

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
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 30.08.2024 № 1-8/2024

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине**

Ядерный топливный цикл
название дисциплины

для направления подготовки

13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
код и направления подготовки

образовательная программа

Электроэнергетические системы АЭС

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2024 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Ядерный топливный цикл» 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 «Ядерный топливный цикл» 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:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1.1	Способен управлять качеством процессов эксплуатации электроэнергетических систем АЭС	З-ПК-1.1 Знать: процессы эксплуатации электроэнергетических систем АЭС; У-ПК-1.1 Уметь: управлять качеством процессов эксплуатации электроэнергетических систем АЭС; В-ПК-1.1 Владеть: правилами управления качеством процессов эксплуатации электроэнергетических систем АЭС.

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, 6 семестр			
1.	Раздел 1 – 2	З-ПК-1.1; У-ПК-1.1; В-ПК-1.1	Реферат
Промежуточная аттестация, 6 семестр			

1.	Раздел 3 – 5	З-ПК-1.1; У-ПК-1.1; В-ПК-1.1	Контрольна я работа
	Зачет	З-ПК-1.1; У-ПК-1.1; В-ПК-1.1	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
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
Реферат	8	18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18 (60% от 30)	30
Контрольная работа	15	18	30
Промежуточная аттестация	-	24 – (60% 40)	40
Зачет	-	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.

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 подготовки	13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Образовательная программа	«Электроэнергетические системы АЭС»
Дисциплина	<u>Ядерный топливный цикл</u>

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. История развития атомной энергетики.
2. Сравнение экологических показателей АЭС и ТЭС.
3. Ядерный топливный цикл. Типы и схемы ЯТЦ.
4. Ториевый топливный цикл
5. Основные материалы, используемые в ЯТЦ.
6. Уран и его свойства, радиобиологические и токсикологические характеристики. Урановые руды.
7. Основные месторождения урана на Земле. Запасы урана. Производство урана.
8. Добыча урановых руд в России.
9. Открытый (карьерный) способ добычи урана.
10. Подземный (шахтный) способ добычи урана.
11. Переработка урановой руды.
12. Скважинное подземное выщелачивание урана.
13. Кучное выщелачивание.
14. Методы сортировки урановой руды.
15. Экологические вопросы добычи урановых руд.
16. Аффинаж. Технология процесса.
17. Конверсия урана. Технология процесса.
18. Обогащение урана. Способы обогащения.
19. Коэффициент разделения. Коэффициент обогащения.
20. Производство топливных таблеток, ТВЭЛОВ, ТВС. Воздействие на окружающую среду.
21. Принцип работы АЭС.
22. Выбросы АЭС. Сбросы АЭС. Отходы АЭС.
23. Влияние АЭС на экосистему водоема-охладителя.
24. Отработавшее ядерное топливо. ОЯТ ВВЭР-1000, ОЯТ БН-1200.
25. Концепция по обращению с ОЯТ ГК «Росатом».
26. Образование и накопление ОЯТ в мире и России.
27. Переработка ОЯТ в России и зарубежом.
28. ПУРЕКС-процесс. Воздействие на окружающую среду.
29. Глубинное захоронение РАО в геологических формациях. Российский и международный опыт.
30. Вывод из эксплуатации объектов ЯТЦ. Экологические последствия.
31. Источники излучения на разных этапах ЯТЦ. Дозовые нагрузки на персонал и население

- при эксплуатации разных этапов ЯТЦ.
32. Загрязнение окружающей среды радионуклидами при эксплуатации объектов ЯТЦ (воздух, вода, почвы).
 33. Обеспечение радиационной безопасности на объектах ЯТЦ. Средства защиты от ионизирующего излучения на объектах ЯТЦ.
 34. Понятие радиоактивных отходов. Классификация удаляемых радиоактивных отходов.
 35. Источники образования РАО на предприятиях ЯТЦ.
 36. Сбор РАО. Сортировка РАО.
 37. Переработка РАО: прессование, плазменно-пиролитическая переработка, сжигание.
 38. Переработка РАО: выпаривание, остекловывание, цементирование.
 39. Кондиционирование РАО. Упаковки РАО.
 40. Хранение радиоактивных отходов. Захоронение радиоактивных отходов. Варианты, критерии для захоронения РАО.

Задача № 1

Оценить эффективное время кампании и стоимость загрузки активной зоны для реактора номинальной мощностью 1000 МВт (т) со средней глубиной выгорания 80 кг/т при одноразовых перегрузках 3 т обогащенного урана;

Задача № 2

Оценить эффективное время кампании и стоимость загрузки активной зоны для быстрого реактора номинальной мощностью 1500 МВт (т) при среднем выгорании отработанного топлива 80 кг/т и загрузкой активной зоны 8,5 т обогащенного урана.

Задача № 3

Рассчитать стоимость полной загрузки для тяжеловодного реактора номинальной мощностью 3200 МВт (т), эффективной кампанией 300 суток, средним выгоранием отработанного топлива 7 кг/т

Задача № 4

Рассчитать стоимость полной загрузки для реактора номинальной мощностью 1000 МВт (т) с эффективным временем кампании 1 год, средним выгоранием 50 кг/т (U), ценой топлива 22 000 руб./кг.

Задача № 5

Оценить расход и стоимость природного урана p , а также объем и стоимость разделительной работы для получения 1 кг обогащенного урана для $x = 20\%$, $y = 0,3\%$;

Задача № 6

Оценить расход и стоимость природного урана p , а также объем и стоимость разделительной работы для получения 1 кг обогащенного урана для $x = 20\%$, $y = 0,3\%$;

Задача № 7

Оценить расход и стоимость природного урана p , а также объем и стоимость разделительной работы для получения 1 кг обогащенного урана $x = 5\%$, $y = 0,2\%$;

Задача № 8

Сколько стоит начальная загрузка реактора CANDU с природным ураном (мощность 3400 МВт (т), выгорание 6 кг/т, $T_{эф.} = 1$ год), если стоимость изготовления ТВЭЛ 120 долл./кг (U), цена на уран мировая?

Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
Отлично 90-100	- полно раскрыто содержание материала экзаменационного билета – материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности; - продемонстрировано глубокое знание материала программы курса (части курса) – точно используется терминология; – показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; – продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих

	материалов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; – ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов; – продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; – продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; – допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию
Хорошо 75-89	– вопросы экзаменационного билета изложены 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 один из недостатков: - в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; - допущены один – два недочета при освещении основного содержания вопроса, исправленные по замечанию преподавателя; - допущены ошибка или более двух недочетов при освещении материала вопроса, которые могут быть относительно просто исправлены по замечанию преподавателя.
Удовлетворительно 60-74	- неполно и непоследовательно раскрыто содержание материала вопроса (вопросов) билета, однако показано общее понимание вопросов и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; – даны удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы; – имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов; – выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков; – продемонстрировано усвоение основной литературы.
Неудовлетворительно Менее 60	– не раскрыто основное содержание программного материала; – обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании компетенций курса АЭС; – допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов. – не сформированы компетенции, умения и навыки.

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 подготовки	13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Образовательная программа	«Электроэнергетические системы АЭС»
Дисциплина	<u>Ядерный топливный цикл</u>

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Экологические проблемы при добыче урановой руды в странах Африки.
2. Экологические проблемы при добыче урановой руды в Австралии.
3. Экологические проблемы при добыче урановой руды в Канаде.
4. Перспективы добычи урана из морской воды.
5. Перспективные виды ядерного топлива: нитриды, карбиды урана
6. Перспективные виды ядерного топлива: силициды урана, расплавы солей.
7. Мировой опыт использования МОКС-топлива.
8. Сравнительный анализ технических решений реакторов поколения III (III+) и IV.
9. Экологические проблемы эксплуатации АЭС во Франции.
10. Экологические проблемы эксплуатации АЭС в Японии.
11. Экологические проблемы эксплуатации АЭС в Германии.
12. Экологические проблемы эксплуатации АЭС в Восточной Европе.
13. Переработка ОЯТ в Великобритании.
14. Переработка ОЯТ в Японии.
15. Переработка ОЯТ во Франции.
16. Переработка ОЯТ в Индии.
17. Переработка ОЯТ на благо общества.
18. Замыкание ЯТЦ в Японии.
19. Замыкание ЯТЦ во Франции.
20. Замыкание ЯТЦ в США.
21. Замыкание ЯТЦ в Китае.
22. Проблемы захоронения РАО во Франции.
23. Проблемы захоронения РАО в Великобритании.
24. Проблемы захоронения РАО в США.
25. Проблемы захоронения РАО в Японии.
26. Проблемы захоронения РАО в Восточной Европе.
27. Мировая практика захоронения высокоактивных отходов.
28. Торийный топливный цикл: ограничения в развитии.