

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

Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Протокол от 24.04.2023 № 23.4

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине**

**Конструкции ядерных реакторов**

*название дисциплины*

для направления подготовки

**14.03.02 Ядерные физика и технологии**

*код и направления подготовки*

образовательная программа

**Инновационные ядерные технологии**

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2023 г.**

## **Область применения**

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Конструкции ядерных реакторов» 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 «Конструкции ядерных реакторов» 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-4	Способен к расчету и проектированию элементов систем в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO	З-ПК-4 Знать: типовые методики планирования и проектирования систем. У-ПК-4 Уметь: использовать стандартные средства автоматизации проектирования. В-ПК-4 Владеть: методами расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO.
ПК-17.1	Способен к инженерно-физическому сопровождению эксплуатации активной зоны реакторной установки	З-ПК-17.1 Знать: закономерности диффузии нейтронов в средах и распределения нейтронных полей в средах; закономерности замедления нейтронов и возраста нейтронов в среде; основные законы нейтронно-физического расчета; закономерности процесса термализации нейтронов и температуры нейтронного газа. У-ПК-17.1 Уметь: решать задачи применительно к реальным процессам; оценивать критические размеры и составы реактора АЭС; оценивать виды распределение нейтронов в размножающих средах. В-ПК-17.1 Владеть: навыками нейтронно-физического расчета реакторов на тепловых и быстрых нейтронах; оценками сечений взаимодействия материалов с нейтронами.
ПК-17.2	Способен проводить расчет и подтверждающих измерения характеристик ядерного топлива на АС	З-ПК-17.2 Знать: основы численных методов используемых при расчетах переноса излучения и тепло-гидравлики ядерно-физических установок. У-ПК-17.2 Уметь: проводить элементарные оценки нейтронно-физических и тепло-гидравлических характеристик реакторов. В-ПК-17.2 Владеть: методиками численного расчета ядерно-физических установок и знать ограничения методик.

### 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
<b>Текущая аттестация, 6 семестр</b>			
1.	1. Ядерный топливный цикл	З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4; З-ПК-17.1; У-ПК-17.1; В-ПК-17.1; З-ПК-17.2; У-ПК-17.2; В-ПК-17.2	Кл
2.	2. Состав ядерного реактора	З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4; З-ПК-17.1; У-ПК-17.1; В-ПК-17.1; З-ПК-17.2; У-ПК-17.2; В-ПК-17.2	
3.	3. Типы ядерных реакторов	З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4; З-ПК-17.1; У-ПК-17.1; В-ПК-17.1; З-ПК-17.2; У-ПК-17.2; В-ПК-17.2	Дкл
<b>Промежуточная аттестация, 6 семестр</b>			
	Зачет	З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4; З-ПК-17.1; У-ПК-17.1; В-ПК-17.1; З-ПК-17.2; У-ПК-17.2; В-ПК-17.2	Вопросы к зачету

## 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
<b>Высокий</b> <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
<b>Продвинутый</b> <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
<b>Пороговый</b> <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
<b>Ниже порогового</b>	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	<b>высокий</b>	<b>высокий</b>
	<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>
	<b>продвинутый</b>	<b>продвинутый</b>
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	<b>пороговый</b>	<b>пороговый</b>
ниже порогового	<b>пороговый</b>	<b>ниже порогового</b>
	<b>ниже порогового</b>	-

### 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**
<b>Текущая аттестация</b>	<b>1-16</b>	<b>36 - 60% от максимума</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>7-8</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
Кл	8	18	30
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
Дкл	15	18	30
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>-</b>	<b>24 – (60% 40)</b>	<b>40</b>
Зачет	-		

<i>Вопрос 1</i>	-	12	20
<i>Вопрос 2</i>	-	12	20
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

\* - 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.Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков**

**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 **14.03.02 «Ядерные физика и технологии»**

подготовки

Образовательная **«Инновационные ядерные технологии»**

программа

Дисциплина **Конструкции ядерных реакторов**

**ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

1. Почему для нормальной работы реактора требуются материалы, поглощающие нейтроны?
2. Почему вода - хороший теплоноситель?
3. По каким признакам можно провести классификацию реакторов?
4. Что, в основном, необходимо предусмотреть в конструкции твэла?
5. Какие виды топлива Вы знаете?
6. По каким соображениям выбираются диаметр твэлов и шаг между ними?
7. Почему органы регулирования реактора требуют охлаждения?
8. Каковы основные различия в конструкциях водо-водяных и водо-графитовых реакторов?
9. Что нужно предусмотреть в конструкции кипящего реактора в отличие от реактора, где теплоноситель не кипит?
10. Сколько контуров охлаждения требуется для реакторов водо-водяного типа и почему?
11. Какие материалы для теплоносителя Вы знаете?
12. Какие материалы для замедлителя Вы знаете?
13. Зачем реактору замедлитель и какими главными свойствами он должен обладать?
14. Что и почему необходимо предусмотреть в конструкции водо-водяного реактора для его нормальной работы?
15. Что произойдет, если из водо-водяного реактора вытечет вода?
16. Какие способы подвода теплоносителя в водо-графитовые реакторы вы знаете?
17. Зачем нужны реактору ТВС?
18. Из каких основных элементов собираются активные зоны реакторов?
19. Какой примерно должен быть шаг решетки ТВС в водо-графитовом реакторе и почему?
20. Какие конструкции регуляторов с твердым поглотителем Вы знаете?
21. Что произойдет, если из водо-графитового реактора вытечет вода?
22. Какая разница в конструкциях каналов реакторов типа РБМК и АМБ?
23. Почему плохо делать реакторы в виде параллелепипеда?
24. Какие "преступные" замыслы в конструкциях реакторов Вы знаете?
25. Что плохого в реакторах типа РБМК?
26. Почему делать большие реакторы опасно?
27. Как устроен подвод рабочего тела к ядерному ракетному двигателю и почему?
28. Как устроен ядерный ракетный двигатель?



29. В чем преимущества ядерного ракетного двигателя по сравнению с химическим?
30. Как устроены органы регулирования в космических ЯЭУ и почему?
31. Какие исходные данные Вы потребовали бы от заказчика, чтобы начать конструировать реактор?
32. Что необходимо экономить в энергетическом реакторе и почему?
33. Какие способы компенсации запаса реактивности Вы знаете?
34. Что необходимо учитывать конструируя реактор с заданной кампанией?
35. Чем определяется максимальная температура топлива в твэле?
36. Что необходимо учитывать, конструируя органы регулирования и защиты реактора?
37. От каких неприятностей необходимо, прежде всего, уберечь реактор?
38. Дайте интерпретации макроскопических сечений реакций нейтронов с веществом, замедляющей способности материала и обратных к ним величин.
39. Что такое возраст нейтрона, время жизни и время генерации нейтрона?
40. Какие способы аварийной защиты тяжеловодных реакторов Вы знаете?
41. Корпуса каких реакторов изготовлены из ПНЖБ (расшифруйте эту аббревиатуру), в чем преимущества и недостатки этих корпусов по сравнению с металлическими?
42. Что значит: реактор предельной безопасности?
43. Какое обогащение топлива обычно применяется в тяжеловодных реакторах и почему?
44. Какие способы повышения безопасности реактора Вы знаете?
45. Что значит: реактор приемлемой (повышенной) безопасности?
46. Что такое каландр, где он применяется и почему?
47. Что необходимо учитывать, конструируя органы регулирования и защиты реактора?
48. От каких неприятностей необходимо, прежде всего, уберечь реактор?
49. Интерпретируйте словосочетание "самозащещённость реакторной установки".
50. Какие проектные пределы Вы знаете?
51. Что такое КВ и в каком типе реакторов он выше?
52. Какой спектр нейтронов в реакторе космической ЯЭУ?
53. Органы регулирования реактора. Система управления и защиты.

### Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
Зачтено 24-40	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
Незачтено 23 и меньше	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

## ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки	<b>14.03.02 «Ядерные физика и технологии»</b>
Образовательная программа	<b>«Инновационные ядерные технологии»</b>
Дисциплина	<b>Конструкции ядерных реакторов</b>

### Темы докладов

1. Особенности конструкции реактора БН-600.
2. Особенности конструкции реактора БН-800.
3. Особенности конструкции реактора БН-1200.
4. Особенности конструкции реактора БН-350.
5. Особенности конструкции реактора БР-5.
6. Особенности конструкции реактора БОР-60.
7. Особенности конструкции реактора АМ-1.
8. Особенности конструкции реактора ВВЭР-440.
9. Особенности конструкции реактора ВВЭР-1000.
10. Особенности конструкции реактора ВВЭР-1200.
11. Особенности конструкции реактора РБМК-1000.
12. Особенности конструкции реактора БРЕСТ-ОД-300.
13. Особенности конструкции реактора СВБР-100.
14. Особенности конструкции реактора RWR.
15. Особенности конструкции реактора CANDU.
16. Особенности конструкции реактора BWR.
17. Особенности конструкции реактора FBR.
18. Особенности конструкции реактора GCR.
19. Особенности конструкции реактора LWGR.
20. Особенности конструкции реактора PHWR.

**Показатели и критерии оценки доклада:**

<b>Показатели оценки</b>	<b>Критерии оценки</b>	<b>Баллы (max)</b>
1. Новизна информации	- актуальность проблемы и темы; - новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы; - наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.	6
2. Степень раскрытия сущности проблемы	- полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы; - обоснованность способов и методов работы с материалом; - умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.	10
3. Обоснованность выбора источников	- круг, полнота использования литературных источников по проблеме; - привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).	6
4. Соблюдение требований к оформлению	- грамотность и культура изложения; - владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы; - соблюдение требований к объему доклада.	6
5. Грамотность	- литературный стиль.	2

**Шкалы оценок:**

18-30 баллов доклад считается сданным

0-17 баллов доклад отдается на доработку

**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 подготовки **14.03.02 «Ядерная физика и технологии»**

Образовательная программа **«Инновационные ядерные технологии»**

Дисциплина **Конструкции ядерных реакторов**

**Вопросы для коллоквиума**

1. Почему трудно сделать реактор на природном уране?
2. Почему не выгодно делать реакторы на металлическом уране?
3. Почему невозможно сделать реактор на одних соединениях урана?
4. Из каких этапов состоит ядерный топливный цикл?
5. Почему и как выделяется энергия при делении тяжелых ядер?
6. Что является главной частью реактора и что требуется для ее нормальной работы?
7. Почему нельзя сжечь в реакторе весь уран-235 полностью за одну загрузку?
8. Что значит: реактор под-, над- и критический?
9. Какие есть способы управления цепной реакцией деления?
10. Почему реактор является радиационноопасным даже когда остановлен и что необходимо предусмотреть в его конструкции чтобы эту опасность уменьшить?
11. Какие нейтроны выделяются при делении и как они используются в дальнейшем?
12. Какие функции выполняют хранилища топлива на АЭС?
13. Что нужно предусмотреть в конструкции реактора на тепловых нейтронах чтобы он нормально работал?
14. Почему остановленный реактор требует охлаждения?
15. Какие способы преобразования энергии деления в полезную работу Вы знаете?
16. Чем, в основном, определяется к.п.д. преобразования энергии деления в полезную работу?
17. В чем разница между термоэлектрическим и термоэмиссионным способами преобразования энергии деления?

**Критерии оценки:**

1. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
2. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

**Шкала оценивания:**

Каждому студенту задается 3 вопроса в произвольном порядке из списка вопросов к коллоквиуму. Каждый вопрос оценивается от 0 до 10 баллов.

7-10 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который :

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;

- полно раскрывает содержание теоретических основ вопроса.

4-6 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

1-3 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;

- раскрывает содержание не всех теоретических основ вопроса;

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;

- не обладает достаточным объемом знаний.