

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**

Моделирование процессов в оборудовании АЭС

---

*название дисциплины*

для направления подготовки

14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

---

*код и направления подготовки*

образовательная программа

Монтаж, наладка и ремонт оборудования АЭС

---

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2023 г.**

## **Область применения**

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Моделирование процессов в оборудовании АЭС» 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 «Моделирование процессов в оборудовании АЭС» 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	Способен к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик	З-ПК-1 Знать: методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик; У-ПК-1 Уметь: разрабатывать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик; В-ПК-1 Владеть: методами прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик.
ПК-2	Способен к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов	З-ПК-2 Знать: методы проведения физического и численного эксперимента, и подготовки соответствующих экспериментальных стендов; У-ПК-2 Уметь: проводить физический и численный эксперимент, подготовить соответствующие экспериментальные стенды; В-ПК-2 Владеть: методами проведения физического и численного эксперимента и подготовки соответствующих экспериментальных стендов.
ПК-4	Способен применять стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов	З-ПК-4 Знать: стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов; У-ПК-4 Уметь: применять стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов; В-ПК-4 Владеть: навыками работы со стандартными пакетами прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы

		объектов.
--	--	-----------

### 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.	Законы баланса	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	Доклад, ИДЗ
2.	Обзор методик расчета переноса излучения	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	Доклад, ИДЗ
3.	Обзор методик расчета переноса тепла и массы	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	Доклад, ИДЗ
4.	Реакторные установки	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	Доклад, ИДЗ
5.	Формирование технологических параметров реакторной установки	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	Доклад, ИДЗ
<b>Промежуточная аттестация, 5 семестр</b>			
	Зачет	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-ПК-4; У-ПК-4;	Вопросы к зачету

		В-ПК-4	
<b>Текущая аттестация, 6 семестр</b>			
1.	Системы управления и защиты	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	Доклад, ИДЗ
2.	Основы систем автоматизированного проектирования	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	Доклад, ИДЗ
3.	Детерминистический и вероятностный анализ безопасности	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	Доклад, ИДЗ
4.	Вероятностная методика анализа безопасности	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	Доклад, ИДЗ
5.	Данные о надежности	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	Доклад, ИДЗ
6.	Анализ ядерной безопасности	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	Доклад, ИДЗ
<b>Промежуточная аттестация, 6 семестр</b>			
	Экзамен	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	Вопросы к экзамену

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
<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>
Доклад	8	18	30
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
ИДЗ	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>
<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>
Доклад	8	18	30
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
ИДЗ	15	18	30
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>-</b>	<b>24 – (60% 40)</b>	<b>40</b>
Экзамен	-		
<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**

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	<b>14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»</b>
Образовательная программа	<b>«Монтаж, наладка и ремонт оборудования АЭС»</b>
Дисциплина	<b><u>Моделирование процессов в оборудовании АЭС</u></b>

**ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

1. Сформулировать и записать соотношение баланса нейтронов в диффузионном приближении.
2. Сформулировать и записать соотношение баланса нейтронов в P-1 приближении.
3. Сформулировать и записать соотношение баланса нейтронов в s4 приближении.
4. Сформулировать и записать соотношение баланса тепла для задачи стационарного теплообмена на границе стенка жидкость.
5. Сформулировать и записать соотношение баланса массы и импульса для задачи ламинарного течения.
6. Диссипативные и замкнутые системы. Примеры. Подходы к расчетам и анализу.
7. Методы численного расчета задачи переноса нейтронов. Методы численного моделирования. Методы дискретизации расчетной области пространства.
8. Методы численного расчета задачи переноса нейтронов. Методы численного моделирования. Ограничения. Достоинства и недостатки.
9. Методы численного расчета задачи переноса нейтронов. «Сеточные» методы расчета. Ограничения. Достоинства и недостатки.
10. Методы моделирования переноса тепла и массы. Модели турбулентности k-ε и k-ω. Ограничения. Достоинства и недостатки.
11. «Сеточные» методы расчета переноса тепла и массы. Ограничения. Достоинства и недостатки.
12. Энергетические реакторные установки. Основные потребительские показатели. Концепции энергетических ядерных установок.
13. Транспортные реакторные установки. Основные потребительские показатели. Концепции транспортных ядерных установок.
14. Исследовательские реакторные установки. Основные общие потребительские показатели. Концепции исследовательских ядерных установок.
15. Основные технологические параметры реакторных установок. Формирование температуры и давления теплоносителя, плотности потока нейтронов.
16. Материала реакторных установок: конструкционные элементы, теплоноситель, топливо, поглотитель, замедлитель и отражатель.
17. Каналы срабатывания защиты ядерных реакторов. Ложные срабатывания. Требования ядерной безопасности к системе управления и защиты.

**Критерии и шкала оценивания**

Оценка	Критерии оценки
--------	-----------------

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

**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	<b>14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»</b>
Образовательная программа	<b>«Монтаж, наладка и ремонт оборудования АЭС»</b>
Дисциплина	<b>Моделирование процессов в оборудовании АЭС</b>

**ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Сформулировать и записать соотношение баланса нейтронов в диффузионном приближении.
2. Сформулировать и записать соотношение баланса нейтронов в P-1 приближении.
3. Сформулировать и записать соотношение баланса нейтронов в s4 приближении.
4. Сформулировать и записать соотношение баланса тепла для задачи стационарного теплообмена на границе стенка жидкость.
5. Сформулировать и записать соотношение баланса массы и импульса для задачи ламинарного течения.
6. Диссипативные и замкнутые системы. Примеры. Подходы к расчетам и анализу.
7. Методы численного расчета задачи переноса нейтронов. Методы численного моделирования. Методы дискретизации расчетной области пространства.
8. Методы численного расчета задачи переноса нейтронов. Методы численного моделирования. Ограничения. Достоинства и недостатки.
9. Методы численного расчета задачи переноса нейтронов. «Сеточные» методы расчета. Ограничения. Достоинства и недостатки.
10. Методы моделирования переноса тепла и массы. Модели турбулентности k-ε и k-ω. Ограничения. Достоинства и недостатки.
11. «Сеточные» методы расчета переноса тепла и массы. Ограничения. Достоинства и недостатки.
12. Энергетические реакторные установки. Основные потребительские показатели. Концепции энергетических ядерных установок.
13. Транспортные реакторные установки. Основные потребительские показатели. Концепции транспортных ядерных установок.
14. Исследовательские реакторные установки. Основные общие потребительские показатели. Концепции исследовательских ядерных установок.
15. Основные технологические параметры реакторных установок. Формирование температуры и давления теплоносителя, плотности потока нейтронов.
16. Материала реакторных установок: конструкционные элементы, теплоноситель, топливо, поглотитель, замедлитель и отражатель.
17. Каналы срабатывания защиты ядерных реакторов. Ложные срабатывания. Требования ядерной безопасности к системе управления и защиты.
18. Системы управления и защиты: способы воздействия на реактивность реактора. Основные концептуальные конструктивные решения для рабочих органов системы управления и

защиты.

19. Детерминистический анализ безопасности: достоинства и недостатки.
20. Вероятностный анализ безопасности: достоинства и недостатки.
21. Вероятностный анализ безопасности: исходные события; полная группа событий.
22. Структурная схема надежности и дерева отказов.
23. Источники данных о надежности элементов реакторной установки. Достоинства и недостатки доступных источников.
24. Этапы обработки данных опыта эксплуатации и испытаний.
25. Общий принцип построения физико-статистических моделей надежности.
26. Обоснование ядерной безопасности. Критерии обеспечения ядерной безопасности.
27. Обоснование радиационной безопасности. Критерии обеспечения радиационной безопасности.

### Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
Отлично 90-100	<ul style="list-style-type: none"> <li>- полно раскрыто содержание материала экзаменационного билета</li> <li>- материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности;</li> <li>- продемонстрировано глубокое знание материала программы курса (части курса)</li> <li>- точно используется терминология;</li> <li>- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;</li> <li>- продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;</li> <li>- ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;</li> <li>- продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач;</li> <li>- продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы;</li> <li>- допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию</li> </ul>
Хорошо 75-89	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вопросы экзаменационного билета изложены систематизированно и последовательно;</li> <li>- продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;</li> <li>- продемонстрировано усвоение основной литературы;</li> <li>- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: <ul style="list-style-type: none"> <li>- в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;</li> <li>- допущены один – два недочета при освещении основного содержания вопроса, исправленные по замечанию преподавателя;</li> <li>- допущены ошибка или более двух недочетов при освещении материала вопроса, которые могут быть относительно просто исправлены по замечанию преподавателя.</li> </ul> </li> </ul>
Удовлетворительно 60-74	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неполно и непоследовательно раскрыто содержание материала вопроса (вопросов) билета, однако показано общее понимание вопросов и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li> <li>- даны удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>- выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков;</li> <li>- продемонстрировано усвоение основной литературы.</li> </ul>
Неудовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"> <li>- не раскрыто основное содержание программного материала;</li> </ul>

Менее 60	<ul style="list-style-type: none"><li>– обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании компетенций курса АЭС;</li><li>– допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.</li><li>– не сформированы компетенции, умения и навыки.</li></ul>
----------	--

**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	<b>14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»</b>
Образовательная программа	<b>«Монтаж, наладка и ремонт оборудования АЭС»</b>
Дисциплина	<b><u>Моделирование процессов в оборудовании АЭС</u></b>

**ТЕМЫ ДОКЛАДОВ**

1. Вероятностные подходы для моделирования задач переноса излучения.
2. Метод конечных элементов для решения задач переноса нейтронов.
3. Метод граничных элементов для решения задач переноса нейтронов.
4. Метод клеточных автоматов для решения задач переноса нейтронов.
5. Аварии на критических сборках. Хронология, масштабы последствий, анализ аварии и причин.
6. Задачи тепломассобмена: модели учета турбулентности.
7. Метод конечных элементов для решения задач тепломассобмена.
8. Метод конечных объемов для решения задач тепломассобмена.
9. Прямое моделирование задач тепломассобмена.
10. Современные концепции энергетических ядерных установок.
11. Современные концепции транспортных ядерных установок.
12. Концепции конструктивных решений рабочих органов системы управления и защиты ядерных реакторов.
13. Основные методики построения физико-статистических моделей надежности.
14. Источники данных о надежности элементов реакторных установок. Обзор источников. Проблемы оценки надежности элементов ядерных установок.
15. Вероятностный анализ безопасности. Уровни. Использование при обосновании ядерной и радиационной безопасности.

**Критерии оценки:**

<b>Показатели оценки</b>	<b>Критерии оценки</b>	<b>Баллы (max)</b>
1. Новизна текста	- актуальность проблемы и темы; - новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы; - наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.	2
2. Степень раскрытия сущности проблемы	- соответствие содержания теме доклада; - 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.	3
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.).	2
4. Соблюдение требований к оформлению	- грамотность и культура изложения; - владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы; - соблюдение требований к объему презентации.	2
5. Грамотность	- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей; - отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых; - литературный стиль.	1

**Описание шкалы оценивания**

5-10 баллов контрольная точка считается выполненной

0-4 баллов доклад отдается на доработку

## ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки	<b>14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»</b>
Образовательная программа	<b>«Монтаж, наладка и ремонт оборудования АЭС»</b>
Дисциплина	<b>Моделирование процессов в оборудовании АЭС</b>

### ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

#### Вариант 1

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – тепловой энергетический реактор;
- тепловая мощность – 3000 МВт;
- топливо – диоксид урана;
- теплоноситель – легкая вода;
- ТВЭЛ:
  - тип – стержневые;
  - ячейка – треугольная;
  - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,2;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 4,4 % и 5,8%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом диффузионном приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры пруда охладителя 27°C, КПД турбины 37%, материал оболочки ТВЭЛ сплав Н-2,5.

#### Вариант 2

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – тепловой реактор транспортного назначения;
- тепловая мощность – 300 МВт;
- топливо – диоксид урана;
- теплоноситель – легкая вода;
- ТВЭЛ:
  - тип – стержневые;
  - ячейка – треугольная;
  - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,2;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 7,2 % и 8,9%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом диффузионном приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры охладителя 24°C, КПД турбины 42%, материал оболочки ТВЭЛ сплав Н-2,5.

### Вариант 3

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – тепловой энергетический реактор;
- тепловая мощность – 3000 МВт;
- топливо – нитрид урана;
- теплоноситель – легкая вода;
- ТВЭЛ:
  - тип – стержневые;
  - ячейка – треугольная;
  - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,2;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 4,4 % и 5,8%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом диффузионном приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры пруда охладителя 27°C, КПД турбины 37%, материал оболочки ТВЭЛ сплав Н-2,5.

### Вариант 4

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – тепловой энергетический реактор;
- тепловая мощность – 3000 МВт;
- топливо – нитрид урана;
- теплоноситель – легкая вода;
- ТВЭЛ:
  - тип – стержневые;
  - ячейка – треугольная;
  - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,2;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 4,4 % и 5,8%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом  $p$ -1 приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры пруда охладителя 27°C, КПД турбины 37%, материал оболочки ТВЭЛ сплав Н-2,5.

### Вариант 5

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – тепловой энергетический реактор;
- тепловая мощность – 3000 МВт;
- топливо – нитрид урана;
- теплоноситель – легкая вода;

- ТВЭЛ:
  - тип – стержневые;
  - ячейка – треугольная;
  - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,2;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 4,4 % и 5,8%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом  $p$ -1 приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры пруда охладителя 27°С, КПД турбины 37%, материал оболочки ТВЭЛ сплав Н-2,5.

### Вариант 6

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – тепловой реактор транспортного назначения;
- тепловая мощность – 300 МВт;
- топливо – нитрид урана;
- теплоноситель – легкая вода;
- ТВЭЛ:
  - тип – стержневые;
  - ячейка – треугольная;
  - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,2;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 7,2 % и 8,9%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом  $p$ -1 приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры охладителя 24°С, КПД турбины 42%, материал оболочки ТВЭЛ сплав Н-2,5.

### Вариант 7

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – быстрый энергетический реактор;
- тепловая мощность – 3000 МВт;
- топливо – нитрид урана;
- теплоноситель – жидкий натрий;
- ТВЭЛ:
  - тип – стержневые;
  - ячейка – треугольная;
  - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,1;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 16 % и 18,6 %.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом  $p$ -1 приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры пруда охладителя 27°С, КПД турбины 37%, материал оболочки ТВЭЛ перлитная сталь.

### Вариант 8

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – тепловой энергетический реактор;
- тепловая мощность – 3000 МВт;
- топливо – нитрид урана;
- теплоноситель – CO<sub>2</sub>;
- ТВЭЛ:
  - тип – стержневые;
  - ячейка – треугольная;
  - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,2;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 4,4 % и 5,8%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом диффузионном приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры пруда охладителя 27°C, КПД турбины 37%, материал оболочки ТВЭЛ сплав Н-2,5.

### Вариант 9

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – быстрый реактор транспортного назначения;
- тепловая мощность – 300 МВт;
- топливо – нитрид урана;
- теплоноситель – эвтектика свинец-висмут;
- ТВЭЛ:
  - тип – стержневые;
  - ячейка – треугольная;
  - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,1;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 18 % и 23%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом  $p$ -1 приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры охладителя 24°C, КПД турбины 42%, материал оболочки ТВЭЛ перлитная сталь.

### Вариант 10

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – быстрый реактор транспортного назначения;
- тепловая мощность – 300 МВт;
- топливо/теплоноситель – жидкая соль.

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 7,2 % и 16%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом  $p$ -1 приближении;
- расчет распределения температур топлива/теплоносителя по активной зоне методом конечных элементов.

Определить температуру топлива/теплоносителя из условий температуры охладителя 24°C, КПД турбины 42%, материал корпусных элементов – композитная металлокерамика (предельная рабочая температура 1600 °C).

### Вариант 11

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – быстрый энергетический реактор;
- тепловая мощность – 600 МВт;
- топливо/теплоноситель – жидкая соль.

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 8,9 % и 19,4%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом  $p$ -1 приближении;
- расчет распределения температур топлива/теплоносителя по активной зоне методом конечных элементов.

Определить температуру топлива/теплоносителя из условий температуры охладителя  $-124^{\circ}\text{C}$ , КПД турбины 42%, материал корпусных элементов – композитная металлокерамика (предельная рабочая температура  $1600^{\circ}\text{C}$ ).

### Вариант 12

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – быстрый энергетический реактор;
- тепловая мощность – 600 МВт;
- топливо – диоксид урана;
- теплоноситель –  $\text{CO}_2$ ;
- ТВЭЛ:
  - тип – стержневые;
  - ячейка – треугольная;
  - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,3;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 4,2 % и 5,95 %.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом диффузионном приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры пруда охладителя  $-127^{\circ}\text{C}$ , КПД турбины 37%, материал оболочки ТВЭЛ перлитная сталь.

### Вариант 13

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – тепловой энергетический реактор;
- тепловая мощность – 3000 МВт;
- топливо – диоксид урана;
- теплоноситель –  $\text{CO}_2$ ;
- ТВЭЛ:
  - тип – стержневые;
  - ячейка – треугольная;
  - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,3;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 4,4 % и 5,8%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом диффузионном приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры охладителя  $-127^{\circ}\text{C}$ , КПД турбины 37%, материал оболочки ТВЭЛ сплав H-2,5.

### Вариант 14

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – быстрый реактор транспортного назначения;
- тепловая мощность – 300 МВт;
- топливо – диоксид урана;
- теплоноситель – эвтектика свинец-висмут;
- ТВЭЛ:
  - тип – стержневые;
  - ячейка – треугольная;
  - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,1;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 18 % и 23%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом  $p$ -1 приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры охладителя  $-124^{\circ}\text{C}$ , КПД турбины 42%, материал оболочки ТВЭЛ перлитная сталь.

### Вариант 15

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – быстрый реактор транспортного назначения;
- тепловая мощность – 300 МВт;
- топливо – нитрид урана;
- теплоноситель – эвтектика свинец-висмут;
- ТВЭЛ:
  - тип – кольцевые;
  - ячейка – треугольная;
  - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,1;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 16 % и 18,6%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом  $p$ -1 приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры охладителя  $-124^{\circ}\text{C}$ , КПД турбины 42%, материал оболочки ТВЭЛ перлитная сталь.

### Критерии оценки:

Показатели и критерии оценки доклада:

Оценка	Критерии
40-50	1) полное раскрытие темы; 2) указание точных названий и определений; 3) правильная формулировка понятий и категорий; 4) приведение формул.
30-40	1) недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы; 2) несущественные ошибки в определении понятий, формулах и т. п., кардинально не меняющих суть изложения; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок

	и др.
<b>20-30</b>	1) ответ отражает общее направление изложения лекционного материала; 2) наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, формулах, статистических данных и т. п.; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.
<b>0-20</b>	1) нераскрытие темы; 2) большое количество существенных ошибок; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.

**Описание шкалы оценивания**

30-50 ИДЗ засчитывается.

0-29 ИДЗ на доработку.