

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**

Утверждено на заседании  
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
Протокол от 28.08.2023 № 23.8

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине**

**Основы технологий ядерного топливного цикла / Fundamentals of Nuclear  
Fuel Cycle Technology**

---

*название дисциплины*

для направления подготовки

**14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

---

*код и название направления подготовки*

образовательная программа

**Nuclear Technologies**

---

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2023 г.**

## **Область применения**

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины 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 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-1.1 способен к проведению	Предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов в области проектирования ядерных энергетических установок	З-ПК-1.1 Знать основы управления, организации и планирования производства; Знать ключевое оборудование, эксплуатируемое в составе атомных электростанций. У-ПК-1.1 Уметь осуществлять управление, организацию и планирование производства с учетом передовых мировых стандартов; Уметь проводить инженерные расчеты и проектирование ЯЭУ; В-ПК-1.1 Владеть навыками работы на основных программных комплексах, необходимых для проведения инженерных расчетов при проектировании ЯЭУ; Владеть навыками работы на основных программных продуктах поддержки эксплуатации АЭС.
ПК-12	Способен применять нормы и правила ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасности	З-ПК-12 Знать нормы и правила ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасности У-ПК-12 Уметь применять нормы и правила ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасности В-ПК-12 Владеть навыками применения норм и правил ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасности

### 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, 5 семестр</b>			
1.	Раздел 1-2	З-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1 З-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-2	Тестирование №1
2.	Раздел 3-4	З-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1 З-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-2	Тестирование №2
<b>Промежуточная аттестация, 5 семестр</b>			
	Зачет	З-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1 З-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-2	Зачетный 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
<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</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>7-8</b>	<b>18</b>	<b>30</b>

<i>Тестирование №1</i>	7-8	18	30
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18</b>	<b>30</b>
<i>Тестирование №2</i>	15-16	18	30
<b>Промежуточная аттестация</b>	-	<b>24</b>	<b>40</b>
Зачет	-		
<i>Зачетный билет</i>	-	24	40
<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.

Студент считается аттестованным по разделу, 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, экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

#### ***Определение бонусов и штрафов***

Бонусы: поощрительные баллы студент может получить к своему рейтингу в конце семестра за присутствие на лекциях, практических и лабораторных занятиях и активную и регулярную работу на занятиях.

Бонус (премиальные баллы) не может превышать 5 баллов, вместе с баллами за текущую аттестацию – не более 60 баллов за семестр.

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

## ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление	<u>14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»</u>
Образовательная программа	<u>«Nuclear Technologies»</u>
Дисциплина	<u>Основы технологий ядерного топливного цикла / Fundamentals of nuclear fuel cycle technology</u>

### ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Ядерный топливный цикл (ЯТЦ). Типы ядерного топливного цикла.
2. Открытый ЯТЦ
3. Замкнутый ЯТЦ
4. Частично замкнутый ЯТЦ.
5. Ядерные материалы. Уран и его свойства. Урановые руды и минералы.
6. Самые большие запасы урана в мире. Доказанные запасы урана. Крупнейшие производители урана в мире.
7. Добыча урана открытым способом.
8. Подземный шахтный метод добычи урана. Технология добычи урана методом скважинного подземного выщелачивания.
9. Кучное выщелачивание.
10. Конверсия урана. Физические и химические свойства гексафторида урана.
11. Обогащение урана. Газовая диффузия. Газовое центрифугирование. Лазерное Разделение.
12. Процесс изготовления топлива. Производство топливных таблеток.
13. Производство топливных стержней. Производство тепловыделяющих сборок.
14. Атомная электростанция. Основные характеристики технологий ВВЭР.
15. Основные характеристики первого контура.
16. Обеспечение безопасности при нормальной эксплуатации атомных электростанций.
17. Обращение с отработавшим ядерным топливом.
18. Отработавшее ядерное топливо: состав, свойства, хранение.

19. Основы технологии переработки отработавшего ядерного топлива. PUREX-процесс.

20. Основы технологий хранения и захоронения отработавшего топлива и радиоактивных отходов.

### **Критерии и шкала оценивания**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки</b>
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	<u>14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»</u>
Образовательная программа	<u>«Nuclear Technologies»</u>
Дисциплина	<u>Основы технологий ядерного топливного цикла / Fundamentals of nuclear fuel cycle technology</u>

### Комплект тестовых заданий № 1

Примеры типовых вопросов:

1. Фертильными материалами являются:

- a)  $^{222}\text{Rn}$
- b)  $^{232}\text{Th}$
- c)  $^{234}\text{U}$
- d)  $^{235}\text{U}$
- e)  $^{238}\text{U}$
- f)  $^{241}\text{Pu}$

2. Наибольшее количество урана в год производит:

- a) Канада
- b) Казахстан
- c) Австралия
- d) Россия

3. Топливная таблетка для ВВЭР-1000 состоит из

- a) U
- b)  $\text{UF}_6$
- c)  $\text{UO}_2$
- d)  $\text{U}_3\text{O}_8$

4. Материал оболочки топливных стержней тепловых реакторов состоит из

- a) Стали
- b) Циркония
- c) Кобальта

d) Свинца

**Критерии оценивания:** Количество правильных ответов

или

Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 60-100%
Незачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-59%

## ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление	<u>14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»</u>
Образовательная программа	<u>«Nuclear Technologies»</u>
Дисциплина	<u>Основы технологий ядерного топливного цикла / Fundamentals of nuclear fuel cycle technology</u>

### Комплект тестовых заданий № 2

Примеры типовых вопросов:

1. Материал оболочки топливных стержней быстрых реакторов состоит из

- a) Стали
- b) Циркония
- c) Кобальта
- d) Свинца

2. Внутренний диаметр корпуса ВВЭР-1200 составляет

- a) 3 м
- b) 3,5 м
- c) 4 м
- d) 4,5 м

3. Количество теплообменных трубок в парогенераторе ВВЭР-1200 составляет

- a) 1200
- b) 5000
- c) 11000
- d) 21000

4. Какое количество энергии потребляет АЭС на собственные нужды?

- a) 1,5 %
- b) 5%
- c) 7,5%
- d) 10%

**Критерии оценивания:** Количество правильных ответов

или

Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 60-100%
Незачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-59%

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

<p>ФОС рассмотрен на заседании отделения ядерной физики и технологий (протокол № ____ от «__» _____ 2021 г.)</p>	<p>Руководитель образовательной программы 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика «__» ____ 20__ г. _____ Д.С. Самохин</p> <p>Начальник отделения ядерной физики и технологий «__» ____ 20__ г. _____ Д.С. Самохин</p>
--	--