. Иницирующие события. Промежуточные события, способствующие эскалации аварии.
4. Промежуточные события, способствующие снижению риска.
5. Исходы аварий.

Работа с научной и учебной литературой

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к контрольным работам, тестированию, зачету.

В процессе работы с учебной и научной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы, которые).

Выбрав нужный источник, следует найти интересующий раздел по оглавлению или алфавитному указателю, а также одноименный раздел конспекта лекций или учебного пособия. В случае возникших затруднений в понимании учебного материала следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным. Необходимо отметить, что работа с литературой не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью профессиональной деятельности будущего выпускника.

Подготовка информационного сообщения

Это вид самостоятельной работы по подготовке небольшого по объему устного сообщения для озвучивания на семинаре, практическом занятии. Сообщаемая информация носит характер уточнения или обобщения, несет новизну, отражает современный взгляд по определенным проблемам.

Сообщение отличается от докладов и рефератов не только объемом информации, но и ее характером - сообщения дополняют изучаемый вопрос фактическими или статистическими материалами. Возможно письменное оформление задания, оно может включать элементы наглядности (иллюстрации, демонстрацию).

Регламент времени на озвучивание сообщения - до 5 мин.

Решение ситуационных задач (кейс-заданий)

Кейс-задание (англ. *case* - случай, ситуация) - проблемное задание (иллюстративное, аналитическое), связанное с конкретным событием или последовательностью событий и направленное на разбор, осмысление и решение реальной профессионально-ориентированной ситуации.

Решение ситуационных задач направлено на формирование умения анализировать в короткие сроки большой объем неупорядоченной информации, принятия решений в условиях недостаточной информации, готовности использовать собственные индивидуальные креативные способности для решения исследовательских задач.

Рекомендации по работе с кейсом:

- сначала необходимо прочитать всю имеющуюся информацию, чтобы составить целостное представление о ситуации; не следует сразу ее анализировать, желательно лишь выделить в ней данные, показавшиеся важными;
- требуется охарактеризовать ситуацию, определить ее сущность и отметить второстепенные элементы, а также сформулировать основную проблему и проблемы, ей подчиненные;
- важно оценить все факты, касающиеся основной проблемы (не все факты, изложенные в ситуации, могут быть прямо связаны с ней), и попытаться установить взаимосвязь между приведенными данными;
- следует сформулировать критерий для проверки правильности предложенного решения, попытаться найти альтернативные способы решения, если такие существуют, и определить вариант, наиболее удовлетворяющий выбранному критерию;
- в заключении необходимо разработать перечень практических мероприятий по реализации предложенного решения;
- для презентации решения кейса необходимо визуализировать решение (в виде мультимедийной презентации, изображения на доске и пр.) или оформить письменный отчет по кейсу.

5. Методические рекомендации по подготовке обучающегося к промежуточной аттестации

Учебным планом по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» предусмотрена следующая форма промежуточной аттестации: **зачет**.

Промежуточная аттестация направлена на проверку конечных результатов освоения дисциплины.

Форма промежуточной аттестации «**зачет**» предполагает установление факта сформированности компетенций на основании оценки освоения обучающимся программного материала по результатам текущего контроля дисциплины (модуля) в соответствии с технологической картой.

Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине, то он считается аттестованным.

Таким образом, подготовка к зачету предполагает подготовку к аудиторным занятиям и внеаудиторному текущему контролю всех форм.