

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**

**Моделирование теплогидравлических процессов ЯЭУ**

---

*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 «Моделирование теплогидравлических процессов ЯЭУ» 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 теплогидравлических процессов ЯЭУ» 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:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-4	Способен использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии и алгоритмы	З-ПК-4 знать основы компьютерных и информационных технологий. У-ПК-4 уметь обобщать и анализировать информацию. В-ПК-4 владеть информацией по перспективам развития атомной энергетики.

### 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, 2 курс, установ. сессия</b>			
1.1.	Введение.	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Контрольная работа, коллоквиум
1.2.	Задачи теплогидравлического расчета активной зоны реактора	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Контрольная работа, коллоквиум
1.3.	Расчет температур твэла и теплоносителя в	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Контрольная работа, коллоквиум

	изолированных ячейках и каналах активной зоны.		
1.4.	Поканальные методы теплогидравлического расчета ТВС и бескасетных активных зон.	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Контрольная работа, коллоквиум
1.5.	Теплогидравлический расчет активной зоны в стационарных режимах работы реактора.	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Контрольная работа, коллоквиум
1.6.	Методы расчета теплогидравлики ТВС и активных зон, основанные на многомерных моделях сплошной среды.	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Контрольная работа, коллоквиум
1.7.	Теплогидравлика активных зон с однофазными теплоносителями в нестационарных режимах.	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Контрольная работа, коллоквиум
1.8.	Методы теплогидравлического расчета активных зон с кипящим теплоносителем.	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Контрольная работа, коллоквиум
1.9.	Теплогидравлическая надежность активных зон реакторов.	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Контрольная работа, коллоквиум
<b>Промежуточная аттестация, 2 курс, установ. сессия</b>			
	Зачет	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Вопросы к зачету
<b>Текущая аттестация, 2 курс, зимняя сессия</b>			
3.1	Введение	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Лабораторная работа.
3.2	Программный комплекс Ansys. Применение для расчетов теплогидравлики оборудования ЯЭУ. Построение геометрии. Связь с САПР.	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Лабораторная работа.
3.3	Метод конечных элементов. Метод конечных объемов.	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Лабораторная работа.
3.4	Задание граничных условий, зависимостей и решатель программы.	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Лабораторная работа.
3.5	Анализ полученных результатов.	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Лабораторная работа.
<b>Промежуточная аттестация, 2 курс, зимняя сессия</b>			
	Зачет с оценкой	З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4	Вопросы к зачету

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

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

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

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
<b>Высокий</b> <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
<b>Продвинутый</b> <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
<b>Пороговый</b> <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
<b>Ниже порогового</b>	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ 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 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
Контрольная работа	8	18	30

<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
Коллоквиум	15	18	30
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>-</b>	<b>24 – (60% 40)</b>	<b>40</b>
Зачет	-		
<i>Вопрос 1</i>	-	12	20
<i>Вопрос 2</i>	-	12	20
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

\* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

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

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

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

**ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

1. Интегральная и дифференциальная формы уравнения, выражающего закон сохранения массы движущейся сплошной среды.
2. Получить интегральную и дифференциальную формы уравнения, выражающего закон сохранения массы примеси в движущейся сплошной среде с учетом диффузии.
3. Дифференциальная форма уравнения, выражающего закон сохранения массы примеси в покоящейся сплошной среде с учетом диффузии.
4. Интегральная форма уравнения, выражающего закон сохранения тепловой энергии в покоящейся среде с учетом теплопроводности (для изобарического процесса).
5. Получить интегральную и дифференциальную формы уравнения, выражающего закон сохранения тепловой энергии в движущейся сплошной среде с учетом теплопроводности (для изобарического процесса).
6. Получить интегральную форму уравнения, выражающего закон сохранения количества движения движущейся сплошной среды.
7. Получить интегральную форму уравнения, выражающего закон сохранения количества движения движущейся сплошной среды.
8. Получить дифференциальную форму уравнения, выражающего закон сохранения количества движения несжимаемой вязкой движущейся сплошной среды.
9. Получить интегральную форму уравнения, выражающего закон сохранения скалярной величины  $\Phi$ , переносимой движущейся сплошной средой.
10. Получить интегральную и дифференциальную формы уравнения, выражающего закон сохранения массы движущейся сплошной среды.
11. Получить интегральную и дифференциальную формы уравнения, выражающего закон сохранения массы примеси в движущейся сплошной среде с учетом диффузии.
12. Получить интегральную и дифференциальную формы уравнения, выражающего закон сохранения массы примеси в покоящейся сплошной среде с учетом диффузии.
13. Получить интегральную и дифференциальную формы уравнения, выражающего закон сохранения тепловой энергии в покоящейся сплошной среде с учетом теплопроводности (для изобарического процесса).
14. Получить интегральную и дифференциальную формы уравнения, выражающего закон сохранения тепловой энергии в движущемся теплоносителе с учетом теплопроводности (для изобарического процесса).
15. Получить интегральную форму уравнения, выражающего закон сохранения количества движения движущейся сплошной среды.

16. Интегральная форма уравнения, выражающего закон сохранения количества движения движущейся сплошной среды.
17. Дифференциальная форма уравнения, выражающего закон сохранения количества движения несжимаемого вязкого теплоносителя.
18. Интегральная форма уравнения, выражающего закон сохранения скалярной величины  $\Phi$ , переносимой движущимся теплоносителем.

### Критерии и шкала оценивания

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

**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	<u>14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика</u>
Образовательная программа	<u>«Ядерные реакторы и энергетические установки»</u>
Дисциплина	<u>Моделирование теплогидравлических процессов ЯЭУ</u>

**ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

1. Метод конечных элементов
2. Метод конечных объемов.
3. Связь геометрического модуля программного комплекса Ansys с программами САПР.
4. Модели турбулентности реализованные в ПК Ansys.
5. Методика построения расчетной сетки.
6. Принцип построения расчетной модели.
7. Задание граничных условий в модуле Setap.
8. Контакты. Типы контактов.
9. Ввод и построение в автоматическом режиме зависимостей свойств материалов от параметров среды.
10. Задание смесей материалов.
11. Поверхностное и объемное энерговыделение.
12. Модуль анализа полученных результатов.
13. Инструменты анализа полученных материалов.
14. Нахождение средних параметров среды в сложной геометрии.
15. Графическое представление результатов.

**Критерии и шкала оценивания**

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

**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	<u>14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика</u>
Образовательная программа	<u>«Ядерные реакторы и энергетические установки»</u>
Дисциплина	<u>Моделирование теплогидравлических процессов ЯЭУ</u>

**Вопросы для коллоквиумов, собеседования**

1. Особенности теплогидравлики реакторов типа ВВЭР.
2. Особенности теплогидравлики реакторов типа РБМК.
3. Особенности теплогидравлики реакторов типа БН.
4. Особенности теплогидравлики реакторов типа ВТГГР.
5. Связь нейтронной мощности и остаточного тепловыделения.
6. Структурные элементы гидравлического тракта реактора.
7. Подогрев теплоносителя в канале.
8. Гидравлическое сопротивление канала.
9. Влияние неравномерности тепловыделения по длине канала на температуры твэла (включая топливо) и теплоносителя.
10. Характеристики температурной и гидравлической неравномерностей в ТВС.
11. Методы решения уравнений, описывающих распределения температур теплоносителя в ТВС с учетом межканального взаимодействия.
12. Гидравлическая и температурная неравномерность в активной зоне.
13. Гидравлическое профилирование активной зоны.
14. Система дифференциальных уравнений модели пористой среды и методы ее численного решения.
15. Связь нестационарных теплогидравлических процессов с нейтронной мощностью через температурные коэффициенты реактивности.
16. Методы инженерного расчета каналов с кипением теплоносителя.
17. Гидродинамическая неустойчивость парогенерирующих каналов с кипением.
18. Критический тепловой поток, коэффициент запаса до кризиса.
19. Детерминистский и вероятностно-статистический подходы к анализу теплотехнической надежности.

### Критерии оценки:

В критерии оценки знаний входят:

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

### Описание шкалы оценивания

27-30 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов билета;
- умеет увязать теорию и практику при решении задач.

23-26 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- сделал все, что требуется для получения оценки «отлично», однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

20-22 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов
- не всегда умеет увязать теорию и практику при решении задач;
- выполнил одну из двух задач в индивидуальной работе.

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не умеет решать задачи и не может разобраться в конкретной ситуации;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

## 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>Моделирование теплогидравлических процессов ЯЭУ</u>

### Вопросы к лабораторным работам

(2 сем.)

1. Переменные коэффициенты в уравнении теплопроводности: значимость учета, природа изменения.
2. Уравнение теплопроводности с постоянными и переменными коэффициентами.
3. Конечно-разностная схема переменных направлений: суть, отличие.
4. Нестационарное уравнение теплопроводности – схема численного решения.
5. Метод контрольного объема и его реализация в численных схемах.
6. Гидродинамика несжимаемой жидкости.
7. Гидродинамика сжимаемой жидкости, значимость учета сжимаемости.
8. Движение жидкости при продольном обтекании пучков труб.
9. Элементарная ячейка.
10. Учет перетечек между расчетными ячейками.
11. Особенности конечно-разностных методов решения уравнений движения и сохранения многокомпонентной среды.
12. Учет химических реакций между компонентами среды.
13. Математические модели многокомпонентных несжимаемых сред с фазовыми превращениями.
14. Конечно-разностные методы решения задачи о распространении фронта плавления в неподвижной среде.
15. Учет скрытой теплоты фазового перехода в уравнении энергии.
16. Конечно-разностная аппроксимация условий на границах разнородных структурных элементов реактора.
17. Использование смещенных расчетных сеток для получения консервативных разностных схем.
18. Конечно-разностная аппроксимация уравнения неразрывности.
19. Метод частиц для решения уравнений конвективного переноса энергии и массы.
20. Методы решения конечно-разностного аналога уравнения энергии.
21. Методы релаксации для решения стационарного уравнения теплопроводности.
22. Явные и неявные методы решения конечно-разностного аналога нестационарного уравнения теплопроводности и условия устойчивости решения.
23. Конечно-разностная аппроксимация конвективных членов уравнения энергии.
24. Влияние численной диффузии.
25. Метод частиц для решения уравнений конвективного переноса энергии и массы.

### Критерии оценки:

В критерии оценки знаний входят:

5. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
6. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
7. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
8. ответы на дополнительные вопросы.

### Описание шкалы оценивания

27-30 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов билета;
- умеет увязать теорию и практику при решении задач.

23-26 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- сделал все, что требуется для получения оценки «отлично», однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

20-22 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов
- не всегда умеет увязать теорию и практику при решении задач;
- выполнил одну из двух задач в индивидуальной работе.

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не умеет решать задачи и не может разобраться в конкретной ситуации;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

## 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>Моделирование теплогидравлических процессов ЯЭУ</u>

### Контрольные работы

#### Вариант 1

##### Задача 1

Оценить размеры активной зоны. Тепловая мощность  $N_t = 3$  ГВт, средняя энергонапряженность  $q_v = 100$  кВт/л, высота цилиндрической активной зоны 3 метра.

##### Задача 2

Рассчитать массовый расход пара на выходе из парогенерирующего канала если: расход воды на входе составляет 5 л/сек; объемное паросодержание на выходе составляет 16%; плотность насыщенного пара  $1,2$  кг/м<sup>3</sup>.

#### Вариант 2

##### Задача 1

Рассчитать потери давления на местных сопротивлениях если: скорость жидкости на входе 2 м/с; канала испытывает один поворот и одно сужение с коэффициентами  $\xi = 0,5$  и  $0,12$  соответственно; плотность жидкости  $0,96$  кг/л.

##### Задача 2

Рассчитать плотность теплового потока через стенку трубки высотой 3 метра, диаметром 12 мм и толщиной 0,6 мм если: температура на внутренней поверхности составляет  $240$  °С, а на внешней  $290$  °С; коэффициент теплопроводности материала стенки принять  $\lambda = 0,46$  Вт/(°С×м<sup>2</sup>).

#### Вариант 3

##### Задача 1

Оценить расход теплоносителя если: отводимая мощность составляет  $N_t = 3$  ГВт; подогрев в активной зоне  $200$  °С; теплоемкость  $C_p = 4$  кДж/(кг×К).

##### Задача 2

Рассчитать температуру на поверхности пластины толщиной 3 мм если: температура на противоположной поверхности равна  $160$  °С; плотность теплового потока  $q = 4,5$  кВт/м<sup>2</sup> и направлен он от стенки с заданной температурой к стенке с искомой; коэффициент теплопроводности материала стенки принять  $\lambda = 0,67$  Вт/(°С×м<sup>2</sup>).

#### Вариант 4

##### Задача 1

Оценить размеры активной зоны. Тепловая мощность  $N_t = 3$  ГВт, средняя энергонапряженность  $q_v = 250$  кВт/л, высота цилиндрической активной зоны 1 метр.

##### Задача 2

Рассчитать массовый расход пара на выходе из парогенерирующего канала если: расход воды на входе составляет 5 л/сек; объемное паросодержание на выходе составляет 92%; плотность насыщенного пара  $1,2$  кг/м<sup>3</sup>.

#### Вариант 5

##### Задача 1

Рассчитать потери давления на местных сопротивлениях если: скорость жидкости на входе 3 м/с; канала испытывает один поворот и одно сужение с коэффициентами  $\xi = 0,5$  и  $0,12$  соответственно; плотность жидкости  $7,4$  кг/л.

##### Задача 2

Рассчитать плотность теплового потока через стенку трубки высотой 3 метра, диаметром 16 мм и толщиной 2 мм если: температура на внутренней поверхности составляет  $240$  °С, а на внешней  $490$  °С; коэффициент теплопроводности материала стенки принять  $\lambda = 0,46$  Вт/(°С×м<sup>2</sup>).

#### Вариант 6

##### Задача 1

Оценить расход теплоносителя если: отводимая мощность составляет  $N_t = 3$  ГВт; подогрев в активной зоне  $30$ °С; теплоемкость  $C_p = 4$  кДж/(кг×К).

##### Задача 2

Рассчитать температуру на поверхности пластины толщиной 3 мм если: температура на противоположной поверхности равна  $290$ °С; плотность теплового потока  $q = 16$  кВт/м<sup>2</sup> и направлен он от стенки с заданной температурой к стенке с искомой; коэффициент теплопроводности материала стенки принять  $\lambda = 0,67$  Вт/(°С×м<sup>2</sup>).

#### **Критерии оценки:**

**В критерии оценки знаний входят:**

Задача 1 оценивается в 15 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задача 2 оценивается в 15 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

#### **Описание шкалы оценивания**

- 20-30 баллов - контрольная работа зачтена
- 0-19 баллов – студент должен переписать контрольную работу.

При переписывании студенту максимальное количество баллов, которые можно набрать -26.