

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 от 30.08.2022 № 1-8/2022

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине**

**Ядерный топливный цикл**

*название дисциплины*

для направления подготовки

**14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

*код и название направления подготовки*

образовательная программа

**Ядерные реакторы и энергетические установки**

Форма обучения: заочная

**г. Обнинск 2022 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 магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<b>Код компетенций</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
УК-1	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	<p>З-УК-1 Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации</p> <p>У-УК-1 Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации</p> <p>В-УК-1 Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий</p>
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>З-УК-2 Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами</p> <p>У-УК-2 Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p> <p>В-УК-2 Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта</p>
УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного	З-УК-5 Знать: закономерности и особенности социально-исторического развития

	взаимодействия	<p>различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия</p> <p>У-УК-5 Уметь: понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p> <p>В-УК-5 Владеть: методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия</p>
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	<p>З-УК-6 Знать: методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения</p> <p>У-УК-6 Уметь: решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности</p> <p>В-УК-6 Владеть: технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик</p>
ОПК-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	<p>З-ОПК-1 Знать типичные задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности; основные методы решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p> <p>У-ОПК-1 Уметь анализировать</p>

		задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности; выявлять характерные особенности анализируемых процессов и явлений; определять сущность проблемы и пути ее решения; составлять алгоритм решения поставленной задачи В-ОПК-1 Владеть методами решения типовых задач
ОПК-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	З-ОПК-2 Знать современные методы исследования; принятые критерии оценки в данной области профессиональной деятельности У-ОПК-2 Уметь применять известные методы исследования в зависимости от конкретных целей и задач; представлять результаты проделанной работы В-ОПК-2 Владеть базовыми методами проведения исследования

### **1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП магистратуры**

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, 1 сессия</b>			
1.	Раздел 1-2	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2 3-УК-5, У-УК-5, В-УК-5 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В- ОПК-1 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В- ОПК-2	Реферат
<b>Промежуточная аттестация, 1 сессия</b>			
	Экзамен	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2 3-УК-5, У-УК-5, В-УК-5 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В- ОПК-1 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В- ОПК-2	Экзаменационный билет
<b>Текущая аттестация, 2 сессия</b>			
1.	Раздел 3-5	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2 3-УК-5, У-УК-5, В-УК-5 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В- ОПК-1 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В- ОПК-2	Контрольная работа
<b>Промежуточная аттестация, 2 сессия</b>			
	Экзамен	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2 3-УК-5, У-УК-5, В-УК-5 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В- ОПК-1 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В- ОПК-2	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
<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/ Неачтено

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 один раз в семестр:
  - o контрольная точка – 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 за весь учебный семестр.
- 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>15-16</b>	<b>36</b>	<b>60</b>
<i>Реферат</i>	15-16	36	60
<b>Промежуточная аттестация</b>	-	<b>24</b>	<b>40</b>
Экзамен			
<i>Экзаменационный билет</i>		24	40
<b>ИТОГО за зимнюю сессию</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

<b>Текущая аттестация</b>	<b>1-16</b>	<b>36</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>36</b>	<b>60</b>
<i>Контрольная работа</i>	15-16	36	60
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>-</b>	<b>24</b>	<b>40</b>
Экзамен			
<i>Экзаменационный билет</i>		24	40
<b>ИТОГО за весеннюю сессию</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**

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 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика  
Образовательная программа «Ядерные реакторы и энергетические установки»  
Дисциплина Ядерный топливный цикл

Типовой пример экзаменационного билета зимнего семестра

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. История развития атомной энергетики.
2. Переработка урановой руды

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

О.А. Момот

Начальник отделения ЯФиТ \_\_\_\_\_  
(подпись)

Д.С. Самохин

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

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 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика  
Образовательная программа «Ядерные реакторы и энергетические установки»  
Дисциплина Ядерный топливный цикл

Типовой пример экзаменационного билета весеннего семестра

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Отработавшее ядерное топливо. ОЯТ ВВЭР-1000, ОЯТ БН-1200.
2. Понятие радиоактивных отходов. Классификация удаляемых радиоактивных отходов.
3. Оценить расход и стоимость природного урана  $p$ , а также объем и стоимость разделительной работы для получения 1 кг обогащенного урана для  $x = 20\%$ ,  $y = 0,3\%$ .

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

О.А. Момот

Начальник отделения ЯФиТ \_\_\_\_\_  
(подпись)

Д.С. Самохин

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

## Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
Отлично 36-40	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"><li>- продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала;</li><li>- исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал;</li><li>- правильно формулировать определения;</li><li>- продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой;</li><li>- уметь сделать выводы по излагаемому материалу.</li></ul>
Хорошо 30-35	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"><li>- продемонстрировать достаточно полное знание программного материала;</li><li>- продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал;</li><li>- продемонстрировать умение ориентироваться в литературе;</li><li>- уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.</li></ul>
Удовлетворительно 24-29	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"><li>- продемонстрировать общее знание изучаемого материала;</li><li>- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;</li><li>- уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li><li>- знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.</li></ul>
Неудовлетворительно 23 и меньше	Студент демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"><li>- незнание значительной части программного материала;</li><li>- не владение понятийным аппаратом дисциплины;</li><li>- существенные ошибки при изложении учебного материала;</li><li>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li><li>- неумение делать выводы по излагаемому материалу.</li></ul>

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	<b>14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика</b>
Образовательная программа	<b>«Ядерные реакторы и энергетические установки»</b>
Дисциплина	

**ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

**Зимняя сессия**

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, твелов, ТВС. Воздействие на окружающую среду.

**ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

**Весенняя сессия**

1. Принцип работы АЭС.
2. Выбросы АЭС. Сбросы АЭС. Отходы АЭС.
3. Влияние АЭС на экосистему водоема-охладителя.
4. Отработавшее ядерное топливо. ОЯТ ВВЭР-1000, ОЯТ БН-1200.

5. Концепция по обращению с ОЯТ ГК «Росатом».
6. Образование и накопление ОЯТ в мире и России.
7. Переработка ОЯТ в России и зарубежом.
8. ПУРЕКС-процесс. Воздействие на окружающую среду.
9. Глубинное захоронение РАО в геологических формациях. Российский и международный опыт.
10. Вывод из эксплуатации объектов ЯТЦ. Экологические последствия.
11. Источники излучения на разных этапах ЯТЦ. Дозовые нагрузки на персонал и население при эксплуатации разных этапов ЯТЦ.
12. Загрязнение окружающей среды радионуклидами при эксплуатации объектов ЯТЦ (воздух, вода, почвы).
13. Обеспечение радиационной безопасности на объектах ЯТЦ. Средства защиты от ионизирующего излучения на объектах ЯТЦ.
14. Понятие радиоактивных отходов. Классификация удаляемых радиоактивных отходов.
15. Источники образования РАО на предприятиях ЯТЦ.
16. Сбор РАО. Сортировка РАО.
17. Переработка РАО: прессование, плазменно-пиролитическая переработка, сжигание.
18. Переработка РАО: выпаривание, остекловывание, цементирование.
19. Кондиционирование РАО. Упаковки РАО.
20. 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?

**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	<b>14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика</b>
Образовательная программа	<b>«Ядерные реакторы и энергетические установки»</b>
Дисциплина	<b>Ядерный топливный цикл</b>

**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. Ториевый топливный цикл: ограничения в развитии.

Показатели и критерии оценки реферата:

Показатели оценки	Критерии оценки	Баллы (max)
1. Новизна реферированного текста	<ul style="list-style-type: none"> <li>- актуальность проблемы и темы;</li> <li>- новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы;</li> <li>- наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.</li> </ul>	4
2. Степень раскрытия сущности проблемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствие плана теме реферата;</li> <li>- соответствие содержания теме и плану реферата;</li> <li>- полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы;</li> <li>- обоснованность способов и методов работы с материалом;</li> <li>- умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал;</li> <li>- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.</li> </ul>	30
3. Обоснованность выбора источников	<ul style="list-style-type: none"> <li>- круг, полнота использования литературных источников по проблеме;</li> <li>- привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).</li> </ul>	6
4. Соблюдение требований к оформлению	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правильное оформление ссылок на используемую литературу;</li> <li>- грамотность и культура изложения;</li> <li>- владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы;</li> <li>- соблюдение требований к объему реферата;</li> <li>- культура оформления: выделение абзацев.</li> </ul>	10
5. Грамотность	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей;</li> <li>- отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых;</li> <li>- литературный стиль.</li> </ul>	10

**Шкалы оценок:**

36 – 60 баллов – оценка «зачтено»;

0 – 35 баллов – оценка «не зачтено».

## ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление	<u>14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика</u>
Образовательная программа	<u>«Ядерные реакторы и энергетические установки»</u>
Дисциплина	<u></u>

### Комплект тестовых заданий

1. Выстройте в правильной последовательности мероприятия ЯТЦ

- а) Аффинаж,
- б) Захоронение РАО,
- в) Эксплуатация АЭС,
- г) Изготовление ТВС,
- д) Переработка урановой руды,
- е) Переработка ОЯТ,
- ж) Изготовление твэлов,
- з) Конверсия,
- и) Хранение ОЯТ,
- к) Добыча урановой руды.
- л) Обогащение.

2. Назовите возможные типы ЯТЦ.

- а) Урановый топливный цикл
- б) Плутониевый топливный цикл
- в) Ториевый топливный цикл
- г) Уран-плутониевый топливный цикл
- д) Торий-плутониевый топливный цикл
- е) Уран-ториевый топливный цикл

3. К фертильным материалам относятся:

- а)  $^{222}\text{Rn}$
- б)  $^{232}\text{Th}$
- в)  $^{234}\text{U}$
- г)  $^{235}\text{U}$
- д)  $^{238}\text{U}$
- е)  $^{241}\text{Pu}$

4. Для замкнутого ЯТЦ характерны:

- а) Переработка ОЯТ
- б) Изготовление МОХ-топлива из выделенного плутония для быстрых реакторов
- в) Возвращение регенерированного урана в цикл
- г) Использование отвалного урана для производства МОХ-топлива
- д) Захоронение ОЯТ

5. Эльконский урановорудный район (республика Саха, Россия) обладает запасами урана с содержанием 0,147%. К какому типу урановых руд по содержанию в них урана относится данный урановорудный район:

- а) супербогатые
- б) богатые
- в) рядовые
- г) убогие
- д) забалансовые

6. Расположите в правильном порядке страны по запасам урана, начиная с лидирующей.

- а) Канада
- б) Казахстан
- в) Нигер
- г) Россия
- д) Австралия
- е) ЮАР

7. Наибольшее количество урана в год добывает

- а) Канада
- б) Казахстан
- д) Австралия
- г) Россия

8. Наибольшее количество урана в Российской Федерации добывается предприятии

- а) ППГХО
- б) Далуг
- в) Хиагда
- г) Лунное

9. Для скважинного подземного выщелачивания характерны следующие особенности:

- а) более низкая стоимость эксплуатации по сравнению с подземным способом;
- б) сложная система рекультивационных работ после отработки месторождения;
- в) отсутствие необходимости в крупных хвостохранилищах;
- г) отсутствие загрязнения подземных вод;
- д) ветровой перенос радионуклидов на прилегающие территории;
- е) возвращение рекультивированной территории в сельскохозяйственный оборот.

10. В ядерно-чистом уране содержание нейтронно-активационных примесей не должно превышать

- а) 0,1 %
- б)  $10^{-2}$  -  $10^{-3}$  %
- в)  $10^{-3}$  -  $10^{-4}$  %
- г)  $10^{-5}$  -  $10^{-6}$  %

11. Аффинаж - ....

- а) получение гексафторида урана в газообразной форме
- б) получение ядерно-чистых соединений урана
- в) процесс переработки ОЯТ

г) процесс восстановления нарушенных земель

12. В качестве экстрагента в экстракционной очистке концентрата урана применяют

- а) трибутилфосфат
- б) четырёххлористый углерод,
- в) керосин
- г) ЭДТА

13. Для газодиффузионного метода разделения изотопов характерно

- а) высокий коэффициент обогащения
- б) большое энергопотребление
- в) широкое распространение в России
- г) через пористую перегородку диффундирует U-238.

14. Расставьте в правильной последовательности стадии изготовления топливных таблеток.

- а) высокотемпературное спекание в среде водорода, бесцентровое шлифование («мокрое» или «сухое»)
- б) подготовка пресс-порошка с добавлением пластификаторов и порообразователей
- в) контроль качества готовых таблеток
- г) прессование таблеток под давлением с использованием твердосплавного пресс-инструмента

15. Топливные таблетки реактора ВВЭР-1000 состоят из

- а) U
- б) UF<sub>6</sub>
- в) UO<sub>2</sub>
- г) U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>

16. Основной конструкционный материал, используемый для изготовления тепловыделяющих элементов реакторов на быстрых нейтронах

- а) Сталь
- б) Цирконий
- в) Кобальт
- г) Свинец

17. Тепловыделяющие сборки для реакторов (ТВС) собираются в

- а) ОАО «Машиностроительный завод» (г. Электросталь, Московская область)
- б) ОАО «Новосибирский завод химконцентратов» (г. Новосибирск)
- в) АО «Сибирский химический комбинат» (г. Северск, Томская область)
- г) ОАО «Чепецкий механический завод» (г. Глазов, Удмуртская республика)

18. Наибольшее воздействие на окружающую среду из нерадиационных факторов АЭС оказывает Шумовое загрязнение

- б) Электромагнитное загрязнение
- в) Химическое загрязнение
- г) Тепловое загрязнение

19. Перечислите барьеры глубокоэшелонированной защиты

20. К средне- и высокоактивным ТРО относятся

- а) спецодежда, обувь, перчатки,
- б) детали, извлекаемые из активной зоны реактора,
- в) отработавшие аэрозольные фильтры
- г) инструменты

21. Количество САО и ВАО, образующихся на АЭС, оценивается

- а) 10-15 м<sup>3</sup>/год
- б) 50-100 м<sup>3</sup>/год
- в) 150-200 м<sup>3</sup>/год
- г) 400-500 м<sup>3</sup>/год

22. К продуктам коррозии конструкционных материалов относят

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| а) <sup>51</sup> Cr,  | з) <sup>85</sup> Kr,  |
| б) <sup>54</sup> Mn,  | и) <sup>137</sup> Cs, |
| в) <sup>42</sup> K    | к) <sup>24</sup> Na,  |
| г) <sup>59</sup> Fe,  | л) <sup>31</sup> Si,  |
| д) <sup>63</sup> Zn,  | м) <sup>60</sup> Co,  |
| е) <sup>135</sup> Xe, | н) <sup>45</sup> Ca,  |
| ж) <sup>38</sup> Cl,  | о) <sup>131</sup> I.  |

23. Расставьте компоненты ОЯТ БН-1200 по отношению к их массовому содержанию в ОЯТ, начиная с наибольшего.

- а) Плутоний
- б) Продукты деления
- в) Уран
- г) Малые актиниды

24. Переработку ОЯТ в России осуществляют на

- а) ГХК
- б) СХК
- в) ФГУП «Радон»
- г) ПО «Маяк»

25. Технология водной переработки ОЯТ на заводе РТ-1 называется

- а) СОЕХ
- б) PUREX
- в) РЕМИКС
- г) РНÉNIX

26. Назовите страны, которые занимаются переработкой ОЯТ

- а) США
- б) Великобритания
- в) Япония
- г) Германия
- д) Финляндия
- е) Россия
- ж) Франция
- з) Швеция

27. ВАО с тепловыделением требуют

- а) захоронения на полигоне глубинной закачки
- б) захоронения в приповерхностном пункте окончательной изоляции РАО с облегченными требованиями
- в) захоронения в приповерхностном пункте окончательной изоляции РАО
- г) глубинного захоронения в геологических формациях (более 100 м)

28. Пункт глубинного захоронения РАО в РФ будет располагаться на

- а) СХК
- б) ГХК

- в) ПО «Маяк»
- г) ФГУП «Радон»

29. Первый в России Приповерхностный пункт захоронения твёрдых радиоактивных отходов (ППЗРО) располагается в

- а) г. Красноярск
- б) г. Северск
- в) г. Озерск
- г) г. Новоуральск

30. Вариант вывода из эксплуатации ЯРОО, предполагающий полный демонтаж сооружений реакторной установки, зданий, а также переработку, упаковку и удаление радиоактивных отходов с полной ликвидацией всех следов деятельности по эксплуатации радиационно опасного объекта; для неограниченного использования освободившейся территории проводят рекультивацию земель, называется...

- а) Зеленая лужайка
- б) Коричневая лужайка
- в) Захоронение на месте
- г) Отсроченный демонтаж

**Критерии оценивания:** Количество правильных ответов

Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 20-30
Незачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-19