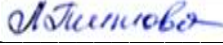


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
ядерной физики

 Титова Л. В.  
16.06.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.02.02 Принципы обеспечения безопасности АЭС**

**1. Код и наименование специальности:**

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

**2. Специализация:**

Проектирование и эксплуатация атомных станций

**3. Квалификация выпускника:** инженер – физик

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

кафедра ядерной физики

**6. Составители программы:**

к.ф.-м.н., доц. Алейников Алексей Николаевич, к.ф.-м.н., доц. Вахтель Виктор Матвеевич

**7. Рекомендована:**

Научно – методическим советом физического факультета, протокол №6 от 14.06.2023 г.

**8. Учебный год:** 2027/2028

**Семестр(ы):** 9

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- принятие эффективных мер, направленных на предотвращение тяжелых аварий и защиту персонала и населения за счет предотвращения выхода радиоактивных продуктов в окружающую среду при любых обстоятельствах.

*Задачи учебной дисциплины:*

- наиболее полный учет в проекте требований и принципов безопасности, использование системы безопасности и таких проектных решений, при которых РУ обладает свойствами самозащищенности.

- всеобъемлющие и качественные наладка и функциональные испытания смонтированного оборудования и систем с целью подтверждения их соответствия требованиям проекта.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина Принципы обеспечения безопасности АЭС относится к дисциплине (модуль) по выбору вариативной части блока Б1.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Способен выбирать, создавать и использовать оборудование атомных электрических станций и ядерных энергетических установок, средства измерения теплофизических параметров и автоматизированного управления, защиты и контроля технологических процессов	ПК-3.1	Имеет представление о критериях выбора и создания оборудования атомных электрических станций и ядерных энергетических установок, средств автоматизированного управления, защиты и контроля технологических процессов	<b>Знать:</b> - области применимости различных методов физического расчета и алгоритмы, используемые в программных комплексах - современные численные методы для решения сложных задач описания физических процессов в ядерных реакторах, включая перенос нейтронов, изменение изотопного состава - основы оформления конструкторской документации - средства и методы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок
		ПК-3.2	Обладает знаниями об эксплуатационных характеристиках оборудования атомных электрических станций и ядерных энергетических установок	<b>Уметь:</b> использовать готовые программные комплексы для расчетов моделей защиты - уметь использовать современные расчетные пакеты - проводить нейтронно-физические и теплогидравлические расчеты активной зоны ядерных установок и реакторного оборудования, выбирать критерии безопасной работы ядерной установки
		ПК-3.3	Владеет выбором оборудования атомных электрических станций и ядерных энергетических установок с использованием справочной литературы	<b>Владеть:</b> - современной вычислительной техникой и компьютерными кодами для инженерных расчетов протекающих в реакторных установках процессов - навыками работы с технической литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными

ПК-5	Способен разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы в области проектирования АС	ПК-5.1	Знает требования к проектной и рабочей технической документации	источниками
		ПК-5.4	Применяет требования отраслевых стандартов	

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 6/216.**

**Форма промежуточной аттестации - экзамен**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			9 семестр
Аудиторные занятия		84	84
в том числе:	лекции	34	34
	практические	34	34
	лабораторные	16	16
Самостоятельная работа		96	96
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации		36	Экзамен (36 ч)
Итого:		216	216

**13.1. Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Инженерные вопросы Безопасности существующих и перспективных реакторов, барьеры безопасности.	Типы аварий на ЯЭУ. Особенности систем, влияющих на безопасность; систем безопасности; обеспечивающих систем безопасности и др. систем, качество функционирования которых определяет уровень надежности и безопасности ЯЭУ. Свойства безопасности реакторов типа ВВЭР, РБМК, БН	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>
1.2	Анализ крупных аварий на атомных станциях.	Описание аварий на ЧАЭС, ТМ1 и Фукусима Даичи. Уроки и выводы	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>
1.3	Концепция внутренней безопасности.	Цели и фундаментальные принципы обеспечения безопасности. Требования нормативных документов по безопасности (НП 082-07, НП-001-15, НП-008-16, НП-009-04 и др.). Особенности защит и блокировок различных типов ядерных реакторов. Критерии безопасности. Проекты реакторов повышенной безопасности. Сравнение проектных решений с действующими реакторами различных типов. Саморегулирование как принцип обеспечения безопасности	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>
1.4	Вероятностный анализ безопасности (ВАБ).	Концепция риска. Уровни ВАБ. Техника построения деревьев отказов и деревьев событий. Примеры построения и использования деревьев при вероятностном анализе безопасности реакторов	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>

		типа ВВЭР, РБМК, БН. Учет человеческого фактора и отказов по общей причине. Методики учета человеческого фактора. Базы данных по вероятностям ошибок человека. Оценки надежности элементов и систем как составная часть вероятностного анализа безопасности ЯЭУ.	
1.5	Элементы теории вероятностей.	Независимые и несовместные события. Случайные величины. Законы распределения и числовые характеристики случайных величин. Вероятностные схемы и вычисление вероятностей событий. Элементы теории случайных процессов. Корреляционные функции случайных процессов на выходе инерционного и колебательного звеньев. Внутренние обратные связи, способы исследования устойчивости. Дифференцируемость в среднеквадратическом случайных процессов	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>
1.6	Основные понятия теории надежности и их приложение к ядерным установкам	Количественные характеристики надежности. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые изделия. Надежность параллельного и последовательного соединения элементов. Резервирование (элементное, функциональное, методом голосования, переключением на запасной элемент и др.). Потоки восстановления. Типовые законы надежности. Физический смысл типовых законов надежности и возможности их использования в различных исследовательских ситуациях. Учет контроля исправности, старения элементов. Методы оценки надежности изделий, отказы которых редки или не наблюдались вообще. Нормирование надежности. Учет интенсивности эксплуатации изделия и ошибок персонала при нормировании надежности	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>
1.7	Методы оценки надежности ЯЭУ.	Количественные характеристики надежности ЯЭУ (вероятность безотказной работы, коэффициент готовности, коэффициент использования установленной мощности, коэффициент восстановления и др.). Модель "нагрузка - предел работоспособности". Методы оценки теплотехнической надежности ЯЭУ. Учет фактора целенаправленного воздействия на параметры, а также погрешностей их контроля и регулирования при оценке эксплуатационной надежности ЯЭУ. Примеры оценок эксплуатационной надежности ЯЭУ	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Инженерные вопросы Безопасности существующих и перспективных реакторов, барьеры безопасности.	Углубленный разбор особенностей проектирования систем, влияющих на безопасность; систем безопасности; обеспечивающих систем безопасности и др. Отличие данных систем реализованных в проектах реакторов типа ВВЭР, РБМК, БН	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>
2.2	Концепция внутренней безопасности.	Выполнение сравнительного анализа проектных решений с действующими реакторами различных типов. Подробное рассмотрение саморегулирования как принципа обеспечения безопасности.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>
2.3	Вероятностный анализ безопасности (ВАБ).	Разбор задач на усвоение понятия «Риск». Рассмотрение задач, решаемых на каждом из трех уровней ВАБ. Разбор задач на построение деревьев отказов и деревьев событий для конкретных систем АЭС. Разбор задач по учету человеческого фактора и отказов по общей причине.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>
2.4	Элементы теории	Разбор задач на основные правила Булевой	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a>

	вероятностей.	алгебры. Доказательство формулы полной вероятности. Решение задач с использованием формул умножения и сложения вероятностей, последнее рассматривается для случая совместных и несовместных событий. Применение формулы Байеса	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">u/course/view.php?id=29301</a>
2.5	Основные понятия теории надежности и их приложение к ядерным установкам	Разбор задач на оценку надежности параллельного и последовательного соединения элементов, а также задачи оценки надежности систем с комбинированным резервированием, включая: элементное, функциональное, методом голосования, переключением на запасной элемент и др. Разбор примеров оценки надежности изделий, отказы которых редки или не наблюдались вообще	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>
2.6	Методы оценки надежности ЯЭУ.	Углубленное рассмотрение модели "нагрузка - предел работоспособности", а также методов оценки теплотехнической надежности ядерных энергетических технологий. Разбор примеров оценок эксплуатационной надежности ЯЭУ.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>
<b>3. Лабораторные занятия</b>			
3.1	Инженерные вопросы Безопасности существующих и перспективных реакторов, барьеры безопасности.	Углубленный разбор особенностей проектирования систем, влияющих на безопасность; систем безопасности; обеспечивающих систем безопасности и др. Отличие данных систем реализованных в проектах реакторов типа ВВЭР, РБМК, БН	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>
3.2	Концепция внутренней безопасности.	Выполнение сравнительного анализа проектных решений с действующими реакторами различных типов. Подробное рассмотрение саморегулирования как принципа обеспечения безопасности.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>
3.3	Вероятностный анализ безопасности (ВАБ).	Разбор задач на усвоение понятия «Риск». Рассмотрение задач, решаемых на каждом из трех уровней ВАБ. Разбор задач на построение деревьев отказов и деревьев событий для конкретных систем АЭС. Разбор задач по учету человеческого фактора и отказов по общей причине.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>
3.4	Элементы теории вероятностей.	Разбор задач на основные правила Булевой алгебры. Доказательство формулы полной вероятности. Решение задач с использованием формул умножения и сложения вероятностей, последнее рассматривается для случая совместных и несовместных событий. Применение формулы Байеса	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>
3.5	Основные понятия теории надежности и их приложение к ядерным установкам	Разбор задач на оценку надежности параллельного и последовательного соединения элементов, а также задачи оценки надежности систем с комбинированным резервированием, включая: элементное, функциональное, методом голосования, переключением на запасной элемент и др. Разбор примеров оценки надежности изделий, отказы которых редки или не наблюдались вообще	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>
3.6	Методы оценки надежности ЯЭУ.	Углубленное рассмотрение модели "нагрузка - предел работоспособности", а также методов оценки теплотехнической надежности ядерных энергетических технологий. Разбор примеров оценок эксплуатационной надежности ЯЭУ.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29301</a>

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Инженерные вопросы. Безопасности существующих и перспективных реакторов, барьеры безопасности.	4	4		8	16
2.	Анализ крупных аварий на атомных станциях.	4	4	2	12	22
3.	Концепция внутренней безопасности.	4	4	2	12	22
4.	Вероятностный анализ безопасности (ВАБ).	6	6	4	16	32
5.	Элементы теории вероятностей.	6	6	4	16	32
6.	Основные понятия теории надежности и их приложение к ядерным установкам	6	6	2	16	30
7.	Методы оценки надежности ЯЭУ.	4	4	2	16	26
	Контроль					36
	Итого:	34	34	16	96	216

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал курса. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации. Для самостоятельного изучения разделов курса, рекомендованных преподавателем, необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.

На практических занятиях необходимо уметь решать задачи и анализировать решение, на устных опросах обучаемый должен уметь продемонстрировать полученные на лекциях и практических занятиях знания, умения и навыки, отвечать на поставленные вопросы, поддерживать дискуссию по существу вопроса.

Методическое обеспечение аудиторной работы: учебно-методические пособия для студентов, учебники и учебные пособия, электронные и Интернет-ресурсы.

Методическое обеспечение самостоятельной работы: учебно-методические пособия по организации самостоятельной работы, контрольные задания и тесты в бумажном и электронном вариантах, тестирующие системы, дистанционные формы общения с преподавателем. Контроль самостоятельной работы реализуется с помощью опросов, тестов, вопросов по темам заданий и т.д.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Кузнецов И.А., Поплавский В.М. Безопасность АЭС с реакторами на быстрых нейтронах. / Под общей редакцией члена-корреспондента АН РФ В.И. Рачкова / Кузнецов И.А., Поплавский В.М. – М.: ИздАт, 2012. – 632 с.
2.	Антонов А.В. Статистические модели в теории надежности: Учебное пособие / А.В. Антонов, М.С. Никулин. – М.: Абрис, 2012. – 390.: ил.
3.	Каштанов, В.А. Теория надежности сложных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Каштанов, А.И. Медведев. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 608 с.
4.	Гаенков В.П. Безопасность технических систем: методологические аспекты теории, метода анализа и управления безопасностью / В.П. Гаенко. – Санкт - Петербург: СВЕН, 2014. – 366 с.
5.	Труханов В.М., Матвеевко А.М. Надежность сложных систем на всех этапах жизненного цикла.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6.	Волков Ю.В. Надежность и безопасность ЯЭУ, Учебное пособие. Обнинск: Изд. ИАТЭ, 1997
7.	Волков Ю.В., Дугинов О.Б., Клинов Д.А. Надежность и безопасность ЯЭУ. Уч. пособие. 2-е изд., доп. и перераб. Изд. ИАТЭ, 2005.
8.	Венцель Е.С. Теория вероятностей. - М.: Наука, 1987.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
9.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ.
10.	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> – Электронный университет ВГУ
11.	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a> – ЭБС «Лань»
12.	<a href="https://www.studentlibrary.ru">https://www.studentlibrary.ru</a> – ЭБС «Консультант студента»
13.	<a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a> – Образовательная платформа «ЮРАЙТ»
14.	<a href="https://rucont.ru">https://rucont.ru</a> - Информационно-телекоммуникационная система «Контекстум»

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Основные принципы безопасности атомных электростанций. - Изд. МАГАТЭ. Серия изданий по безопасности № 75-INSAG-3. - Вена, 1988.

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- активные и интерактивные формы проведения занятий;
- компьютерные технологии при проведении занятий;
- презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лекционных и практических занятиях;
- специализированное оборудование при проведении лабораторных работ;
- разбор конкретных ситуаций при постановке целей и задач к разработке прикладных программ, при выборе программного обеспечения по установленным критериям, при разработке программ по предусмотренным алгоритмам и методам.

Для самостоятельной работы используется ЭБС Университетская библиотека online - [www.lib.vsu.ru](http://www.lib.vsu.ru) - ЗНБ ВГУ. Программное обеспечение, применяемое при реализации дисциплины – Microsoft Windows, LibreOffice, CodeBlocks, Adobe Reader, Mozilla FireFox.

Дистанционные образовательные технологии (ДОТ) применяются с использованием образовательного портала «Электронный университет ВГУ».

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория

Специализированная мебель

Компьютерный класс, помещение для самостоятельной работы

Специализированная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

Microsoft Windows 10, LibreOffice, Adobe Reader

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Инженерные вопросы Безопасности существующих и перспективных реакторов, барьеры безопасности.	ПК-3 ПК-5	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-5.1 ПК-5.4	Коллоквиум, собеседование по вопросам к экзамену
2.	Анализ крупных аварий на атомных станциях.			
3.	Концепция внутренней безопасности.			
4.	Вероятностный анализ безопасности (ВАБ).			
5.	Элементы теории вероятностей.			
6.	Основные понятия теории надежности и их приложение к ядерным установкам			
7.	Методы оценки надежности ЯЭУ.			
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Перечень вопросов к экзамену Пункт 20.2

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### Перечень вопросов к коллоквиуму:

1. Назовите основные типы аварий, опасные для активной зоны реактора.
2. Факторы потенциальной опасности в ядерных технологиях.
3. Что такое системы, важные для безопасности?
4. Перечислите системы безопасности, которые Вы знаете?
5. Какая разница между проектной и запроектной авариями?
6. Как связаны нарушения нормальной эксплуатации с нарушением пределов для параметров?
7. Перечислите технические принципы построения систем безопасности и объясните их смысл.
8. Перечислите требования к средствам воздействия на реактивность для любых РУ.
9. Как организуется безопасное начало работ по запуску любого реактора?
10. Перечислите фундаментальные принципы обеспечения безопасности ЯЭУ

Критерии оценивания компетенций (результатов):

1. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;



2. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. ответы на дополнительные вопросы.

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при аттестации

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач	Отлично
Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	Хорошо
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям	Неудовлетворительно

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Перечень вопросов к экзамену:

1. Факторы потенциальной опасности в ядерной энергетике
2. Сколько нейтронов в ядерном реакторе и почему?
3. Откуда берутся запаздывающие нейтроны? Их роль в динамике ядерных реакторов.
4. Простейшее уравнение нестационарного переноса нейтронов в односкоростном диффузионном приближении.
5. Что такое коэффициент размножения нейтронов.
6. Уравнение точечной кинетики ядерного реактора в интегродифференциальном виде.
7. Система дифференциальных уравнений точечной кинетики реактора.
8. Структура нормативно-технической документации по безопасности в ядерных технологиях
9. Общие требования на средства воздействия на реактивность во всех ПБЯ.
10. Специфические требования в ПБЯ для энергетических реакторов.
11. Специфические требования в ПБЯ для критических сборок.
12. Метод обратного умножения. Что это и зачем?
13. Метод асимптотического периода. Что это и зачем?
14. Метод сброса стержня. Что это и зачем?
15. Дайте физическую интерпретацию лог-нормального распределения.
16. Дайте все физические интерпретации экспоненциального распределения, которые Вы знаете.
17. Дайте физическую интерпретацию распределения Пуассона.
18. Дайте физическую интерпретацию распределения Вейбулла.
19. Следствием чего является гауссовское распределение?

20. Дайте определения независимости и несовместности событий. В чем между ними разница?
21. Дайте физическую интерпретацию общего распределения Эрланга.
22. Как связаны плотность восстановления и функция восстановления?
23. Какими свойствами обладает простейший нестационарный поток?
24. Запишите формулу для средней наработки на отказ и объясните ее смысл.
25. Дайте качественное определение надежности.
26. Дайте определение надежности в узком смысле.
27. Какими свойствами обладает простейший поток отказов? Объясните их смысл.
28. Запишите формулы для коэффициентов готовности и неготовности для альтернирующего процесса восстановления. Объясните откуда они получены.
29. Дайте определение работоспособности и отказа.
30. Дайте физическую интерпретацию гамма-распределению.
31. Как учитывается надежность переключателя при резервировании переключением на запасной элемент?
32. Что такое - альтернирующий процесс восстановления? Какой вид имеет функция восстановления для него в асимптотическом случае при  $t$ ?
33. Назовите основные этапы расчета надежности систем.
34. Запишите формулу для вероятности несрабатывания на одно требование. Объясните ее смысл.
35. Как отличаются опасность отказа и параметр потока отказов? Запишите формулы для них и объясните их смысл.
36. Как связаны распределения числа восстановлений и длительности до  $r$ -го восстановления?
37. Какая разница между последовательным и параллельным соединениями элементов?
38. Какой вид имеет зависимость функции восстановления от времени в асимптотике при  $t$  для простого и стационарного процессов восстановления?
39. Дайте физическую интерпретацию специального распределения Эрланга.
40. Как оценивается надежность системы при резервировании голосованием?
41. Дайте физическую интерпретацию простого, стационарного и общего процессов восстановления.
42. Как оценить показатели надежности элементов и систем, отказов которых не наблюдалось?
43. Как проводится расчет норм надежности?
44. Какая разница между вероятностью работоспособного состояния и надежностью в узком смысле?
45. Получите формулу для среднего и дисперсии числа ТВС, находящихся в неблагоприятном режиме.
46. Запишите и объясните общую модель "параметр-граница работоспособности".
47. Как учитываются погрешности непрерывного и периодического контроля при оценке вероятностных характеристик определяющего параметра?
48. Какой закон распределения могут иметь определяющие параметры в случаях саморегулирования, регулирования внешним регулятором, при отсутствии регулирования?
49. Как учитывается фактор целенаправленного воздействия на параметр при оценке закона распределения определяющего параметра?
50. Физический смысл усеченности лог-нормального закона распределения.
51. Перечислите специфические требования на АЗ для исследовательских реакторов и РУ

АС.

52. Какие способы оценки показателей надежности для элементов расчета надежности Вы знаете?
53. Дайте определение риска. Объясните его смысл.
54. Какая разница между деревом отказов и деревом событий? Приведите примеры.
55. Перечислите основные этапы аварии на IV блоке ЧАЭС.
56. Основные уроки по аварии на IV блоке ЧАЭС.
57. Назовите основные типы аварий, опасные для активной зоны реактора.
58. Что должен был сделать и не сделал персонал, чтобы предотвратить аварию на ТМІ?
59. Объясните смысл фундаментальных принципов управления при обеспечении безопасности РУ.
60. Какого типа авария реализовалась на IV блоке ЧАЭС? Основные этапы ее протекания.
61. Какие недостатки каналов СУЗ РБМК оказались причиной аварии на IV блоке ЧАЭС?
62. Какого типа авария реализовалась на ТМІ? Основные этапы ее протекания.
63. Какими принципами необходимо руководствоваться при написании инструкций, чтобы они были хорошими?
64. Перечислите основные этапы аварии на ТМІ.
65. Какие недостатки в проектных расчетах стали причиной аварии на IV блоке ЧАЭС?
- 11
66. Назовите и объясните смысл общих требований на АЗ для любых РУ.
67. Перечислите требования к средствам воздействия на реактивность для любых РУ.
68. Какие пункты правил были нарушены при проектировании реакторов РБМК?
69. Основные выводы по аварии на IV блоке ЧАЭС.
70. Объясните смысл фундаментальных принципов глубокоэшелонированной защиты при обеспечении безопасности РУ.
71. Нарушил ли персонал регламент эксплуатации реактора IV блока ЧАЭС? Если да, то в чем именно?
72. Объясните смысл фундаментальных технических принципов при обеспечении безопасности РУ.
73. Перечислите специфические требования на АЗ для крит. стенов.
74. Для чего необходимо строить деревья отказов и как это делается?
75. Для чего необходимо строить деревья событий и как это делается?
76. Что такое ВАБ? Его уровни.
77. Какова взаимосвязь между деревьями отказов и деревьями событий?
78. Что должен был сделать и не сделал персонал для предотвращения аварии на IV блоке ЧАЭС?
79. По какому типовому сценарию развиваются катастрофы?
80. Как учитывается возможность контроля исправности при оценках надежности приборов?
81. Как оценить надежность объекта, зная, что выбросы параметров за предельный уровень - редкие события, при экспоненциальном распределении скачка дефекта при выбросе?
82. Что такое системы, важные для безопасности?
83. Перечислите системы безопасности, которые Вы знаете?
84. Какая разница между проектной и запроектной авариями?
85. Как связаны нарушения нормальной эксплуатации с нарушением пределов для параметров?

86. Перечислите технические принципы построения систем безопасности и объясните их смысл.

87. Перечислите основные этапы аварии на Фукусима Даичи

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности.

При оценивании используются количественные или качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при аттестации

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач	Отлично
Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	Хорошо
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям	Неудовлетворительно

## Пример контрольно-измерительного материала (КИМ)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
ядерной физики  
\_\_\_\_\_ Титова Л. В.

Направление подготовки:

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Дисциплина: Б1.В.ДВ.02.02 Принципы обеспечения безопасности АЭС

Вид контроля: Экзамен.

### Контрольно-измерительный материал №1

1. Система дифференциальных уравнений точечной кинетики реактора.
2. Перечислите специфические требования на АЗ для исследовательских реакторов и РУ АС.
3. По какому типовому сценарию развиваются катастрофы?

Преподаватель \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_  
подпись расшифровка подписи