

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Атомная энергетика»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «Надежность технических систем»

### **Специальность**

«14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

### **Основная профессиональная образовательная программа**

«Системы контроля и управления атомных станций»

### **Квалификация выпускника**

Инженер-физик

### **Форма обучения**

Очная

Балаково

### Цель освоения дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются: получение знаний по основам расчёта надёжности объектов и технических систем в целом. Закономерностей возникновения отказов технических систем и различные методики повышения безотказности их работы.

Задачи дисциплины:

- Рассмотрение происходящих в объектах процессов;
- Применение методов расчёта надёжности технических объектов, методы прогнозирования отказов.
- Выбор способов увеличения надёжности при проектировании и эксплуатации объектов, а также способы сохранения надёжности при эксплуатации;
- определение методов сбора, учёта и анализа статистических данных, характеризующих надёжность.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональными стандартами:

24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»

### Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к профессиональному модулю дисциплин, является основой для изучения других дисциплин цикла. Студент должен быть знаком с разделами математики: дифференциальное и интегральные исчисления, теория функций комплексных переменных, математическим анализом, Детали машин и основы конструирования, Стандартные программные пакеты и средства для моделирования технологических объектов, Информационное обеспечение проектирования техники, Метрология.

Данная дисциплина может служить основой для изучения дисциплин: Насосы, вентиляторы, компрессоры, Ядерные энергетические реакторы АЭС, Транспортные устройства АЭС, Парогенераторы, Режимы работы и эксплуатации оборудования АЭС, Турбомашины.

После изучения данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать следующие трудовые функции:

- в соответствии с профессиональным стандартом «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»: В/02.7. Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработки предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий;

При изучении курса «Надёжность технических систем» к студенту предъявляются следующие требования: студент умеет идентифицировать и классифицировать по чертежу или разбираемому образцу детали, узлы и агрегаты технических систем с целью составления структурных схем их надёжности, знает критерии работоспособности деталей машин, владеет инженерной терминологией.

### Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
обще профессиональные		
ОПК-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования,	З-ОПК-1 Знать: базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования

	теоретического экспериментального исследования	и	У-ОПК-1 Уметь: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат В-ОПК-1 Владеть: математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общефизических законов и принципов
--	--	---	--

профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками.	ПК-1 Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок	З-ПК-1 знать современную Техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок У-ПК-1 уметь использовать научно-техническую информацию для проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок В-ПК-1 владеть методами поиска и анализа научно-технической информации и опыта в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок

**Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины**

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональное и трудовое воспитание</b>	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности,	Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога),	1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных

	ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду <b>(B14)</b>	<p>понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач.</p> <p>- формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости;</p> <p>- формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</p>	олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства. 3.Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов
--	---	---	--

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 9-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. часа.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма)	Максимальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	1	Термины и определения	6	2		2	2	КЛП	25
	2	Единичные показатели надежности.	6	2		2	2		
	3	Случайные величины и их	12	4		2	6		

		характеристики							
	4	Теория надежности и законы распределения случайных величин	14	4		6	4		
	5	Структурно-логический анализ технических систем	14	4		4	6		
2	6	Методы повышения надежности технических систем	14	4		4	6	КЛ2	25
	7	Основы теории риска	14	4		4	6		
	8	Логико-графические методы анализа риска	14	4		4	6		
	9	Применение теории риска для оценки уровня безопасности	14	4		4	6		
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>108/24</b>	<b>32</b>		<b>32/24</b>	<b>44</b>	<b>Экзамен</b>	<b>50</b>

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Термины и определения. Лекция 1. Терминология и определения по ГОСТ 27.002-2015. Надежность как комплексное свойство технических систем. Классификация и характеристики отказов.	2	1-4
Показатели надежности технических систем. Лекция 2. Показатели безотказности. Показатели долговечности. Показатели сохраняемости. . Комплексные показатели надежности.	2	1-4
Случайные величины и их характеристики. Лекция 3 Виды случайных величин. Функция распределения вероятности случайной величины. Лекция 4. Числовые характеристики случайных величин.	4	1-4
Теория надежности и законы распределения случайных величин. Лекция 5 Надежность в период нормальной эксплуатации. Лекция 6. Логарифмически нормальное распределение. Распределение Вейбулла.	4	1-4
Структурно-логический анализ технических систем. Лекция 7. Структурная схема надежности технической системы. Расчёт надёжности систем с последовательным соединением элементов. Расчёт надёжности системы с параллельным соединением элементов. Лекция 8. Анализ сложных систем. Расчёт структурной надёжности	4	1-4

систем.		
Методы повышения надежности технических систем. Лекция 9. Резервирование. Кратность резервирования и основные расчетные формулы. Лекция 10. Особенности расчета надежности систем с нагруженным и ненагруженным резервированием.	4	1-4
Основы теории риска. Лекция 11. Понятие риска. Классификация видов риска. Лекция 12. Качественные методы анализа риска. Количественная оценка риска.	4	1-4
Логико-графические методы анализа риска. Лекция 13. Определения и символы, используемые при построении деревьев. Анализ деревьев отказов. Построение дерева отказов. Качественная и количественная оценка дерева отказов. Лекция 14. Аналитический вывод для простых схем дерева отказов. Дерево с повторяющимися событиями. Вероятностная оценка дерева отказов.	4	1-4
Применение теории риска для оценки уровня безопасности. Лекция 15. Критерии приемлемого риска. Управление риском. Лекция 16. Применение теории риска в технических системах. Оценка риска аварий.	4	1-4

### Перечень практических занятий

Наименование практической работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Состояния технических объектов	2	1-4
Расчет комплексных показателей надежности	2	1-4
Расчет статистических показателей результатов испытаний объектов технических систем.	2	1-4
Моделирование наработок до отказа нормальным и равномерным распределением	6	1-4
Расчет надежности на стадии проектирования	4	1-4
Расчет резервированных объектов	4	1-4
Содержание и структура риска	4	1-4
Построение дерева отказов	4	1-4
Расчет индивидуальных рисков	4	1-4
	<b>32</b>	

### Задания для самостоятельной работы студентов

Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Процесс развития опасности. Аксиомы потенциальной опасности технических систем. Жизненный цикл ТС	2	1-4
Фактор времени в надежности ТС	2	1-4
Анализ особенностей оценивания показателей надежности тс. Показатель внутренней готовности системы. Показатели параметрической надежности систем.	6	1-4
Закон распределения Пуассона. Гамма-распределение.	4	1-4

Расчет надежности тс с мостиковой схемой. Метод минимальных контуров и минимальных сечений	6	1-4
Зависимость надежности системы от кратности резервирования. Определение целесообразной кратности резервирования	6	1-4
Критерии отказов по тяжести последствий. Анализ опасностей методом потенциальных отклонений (АОМПО).	6	1-4
Изучение ГОСТ Р 51901.13-2005(МЭК 61025:1990). Преимущества и недостатки метода «дерева отказов»	6	1-4
Требования к размещению промышленного объекта. Система лицензирования. Экспертиза промышленной безопасности. Информирование государственных органов и общественности об опасностях и авариях. Ответственность производителей.	6	1-4
	44	

Самостоятельная работа студентов предполагает поиск информации по темам; представление их в виде рефератов. Контроль СРС предполагается в оценке рефератов 1 раз в две недели.

### **Образовательные технологии**

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научную работу.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий с использованием ПК. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при выполнении домашних заданий.

### **Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (письменно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
2	Основные понятия теории надежности технических систем	З – ОПК-1, ПК-1 У-ОПК-1, ПК-1 В- ОПК-1, ПК-1	Коллоквиум (письменно)
3	Повышение уровня надежности ТС, исследование рисков	З – ОПК-1, ПК-1 У-ОПК-1, ПК-1 В- ОПК-1, ПК-1	Коллоквиум (письменно)
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Экзамен	З – ОПК-1, ПК-1 У-ОПК-1, ПК-1 В- ОПК-1, ПК-1	Вопросы к экзамену (письменно)

Оценочные средства для входного контроля представляют собой *вопросы, которые задаются студентам в письменной форме.*

### **Перечень вопросов для входного контроля**

1. Дайте определение случайного события.
2. Что такое выборка с возвращением и выборка без возвращения.
3. Что такое вероятность события, какими свойствами она обладает.
4. Запишите основные формулы комбинаторики.
5. Условная вероятность. Теорема умножения вероятностей.
6. Теорема сложения вероятностей.
7. Формула полной вероятности.
8. Вычисление вероятностей гипотез после испытания (формула Байеса).
9. Повторные независимые испытания (формула Бернулли).
10. Что представляет собой математическая модель элемента (системы) в виде структурной схемы?
11. Дайте определение орграфа, какие понятия характерны для ориентированных графов?
12. Назовите методы нахождения экстремума целевой функции. Опишите любой, известный вам алгоритм.

Текущий контроль по темам проводится в виде отчета в устной форме по практическим работам, рефератов по темам СРС; по разделам – в виде коллоквиума.

На этапе аттестации разделов используется: письменные ответы на вопросы коллоквиума (КЛ). Коллоквиум содержит вопросы по разделам дисциплины, проводится на 8 и 16 неделе обучения. На выполнение задания отводится 45 минут.

### **Вопросы коллоквиума раздела 1.**

1. Какие основные объекты рассматривают в теории надёжности?
2. Приведите примеры объектов.
3. Определение надёжности.
4. Чем характеризуется надёжность?
5. Что понимают под вероятностью безотказной работы?
6. Значение надёжности в технике. Приведите практический пример.
7. С помощью каких свойств, проявляющихся в эксплуатации, можно судить о том, насколько изделие оправдывает надежды изготовителя и потребителей?
8. Охарактеризуйте понятие - Назначенный ресурс.
9. Охарактеризуйте понятие - Средний ресурс.
10. Охарактеризуйте понятие - Гамма-процентный ресурс.
11. Чем характеризуется частичный отказ
12. Чем характеризуется полный отказ
13. Чем характеризуется внезапный отказ
14. Чем характеризуется критический отказ
15. Чем характеризуется самоустраниющийся отказ
16. Чем характеризуется устранимый отказ
17. Чем характеризуется устойчивый отказ
18. Чем характеризуется неустранимый отказ
19. Чем характеризуется перемежающийся отказ
20. Чем характеризуется постепенный отказ
21. Чем характеризуется сбой
22. Чем характеризуется эксплуатационный отказ

23. Дайте определение вероятности безотказной работы  $P(t)$
24. Дайте определение вероятности отказа  $Q(t)$
25. Дайте определение средней наработки до отказа
26. Дайте определение средней наработки на отказ  $T_{ср}$
27. Дайте определение интенсивности отказов
28. Дайте определение Частоты отказов  $a(t)$
29. Дайте определение Запишите выражение для определения  $P(t)$  через интенсивность отказа
30. Как называется календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновление после ремонта до перехода в предельное состояние
31. Как называется календарная продолжительность эксплуатации, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью  $\gamma$ , выраженной в процентах
32. Для чего необходимы показатели долговечности системы
33. Чем характеризуется ресурс  $T_r$  системы
34. Запишите выражение для коэффициента экономичности изделия
35. Запишите выражение для коэффициента эксплуатационных издержек  $K_{из}$
36. Запишите выражение для показателя цены надежности
37. Запишите выражение для коэффициента технического использования
38. Запишите выражение для коэффициента готовности
39. Запишите выражение для Коэффициент оперативной готовности
40. Запишите выражение для Коэффициент простоя  $K_p$
41. Запишите выражения для Математического ожидания СВ и его свойства
42. Запишите выражение для Плотности распределения СВ
43. Модой непрерывной случайной величины называется
44. Медианой случайной величины  $X$  называется
45. Квантиль – это
46. Запишите выражение для Дисперсии СВ и ее свойства
47. Какими значениями показателей надежности характеризуется период нормальной эксплуатации объекта
48. Чем характеризуется нормированное нормальное распределение
49. Какие типы отказов моделирует логарифмический закон распределения вероятности
50. Запишите показатели надежности при распределении Вейбулла
51. Запишите особенности распределения Вейбулла при различных значениях параметра формы  $b$ .
52. Вопросы коллоквиума раздела 2.

### **Вопросы коллоквиума раздела 2.**

1. Срок службы ТС - это.
2. Срок гарантии ТС - это.
3. Ресурс ТС - это.
4. Охарактеризуйте надёжность в период нормальной эксплуатации.
5. Охарактеризуйте надёжность в период постепенных отказов.
6. Как составляется структурная схема безотказности изделия?
7. Запишите показатели при расчете надёжности последовательных систем.
8. Как можно повысить надёжность последовательных систем?
9. Запишите показатели при расчёте надёжности параллельных систем.
10. Надёжны ли параллельные системы?
11. Какие экономические показатели надёжности вы знаете.
12. Для каких целей используется «дерево неисправностей».

13. Зачем применяется резервирование?
14. Какие виды резервов вы знаете.
15. Что такое системы резервирования.
16. Какие методы количественного анализа риска вы знаете.
17. Экономические методы управления риском.
18. Какие методы анализа риска опасности и работоспособности вы знаете.
19. Организация исследований устойчивости функционирования объекта.
20. В чем заключается анализ опасностей и риска промышленного объекта.
21. Человеческий фактор как источник риска.
22. Факторы производственной среды и их влияние на безопасность системы «человек – машина».
23. Законодательные решения, относящиеся к риску.
24. Экономический аспект риска.
25. Социальный аспект риска.
26. Методы и средства предупреждения производственного риска человеческого звена в системе «человек – машина».
27. Пути снижения величины риска, связанного с эксплуатацией производственного оборудования.
28. Основные положения теории риска.
29. Определение риска.
30. В чем заключается разница между понятиями «риск» и «степень риска»?
31. Что такое «приемлемый риск»?
32. Какие виды риска можно выделить в зависимости от факторов риска и объектов риска?
33. С какой целью проводят анализ риска?
34. Какова последовательность проведения анализа риска?
35. С какой целью проводят оценку риска? Порядок проведения оценки риска
36. Какие существуют качественные методы анализа опасностей?
37. Каков порядок осуществления анализа опасностей качественными методами?
38. Для чего проводится количественный анализ опасностей?
39. По каким формулам подсчитывается вероятность отказа в подсистемах «И» и «ИЛИ»?
40. В каких случаях риск эквивалентен степени риска?
41. Какие символы используются при построении деревьев событий и деревьев отказов?
42. В чем состоит процедура построения дерева отказов?
43. В чем заключается сущность метода первичных отказов?
44. В чем заключается сущность метода вторичных отказов?
45. В чем заключается сущность метода инициированных отказов?
46. Что такое «минимальное сечение дерева неисправностей»?
47. Как проводится количественная оценка дерева отказов?
48. Каковы преимущества и недостатки метода дерева отказов?
49. Какая существует зависимость между величиной риска и ожидаемой выгодой?
50. Какова взаимосвязь между затратами на производство технических систем с принятой при проектировании величиной

#### **Система оценки аттестации разделов дисциплины**

*Каждый коллоквиум оценивается в 10 баллов. Коллоквиум считается сданным, если студент правильно ответил на 60 процентов от заданных ему вопросов.*

Оценка	Количество верно данных ответов
10 баллов	47-50
9 баллов	44-46
8 баллов	40-43

7 баллов	37-39
6 баллов	34-36
5 баллов	30-33
Менее 5 баллов	менее 30

Итоговые баллы за раздел выставляются в соответствии со шкалой оценки, приведённой ниже

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка (стандартная)	Требования к знаниям
23-25	«отлично»	Оценка «отлично» за раздел дисциплины выставляется студенту, если он получил за коллоквиум оценку «отлично», выполнил на отлично и защитил практические работы, предусмотренные курсом в данном разделе, показал отличные знания в области раздела дисциплины. При этом не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.
19-22	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он получил за коллоквиум оценку «хорошо», хорошо выполнил и защитил практические работы, предусмотренные курсом в данном разделе, показывает хорошие знания при ответе на вопросы преподавателя. При этом не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.
15-18	«удовлетво- рительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он получил за коллоквиум оценку «удовлетворительно», выполнил основную часть практических работ, предусмотренные курсом в данном разделе, показывает удовлетворительные знания по дисциплине в целом. При этом не усвоил всех деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала.
менее 15	«неудовле- творительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который получил за коллоквиум оценку «неудовлетворительно», не выполнил основную часть практических работ, предусмотренные курсом в данном разделе, не владеет знаниями по материалам курса.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде экзамена и представляет собой ответы на вопросы письменно.

#### Вопросы к экзамену по дисциплине.

1. Дайте определение понятия «надежность» применительно к техническим системам.
2. Какими основными событиями и состояниями характеризуется надежность технических систем?
3. Чем отличаются исправное и работоспособное состояния технической системы?
4. В каких случаях наступает предельное состояние объекта?
5. Какими могут быть отказы по причинам и характеру возникновения?
6. По каким признакам классифицируют отказы?
7. Что такое показатели надежности?
8. Перечислите и поясните показатели безотказности. 9. Перечислите и поясните показатели долговечности.
9. Числовые характеристики случайных процессов

10. Что является причиной отказов в период нормальной эксплуатации технической системы?
11. Почему распределение Гаусса называют нормальным распределением?
12. Какими параметрами определяется плотность распределения при нормальном законе распределения?
13. Какие виды распределений описывают надёжность технической системы в период постепенных отказов?
14. В чем состоит условие безотказной работы технических систем с последовательным соединением элементов?
15. Как можно повысить вероятность безотказной работы технической системы с последовательным соединением элементов?
16. В чем состоит условие безотказной работы технических систем с параллельным соединением элементов?
17. Как определить вероятность безотказной работы технической системы с параллельным соединением элементов?
18. Как можно повысить надёжность технической системы с параллельным соединением элементов?
19. Как определить вероятность безотказной работы технической системы со сложным соединением элементов?
20. Какие виды резервирования существуют?
21. В чем отличие нагруженного и ненагруженного резервирования?
22. Что такое кратность резервирования и в чем отличие целой и дробной кратности?
23. Что представляет собой ненагруженное резервирование и как случайная наработка до отказа системы связана со случайными наработками составляющих систему элементов?
24. К какому закону распределения стремится наработка до отказа системы при больших значениях кратности резервирования?
25. Как изменяется вероятность безотказной работы системы с увеличением кратности резервирования?
26. При каких условиях ненагруженное резервирование значительно эффективнее нагруженного?
27. Что представляет собой облегченный резерв и видом какого резервирования он является?
28. Как определить вероятность безотказной работы для системы с облегченным резервом?
29. Что представляет собой скользящее резервирование и видом какого резервирования оно является?
30. В чем заключается разница между понятиями «риск» и «степень риска»?
31. Что такое «приемлемый риск»?
32. Какие виды риска можно выделить в зависимости от факторов риска и объектов риска?
33. С какой целью проводят анализ риска?
34. Какова последовательность проведения анализа риска?
35. С какой целью проводят оценку риска? Порядок проведения оценки риска.
36. Какие существуют качественные методы анализа опасностей?
37. Каков порядок осуществления анализа опасностей качественными методами?
38. Для чего проводится количественный анализ опасностей?
39. По каким формулам подсчитывается вероятность отказа в подсистемах «И» и «ИЛИ»?
40. В каких случаях риск эквивалентен степени риска?

41. Какие символы используются при построении деревьев событий и деревьев отказов?
42. В чем состоит процедура построения дерева отказов?
43. В чем заключается сущность метода первичных отказов?
44. В чем заключается сущность метода вторичных отказов?
45. В чем заключается сущность метода инициированных отказов?
46. Что такое «минимальное сечение дерева неисправностей»?
47. Как проводится количественная оценка дерева отказов?
48. Каковы преимущества и недостатки метода дерева отказов?
49. Каким образом определяются критерии приемлемого риска?
50. В чем заключается процесс управления риском?
51. Какая существует зависимость между величиной риска и ожидаемой выгодой?
52. Какова взаимосвязь между затратами на производство технических систем с принятой при проектировании величиной риска?
53. В чем состоит анализ условий возникновения и развития аварий?
54. Какими могут быть причины ошибок персонала?

### Шкала оценивания на экзамене

Экзамен проводится в виде письменного ответа по вопросам, сформированным в билеты. Оценка знаний на зачете и начисление баллов производится в соответствии со следующей таблицей:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов	Требования к знаниям на экзамене
«отлично»	43 - 50	выставляется студенту, если он полно, грамотно и без ошибок ответил на все вопросы, в том числе и дополнительные.
«хорошо»	36 - 42	выставляется студенту, если он без существенных ошибок ответил на все вопросы, однако допускал отдельные неточности или не демонстрировал достаточно глубокого знания материала
«удовлетворительно»	31 - 35	выставляется студенту, если он в ответах на вопросы продемонстрировал только знание основного материала, допускал существенные неточности в ответах, недостаточно технически грамотно формулировал ответы
«неудовлетворительно»	менее 30	выставляется студенту, если допускал неправильные ответы на поставленные вопросы или не смог ответить на часть вопросов, не смог подтвердить знание значительной части материала.

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и экзамен	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
	65-69	
3 – «удовлетворительно»	60-64	E

2 – «неудовлетворительно»	Менее 60	F
---------------------------	----------	---

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой.
«хорошо» – C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

#### Основная литература:

1. Березкин, Е. Ф. Надежность и техническая диагностика систем : учебное пособие / Е. Ф. Березкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 260 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/115514/#1>
2. Обеспечение надежности сложных технических систем : учебник / А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов, О. Л. Шестопалова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 352 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/93594/#1>

#### Дополнительная литература:

3. Лисунов, Е. А. Практикум по надежности технических систем : учебное пособие / Е. А. Лисунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 240 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/56607/#1>
4. Малафеев, С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 316 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/87584/#1>

### Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в учебной аудитории, предназначенной для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и

промежуточной аттестации. Аудитория оснащена необходимым оборудованием (проектором, доской, компьютером) для проведения занятий с помощью презентаций.

Практические занятия проводятся в компьютерном классе с использованием программного продукта для работы с электронными таблицами.

### **Учебно-методические рекомендации для студентов**

1) Следует тщательно планировать и организовывать время, необходимое для изучения дисциплины. Недопустимо откладывать ознакомление с теоретической частью, выполнение индивидуальных заданий по темам практических работ на конец семестра, поскольку это неминуемо приведет к снижению качества освоения материала, индивидуальных заданий. Все виды работ по дисциплине рекомендуется выполнять по календарному плану, приведенному в Рабочей программе.

2) «Сценарий изучения дисциплины» предусматривает следующие схемы: по теоретическому курсу: ознакомление с тематикой лекции; изучение литературы по теме; прослушивание лекции; обсуждение вопросов.

По выполнению индивидуальных работ по темам практических занятий: подготовка к выполнению работы по методическим указаниям; работа на практическом занятии выполнение работы и оформление отчета; защита работы.

3) Изучение дисциплины требует непрерывной работы с литературой. Перед прослушиванием каждой лекции студент должен ознакомиться с материалом по списку, приведенному по теме лекции в рабочей программе. Перед выполнением индивидуальных занятий по темам практических работ необходимо изучить теоретические сведения, приведенные в методических указаниях к выполнению практических работ. Отчет, составляемый после выполнения работы, должен соответствовать варианту, выданному преподавателем в начале выполнения практической работы.

### **Методические рекомендации для преподавателей**

#### **1. Указания для проведения лекций**

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала

риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## 2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце практики задать аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Рабочую программу составил доцент

Рецензент: доцент



Ефремова Т.А.

Мефедова Ю.А.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг от 04.07.2023 года, протокол № 6.

Председатель учебно-методической комиссии



Магерамов Р. А.