

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено
Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 25.08.2025 № 25.8

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.05.02 Атомные станции:
проектирование, эксплуатация и инжиниринг

направление/профиль

Радиационная безопасность атомных станций

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Принципы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Принципы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. В результате освоения ОП специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
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;
ПК-3	Способен к проведению исследований физических процессов в ядерных энергетических установках в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации	З-ПК-3 Знать методы проведения исследований физических процессов; У-ПК-3 Уметь проводить исследования и испытания оборудования ядерных энергетических установок; В-ПК-3 Владеть методиками испытаний оборудования при его монтаже и наладке;
ПК-9	Способен анализировать нейтронно-физические, технологические процессы	З-ПК-9 Знать правила и нормы в атомной энергетике, критерии эффективной и безопасной работы ЯЭУ;

	и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы	У-ПК-9 Уметь анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ; В-ПК-9 Владеть методами анализа нейтронно-физических и технологических процессов в ЯЭУ;
ПК-10	Способен провести оценку ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации и выводе из эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами	З-ПК-10 Знать критерии ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ; У-ПК-10 Уметь проводить оценки ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ; В-ПК-10 Владеть методами оценки ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ЯЭУ, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами;

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП специалитета

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД).

1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 9 семестр			
1.	Раздел 1	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3; З-ПК-9; У-ПК-9; В-ПК-9; З-ПК-10; У-ПК-10; В-ПК-10	Коллоквиум
2.	Разделы 2	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3; З-ПК-9; У-ПК-9; В-ПК-9; З-ПК-10; У-ПК-10; В-ПК-10	Контрольная работа Лабораторные работы

Промежуточная аттестация, 9 семестр			
	Экзамен	3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3; 3-ПК-9; У-ПК-9; В-ПК-9; 3-ПК-10; У-ПК-10; В-ПК-10	Экзаменационный билет

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
Высокий <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Не зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	высокий	высокий
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	пороговый	пороговый
ниже порогового	пороговый	ниже порогового
	ниже порогового	-

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

- контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Текущий контроль осуществляется семь раз в семестр: шесть контрольных точек № 1 (*коллоквиумы*) и контрольная точка № 2 (*контрольная работа*).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум

Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	12	20
<i>Коллоквиум</i>	7	12	20
Контрольная точка № 2	15-16	24	40
<i>Контрольная работа</i>	15	12	20
<i>Лабораторные работы</i>	15	12	20
Промежуточная аттестация	-	24	40
<i>Экзамен</i>	-		
<i>Экзаменационный билет</i>	-	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

* Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету или экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, зачету/экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

Определение бонусов и штрафов

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра за активную и регулярную работу на занятиях 5 баллов (но суммарно за семестр не больше, чем 60)

Штрафы: за несвоевременное участие в коллоквиуме и контрольной работе максимальная оценка может быть снижена на 20%.

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Образовательная программа	Радиационная безопасность атомных станций
Дисциплина	Принципы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Запишите формулу полной вероятности и объясните ее смысл.
.....
2. Как понимать принцип разнообразия при построении систем безопасности АЭС?
.....
3. Перечислите основные этапы аварии на IV блоке ЧАЭС.
.....

Составитель	_____	Д.С. Самохин
	(подпись)	
Руководитель ООП	_____	А.А. Удалова
	(подпись)	

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
 филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
 «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Образовательная программа	Радиационная безопасность атомных станций
Дисциплина	Принципы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок

ВОПРОСЫ 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 интегро-дифференциальном 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 критическихборок.
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 $t \rightarrow \infty$?
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 $t \rightarrow \infty$ 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?
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 глубоководной 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. стендов.
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.

Критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
- полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
- ответы на дополнительные вопросы.

Описание шкалы оценивания:

Оценка	Критерии оценки
Отлично 36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо 30-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно	Студент должен:

25-29	- продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно 24 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - невладение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Образовательная программа	Радиационная безопасность атомных станций
Дисциплина	Принципы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок

Комплект заданий для контрольной работы

Задача № 1

Докажите закон поглощения:

$$A + AB = A$$

Задача № 2

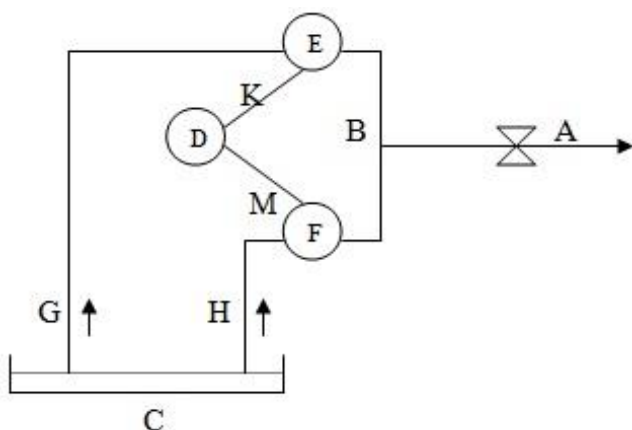
Покажите, что при любых A и B верна формула (A и B совместны)

$$P(A+B) = P(A) + P(B) - P(AB)$$

Задача № 3

Изделие может собираться из высококачественных деталей (40% случаев) и из деталей обычного качества (60% случаев). Если изделие собрано из высококачественных деталей, его надежность за время t равна 0,95. Если из деталей обычного качества – 0,7. Изделие испытывалось в течение времени t и работало безотказно. Найти вероятность того, что оно собрано из деталей высокого качества.

Задача № 4



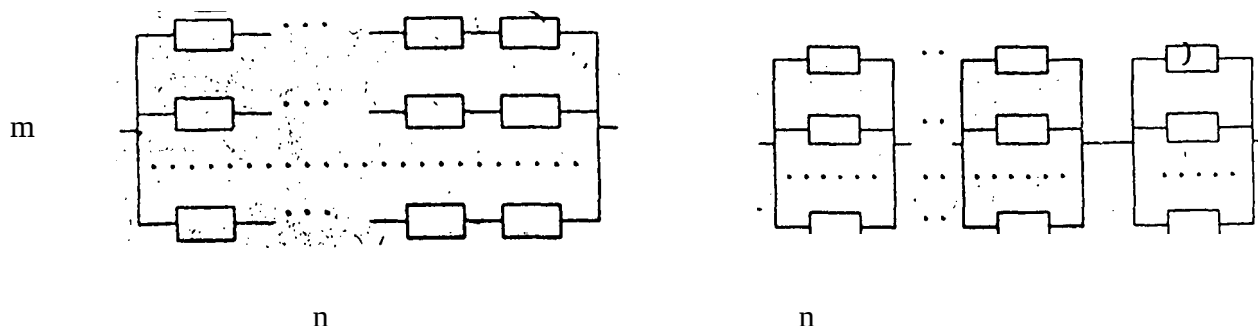
Изображенное на рисунке устройство должно обеспечить расход теплоносителя за вентилем А. Аварией считается ситуация, когда за А совсем нет расхода. Постройте дерево отказов и найдите минимальные критические сечения.

Задача № 5

В интервале времени $[0, T]$ в случайный момент времени u появляется сигнал длительностью Δ . Приемник включается в случайный момент времени $v \in [0, T]$ на время t . Предположив, что точка (u, v) равномерно распределена в квадрате $[0, T] \times [0, T]$, найти вероятность обнаружения сигнала.

Задача № 6

Устройство, состоящее из n последовательно соединенных элементов, можно резервировать двумя способами, изображенными на рисунке. Покажите, какой из них лучше.



Задача № 7

Получите в явном виде формулу для вероятности $V(t)$ несрабатывания на требование для двух случаев:

1. $W(t) = 1 - e^{-\lambda t}$, $\omega(t) = \chi e^{\chi t}$
2. $W(t) = \lambda t$, $\omega(t) = 1/T$

Объясните смысл полученных решений и сравните с решением задачи № 5.

Задача № 8

При экспоненциальном распределении времени до отказа распределение длительности оставшейся части работы (прямое время возвращения) не зависит от того, сколько она уже продолжалась. Покажите это.

Задача № 9

Покажите, что для нестационарного пуассоновского потока событий сохраняются свойства ординарности и отсутствия последействия.

Задача № 10

Пусть параллельно соединены два элемента с экспоненциальными законами надежности. Найти среднюю наработку на отказ системы.

Задача № 11

$$TOP = (G+X)(G+Y)$$

Постройте дерево отказов и найдите минимальные критические сечения.

Задача № 12

Докажите формулу

$$P(N_t=r)=F_r(t)-F_{r+1}(t)$$

Задача №13

При резервировании голосованием могут быть два вида отказов кворум-элемента:

1. Система не готова к работе, а кворум-элемент дает сигнал, что можно работать (вероятность отказа q_s)
2. Система готова к работе, а кворум-элемент дает сигнал, что нельзя работать (вероятность отказа q_0)

Для случая логики 2 из 3 и равной надежности элементов P получите формулу для вероятности безотказной работы всей системы. Как влияет q_s на надежность всей системы.

Контрольное задание №1 включает задачи с номерами: **1,4,12**

Контрольное задание №2 включает задачи с номерами: **2,6,13**

Контрольное задание №3 включает задачи с номерами: **3,8,4**

Контрольное задание №4 включает задачи с номерами: **5,9,4**

Контрольное задание №5 включает задачи с номерами: **7,10,4**

Контрольное задание №6 включает задачи с номерами: **11,13,12**

Контрольное задание №7 включает задачи с номерами: **1,4,12**

Контрольное задание №8 включает задачи с номерами: **2,6,13**

Контрольное задание №9 включает задачи с номерами: **3,8,4**

Контрольное задание №10 включает задачи с номерами: **5,9,4**

Контрольное задание №11 включает задачи с номерами: **7,10,4**

Контрольное задание №12 включает задачи с номерами: **11,13,12**

Критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний на контрольной работе входят:

- знание теоретического материала;
- умение применить данные знания при решении практических задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
- умение проанализировать полученный результат.

Описание шкалы оценивания:

9-10 баллов, если при решении задачи правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения (для каждой задачи).

8 баллов, если при решении задачи правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и неправильно написаны единицы измерения (для каждой задачи).

6-7 баллов, если при решении задачи правильно написаны формулы, но не найдены правильные значения из таблиц данных, не найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения (для каждой задачи).

Меньше 6 баллов, если при решении задачи неправильно написаны формулы, не найдены правильные значения из таблиц данных, не найден правильный ответ и неправильно написаны единицы измерения (для каждой задачи).

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление **14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг**

Образовательная программа **Радиационная безопасность атомных станций**

Дисциплина **Принципы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок**

Вопросы для коллоквиума

1. Назовите основные типы аварий, опасные для активной зоны реактора.
2. Факторы потенциальной опасности в ядерной энергетике
3. Сколько нейтронов в ядерном реакторе и почему?
4. Откуда берутся запаздывающие нейтроны? Их роль в динамике ядерных реакторов.
5. Простейшее уравнение нестационарного переноса нейтронов в односкоростном диффузионном приближении.
6. Что такое коэффициент размножения нейтронов.
7. Уравнение точечной кинетики ядерного реактора в интегро-дифференциальном виде.
8. Система дифференциальных уравнений точечной кинетики реактора.
9. Структура нормативно-технической документации по безопасности в ядерных технологиях
10. Общие требования на средства воздействия на реактивность во всех ПБЯ.
11. Специфические требования в ПБЯ для энергетических реакторов.
12. Специфические требования в ПБЯ для критических сборок.
13. Метод обратного умножения. Что это и зачем?
14. Метод асимптотического периода. Что это и зачем?
15. Метод сброса стержня. Что это и зачем?
16. Дайте физическую интерпретацию лог-нормального распределения.
17. Дайте все физические интерпретации экспоненциального распределения, которые Вы знаете.
18. Дайте физическую интерпретацию распределения Пуассона.
19. Дайте физическую интерпретацию распределения Вейбулла.
20. Следствием чего является гауссовское распределение?
21. Дайте определения независимости и несовместности событий. В чем между ними разница?
22. Дайте физическую интерпретацию общего распределения Эрланга.
23. Как связаны плотность восстановления и функция восстановления?
24. Какими свойствами обладает простейший нестационарный поток?
25. Запишите формулу для средней наработки на отказ и объясните ее смысл.
26. Дайте качественное определение надежности.
27. Дайте определение надежности в узком смысле.
28. Какими свойствами обладает простейший поток отказов? Объясните их смысл.
29. Запишите формулы для коэффициентов готовности и неготовности для альтернирующего процесса восстановления. Объясните откуда они получены.

30. Дайте определение работоспособности и отказа.

Критерии оценки:

- уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
- полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
- ответы на дополнительные вопросы.

Описание шкалы оценивания:

Вариант билета на коллоквиум входит 2 вопроса.

Максимальная сумма баллов за ответ на оба вопроса билета – 30.

Отметка «отлично» (в баллах от 27 до 30) выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов билета.

Отметка «хорошо» (в баллах от 23 до 26) выставляется студенту, который:

- допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

Отметка «удовлетворительно» (в баллах от 18 до 22) выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов
- ответил на один из двух вопросов билета.

Отметка «неудовлетворительно» (в баллах меньше 18) выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не может разобраться в конкретной ситуации;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.