

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 на заседании

УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Протокол № 1-8/2022 от 30.08.2022

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

Ядерные энергетические реакторы

название дисциплины

для направления подготовки

14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

код и направления подготовки

образовательная программа

Эксплуатация атомных энергетических станций

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2022 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Ядерные энергетические реакторы» 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 «Ядерные энергетические реакторы» 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 бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Код компетенций</i>	<i>Наименование компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>
ПК-3	Способен к изучению и анализу отечественного и зарубежного опыта в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок, их оборудования, технологических схем и систем, обеспечивающих их функционирование	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-4	Способен проводить анализ процессов в оборудовании и алгоритмов технологических систем ядерных энергетических установок с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы	З-ПК-4 Знать правила и нормы в атомной энергетике, критерии эффективной и безопасной работы ЯЭУ; У-ПК-4 уметь анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ; В-ПК-4 владеть методами анализа нейтронно-физических и технологических процессов в ЯЭУ

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП бакалавриата

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			
1.	Физические основы получения энергии в ядерном реакторе.	З-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3; З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4;	Контрольная работа 1
2.	Состав ядерного реактора	З-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3; З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4;	
3.	Конструкции ядерных энергетических реакторов	З-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3; З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4;	Контрольная работа 2
Промежуточная аттестация			
	Экзамен	З-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3; З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4;	Вопросы к экзамену

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/ Незачтено

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.

–

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
Текущая аттестация	1-16	36 - 60% от максимума	60
Контрольная точка № 1	7-8	18 (60% от 30)	30
Кл	8	18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18 (60% от 30)	30
Дкл	15	18	30
Промежуточная аттестация	-	24 – (60% 40)	40
Зачет	-		

<i>Вопрос 1</i>	-	12	20
<i>Вопрос 2</i>	-	12	20
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.

4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70--74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64		E	
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится

		студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине
--	--	--

5. 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

Специальность 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Специализация «Эксплуатация атомных энергетических станций»

Дисциплина «Ядерные энергетические реакторы»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Определение энергетического ядерного реактора. Особенности ЯР как источника энергии.
2. Главный циркуляционный контур ВВЭР-1000. Схема циркуляции теплоносителя.
3. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструкция ТК.

Составитель _____ С.Т.Лескин
 (подпись)

Заведующий кафедрой _____ С.Т.Лескин
 (подпись)

« _____ » _____ 20 ____ г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2.

1. Критическое, надкритическое, подкритическое состояния реактора.

2. Критическая масса.

3. Реактор ВВЭР-1000. Схема циркуляции теплоносителя в корпусе реактора.

4. Реактор РБМК-1000. Общее устройство, основное оборудование РУ.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3.

1. Размножающие свойства среды. Основные характеристики.

2. Главный циркуляционный контур ВВЭР-1000. Назначение основного оборудования.

3. Реактор РБМК-1000. Графитовая кладка реактора.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4.

1. Виды ядерных реакций. Сечения реакций. Физический смысл.

Зависимость сечения от энергии.

2. Реактор ВВЭР-1000. Комплекс ТВС. Картограмма активной зоны.

3. Реактор РБМК-1000. Контур многократной принудительной циркуляции. Схема циркуляции теплоносителя.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5.

1. Эффективный коэффициент размножения нейтронов. Коэффициент размножения в бесконечной среде.

2. Реактор ВВЭР-1000. Основные технические характеристики.

3. Реактор РБМК-1000. Конструкция графитовой колонны.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6.

1. Разделение нейтронов по энергиям. Понятие об энергетическом спектре нейтронов в реакторе.
2. Реактор БН-600. Основные технические характеристики.
3. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «С».

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7.

1. Замедлители. Требования, предъявляемые к замедлителям. Замедляющая способность. Коэффициент замедления. Характеристики замедлителей.
2. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция выгородки.
3. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «ОР».

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8.

1. Управление ядерным реактором. Понятие реактивности. Роль запаздывающих нейтронов.
2. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция корпуса реактора.
3. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «Л».

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9.

1. Период реактора. Зависимость периода реактора от времени жизни поколения нейтронов.
2. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция ТВС.
3. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «Д».

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10.

1. Запаздывающие нейтроны. Предшественники запаздывающих нейтронов.
Среднее время жизни запаздывающих нейтронов.
2. Реактор ВВЭР-1000. Назначение внутрикорпусных устройств.
3. Реактор БН-600. Конструкция ТВС активной зоны.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11.

1. Доля запаздывающих нейтронов. Ценность запаздывающих нейтронов.
Понятие о мгновенной критичности реактора.
2. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция блока защитных труб.
3. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструкция плитного настила ЦЗ.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12.

1. Требования к материалам, используемым в органах управления и защиты реактора.
2. Реактор ВВЭР-1000. Компоновка оборудования первого контура.
3. Реактор РБМК-1000. Схема установки энерговыделяющей кассеты в тракте технологического канала.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №13.

1. Бор и его характеристики как поглотителя в сравнении с другими материалами.
2. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция тепловыделяющего элемента.
3. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «Е».

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14.

1. Выгорание ядерного топлива. Глубина выгорания. Понятие запаса реактивности.
2. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция пучков стержней СУЗ (ПС СУЗ).
3. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструкция подвески кассеты.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15.

1. Кампания реактора. Процессы, сопровождающие работу реактора. Шлакование и отравление реактора.
2. Реактор ВВЭР-1000. Конструкция головки ТВС.
3. Реактор БН-600. Конструкция ТВС зоны воспроизводства.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16.

1. Воспроизводство ядерного топлива. Понятие о коэффициенте воспроизводства и времени удвоения.
2. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция пучков стержней ВП (ПС ВП).
3. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «КЖ».

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17.

1. Требования к конструкции активной зоны реактора и ее характеристики.
2. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструктивное исполнение направляющих каналов ПС СУЗ ТВС.
3. Реактор РБМК-1000. Контур многократной принудительной циркуляции. Назначение основного оборудования.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18.

1. Топливные материалы. Требования, предъявляемые к топливным материалам.
2. Реактор ВВЭР-1000. Контроль и управление энерговыделением в активной зоне.
3. Реактор БН-600. Конструкция тепловыделяющего элемента.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19.

1. Конструкционные материалы ядерного реактора. Основные требования, предъявляемые к конструкционным материалам.
2. Реактор ВВЭР-1000. Кампания топлива и реактора. Схема перегрузки топлива.
3. Реактор РБМК-1000. Конструкция тепловыделяющего элемента.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20.

1. Действие реакторных излучений на материалы.
2. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструктивные отличия пучков стержней СУЗ и выгорающего поглотителя.
3. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструкция энерговыделяющей

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23.

1. Физические особенности реактора ВВЭР-1000.
2. Остаточное энерговыделение в реакторе.
3. Реактор БН-600. Схема циркуляции теплоносителя в первом контуре.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23.

1. Физические особенности реактора РБМК-1000.
2. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция внутрикорпусной шахты реактора.
3. Эксплуатационный предел повреждения твэлов в режимах нормальной

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23.

1. Вода как теплоноситель. Свойства воды.
2. Мгновенные и запаздывающие нейтроны. Замедление и диффузия нейтронов в реакторе.
3. Реактор РБМК-1000. Организация подвода теплоносителя к технологическим каналам.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24.

1. Реактор на быстрых нейтронах. Физические особенности реакторов на быстрых нейтронах.
2. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструктивное исполнение центральной трубки ТВС.
3. Реактор РБМК-1000. Биологическая защита реактора.

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

Специальность	<u>14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика</u>
Специализация	<u>«Эксплуатация атомных энергетических станций»</u>
Дисциплина	<u>«Ядерные энергетические реакторы»</u>

Вопросы к экзамену.

1. Определение энергетического ядерного реактора. Особенности ЯР как источника энергии.
2. Критическое, надкритическое, подкритическое состояния реактора. Критическая масса.
3. Размножающие свойства среды. Основные характеристики.
4. Виды ядерных реакций. Сечения реакций. Физический смысл. Зависимость сечения от энергии.
5. Эффективный коэффициент размножения нейтронов. Коэффициент размножения в бесконечной среде.
6. Разделение нейтронов по энергиям. Понятие об энергетическом спектре нейтронов в реакторе.
7. Замедлители. Требования, предъявляемые к замедлителям. Замедляющая способность. Коэффициент замедления. Характеристики замедлителей.
8. Управление ядерным реактором. Понятие реактивности. Роль запаздывающих нейтронов.
9. Период реактора. Зависимость периода реактора от времени жизни поколения нейтронов.
10. Запаздывающие нейтроны. Предшественники запаздывающих нейтронов. Среднее время жизни запаздывающих нейтронов.
11. Доля запаздывающих нейтронов. Ценность запаздывающих нейтронов. Понятие о мгновенной критичности реактора.
12. Требования к материалам, используемым в органах управления и защиты реактора.
13. Бор и его характеристики как поглотителя в сравнении с другими материалами.
14. Выгорание ядерного топлива. Глубина выгорания. Понятие запаса реактивности.
15. Кампания реактора. Процессы, сопровождающие работу реактора. Шлакование и отравление реактора.
16. Воспроизводство ядерного топлива. Понятие о коэффициенте воспроизводства и времени удвоения.
17. Требования к конструкции активной зоны реактора и ее характеристики.
18. Топливные материалы. Требования, предъявляемые к топливным материалам.
19. Конструкционные материалы ядерного реактора. Основные требования, предъявляемые к конструкционным материалам.
20. Действие реакторных излучений на материалы.
23. Физические особенности реактора ВВЭР-1000.
23. Физические особенности реактора РБМК-1000.
23. Вода как теплоноситель. Свойства воды.

24. Реактор на быстрых нейтронах. Физические особенности реакторов на быстрых нейтронах.
25. Теплоносители. Требования, предъявляемые к теплоносителям ядерного реактора.
26. Мгновенные и запаздывающие нейтроны. Замедление и диффузия нейтронов в реакторе.
27. Теплотехническая надежность активной зоны. Факторы, ее определяющие.
28. Остаточное энерговыделение в реакторе.
29. Аустенитные нержавеющие стали. Достоинства и недостатки их использования в реакторах.
30. Сплавы циркония. Достоинства и недостатки их использования в реакторах.
31. Главный циркуляционный контур ВВЭР-1000. Назначение основного оборудования.
32. Главный циркуляционный контур ВВЭР-1000. Схема циркуляции теплоносителя.
33. Реактор ВВЭР-1000. Основные технические характеристики.
34. Реактор ВВЭР-1000. Схема циркуляции теплоносителя в корпусе реактора.
35. Реактор БН-600. Основные технические характеристики.
36. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция и бетонной шахты реактора.
37. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция корпуса реактора.
38. Реактор ВВЭР-1000. Назначение внутрикорпусных устройств.
39. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция внутрикорпусной шахты реактора.
40. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция выгородки.
41. Реактор ВВЭР-1000. Комплекс ТВС. Картограмма активной зоны.
42. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция блока защитных труб.
43. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция верхнего блока с крышкой.
44. Реактор ВВЭР-1000. Конструктивное исполнение главного разъема реактора.
45. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция ТВС.
46. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция тепловыделяющего элемента.
47. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция пучков стержней СУЗ(ПС СУЗ).
48. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция пучков стержней ВП(ПС ВП).
49. Реактор ВВЭР-1000. Контроль и управление энерговыделением в активной зоне.
50. Реактор ВВЭР-1000. Компоновка оборудования первого контура.
51. Реактор ВВЭР-1000. Схема крепления тепловыделяющих элементов в ТВС.
52. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструкция дистанционирующих устройств ТВС.
53. Реактор ВВЭР-1000. Конструкция головки ТВС.
54. Реактор ВВЭР-1000. Перспективы развития водоохлаждаемых реакторов.
55. Реактор ВВЭР-1000. Кампания топлива и реактора. Схема перегрузки топлива.
56. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструктивное исполнение направляющих каналов ПС СУЗ ТВС.
57. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструктивное исполнение центральной трубки ТВС.
58. Реактор ВВЭР-1000. Назначение и конструктивные отличия пучков стержней СУЗ и выгорающего поглотителя.
59. Реактор ВВЭР-1000. Образцы свидетели. Их типы и места установки в реакторе.
60. Реактор ВВЭР 1200. Особенности конструкции ТВС.
61. Реактор ВВЭР 1200. Конструкция твэл.
62. Реактор ВВЭР 1200. Картограмма загрузки активной зоны.
63. Реактор ВВЭР 1200. Основные технические характеристики ТВС.
64. Реактор ВВЭР 1200. Основные технические характеристики твэл.
65. Реактор ВВЭР 1200. Основные технические характеристики активной зоны.
66. Эксплуатационный предел повреждения твэлов в режимах нормальной эксплуатации

67. Предел безопасной эксплуатации повреждения твэлов в режимах нарушения нормальной эксплуатации.
68. Основные требования к тепловыделяющим элементам.
69. Физический смысл использования твэгов в ВВЭР 1200.
70. Чем подтверждается проектное обоснование твэлов (твэгов) ВВЭР-1200.

71. Реактор РБМК-1000. Картограмма активной зоны и типы ТК.
72. Реактор РБМК-1000. Контур многократной принудительной циркуляции. Назначение основного оборудования.
73. Реактор РБМК-1000. Контур многократной принудительной циркуляции. Схема циркуляции теплоносителя.
74. Реактор РБМК-1000. Основные технические характеристики.
75. Реактор РБМК-1000. Общее устройство, основное оборудование РУ.
76. Реактор БН-600. Назначение и компоновка основного оборудования.
77. Реактор РБМК-1000. Графитовая кладка реактора.
78. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструкция ТК.
79. Реактор РБМК-1000. Конструкция графитовой колонны.
80. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «С».
81. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «ОР».
82. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «Л».
83. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «Д».
84. Реактор БН-600. Конструкция ТВС активной зоны.
85. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «Е».
86. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструкция плитного настила ЦЗ.
87. Реактор РБМК-1000. Схема установки энерговыделяющей кассеты в тракте технологического канала.
88. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструкция подвески кассеты.
89. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструкция энерговыделяющей кассеты.
90. Реактор РБМК-1000. Обеспечение надежного теплоотвода от графита. Газовый контур реактора.
91. Реактор РБМК-1000. Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «КЖ».
92. Реактор БН-600. Конструкция ТВС зоны воспроизводства.
93. Реактор БН-600. Картограмма активной зоны реактора.
94. Реактор РБМК-1000. Назначение металлоконструкций.
95. Реактор РБМК-1000. Конструкция тепловыделяющего элемента.
96. Реактор БН-600. Конструкция тепловыделяющего элемента.
97. Реактор РБМК-1000. Конструкция технологического канала.
98. Реактор РБМК-1000. Биологическая защита реактора.
99. Реактор РБМК-1000. Организация подвода теплоносителя к технологическим каналам.
100. Реактор БН-600. Схема циркуляции теплоносителя в первом контуре.

Типовые задания при выполнении контрольной работы (образец).

Вариант 1

1. Определить $\bar{\Phi}$ [нейтрон/см²с] в гомогенном ЯР с загрузкой топлива 100 кг ²³⁵U при работе на мощности 200 МВт.
2. ЯР работает на мощности 5 МВт. Потери нейтронов в результате поглощения без деления составляет 45%. Сколько нейтронов вылетает за пределы активной зоны?

Вариант 2.

1. Оценить, сколько нужно загрузить ²³⁵U в активную зону ЯР на тепловых нейтронах, чтобы получить $N = 150$ МВт при $\bar{\Phi}$ [нейтрон/см²с].
2. Какое количество ²³⁹Pu образуется в ЯР на 1кг сгоревшего ²³⁵U с учетом выгорания образующегося ²³⁹Pu при КВ = 0,5?

Вариант 3

1. Допустимый флюенс для материала детали ЯР равен 10²³ нейтрон/см². Какосрок службы детали, если в месте ее расположения $\Phi = 10^{12}$ нейтрон/см²с?
2. В 1т выгруженного из ВВЭР-1000 топлива с глубиной выгорания $\bar{B} = 40000$ МВт сут/т(U) при начальном обогащении $x = 4,4\%$ содержится примерно 12,6 кг ²³⁵U, 930 кг ²³⁸U, 5кг ²³⁶U, 5,6 кг ²³⁹Pu, 1,8кг ²⁴¹Pu, 0,6кг ²³⁷Np (²³⁵U(n, γ) ²³⁶U(n, γ) ²³⁷U $\xrightarrow{\beta}$ ²³⁷Np). Определить вклад каждого делящегося нуклида в энерговыработку АЭС. Для ВВЭР-1000 за 3года нахождения топлива в активной зоне доля ядер ²³⁸U, разделившихся под действием быстрых нейтронов, составляет приблизительно 5%.

Вариант 4.

1. В качестве топлива ЯР используется 9т UO₂, а в качестве замедлителя - 5т H₂O.
Определить ядерную и массовую концентрацию делящегося изотопа ²³⁵U по отношению к воде, если обогащение урана равно 2%.
2. ВВЭР-1000 имеет $N_{менл} = 3000$ МВт; $m_U = 71,5$ т; $T_{яp} = 7000$ ч. Обогащение свежезагружаемого топлива 3,3%. Определить среднюю глубину выгорания топлива при двух и трех частичных перегрузках.

Шкала оценивания за контрольную работу.

Оценка «5» (отлично, 90-100 баллов при бальной оценке) ставится, если:

- материал рассматриваемого вопроса раскрыт полностью;
- материал представлен грамотно, в ясной логической последовательности;
- точно и профессионально используется терминология;
- показано умение выбирать критерии и показатели при решении задач, – продемонстрировано усвоение ранее изученных материалов на семинарских занятиях;
- ответ подготовлен в отведенное время, с необходимыми пояснениями;
- продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы;
- допущены одна – две неточности, не искажающие сути ответа на рассматриваемые вопросы.

Оценка «4» (хорошо, 75-89 баллов) ставится, если:

- материал рассматриваемого вопроса изложен систематизированно и последовательно;
- продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;
- продемонстрировано усвоение основной литературы;
- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:
 - в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы;
 - допущены один – два недочета при освещении основного материала вопроса.

Оценка «3» (удовлетворительно, 60-74 балла) ставится, если:

- неполно или непоследовательно изложено содержание материала рассматриваемого вопроса, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;
- допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии;
- продемонстрировано усвоение основной литературы.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если:

- ответ представлен неполно или не по сути рассматриваемого вопроса;
- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании контролируемой компетенции учебного курса;
- лекционный материал, материалы, рассмотренные на семинарских занятиях и представленные в основной литературе по курсу, не усвоены.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

<p>Программа рассмотрена на заседании отделения ЯФиТ (протокол № 1 от «30» августа 2023 г.)</p>	<p>Руководитель образовательной программы 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика «30» августа 2023 г. _____ С.Т. Лескин</p> <p>Начальник отделения ЯФиТ «30» августа 2023 г. _____ Д.С.Самохин</p>
---	---