

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Нововоронежский политехнический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(НВПИ НИЯУ МИФИ)**

УТВЕРЖДЕН:

Педагогическим советом

«17» марта 2023г., протокол № 550

**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**«Принципы обеспечения безопасности АЭС»**

**Направление подготовки:** 14.03.01. Ядерная энергетика и теплофизика

**Наименование образовательной программы:** Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования АЭС

**Уровень образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

Нововоронеж 2023 г.

# 1. Паспорт фонда оценочных средств

## 1.1. Модели контролируемых компетенций:

Оценочные средства для контроля по дисциплине направлены на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся компетенций:

ПК-1 – Способен к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик

ПК-17, Способен анализировать технологическую документацию с целью повышения эффективности производства и обеспечения качества выпускаемой продукции;

ПК-9.1 – Оперативное обслуживание основного и вспомогательного оборудования реакторного (реакторно-турбинного) цеха атомной электростанции

Согласно Рабочему учебному плану направления, в формировании данной компетенции участвуют дисциплины:

ПК-1

Химия

Информатика

Линейная алгебра. Аналитическая геометрия. Начала анализа

Математический анализ

Дифференциальные уравнения. Теория рядов

Теория вероятностей. Математическая статистика

Общая физика (Механика. Молекулярная физика и основы термодинамики)

Общая физика (Электричество и магнетизм)

Общая физика (Волны и оптика)

Общая физика (Элементы квантовой физики атомов и физики атомного ядра )

Физика ядерных реакторов

Принципы обеспечения безопасности АЭС

Культура безопасности

Учебная практика (ознакомительная)

Учебная практика (технологическая)

Производственная практика (эксплуатационная)

Производственная практика (преддипломная)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  
ПК-17

Начертательная геометрия и инженерная графика

Техническая термодинамика

Общая энергетика

Организация производства и менеджмент

Физика ядерных реакторов

Обеспечение радиационной безопасности

Основы профессиональной коммуникации на иностранном языке

Неразрушающие методы контроля оборудования АЭС

Принципы обеспечения безопасности АЭС

Культура безопасности

Обращение с ядерным топливом и радиоактивными отходами

Эксплуатация АЭС

Эксплуатация турбомашин АЭС

Учебная практика (ознакомительная)

Учебная практика (технологическая)

Производственная практика (эксплуатационная)

Производственная практика (преддипломная)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

ПК-9.1

Принципы обеспечения безопасности АЭС

Монтаж и ремонт энергетического оборудования

Культура безопасности

Насосы, вентиляторы, компрессоры

Вспомогательное оборудование АЭС

Технологические системы АЭС

Обращение с ядерным топливом и радиоактивными отходами

Эксплуатация АЭС

Эксплуатация турбомашин АЭС

Производственная практика (эксплуатационная)

Производственная практика (преддипломная)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Принципы обеспечения безопасности АЭС

Монтаж и ремонт энергетического оборудования

В результате изучения дисциплины студент должен:

1) знать:

З1- методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик;

З2- технологическую документацию выпускаемой продукции;

З3- методы планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования.

2) уметь:

У1- разрабатывать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик;

У2- анализировать технологическую документацию с целью повышения эффективности производства и обеспечения качества выпускаемой продукции;

У3- планировать монтажно-наладочные работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проводить приемосдаточные испытания оборудования.

3) владеть:

В1-методами прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик;

методами анализа технологической документации с целью

В2- повышения эффективности производства и обеспечения качества выпускаемой продукции;

В3- навыками планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования.

Формами аттестации по дисциплине является: экзамен в 7 семестре.

## **1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции по этапам их формирования:**

№ п/п	Контролируемые разделы	Код контролируемой	Наименование оценочного средства
-------	------------------------	--------------------	----------------------------------

	дисциплины	компетенции (или ее части)	Текущий контроль	Рубежный контроль	Промежуточная аттестация
1	Фундаментальные принципы безопасности АЭС.	ПК-1 ПК-17 ПК- 9.1	5С	6Т	-
2	Системы безопасности АЭС.	ПК-1 ПК-17 ПК- 9.1	7ПР	11Т	-
3	Методы оценки безопасности АЭС	ПК-1 ПК-17 ПК- 9.1	13С, 15С	-	Зачет с оценкой

### 1.3. Перечень оценочных средств

Характеристика оценочных средств по дисциплине представлена в таблице:

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Практическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Задания по темам практических занятий
2	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
3	Сообщение	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы сообщений

## 2. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для оценки знаний, умений, навыков по дисциплине

Типовые контрольные задания представлены в соответствии с перечнем оценочных средств по дисциплине в следующей структуре:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- сами оценочные средства с выделением правильных ответов (для тестов);
- критерии и шкалы оценивания.

### 2.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

#### 2.1.1 Тесты

**Тест № 1 Тестовое задание по разделу «Фундаментальные принципы безопасности АЭС»:**

выполняется 20 мин.,

состоит из 30 заданий;

из приведенных заданий формируются индивидуальные задания (варианты) по 15 вопросов;

оценивается каждое задание, максимальный балл – 10

Задания:

1. Что рассматривается как внешнее воздействие?

Ответ: воздействия характерных для площадки АС природных явлений и деятельности человека, например землетрясения, высокий и низкий уровень наземных и подземных вод, ураганы, аварии на воздушном, водном и наземном транспорте, пожары, взрывы на прилегающих к АС объектах и другие.

2. Что рассматривается как внутреннее воздействие?

Ответ: воздействия, возникающие при нарушениях нормальной эксплуатации, вызванных отказами элементов АС, либо ошибками персонала, включая ударные волны, струи, летящие предметы, изменение параметров среды (например, давления, температуры, химической активности), пожары и затопления.

3. Как называется процесс, во время которого системы и оборудование АС (блока АС) начинают функционировать, а также проверяются их соответствие проекту АС и готовность к эксплуатации, завершающийся получением в установленном градостроительным законодательством порядке разрешения на ввод объекта в эксплуатацию?

Ответ: Ввод в эксплуатацию блока АС

4. Как называется регламентированная процедура, состоящая в признании возможности использования ПС в заявленной области применения, а также получения с использованием ПС значений расчетных параметров с определенной погрешностью?

Ответ: Аттестация программного средства

5. Как называются барьеры, в том числе строительные конструкции, предназначенные для защиты от ионизирующего излучения?

Ответ: Биологическая защита

6. Установите соответствие:

1. Активная система (элемент) -	а. системы (элементы) безопасности, предназначенные для исполнения функции по предотвращению или ограничению повреждения ядерного топлива, оболочек твэлов, оборудования и трубопроводов, содержащих радиоактивные вещества.
2. Защитные системы (элементы) безопасности -	б. система (элемент), функционирование которой зависит от нормальной работы другой системы (элемента), например, управляющей системы, системы электроснабжения или другой системы.
3. Герметичное ограждение -	в. совокупность элементов блока АС, включая строительные конструкции, которые, ограждая пространство вокруг РУ или другого объекта, содержащего радиоактивные вещества, образуют предусмотренную проектом АС границу и препятствуют распространению

	радиоактивных веществ и ионизирующего излучения в окружающую среду в количествах, превышающих установленные пределы.
--	--

Ответ: 1-б, 2 – а, 3 - в

7. Установите соответствие:

1. Вероятностный анализ безопасности -	а. анализ безопасности АС при заданных эксплуатационных состояниях АС, постулируемых исходных событиях и заданном состоянии систем и элементов, влияющих на пути протекания аварии, выполняемый с целью подтверждения соответствия АС установленным критериям безопасности и (или) проектным пределам.
2. Детерминистический анализ безопасности -	б. качественный и количественный анализ безопасности АС, выполняемый для определения вероятности реализации путей протекания и конечных состояний аварий, в том числе вероятности тяжелых аварий и большого аварийного выброса.
3. Консервативный подход -	в. подход к проектированию и конструированию, когда при анализе аварий за счет выбора значений параметров и характеристик АС и площадки АС и (или) других методов обеспечивается получение более неблагоприятных результатов.

Ответ: 1-б, 2 – а, 3 - в

8. Как называется контур вместе с системой компенсации объема (при ее наличии), предназначенный для циркуляции теплоносителя через активную зону в установленных проектом АС режимах и условиях эксплуатации?

Ответ: Контур теплоносителя реактора (первый контур)

10. Что называют каналом системы?

Ответ: часть системы, выполняющая в заданном проектом АС объеме функцию системы.

11. Установите соответствие:

1. Запроектная авария -	а. выброс радиоактивных веществ в окружающую среду при аварии на АС, при котором необходимо выполнение мер защиты населения на границе зоны планирования защитных мероприятий на начальном периоде аварии,
-------------------------	--



	установленной в соответствии с требованиями норм и правил по размещению АС, и за ее пределами.
2. Авария на АС (авария) -	б. авария, вызванная не учитываемыми для проектных аварий исходными событиями или сопровождающаяся дополнительными по сравнению с проектными авариями отказами элементов систем безопасности сверх единичного отказа, реализацией ошибочных решений персонала.
3. Большой аварийный выброс -	в. нарушение нормальной эксплуатации АС, при котором произошел выход радиоактивных веществ и (или) ионизирующего излучения за границы, предусмотренные проектной документацией АС для нормальной эксплуатации в количествах, превышающих установленные пределы безопасной эксплуатации; авария характеризуется исходным событием, путями протекания и последствиями.

Ответ: 1-б, 2- в, 3-а

12. Что называют живучестью?

Ответ: свойство систем и элементов, в том числе пунктов управления, выполнять возложенные на них функции, несмотря на полученные повреждения

13. Установите соответствие:

1. Необнаруживаемый отказ -	а. единичный отказ в системе (элементе) АС, внутреннее или внешнее воздействие, или ошибка персонала, либо сочетания указанных событий, которые приводят к нарушению нормальной эксплуатации АС и могут привести к нарушению пределов и (или) условий безопасной эксплуатации.
2. Зависимый отказ -	б. отказ системы (элемента), который не проявляется в момент своего возникновения при эксплуатации АС и не выявляется предусмотренными средствами контроля в соответствии с регламентом технического обслуживания и проверок.
3. Исходное событие -	в. отказ системы (элемента), являющийся следствием другого отказа или события.

Ответ: 1-б, 2-в, 3-а

14. Что в соответствии с НП-001-15 называется безопасностью АС (ядерной и радиационной безопасностью АС)?

Ответ: свойство АС обеспечивать надежную защиту персонала, населения и окружающей среды от недопустимого в соответствии с федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии радиационного воздействия.

15. Как называется внешняя среда (водный объект или атмосфера), которой передается тепло энерговыделения ядерного топлива?

Ответ: конечный поглотитель

16. Что называют конечным состоянием аварии?

Ответ: установившееся в результате аварии контролируемое состояние систем и элементов АС, которое может поддерживаться в течение неограниченного времени.

17. Как называется уровень подготовленности лица из числа руководителей и работников АС и других организаций, выполняющих работы, оказывающие влияние на безопасность АС, включая базовое специальное образование, профессиональные знания, навыки и умения, а также опыт работы, обеспечивающий качество и безопасность эксплуатации АС при выполнении должностных обязанностей?

Ответ: Квалификация персонала (квалификация)

18. Как называется свойство обеспечивать безопасность на основе естественных обратных связей, процессов и характеристик?

Ответ: Внутренняя самозащищенность РУ

19. Что называют водородной взрывозащитой?

Ответ: технические и организационные меры, обеспечивающие при нормальной эксплуатации АС, а также при нарушениях нормальной эксплуатации, включая аварии, предотвращение детонации водородсодержащих смесей в оборудовании РУ и пространстве, ограниченном герметичным ограждением РУ, а также ослабление воздействия горения водородсодержащих смесей на герметичное ограждение РУ и другие системы и элементы АС, важные для безопасности.

20. Как называется деятельность, осуществляемая после удаления ядерного топлива и других ядерных материалов с блока АС, направленная на достижение заданного конечного состояния блока АС, исключающая использование блока АС в качестве источника энергии и обеспечивающая безопасность персонала, населения и окружающей среды?

Ответ: Вывод блока АС из эксплуатации

21. Что называют блочным пунктом управления?

Ответ: часть блока АС, размещаемая в специально предусмотренных проектом АС помещениях и предназначенная для централизованного автоматизированного управления технологическими процессами, реализуемого оперативным персоналом и средствами автоматизации.

## 22. Установите соответствие по INSAG-3,12:

1. Общая цель обеспечения радиационной безопасности	а. защита граждан, общества и окружающей среды от рисков и опасностей, связанных с использованием атомной энергии, путем внедрения и поддержания эффективных технических и организационных мероприятий защиты при эксплуатации атомных установок.
2. Общая цель обеспечения ядерной безопасности	б. - предупредить аварии на АЭС с высокой уверенностью; - предотвратить и минимизировать последствия в случае возникновения аварийных ситуаций, учтённых при проектировании АЭС и обеспечить максимально малую вероятность возникновения тяжелых, запроектных аварий с существенными последствиями
3. Техническая цель обеспечения безопасности	в. предотвращение возникновения детерминированных эффектов у отдельных лиц путем поддержания доз на уровне ниже соответствующего порога и обеспечение принятий всех разумных мер с целью уменьшения возникновения стохастических эффектов у населения в настоящее время и в будущем

Ответ: 1-в, 2-б, 3-а

## 23. Установите соответствие мер по обеспечению безопасности АЭС этапу жизненного цикла:

1. при изготовлении и строительстве	а. Качественная наладка и функциональные испытания смонтированного оборудования и систем с целью подтверждения их соответствия требованиям проекта
2. при вводе АЭС в эксплуатацию	б. использование систем безопасности, проектных решений, при которых реакторная установка обладает свойствами самозащитенности обусловленными физическими и техническими характеристиками ядерного реактора и систем АЭС
3. при проектировании	в. - применение апробированных технологий, - соблюдение проектных требований и требований специальной нормативно-технической документации, - выполнение работ на высоком уровне качества

Ответ: 1- в, 2-а, 3-б

## 24. Установите соответствие:

1. Фундаментальные управленческие принципы	а. Предотвращение аварий
	б. Апробированная инженерно-техническая практика
	в. Культура безопасности
2. Принцип глубоко эшелонированной защиты	г. Ослабление аварий
	д. Опыт эксплуатации и исследования по безопасности
3. Общие технические принципы	е. Ответственность эксплуатирующей организации
	ж. Нормативное регулирование и независимая проверка

Ответ: 1-в, е, ж, 2 – а, г, 3- б, д.

25. Какая организация не относится к уполномоченным федеральным органам регулирования безопасности?

- а. МЧС России
- б. Минприроды России
- в. ФМБА России
- г. Ростехнадзор
- д. АО «Концерн Росэнергоатом» +
- е. Роспотребнадзор
- ж. Госкорпорация «Росатом»

26. Предусмотрена ли административная ответственность за нарушение правил использования атомной энергии и учета ядерных материалов и радиоактивных веществ?

Ответ: да

27. Возможно ли лишение свободы за нарушение правил безопасности на объектах атомной энергетики в соответствии с УК РФ?

Ответ: да

28. Установите соответствие уровней глубокоэшелонированной защиты их содержанию

Уровень 1.	а. Противоаварийное планирование: подготовка и осуществление планов мероприятий по защите персонала и населения на площадке АС и за ее пределами.
Уровень 2.	б. Условия размещения АС и предотвращение нарушений нормальной эксплуатации.
Уровень 3.	в. Предотвращение запроектных аварий системами безопасности.
Уровень 4.	г. Предотвращение проектных аварий системами нормальной эксплуатации.
Уровень 5.	д. Управление запроектными авариями.

Ответ: 1- б, 2-г, 3-в, 4-д, 5 - а

29. Установите соответствие задач обеспечения безопасности при эксплуатации

1. Нормальная эксплуатация–	а. сведение к минимуму воздействия радиации на персонал, население и окружающую среду посредством ввода в действие планов мероприятий по защите персонала и населения, следования инструкциям и руководствам по управлению запроектными авариями.
2. Нарушения нормальной эксплуатации (следствие отказов и инцидентов) –	б. сведение к минимуму радиоактивных выбросов посредством обеспечения правильного функционирования систем и оборудования, предупреждения отказов и аварий.
3. При возникновении проектных аварий –	в. предотвращение их перерастания в запроектные, что обеспечивается выполнением инструкций и процедур по управлению и ликвидации аварий, контролем правильности функционирования системы безопасности.
4. При возникновении запроектных аварий -	г. предотвращение перерастания отказов и инцидентов в проектные аварии. Для этого необходимо следовать соответствующим инструкциям, контролировать важные для безопасности параметры.

Ответ: 1-б, 2-г, 3- в, 4-а

30. Установите соответствие:

1. Режимы НЭ –	а. состояние РУ с нарушением эксплуатационных пределов.
2. Проектные аварии–	б. нарушения нормальной эксплуатации, при которых произошел выход радиоактивности за границы, предусмотренные проектом для НЭ
3. Режимы ННЭ –	в. состояние РУ в определенных проектом эксплуатационных пределах.

Ответ: 1-в, 2-б, 3-а

**Критерии и шкалы оценивания**

Оценка по тестированию определяется Moodle с учетом количества правильных ответов из расчета 10 баллов максимум.

**Тест № 2**

Тестовое задание по разделу «Системы безопасности АЭС»:

выполняется 20 мин.,  
состоит из 30 заданий;  
из приведенных заданий формируются индивидуальные задания (варианты)  
по 15 вопросов;  
оценивается каждое задание, максимальный балл -10.

1. Как называется концепция, основанная на подходе к проектированию трубопроводов, опирающегося на доказанный механизм развития образовавшейся трещины, при котором течь, обнаруживаемая предусмотренными проектом АС техническими средствами, появляется раньше, чем трещина достигает критических размеров?

Ответ: Концепция «течь перед разрушением»

2. Установите соответствие

1. Принцип безопасного отказа -	а) принцип повышения надежности путем применения функционального и (или) физического разделения каналов (элементов), при котором отказ одного канала (элемента) не приводит к отказу другого канала (элемента).
2. Принцип резервирования (избыточности)-	б) принцип, в соответствии с которым система должна выполнять заданные функции при любом требующем ее работы исходном событии и при учитываемом в проекте АС независимом от исходного события отказе одного из элементов этой системы.
3. Принцип единичного отказа -	с) принцип, в соответствии с которым при отказе системы или элемента атомная станция (блок АС) переходит в безопасное состояние без необходимости инициировать какие-либо действия через управляющую систему безопасности
4. Принцип независимости -	

Ответ: 1-с, 2-- , 3 – в, 4 - с

3. Установите соответствие

1. Принцип резервирования (избыточности)-	а) принцип повышения надежности путем применения нескольких одинаковых или неодинаковых элементов (каналов, систем) таким образом, чтобы каждый из них мог выполнить требуемую функцию независимо от состояния, в том числе отказа, других элементов (каналов, систем), предназначенных для выполнения этой функции.
2. Принцип разнообразия -	б) принцип повышения надежности путем применения функционального и (или) физического разделения каналов (элементов), при

	котором отказ одного канала (элемента) не приводит к отказу другого канала (элемента).
3. Принцип независимости -	с) принцип повышения надежности путем применения двух или более систем или элементов для выполнения одной функции безопасности, имеющих различные конструкции или принципы действия, имеющий целью снижение вероятности отказа по общей причине.
4. Принцип безопасного отказа -	

Ответ: 1-а, 2 – с, 3 – в

4. Установите соответствие:

1. Пределы безопасной эксплуатации АС -	а) значения параметров и (или) характеристики АС, в соответствии с которыми обосновывается ее безопасность и которые установлены нормативными документами либо в проекте АС.
2. Проектные пределы -	б) установленные проектом АС значения параметров технологического процесса, отклонения от которых могут привести к аварии.
3. Критерии безопасности -	с) значения параметров и характеристик состояния систем (элементов) и АС в целом, установленные в проекте АС для нормальной эксплуатации и нарушений нормальной эксплуатации.

Ответ: 1- в, 2 – с, 3 - а

5. Как называется последовательность состояний систем и элементов АС в процессе развития аварии?

Ответ: Путь протекания аварии

6. Что называется проверкой элемента или системы?

Ответ: контроль элемента или системы с целью установления их работоспособного или неработоспособного состояния, выявления неисправностей, подтверждения проектных характеристик

7. Установите соответствие:

1. Предвестник тяжелой аварии - 2. Пороговый эффект - 3. Предаварийная ситуация - 4. Проектная авария -	а) выявленное в ходе эксплуатации отклонение АС от проектных характеристик либо реализовавшееся при эксплуатации событие, которое не привело к тяжелой аварии, но свидетельствует о наличии серьезного недостатка в конструкции оборудования, проекте АС или при эксплуатации АС либо является значимой частью аварийной последовательности, которая могла привести к тяжелой аварии.
--	---

	b) нарушение пределов и (или) условий безопасной эксплуатации, не перешедшее в аварию.
	c) существенное скачкообразное ухудшение безопасности АС (блока АС), вызванное небольшими изменениями параметров

Ответ: 1- а, 2 – с, 3 – в, 4 - -

8. Установите соответствие:

1. Физический пуск -	a) этап ввода АС (блока АС) в эксплуатацию после энергетического пуска, завершающийся получением установленном порядке разрешения эксплуатировать блок АС.
2. Опытно-промышленная эксплуатация -	b) этап ввода блока АС в эксплуатацию, включающий загрузку реактора ядерным топливом, достижение критического состояния реактора и выполнение необходимых испытаний и измерений на уровне мощности, при котором теплоотвод от реактора осуществляется за счет естественных теплопотерь (рассеивания).
3. Предпусковые наладочные работы -	c) этап ввода блока АС в эксплуатацию, в ходе которого законченные строительством и монтажом системы элементы АС приводятся в состояние эксплуатационной готовности с проверкой их соответствия установленным в проекте АС критериям и характеристикам, завершающийся подготовностью блока АС к этапу физического пуска.
4. Получение паспорта РУ	

Ответ: 1 – в, 2 – а, 3 – с, 4 - -

9. Как называется система (элемент), функционирование которой связано только с вызвавшим ее работу событием и не зависит от работы другой системы (элемента), например, управляющей системы, системы электроснабжения?

Ответ: Пассивная система (элемент)

10. Что называют отказом по общей причине?

Ответ: отказы систем (элементов), возникающие вследствие одного отказа или ошибки персонала или внутреннего или внешнего воздействия (события), или иной причины.

11. Что называется повреждением ТВЭЛОВ?

Ответ: нарушение хотя бы одного из установленных для ТВЭЛОВ пределов повреждения.

12. Установите соответствие:

1. Ошибочное решение -	a. единичное непреднамеренное неправильное действие или единичный пропуск правильного действия при управлении системами и элементами АС, или единичное непреднамеренное неправильное действие, или
------------------------	--



	пропуск правильного действия при техническом обслуживании или ремонте систем и элементов АС.
2. Ошибка персонала -	б. нарушение в работе АС, при котором произошло отклонение от установленных эксплуатационных пределов и (или) условий.
	в. неправильное выполнение или невыполнение персоналом АС ряда установленных действий из-за неверной оценки протекающих процессов.

Ответ: 1- в, 2 - а

13. Установите соответствие:

1. Отказы по общей причине -	а. отказы системы (элемента), которые не проявляется в момент своего возникновения при эксплуатации АС и не выявляется предусмотренными средствами контроля в соответствии с регламентом технического обслуживания и проверок
	б. отказы систем (элементов), возникающие вследствие одного отказа или ошибки персонала или внутреннего или внешнего воздействия (события), или иной причины.
2. Необнаруживаемые отказы -	в. единичные отказы в системе (элементе) АС, внутреннее или внешнее воздействие, или ошибка персонала, либо сочетания указанных событий, которые приводят к нарушению нормальной эксплуатации АС и могут привести к нарушению пределов и (или) условий безопасной эксплуатации.

Ответ: 1-б, 2- а

14. Что называют культурой безопасности?

Ответ: набор характеристик и особенностей деятельности организаций и поведения отдельных лиц, который устанавливает, что вопросам обеспечения безопасности АС, как обладающим высшим приоритетом, уделяется внимание, определяемое их значимостью.

**15.** Культура безопасности - \_\_\_\_\_ деятельности организаций и поведения отдельных лиц, который устанавливает, что вопросам обеспечения безопасности АС, как обладающим высшим приоритетом, уделяется внимание, определяемое их значимостью.

- 1 сочетание технических возможностей в
- 2 круг вопросов квалификационной и психологической
- 3 область квалификационных особенностей и технической
- 4 набор характеристик и особенностей +

16. Как называются системы (элементы) безопасности, предназначенные для предотвращения или ограничения распространения выделяющихся при

авариях радиоактивных веществ и ионизирующего излучения за предусмотренные проектом АС границы и выхода их в окружающую среду?

Ответ: Локализирующие системы (элементы) безопасности

17. Установите соответствие:

1. Локализирующие системы (элементы) безопасности -	а. системы (элементы) безопасности, предназначенные для предотвращения или ограничения распространения выделяющихся при авариях радиоактивных веществ и ионизирующего излучения за предусмотренные проектом АС границы и выхода их в окружающую среду
	б. - системы (элементы) безопасности, предназначенные для снабжения систем безопасности энергией, рабочей средой и создания условий для их функционирования
2. Обеспечивающие системы (элементы) безопасности	в. система (элемент), функционирование которой связано только с вызвавшим ее работу событием и не зависит от работы другой системы (элемента), например управляющей системы, системы электроснабжения

Ответ: 1 – а, 2 - б

18. Какая степень резервирования каналов СБ принята проекте АЭС-2006?

Ответ: Четырехкратная

19. Какая степень резервирования каналов СБ принята проекте В-320?

Ответ: трехкратная

20. Установите соответствие типа СБ и компонентов, входящих в их состав:

1. Управляющие СБ	а. система аварийного газоудаления
2. Защитные системы безопасности	б. аппаратура СУЗ, выполняющая функции аварийной и предупредительной защиты реактора
3. Локализирующие СБ	в. системы отвода тепла от активных элементов и помещений СБ
4. Обеспечивающие СБ	г. Спринклерная система

Ответ: 1 – б, 2 – а, в, 3- г, 4 - -

21. Установите соответствие типа СБ и компонентов, входящих в их состав:

1. Управляющие СБ	а. резервная дизельная электростанция
2. Защитные системы безопасности	б. аппаратура СУЗ, выполняющая функции аварийной и предупредительной защиты реактора
3. Локализирующие СБ	в. БРУ-А, БРУ-К

4. Обеспечивающие СБ	г. Пассивные каталитические рекомбинаторы водорода
----------------------	--

Ответ: 1- б, 2 – в, 3 – г, 4 - а

22. Установите соответствие:

1. САОЗ низкого давления	а. предназначена для первоначального залива активной зоны раствором борной кислоты в случае большой течи первого контура.
2. Пассивная часть САОЗ	б. предназначена для восполнения потери теплоносителя первого контура и отвода теплоты от активной зоны в случае относительно небольшой течи
3. САОЗ высокого давления	в. предназначена для заполнения реактора и охлаждения активной зоны при больших течах теплоносителя первого контура после опорожнения гидроемкостей и последующего продолжительного отвода остаточного тепловыделения

Ответ: 1 – в, 2 – а, 3 - б

23. Пределы безопасной эксплуатации АС - установленные проектом АС значения параметров технологического процесса, отклонения от которых могут привести к \_\_\_\_\_.

- 1 единичному отказу
- 2 запроектной аварии
- 3 нарушению условий безопасной эксплуатации
- 4 повреждению ТВЭЛОВ
- 5 аварии
- 6 ядерной аварии

24. Условия безопасной эксплуатации - установленные проектом АС минимальные требования по количеству, характеристикам, состоянию работоспособности, объему, периодичности и иным условиям технического обслуживания, контроля и испытаний систем (элементов), важных для безопасности, при которых обеспечивается соблюдение

- 1 проектных пределов и критериев безопасности
- 2 пределов безопасной эксплуатации и (или) критериев безопасности
- 3 принципа единичного отказа
- 4 консервативного подхода в проектировании.

25. Консервативный подход - подход к \_\_\_\_\_, когда при анализе аварий за счет выбора значений параметров и характеристик АС и площадки АС и (или) других методов обеспечивается получение более неблагоприятных результатов.

- 1 анализу и расчетному обоснованию
- 2 эксплуатации блока

- 3 проверке систем безопасности
  - 4 проектированию и конструированию
  - 5 обоснованию эксплуатационных пределов безопасности.
26. К какой группе систем безопасности относится система аварийной подачи питательной воды?
- Ответ: Защитные системы
27. В состав защитных систем обеспечения безопасности РБМК-1000 входят системы:
1. САОР+
  2. СЛА
  3. ЛАЗ +
28. К локализирующим СБ РБМК-100 относятся:
1. система герметичных помещений +
  2. устройства конденсационного типа для сброса парогазовой смеси +
  3. емкости с аварийными запасами воды
29. Для предотвращения горения натрия первого контура в реакторах БН используются
1. Рабочие температуры ниже температуры воспламенения
  2. Заполнение страховочных полостей азотом +
  3. Герметизация боксов +
  4. Создание запасов воды как огнетушащего средства в случае возгорания натрия.
30. Ядерную безопасность и самозащищенность реактора БН с натриевым теплоносителем обеспечивают:
1. отрицательная связь по реактивности при изменении мощности реактора и температуры активной зоны; +
  2. небольшой запас реактивности на выгорание топлива; +
  3. отсутствие эффектов типа ксенонового отравления; +
  4. разделение функций замедлителя и теплоносителя
  5. наличие значительного количества пара в активной зоне реактора

### **Критерии и шкалы оценивания**

Оценка по тестированию определяется Moodle с учетом количества правильных ответов из расчета 10 баллов максимум.

#### **2.1.2. Сообщение**

Сообщение является продуктом самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов изучения учебно-практической темы.

## **Тема 1 «Порядок расследования и учета нарушений в работе атомных станций»**

*Цель работы:* сформировать навыки по анализу нарушений эксплуатации АС.

### **Задачи:**

- изучение нормативных документов по теме,
- формирование навыков анализа информации нарушения эксплуатации АЭС,
- активизация познавательной самостоятельности;
- развитие коммуникативных способностей.

### **Концепция занятий**

Группа после ознакомления с положением о порядке расследования и учета нарушений в работе атомных станций НП-004-08 и выданными преподавателем материалами по нарушениям делится по 2-3 человека, которые выполняют анализ динамики выбранного студентами параметра и готовят выступление с результатами анализа. При подготовке к занятию в каждой подгруппе определяются роли: выступающего, ответственного за сбор информации, подготовку презентации. Далее каждая подгруппа представляет своё сообщение перед остальными студентами на занятии и отвечает на вопросы. Работа оценивается от 10 баллов (максимальная оценка). Для того чтобы тема была зачтена студенту ему необходимо получить не менее 6 баллов.

### **Критерии оценки:**

- а. Полнота собранного теоретического контролируемого материала.
- б. Свободное владение содержанием.
- в. Содержательный анализ данных.
- г. Умение создавать содержательную презентацию выполненной работы.
- д. Активность при обсуждении других сообщений

При оценке работы по теме занятия используется 3-Д оценивание: по разработанным преподавателем критериям результат работы над кейсом/темой оценивается самим преподавателем, двумя – тремя экспертами (приглашенными преподавателями или студентами более старшего курса), а также используется самооценивание, что позволяет формировать более объективное отношение студента к результатам своей деятельности. При этом оценка каждой стороны основывается на следующем:

1. Доклад – максимум 3 балла (непредставление сообщения – 0 баллов, использование устаревшей, недостоверной или неполной информации – 1 балл, нарушение логической последовательности изложения информации – 2 балла);

2. Презентация – максимум – 3 балла (непредставление презентации – 0 баллов, оформление презентации, затрудняющее понимание содержание

выполненной работы, - 1 балл, нарушение логической последовательности слайдов – 2 балла);

3. Ответы на вопросы при обсуждении – максимум 2 балла (отказ от ответа на заданный при обсуждении вопрос по теме работы – минус 1 балл, неполный ответ или содержащий ошибки – 1 балл);

4. Активность на занятии – максимум 2 балла (отсутствие вопросов/комментариев при обсуждении сообщений других участников – 0 баллов, низкая активность при обсуждении - 1 балл).

По итогам оценивания каждой стороной за итоговую оценку принимается среднее значение.

### **Тема 5 «Уроки радиационных аварий на АЭС»**

*Цель работы:* сформировать навыки по анализу крупнейших аварий на АЭС.

#### **Задачи:**

- изучение нормативных документов по теме,
- формирование навыков анализа информации о крупнейших авариях на АЭС,
- формирование ответственности за возможные аварии при эксплуатации АС,
- ознакомление с подходами по разработке корректирующих мероприятий,
- активизация познавательной самостоятельности;
- развитие коммуникативных способностей.

#### **Концепция занятий**

Группа после ознакомления с международной шкалой INES делится по 3-4 человека, которые выполняют анализ информации о выбранной студентами аварии и готовят выступление с результатами анализа. При подготовке к занятию в каждой подгруппе определяются роли: выступающего, ответственного за сбор информации, подготовку презентации, при этом обязательно должно быть рассмотрено: описание аварии, установленные при расследовании причины, корректирующие меры, принятые в атомной энергетике после аварии. Далее каждая подгруппа представляет своё сообщение перед остальными студентами на занятии и отвечает на вопросы. Работа оценивается от 5 баллов (максимальная оценка). Для того чтобы тема была зачтена студенту ему необходимо получить не менее 3 баллов.

#### **Темы сообщений:**

1. Авария на Чернобыльской АЭС.
2. Фукусима-1.
3. Три-Майл-Айленд.

4. Ленинградская АЭС
5. Сен-Лоран-дез-о

**Критерии оценки:**

- а. Полнота собранного теоретического контролируемого материала.
- б. Свободное владение содержанием.
- в. Содержательный анализ данных.
- г. Умение создавать содержательную презентацию выполненной работы.
- д. Активность при обсуждении других сообщений

При оценке работы по теме занятия используется 3-D оценивание: по разработанным преподавателем критериям результат работы над кейсом/темой оценивается самим преподавателем, двумя – тремя экспертами (приглашенными преподавателями или студентами более старшего курса), а также используется самооценивание, что позволяет формировать более объективное отношение студента к результатам своей деятельности. При этом оценка каждой стороны основывается на следующем:

1. Доклад – максимум 3 балла (непредставление сообщения – 0 баллов, использование устаревшей, недостоверной или неполной информации – 1 балл, нарушение логической последовательности изложения информации – 2 балла);
2. Презентация – максимум – 3 балла (непредставление презентации – 0 баллов, оформление презентации, затрудняющее понимание содержание выполненной работы, - 1 балл, нарушение логической последовательности слайдов – 2 балла);
3. Ответы на вопросы при обсуждении – максимум 2 балла (отказ от ответа на заданный при обсуждении вопрос по теме работы – минус 1 балл, неполный ответ или содержащий ошибки – 1 балл);
4. Активность на занятии – максимум 2 балла (отсутствие вопросов/комментариев при обсуждении сообщений других участников – 0 баллов, низкая активность при обсуждении - 1 балл).

По итогам оценивания каждой стороной за итоговую оценку принимается среднее значение.

**Тема 6 Оценка влияния АЭС на территорию размещения**

*Цель работы:* сформировать навыки по анализу влияния АЭС на радиационные факторы территории размещения.

**Задачи:**

- ознакомление с источниками информации по теме анализа данных,
- формирование навыков анализа данных,
- активизация познавательной самостоятельности;
- развитие коммуникативных способностей.

### **Концепция занятий**

Группа делится по 3-4 человека, которые выполняют анализ информации по выбранному студентами населенному пункту с определением зависимости суммарных выпадений  $\beta$ -активных радионуклидов с учетом розы ветров от АЭС; и готовят выступление с результатами анализа. При подготовке к занятию в каждой подгруппе определяются роли: выступающего, ответственного за сбор информации, подготовку презентации. Далее каждая подгруппа представляет своё сообщение перед остальными студентами на занятии и отвечает на вопросы. Работа оценивается от 10 баллов (максимальная оценка). Для того чтобы тема была зачтена студенту ему необходимо получить не менее 6 баллов.

#### **Критерии оценки:**

- е. Полнота собранного теоретического контролируемого материала.
- ж. Свободное владение содержанием.
- з. Содержательный анализ данных.
- и. Умение создавать содержательную презентацию выполненной работы.
- к. Активность при обсуждении других сообщений

При оценке работы по теме занятия используется 3-D оценивание: по разработанным преподавателем критериям результат работы над кейсом/темой оценивается самим преподавателем, двумя – тремя экспертами (приглашенными преподавателями или студентами более старшего курса), а также используется самооценивание, что позволяет формировать более объективное отношение студента к результатам своей деятельности. При этом оценка каждой стороны основывается на следующем:

1. Доклад – максимум 3 балла (непредставление сообщения – 0 баллов, использование устаревшей, недостоверной или неполной информации – 1 балл, нарушение логической последовательности изложения информации – 2 балла);

2. Презентация – максимум – 3 балла (непредставление презентации – 0 баллов, оформление презентации, затрудняющее понимание содержание выполненной работы, - 1 балл, нарушение логической последовательности слайдов – 2 балла);

3. Ответы на вопросы при обсуждении – максимум 2 балла (отказ от ответа на заданный при обсуждении вопрос по теме работы – минус 1 балл, неполный ответ или содержащий ошибки – 1 балл);

4. Активность на занятии – максимум 2 балла (отсутствие вопросов/комментариев при обсуждении сообщений других участников – 0 баллов, низкая активность при обсуждении - 1 балл).

По итогам оценивания каждой стороной за итоговую оценку принимается среднее значение.



## 2.2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Принципы обеспечения безопасности АЭС» (экзамен) проводится в устно-письменной форме. Каждый билет содержит 2 теоретических вопроса и 1 задачу. При ответе на билет студент получает не менее 5 дополнительных вопросов. Максимальный балл за экзамен – 40.

### Вопросы к экзамену по дисциплине «Принципы обеспечения безопасности АЭС»

1. Основные определения обеспечения безопасности АС
2. Обеспечение безопасности АЭС на всех этапах жизненного цикла.
3. Классификация принципов обеспечения безопасности АС.
4. Международное сотрудничество в области обеспечения безопасности АС.
5. Законодательно-правовые акты РФ в области безопасности АС (общая характеристика).
6. Федеральный закон от 09.01.1996 N 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» (общая характеристика).
7. Исполнительные структуры системы государственных гарантий безопасности.
8. Основные полномочия эксплуатирующей организации.
9. Ответственность за нарушения требований безопасности в области атомной энергетики.
10. Глубокоэшелонированная защита.
11. Расследование и учет нарушений в работе атомных станций.
12. Задачи обеспечения безопасности при эксплуатации.
13. Барьеры безопасности АЭС.
14. Фундаментальные функции безопасности.
15. Физическая защита радиоактивных веществ, радиационных источников и пунктов хранения.
16. Принцип апробированной инженерно-технической деятельности.
17. Принцип обеспечения качества.
18. Классификация событий на АЭС. Международная шкала ядерных событий INES.
19. Классификация систем и элементов АС.
20. Системы безопасности АЭС.
21. Критерии обеспечения высокой надежности работы СБ.
22. Защитные СБ ВВЭР-1000.
23. Локализирующие СБ ВВЭР-1000.
24. Обеспечивающие СБ ВВЭР-1000.

25. Обеспечение безопасности реакторов типа БН.
26. Системы обеспечения безопасности РБМК-1000.
27. Детерминистский подход оценки безопасности АС.
28. Надежность элементов и систем АС
29. Вероятностный анализ безопасности АЭС: цели, уровни.
30. Вероятностный анализ безопасности АЭС: деревья событий/отказов, интерпретация результатов.

### Задачи к экзамену

1. Определить вероятности разгерметизации паропровода и пожара на БЩУ за период эксплуатации АЭС 50 лет. Сравните полученные результаты и сделайте вывод.
2. Определить вероятности разгерметизации первого контура для разных видов течи за период эксплуатации АЭС 60 лет. Определите вероятность одновременного образования малой и большой течи, приняв эти события независимыми. Сравните полученные результаты и сделайте вывод.
3. Определить вероятность безотказной работы в течении 100 ч системы, состоящей из насоса аварийного охлаждения активной зоны и питающего его дизель-генератора, для которых  $\lambda_n = 3 \times 10^{-5}$  и  $\lambda_{дг} = 3 \times 10^{-3}$ .
4. Определить вероятность отказа в режиме работы канала системы активного впрыска, включающего активный элемент – насос и пассивный элемент – трубопроводы, при продолжительности работы – 100ч, интенсивности отказов насоса  $\lambda_n = 3 \times 10^{-5}$ , трубопроводов  $\lambda_{тр} = 10^{-7}$ .
5. Определить вероятности ошибочного извлечения СУЗ на работающем реакторе и пожара на АЭС за период эксплуатации АЭС 50 лет. Сравните полученные результаты и сделайте вывод.
6. Вычислить вероятность зависания любого одного рабочего органа из 36 рабочих органов СУЗ реактора АСТ-500 при наступлении аварийного сигнала на обесточивание приводов в предположении, что рабочие органы независимы друг от друга.
7. Вычислить вероятность зависания любых трех рабочих органов из 36 рабочих органов СУЗ реактора АСТ-500 при наступлении аварийного сигнала на обесточивание приводов в предположении, что рабочие органы независимы друг от друга.
8. Вычислить вероятность зависания любых двух рабочих органов из 36 рабочих органов СУЗ реактора АСТ-500 при наступлении аварийного сигнала на обесточивание приводов в предположении, что рабочие органы независимы друг от друга.
9. Определить вероятность отказа на интервале 100 часов систем, состоящих из двух каналов, каждый из которых включает насос ( $\lambda_n = 3 \times 10^{-5}$  1/ч) и питающий его дизель генератор ( $\lambda_{дг} = 3 \times 10^{-3}$  1/ч).

10. Определить вероятность отказа на интервале 100 часов систем, состоящих из трех каналов, каждый из которых включает насос ( $\lambda_n = 3 \times 10^{-5}$  1/ч) и питающий его дизель генератор ( $\lambda_{дг} = 3 \times 10^{-3}$  1/ч).

Дополнительные вопросы студент получает при тестировании на образовательном портале ВИТИ НИЯУ МИФИ на сайте <http://online.viti-merphi.ru/> случайным выбором из тестовых заданий по разделам дисциплины.

### Критерии оценки:

1. Полнота знаний теоретического контролируемого материала (максимум – 20 баллов).
2. Количество правильных ответов на дополнительные вопросы по предмету (максимум – 10 баллов).
3. Правильность решения задачи (максимум – 10 баллов)

### Критерии оценки знаний по дисциплине:

Итоговая сумма баллов	Оценка по 4-бальной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS	Градация
90-100	отлично	зачтено	A	отлично
85-89	хорошо		B	очень хорошо
75-84			C	хорошо
70-74			D	удовлетворительно
65-69	удовлетворительно		E	посредственно
60-64			F	неудовлетворительно
ниже 60	неудовлетворительно	не зачтено	F	неудовлетворительно

Зачтено «Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Зачтено «Очень хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.

Зачтено «Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные

программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Зачтено «Удовлетворительно»- теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Зачтено «Посредственно» - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.

Не зачтено «Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.