



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИАТЭ

\_\_\_\_\_ С.О.Гапоненко  
« 24» \_\_\_\_\_ 02 \_\_\_\_\_ 2026 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Теория и практика научных исследований в теплоэнергетике

Направление подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация

Магистр

г. Казань, 2026

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Автономная распределенная энергетика и химия	Доцент, к.х.н., доцент	Гайнутдинова Д.Ф.
Автономная распределенная энергетика и химия	Ассистент	Гайнутдинов Ф.Р.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	АРЭ	12.02.2026	Протокол №8	_____ Зав.каф., д.т.н., доц. Филимонова А.А..
Согласована	АРЭ	12.02.2026	Протокол №8	_____ Зав.каф., д.т.н., доц. Филимонова А. А.
Согласована	Учебно-методический совет ИАТЭ	24.02.2026	Протокол №7	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет ИАТЭ	24.02.2026	Протокол №7	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

*(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)*

Целью дисциплины «Теория и практика научных исследований в теплоэнергетике» формирование системных знаний и практических навыков, необходимых для самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных научных исследований в области теплоэнергетики с профильной направленностью на электрохимическую и водородную энергетику и проектирование автономных энергетических систем; развитие умений оценивать научную новизну и прикладную значимость результатов, оформлять научные отчеты и публикации.

Задачи дисциплины направлены на изучение методов научных исследований в теплоэнергетике, освоение методов планирования и обработки экспериментов, приобретение навыков анализа научно-технической информации, подготовка к выполнению магистерской диссертации.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1.1 Формулирует цели и задачи исследования
	ОПК-1.2 Определяет последовательность решения задач
	ОПК-1.3 Формулирует критерии принятия решения
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1 Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи
	ОПК-2.2 Проводит анализ полученных результатов
	ОПК-2.3 Представляет результаты выполненной работы

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. \_ - отсутствуют.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. \_\_\_\_\_

Управление проектами в энергетике

Инновационные химические технологии в энергетике и экологии

Научные исследования в области водородной и электрохимической энергетики

Учебная практика (практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы)

Производственная практика (научно-исследовательская работа)

Производственная практика (преддипломная практика)

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			1
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	29	29
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,69	25	25
Лекции	0,22	8	8
Практические (семинарские) занятия	0,44	16	16
Лабораторные работы	-	-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	1,22	44	44
Проработка учебного материала		9	9
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	0,97	35	35
Промежуточная аттестация:		Э	Э

**3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий**

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	23	2		6	15	ТК1	ОПК-1.1. -3 -У- В ОПК-1.2- 3.-У-В ОПК-1.3 -3-У-В
Раздел 2	24	4		6	14	ТК2	ОПК-2.1 - 3 -У- В ОПК-2.2- 3.-У-В
Раздел 3	21	2		4	15	ТК3	ОПК-2.1 -3 -У- В ОПК-2.2 -3.-У-В ОПК-2.3-3-У-В
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)	2	-	-	-	-	-	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
Консультации	2	-	-	-	-	ТК1,2,3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	-	-	-	-	ТК1,2,3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
Экзамен	35	-	-	-	-	<b>ОМ 1</b>	<b>ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3</b>
<b>Итого за 1 семестр</b>	<b>108</b>	<b>8</b>		<b>16</b>	<b>44</b>	-	-
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>8</b>		<b>16</b>	<b>44</b>	-	-

### **3.3. Содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Методология научных исследований в теплоэнергетике**

Тема 1.1 Научные исследования в современной теплоэнергетике.

Роль теплоэнергетики в структуре автономных и распределенных энергетических систем. Основные направления научных исследований тепловых процессов, теплотехнического оборудования и теплоэнергетических установок. Взаимосвязь теплоэнергетики с водородной и электрохимической энергетикой.

Тема 1.2. Постановка и планирование научных исследований теплотехнических и гибридных энергетических систем.

Основные положения о защитах диссертаций. Магистерская диссертация. Диссертация на соискание ученой степени кандидата, доктора наук. ВАК России. Диссертационные советы КГЭУ. Аналитические признаки научных исследований: актуальность выбранной тематики, научная новизна результатов, практическая и теоретическая значимость. Формирование цели, задач, объекта и предмета исследования. Выбор методов исследований для теплоэнергетических установок, гибридных и автономных энергетических систем с использованием водородных и электрохимических технологий. Планирование теоретических и экспериментальных исследований.

#### **Раздел 2. Экспериментальные и теоретические методы исследования в автономных энергетических системах**

Тема 2.1. Теоретические методы исследования тепловых и термодинамических процессов.

Аналитические и численные методы исследования тепло- и массообмена, фазовых превращений и термодинамических циклов. Математическое моделирование теплоэнергетических установок, автономных систем энергоснабжения, водородных и электрохимических энергетических установок.

Тема 2.2. Экспериментальные методы исследований теплоэнергетических и электрохимических установок.

Методы проведения теплотехнических экспериментов. Измерение температур, тепловых потоков и энергетических характеристик. Особенности экспериментальных исследований водородных установок, топливных элементов, систем аккумулирования тепловой энергии в автономных энергетических системах.

#### **Раздел 3. Анализ, обработка и представление результатов научных исследований в водородной и электрохимической энергетике**

Тема 3.1. Анализ и обработка результатов исследований теплотехнических, водородных и электрохимических систем.

Статистическая обработка экспериментальных данных. Оценка погрешностей измерений. Анализ энергетической эффективности, надёжности и экологических показателей теплоэнергетических, водородных и электрохимических энергетических установок.

Тема 3.2. Представление, публикация и внедрение результатов научных исследований в автономных энергетических системах.

Подготовка научных отчетов, статей и презентаций. Требования к публикации результатов исследований. Использование результатов научных исследований при проектировании, оптимизации и модернизации теплоэнергетических, водородных и электрохимических автономных энергетических систем.

### 3.4. Тематический план практических занятий

1. Поиск и анализ научной информации в области теплоэнергетики (Работа с Scopus, Web of Science, eLibrary, РИНЦ. Анализ публикационной активности и выбор темы исследования.)

2. Формирование структуры научного исследования (Определение цели, задач, объекта и предмета исследования. Построение научной гипотезы.)

3. Аналитический обзор современного состояния проблемы (Обзор не менее 5 научных статей Scopus/ВАК за последние 5 лет по теме исследования.)

4. Патентный поиск и анализ технических решений (Работа с базами патентов. Подготовка отчета Патентные исследования по теме магистерской диссертации ГОСТ Р 15.011–96.)

5. Выбор теоретических методов и разработка расчетной схемы (Построение расчетной модели теплоэнергетической или автономной энергетической установки.)

6. Планирование и проведение теплотехнического эксперимента (Определение параметров, методики измерений и средств контроля.)

7. Обработка экспериментальных данных и оценка погрешностей измерений (Статистическая обработка результатов, расчет абсолютных и относительных погрешностей.)

8. Представление и интерпретация результатов исследования (Подготовка графиков, таблиц, выводов и оформление результатов в виде научной статьи или отчета.)

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
Шкала оценивания						

			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-1	ОПК-1.1	<b><i>Знать</i></b>				
		Методы постановки научных целей и задач в области водородной энергетики, топливных элементов, автономных энергетических систем.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		<b><i>Уметь</i></b>				
		Формулировать цель и задачи научного исследования, направленного на: повышение энергетической эффективности автономных систем; оптимизацию теплообмена в водородных и электрохимических установках; снижение тепловых потерь и повышение надежности энергетических установок	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
<b><i>Владеть</i></b>						
	Навыками обоснования актуальности и научной новизны исследований в магистерской диссертации	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	

	ОПК-1.2	<b>Знать</b>				
		Этапы проведения теоретических, экспериментальных и численных исследований в теплоэнергетике.	Уровень знаний в объеме, соответствует вующем программе, имеет подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		<b>Уметь</b>				
		Разрабатывать план исследования, включающий: анализ научнотехнической литературы; выбор расчетных и экспериментальных методов; проведение расчетов и экспериментов; обработку и интерпретацию данных.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
	ОПК-1.2	<b>Владеть</b>				
		Навыками планирования научного исследования автономных энергетических систем.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
	ОПК-1.3	<b>Знать</b>				
	ОПК-1.3	Критерии оценки эффективности теплоэнергетических и	Уровень знаний в объеме, соответствует	Уровень знаний в объеме, соответствующий	Минимально допустимый	Уровень знаний ниже минимальных

		электрохимических систем.	вующем программ е подготовки, без ошибок	ующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	ьных требований, имеют место грубые ошибки
		<b>Уметь</b>				
		Формулировать критерии принятия решений на основе: КПД установки; удельных тепловых и энергетических потерь; экологических показателей; надежности и ресурса оборудования.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
		<b>Владеть</b>				
		Навыками сравнительного анализа альтернативных технических решений.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
		<b>Знать</b>				
ОПК-2	ОПК-2.1	Современные методы исследований в области: тепломассообмена; водородной энергетики; топливных элементов и	Уровень знаний в объеме, соответствует вующем программ е подготовки, без	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место

	электрохимически х систем.	ошибок	негрубых ошибок	негрубых ошибок	грубые ошибки
	<b>Уметь</b>				
	Выбирать и обосновывать применение: аналитических и численных методов; CFD-моделирования тепловых процессов; лабораторных и стендовых экспериментов	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
	<b>Владеть</b>				
	Навыками применения расчетных и экспериментальных методов в научной работе.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
	<b>Знать</b>				
	Методы статистической обработки и анализа экспериментальных и расчетных данных.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
	<b>Уметь</b>				
ОПК-2.2	Анализировать результаты	Продемонстрирован	Продемонстрирован	Продемонстрирован	При решении

		исследований теплоэнергетических процессов, выявлять закономерности и оценивать достоверность данных.	ы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	ы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	аны основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	стандартных задач продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
		<b>Владеть</b>				
		Навыками интерпретации результатов исследований применительно к автономным энергетическим системам.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
		<b>Знать</b>				
		Требования к оформлению научных отчетов, статей и магистерских диссертаций.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		<b>Уметь</b>				
		Представлять результаты исследований в форме: отчета; научной статьи; презентации и доклада.	Сформированы все основные умения; все основные задачи	Сформированы все основные умения; основные задачи решены с	Сформированы основные умения; типовые задачи решены с	Основные умения не сформированы; при решении
	ОПК-2.3					

			решены, задания выполнены в полном объеме; выявленные недочёты носят несущественный характер.	негрубым и ошибками; задания выполнены в полном объеме, однако отдельные из них содержат недочёты.	негрубым и ошибками; задания выполнены не в полном объеме.	стандартных задач допущены грубые ошибки.
		<b>Владеть</b>				
		Навыками подготовки материалов для защиты магистерской диссертации.	Уверенно продемонстрированы навыки решения стандартных и нестандартных задач; ошибки и методические недочёты отсутствуют	Продемонстрированы базовые навыки решения стандартных задач; имеются несущественные недочёты, не влияющие на результат	Сформирован минимально необходимый набор навыков решения стандартных задач; присутствуют отдельные методические недочёты.	Базовые навыки решения стандартных задач не сформированы; допущены грубые ошибки.

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Энергетика в современном мире : учебное пособие / под общ. ред. М. Е. Родионовой и др.. – Москва : Кнорус, 2021. – 424 с. – ISBN 978-5-406-04831-3. – Текст : электронный. – URL: <https://book.ru/book/936846>
2. Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований : учебное пособие / М. Ф. Шкляр. – 8-е изд. – Москва : Дашков и К, 2020. – 208 с. – ISBN 978-5-394-

03956-0. – Текст : электронный. – URL:  
<https://www.iprbookshop.ru/110966.htm>

### 5.1.2. Дополнительная литература

3. Филимонова, А. А. Атомно-водородные гибридные энергетические системы и установки нового поколения: введение в проблему : монография / А. А. Филимонова, Е. Г. Гашо, Н. Д. Чичирова. – Казань : КГЭУ, 2023. – 170 с. – ISBN 978-5-89873-647-7. – Текст : непосредственный.
4. Электрохимические аппараты и технологии переработки и утилизации отходов индустриально-энергетического комплекса : монография / А. А. Филимонова, А. А. Чичиров, Н. Д. Чичирова, А. С. Черкасов. – Казань : КГЭУ, 2024. – 155 с. – ISBN 978-5-89873-675-0. – Текст : непосредственный.
5. Методы анализа технологических жидкостей : практикум / сост. Д. Ф. Гайнутдинова. – Казань : КГЭУ, 2023. – 97 с. – Текст : электронный. – URL: <https://lib.kgeu.ru/>
6. Гайнутдинова, Д. Ф. Способы получения и очистки топлива для автономных энергоустановок : практикум / Д. Ф. Гайнутдинова, Ф. Р. Гайнутдинов. – Казань : КГЭУ, 2024. – 90 с. – Текст : электронный. – URL: <https://lib.kgeu.ru/>
7. Химия водной среды в теплоэнергетике : учебное пособие / сост.: А. А. Филимонова, А. А. Чичиров, Н. Д. Чичирова. – Казань : КГЭУ, 2020. – 121 с. – Текст : электронный.
8. Расчет технико-экономических показателей и пути повышения энергоэффективности котельной : учебное пособие / И. Г. Ахметова, Л. Р. Мухаметова, А. В. Федюхин и др.. – Казань : КГЭУ, 2024. – 71 с. – Текст : электронный. – URL: <https://lib.kgeu.ru>

## 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронная библиотечная система КГЭУ "ИРБИС64" (<http://lib.kgeu.ru/>). Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com/>)
2. ДК размещенный в LMS Moodle 3.0

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Международная реферативная база данных ([http:// link.springer.com](http://link.springer.com)).
2. Научная электронная библиотека "eLIBRARY.RU" (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).
3. Российская государственная библиотека (<http://www.rsl.ru>)
4. Энциклопедии, словари, справочники (URL: <http://www.rubricon.com>).

5. Федеральный научно-исследовательский социологический центр Российской Академии наук (<https://www.isras.ru/>).
6. Web of Science (<https://access.clarivate.com/>)
7. Scopus (<https://www.scopus.com/>)
8. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>)
9. Архив научных журналов Российской академии наук (<https://www.elibrary.ru/titlerefgroup.asp?titlerefgroupid=3> )
10. Патентная база данных USPTO — <https://patft.uspto.gov/>
11. Европейская патентная база данных Espacenet — <https://ep.espacenet.com/>
12. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) — <https://new.fips.ru/>

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Пользовательская операционная система Windows 10.
2. ПО для эффективного онлайн- взаимодействия преподавателя и студента LMS Moodle. Современное программное обеспечение. <https://download.moodle.org/releases/latest/>
3. Система поиска информации в сети интернет Браузер Chrome
4. Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PD Adobe Acrobat
5. "ИРБИС 64 (модульная поставка): АРМ «Читатель», АРМ «Книговыдача»

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия, доска аудиторная
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук),

		экран), видеокамеры, программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

## 7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями

зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

### *Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

### *Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

### *Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

### *Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

Теория и практика научных исследований в теплоэнергетике

---

Направление подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация

Магистр

г. Казань, 2026

Оценочные материалы по дисциплине, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

### 1. Технологическая карта

Семестр   1  

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1. Методология научных исследований в теплоэнергетике</b>	<b>ТК1</b>	<b>20</b>	<b>10-20</b>					<b>10-20</b>	<b>10-20</b>
Практическое задание (ПЗ)		<b>10</b>							
Тест		<b>10</b>							
<b>Раздел 2. Теоретические и экспериментальные методы исследования в автономных энергетических системах</b>	<b>ТК2</b>			<b>20</b>	<b>10-20</b>			<b>10-20</b>	<b>10-20</b>
Практическое задание (ПЗ)				<b>10</b>					
Тест				<b>10</b>					
<b>Раздел 3. Анализ, обработка и представление результатов в водородной и электрохимической энергетике</b>	<b>ТК3</b>					<b>20</b>	<b>15-20</b>	<b>15-20</b>	<b>15-20</b>
Практическое задание (ПЗ)						<b>10</b>			
Собеседование (Сбс)						<b>10</b>			
<b>Промежуточная аттестация экзамен</b>	<b>ОМ</b>								<b>0-40</b>
Задание промежуточной аттестации									0-20
В письменной форме по билетам									0-20

### 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий

		дисциплине	от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
		отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно	
		зачтено			не зачтено	
ОПК-1	ОПК-1.1	<b>Знать</b>				
		Методы постановки научных целей и задач в области водородной энергетики, топливных элементов, автономных энергетических систем.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		<b>Уметь</b>				
		Формулировать цель и задачи научного исследования, направленного на: повышение энергетической эффективности автономных систем; оптимизацию теплообмена в водородных и электрохимических установках; снижение тепловых потерь и повышение надежности энергетических установок	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
<b>Владеть</b>						
		Навыками обоснования актуальности и научной новизны исследований в магистерской диссертации	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют

				и	ми недочета ми	место грубые ошибки
ОПК-1.2	<b>Знать</b>					
	Этапы проведения теоретических, экспериментальных и численных исследований в теплоэнергетике.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	
	<b>Уметь</b>					
	Разрабатывать план исследования, включающий: анализ научно-технической литературы; выбор расчетных и экспериментальных методов; проведение расчетов и экспериментов; обработку и интерпретацию данных.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	
ОПК-1.3	<b>Владеть</b>					
	Навыками планирования научного исследования автономных энергетических систем.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	
	<b>Знать</b>					
	Критерии оценки	Уровень	Уровень	Минимал	Уровень	

		эффективности теплоэнергетических и электрохимических систем.	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	ьно допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		<b>Уметь</b>				
		Формулировать критерии принятия решений на основе: КПД установки; удельных тепловых и энергетических потерь; экологических показателей; надежности и ресурса оборудования.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
		<b>Владеть</b>				
		Навыками сравнительного анализа альтернативных технических решений.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
		<b>Знать</b>				
ОПК-2	ОПК-2.1	Современные методы исследований в области: тепломассообмена; водородной	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Минимально допустимый уровень знаний,	Уровень знаний ниже минимальных требований

	энергетики; топливных элементов и электрохимических систем.	е подготовк и, без ошибок	, имеет место несколько негрубых ошибок	имеет место много негрубых ошибок	ий, имеют место грубые ошибки
	<b>Уметь</b>				
	Выбирать и обосновывать применение: аналитических и численных методов; CFD-моделирования тепловых процессов; лабораторных и стендовых экспериментов	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
	<b>Владеть</b>				
	Навыками применения расчетных и экспериментальных методов в научной работе.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
	<b>Знать</b>				
ОПК-2.2	Методы статистической обработки и анализа экспериментальных и расчетных данных.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки

		<b>Уметь</b>				
		Анализировать результаты исследований теплоэнергетических процессов, выявлять закономерности и оценивать достоверность данных.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
	ОПК-2.3	<b>Владеть</b>				
		Навыками интерпретации результатов исследований применительно к автономным энергетическим системам.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
		<b>Знать</b>				
		Требования к оформлению научных отчетов, статей и магистерских диссертаций.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
	<b>Уметь</b>					
	Представлять результаты исследований в форме: отчета;	Сформированы все основные умения;	Сформированы все основные умения;	Сформированы основные умения;	Основные умения не сформир	

		научной статьи; презентации и доклада.	все основные задачи решены, задания выполнены в полном объеме; выявлены недочёты носят несущественный характер.	основные задачи решены с негрубыми и ошибками; задания выполнены в полном объеме, однако отдельные из них содержат недочёты.	типовые задачи решены с негрубыми и ошибками; задания выполнены не в полном объеме.	ованы; при решении стандартных задач допущены грубые ошибки.
		<b>Владеть</b>				
		Навыками подготовки материалов для защиты магистерской диссертации.	Уверенно продемонстрированы навыки решения стандартных и нестандартных задач; ошибки и методические недочёты отсутствуют	Продемонстрированы базовые навыки решения стандартных задач; имеются несущественные недочёты, не влияющие на результат	Сформирован минимально необходимый набор навыков решения стандартных задач; присутствуют отдельные методические недочёты.	Базовые навыки решения стандартных задач не сформированы; допущены грубые ошибки.

Оценка **«отлично»** выставляется за полное выполнение практических и тестовых заданий; качественное выполнение и защиту практических работ; уверенное владение методологией научных исследований, экспериментальными и теоретическими методами в автономных энергетических системах; грамотную обработку и интерпретацию результатов исследований; развернутые и аргументированные ответы на теоретические и практические вопросы.

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение тестовых и практических заданий; успешную защиту практических работ; понимание методологии исследований и методов анализа данных; правильные, но недостаточно развернутые ответы на теоретические или практические вопросы.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение основных тестовых и практических заданий; защиту практических работ с замечаниями; фрагментарное понимание методологических и экспериментальных аспектов исследования.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за неполное или некорректное выполнение тестовых и практических заданий; отсутствие понимания основных методов научных исследований и принципов обработки результатов.

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Собеседование (Сбс)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по разделам дисциплины

### 4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК1:**

Проверяемая компетенция: ОПК-1

Индикаторы:

ОПК-1.1 Формулирует цели и задачи исследования

ОПК-1.2 Определяет последовательность решения задач

ОПК-1.3 Формулирует критерии принятия решения

**ПЗ ТК-1.** Практическое задание (ПЗ). Комплект задач и заданий

**Практическое занятие 1.** Поиск и анализ научной информации в области теплоэнергетики (Работа с Scopus, Web of Science, eLibrary, РИНЦ. Анализ публикационной активности и выбор темы исследования.)

*Задание 1.* Поиск публикаций в международных и российских базах

данных. Тема: Повышение энергоэффективности автономных энергетических систем (или по теме магистерской диссертации).

Необходимо:

1. Выполнить поиск публикаций в Scopus и eLibrary по ключевым словам (не менее 5 источников за последние 5 лет).

2. Определить: авторов; название журнала; год публикации; индексированность (Scopus, ВАК); количество цитирований.

3. Оформить результаты в виде таблицы.

Задание 2. Анализ публикационной активности

Необходимо:

1. Определить одного ведущего автора в выбранной области.

2. Проанализировать его публикационную активность (количество статей, индекс Хирша, основные направления исследований).

3. Сделать вывод о тенденциях развития выбранного научного направления.

**Практическое занятие 2.** Формирование структуры научного исследования (Определение цели, задач, объекта и предмета исследования. Построение научной гипотезы.)

Задание 1. Формулирование основных элементов исследования

По выбранной теме магистерской диссертации необходимо:

1. Сформулировать актуальность исследования (5–7 предложений).

2. Определить объект и предмет исследования.

3. Сформулировать цель работы.

4. Определить 4–5 задач исследования.

Задание 2. Построение научной гипотезы

Необходимо:

1. Сформулировать научную гипотезу по теме исследования.

2. Определить методы её проверки (теоретические и экспериментальные).

3. Обосновать ожидаемую научную новизну результатов.

**Практическое занятие 3.** Аналитический обзор современного состояния проблемы (Обзор не менее 5 научных статей Scopus/ВАК за последние 5 лет по теме исследования.)

Задание 1. Подготовка аналитического обзора литературы

Необходимо:

1. Подобрать не менее 5 научных статей (Scopus/ВАК) за последние 5 лет по теме исследования.

2. Провести анализ: используемые методы; основные результаты; выявленные недостатки.

3. Сформулировать вывод о степени разработанности проблемы (1–2 страницы текста).

Задание 2. Сравнительный анализ научных подходов

На основе выбранных статей:

1. Составить сравнительную таблицу (автор – метод – объект исследования – основные результаты – ограничения).

2. Определить нерешённые научные вопросы.

3. Обосновать необходимость дальнейших исследований по теме

магистерской диссертации.

### Тест ТК-1

1. *Что является объектом научного исследования?*
  - а) Метод исследования
  - б) Процесс или явление, порождающее проблему**
  - в) Конкретный расчетный параметр
  - г) Список литературы
2. *Предмет исследования – это:*
  - а) Часть объекта, изучаемая в работе**
  - б) Название диссертации
  - в) Экспериментальная установка
  - г) Научная организация
3. *Научная гипотеза – это:*
  - а) Подтвержденный экспериментом факт
  - б) Предположение, требующее проверки**
  - в) Итоговый вывод исследования
  - г) Метод обработки данных
4. *Какая база данных относится к международным наукометрическим ресурсам?*
  - а) РИНЦ
  - б) eLibrary
  - в) Scopus**
  - г) КиберЛенинка
5. *Индекс Хирша характеризует:*
  - а) Количество публикаций автора
  - б) Количество цитирований одной статьи
  - в) Научную результативность автора**
  - г) Объем монографии
6. *К методам теоретического исследования относится:*
  - а) Наблюдение
  - б) Эксперимент
  - в) Математическое моделирование**
  - г) Измерение температуры
7. *Актуальность темы исследования определяется:*
  - а) Личными интересами автора
  - б) Наличием оборудования
  - в) Важностью проблемы для науки и практики**
  - г) Объемом диссертации
8. *Аналитический обзор литературы необходим для:*
  - а) Увеличения списка источников
  - б) Выявления степени разработанности проблемы**
  - в) Оформления титульного листа
  - г) Подсчета цитирований
9. *Цель исследования должна:*
  - а) Совпадать с названием статьи

**б) Быть краткой и отражать конечный результат**

в) Содержать список оборудования

г) Повторять задачи

10. К критериям научной новизны относится:

а) Использование большого числа источников

б) Получение новых теоретических или практических результатов

в) Большой объем текста.

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК2:**

Проверяемая компетенция: ОПК-2

Индикаторы

ОПК-2.1 Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи

ОПК-2.2 Проводит анализ полученных результатов

**ПЗ ТК-2.** Практическое задание (ПЗ). Комплект задач и заданий

**Практическое занятие 4.** Патентный поиск и анализ технических решений (Работа с базами патентов. Подготовка отчета Патентные исследования по теме магистерской диссертации ГОСТ Р 15.011–96.)

*Задание 1.* Проведение патентного поиска

Тема: Повышение энергоэффективности водородного электролизера (или по теме магистерской диссертации студента).

Необходимо:

1. Выполнить патентный поиск в базах: ФИПС (Роспатент), Espacenet или WIPO.

2. Подобрать не менее 3 патентов за последние 10 лет.

3. Определить: номер патента; заявителя; краткую сущность технического решения; направление совершенствования (КПД, снижение энергопотребления и т.д.).

Результат оформить в виде таблицы.

*Задание 2.* Подготовка отчета по ГОСТ Р 15.011–96

На основе выполненного поиска:

1. Сформулировать цель патентных исследований.

2. Определить объект анализа.

3. Провести сравнительный анализ выявленных технических решений.

4. Сделать вывод о патентной чистоте и перспективах разработки.

Оформить фрагмент отчета (3–5 страниц) в соответствии с требованиями ГОСТ.

**Практическое занятие 5.** Выбор теоретических методов и разработка расчетной схемы (Построение расчетной модели теплоэнергетической или автономной энергетической установки.)

*Задание 1.* Выбор теоретического метода исследования

Тема: Анализ работы автономной котельной установки.

Необходимо:

1. Определить цель моделирования.

2. Выбрать теоретический метод (энергетический баланс, математическое моделирование, термодинамический анализ).

3. Записать основные расчетные уравнения (баланс энергии, КПД).
4. Обосновать выбор метода.

*Задание 2.* Построение расчетной схемы установки

Необходимо:

1. Изобразить расчетную схему теплоэнергетической или водородной установки (котел, электролизер, теплообменник и т.д.).
2. Обозначить входные и выходные параметры (Т, Р, Q, N).
3. Указать контролируемые величины.
4. Определить основные расчетные зависимости.

**Практическое занятие 6.** Планирование и проведение теплотехнического эксперимента (Определение параметров, методики измерений и средств контроля.)

*Задание 1.* Тема: Определение КПД автономной энергетической установки.

Необходимо:

1. Сформулировать цель эксперимента.
2. Определить измеряемые параметры (температура, давление, расход, мощность).
3. Выбрать средства измерений.
4. Составить таблицу регистрации экспериментальных данных.

*Задание 2.* Выбор методики измерений и оценка погрешностей

Необходимо:

1. Описать методику измерения одного из параметров (например, температуры или мощности).
2. Указать класс точности прибора.
3. Определить возможные источники погрешностей.
4. Рассчитать предельную погрешность измерения при заданных данных (например, прибор класса точности 1,5 при диапазоне 0–100 °С).

### **Тест ТК2**

1. *Что является целью планирования эксперимента?*

- а) Увеличение числа измерений
- б) Получение достоверных результатов при минимальных затратах
- в) Проверка оформления отчёта
- г) Подготовка списка литературы

2. *К параметрам теплотехнического эксперимента относится:*

- а) Индекс цитирования
- б) Температура и давление рабочей среды
- в) Название установки
- г) Объём статьи

3. *Теоретическая модель энергетической установки используется для:*

- а) Замены всех экспериментов
- б) Описания и прогнозирования работы системы
- в) Оформления графиков
- г) Подготовки патента

4. *Что включает в себя расчетная схема установки?*

- а) Только перечень оборудования
- б) Графическое и математическое описание процессов
- в) Список литературы
- г) Экономические показатели

5. *Погрешность измерения – это:*

- а) Разность между измеренным и истинным значением
- б) Количество повторных измерений
- в) Максимальное значение параметра
- г) Среднее арифметическое

6. *Абсолютная погрешность измеряется в:*

- а) Процентах
- б) Долях единицы
- в) Тех же единицах, что и измеряемая величина
- г) Баллах

7. *К экспериментальным методам относится:*

- а) Математическое моделирование
- б) Литературный обзор
- в) Натурные испытания установки
- г) Анализ цитируемости

8. *Репрезентативность выборки означает:*

- а) Большой объём данных
- б) Соответствие выборки исследуемой совокупности
- в) Минимальное число измерений
- г) Использование сложного оборудования

9. *Патентный поиск проводится с целью:*

- а) Увеличения объема диссертации
- б) Выявления существующих технических решений
- в) Расчета теплового баланса
- г) Определения КПД установки

10. *КПД автономной энергетической установки определяется как:*

- а) Отношение подведённой энергии к потере энергии
- б) Отношение полезной энергии к подведённой
- в) Разность температур
- г) Произведение мощности на время

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТКЗ:**

Проверяемая компетенция: ОПК-2

Индикаторы ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3

ОПК-2.1 Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи

ОПК-2.2 Проводит анализ полученных результатов

ОПК-2.3 Представляет результаты выполненной работы

**ПЗ ТК-3. Практическое задание (ПЗ). Комплект задач и заданий**

**Практическое занятие 7. Обработка экспериментальных данных и оценка погрешностей измерений (Статистическая обработка результатов,**

расчет абсолютных и относительных погрешностей.)

*Задание 1.* Статистическая обработка результатов измерений

В ходе эксперимента получены значения температуры теплоносителя (°C): 93; 95; 94; 96; 92

Необходимо:

1. Рассчитать среднее арифметическое значение.
2. Определить абсолютную погрешность (по половине размаха).
3. Рассчитать относительную погрешность (%).
4. Записать результат в виде:

$$T = \bar{T} \pm \Delta T$$

*Задание 2.* Оценка точности измерения мощности

Измеренная мощность автономной установки составила 47 кВт при номинальном значении 50 кВт.

Необходимо:

1. Определить абсолютную погрешность.
2. Рассчитать относительную погрешность (%).
3. Сделать вывод о допустимости отклонения (норма  $\pm 5\%$ ).

*Задание 3.* Расчет удельного расхода энергии

При производстве 150 кг водорода затрачено 7800 кВт·ч электроэнергии.

Необходимо:

1. Определить удельный расход энергии (кВт·ч/кг).
2. Сравнить результат с типичным диапазоном 50–60 кВт·ч/кг.
3. Сделать вывод об энергоэффективности процесса.

**Практическое занятие 8.** Представление и интерпретация результатов исследования (Подготовка графиков, таблиц, выводов и оформление результатов в виде научной статьи или отчета.)

*Задание 1.* Построение и анализ графика

По результатам эксперимента получены данные зависимости КПД (%) от нагрузки (кВт):

Нагрузка	25	50	75	100
КПД (%)	72	80	86	84

Необходимо:

1. Построить график зависимости КПД от нагрузки.
2. Определить оптимальный режим работы установки.
3. Сформулировать вывод в научном стиле.

*Задание 2.* Оформление таблицы и расчет параметров

Получены экспериментальные данные работы электролизера:

$$U = 48 \text{ В}; 49 \text{ В}; 50 \text{ В}$$

$$I = 90 \text{ А}; 92 \text{ А}; 95 \text{ А}$$

Необходимо:

1. Рассчитать мощность ( $P = U \cdot I$ ).
2. Оформить таблицу с единицами измерения.
3. Сделать вывод о стабильности работы установки.

*Задание 3.* Формулирование выводов по результатам исследования

По итогам эксперимента установлено: средний КПД установки 83%; относительная погрешность измерений не превышает 3%; удельный расход энергии 54 кВт·ч/кг.

Необходимо:

1. Сформулировать 3–4 вывода по результатам исследования.
2. Оформить текст в виде фрагмента раздела «Результаты и обсуждение».

### **Вопросы к комплексному заданию ТКЗ (Срс)**

1. **Какие этапы включает обработка экспериментальных данных?**
2. Что такое первичная и вторичная обработка данных?
3. Как определяется среднее арифметическое значение величины?
4. В чем разница между абсолютной и относительной погрешностью?
5. Какие виды погрешностей измерений вы знаете?
6. Что такое систематическая погрешность?
7. Что такое случайная погрешность?
8. Как проводится оценка доверительного интервала?
9. Что показывает коэффициент корреляции?
10. В каких случаях применяется регрессионный анализ?
11. Как проверить адекватность математической модели?
12. Какие программные средства применяются для обработки данных?
13. Как строится калибровочный график?
14. Что такое аппроксимация экспериментальных данных?
15. Какие требования предъявляются к графическому представлению результатов?
16. Как правильно оформлять таблицы результатов?
17. В чем особенности обработки данных в электрохимических исследованиях?
18. Что такое поляризационная кривая?
19. Какие параметры характеризуют эффективность водородного электролизера?
20. Как определяется энергетическая эффективность водородной системы?
21. Что такое выход по току в электрохимических процессах?
22. Как рассчитывается удельный расход энергии?
23. Какие методы применяются для анализа воспроизводимости результатов?
24. Что такое статистическая значимость результатов?
25. Как формулируются выводы по результатам исследования?
26. Какие требования предъявляются к научной новизне результатов?
27. Как подготовить результаты исследования к публикации в журнале Scopus?
28. Как оформляется список литературы в научной статье?
29. В чем особенности представления результатов на конференции?
30. Какие ошибки чаще всего допускаются при интерпретации данных?
31. Как проводится сравнение экспериментальных и расчетных данных?

32. Что такое валидация результатов исследования?
33. Как оценить надежность экспериментальной установки?
34. Какие показатели используются для анализа эффективности топливных элементов?
35. Как учитывается неопределенность измерений?
36. Что такое энергетический баланс системы?
37. Как проводится анализ чувствительности модели?
38. Какие критерии применяются для оценки экономической эффективности?
39. Как структурировать раздел «Результаты и обсуждение» в диссертации?
40. Какие требования предъявляются к оформлению магистерской диссертации?

**Для промежуточной аттестации:**

***Перечень вопросов к экзамену:***

Раздел 1. Методология научных исследований в теплоэнергетике

1. Методология научного исследования: основные понятия и этапы.
2. Объект и предмет исследования: различия и примеры в теплоэнергетике.
3. Формулировка цели и задач научной работы.
4. Научная новизна и практическая значимость исследования.
5. Построение и проверка научной гипотезы.
6. Аналитический обзор литературы: цели, структура, требования.
7. Работа с базами данных (Scopus, Web of Science, eLibrary, РИНЦ).
8. Индекс Хирша и показатели публикационной активности.
9. Теоретические и эмпирические методы научного исследования.
10. Этика научных публикаций и требования к оформлению научных работ.

Раздел 2. Экспериментальные и теоретические методы исследования в автономных энергетических системах

11. Планирование теплотехнического эксперимента: этапы и принципы.
12. Выбор измерительных приборов и средств контроля параметров.
13. Методика проведения натурного эксперимента.
14. Построение расчетной схемы энергетической установки.
15. Математическое моделирование тепловых процессов.
16. Энергетический баланс автономной энергетической системы.
17. КПД и показатели энергоэффективности установок.
18. Патентный поиск и оформление отчета по ГОСТ Р 15.011–96.
19. Виды погрешностей измерений и способы их оценки.
20. Проверка адекватности теоретической модели экспериментальным данным.

Раздел 3. Анализ, обработка и представление результатов научных исследований в водородной и электрохимической энергетике

21. Методы статистической обработки экспериментальных данных.

22. Абсолютная, относительная и приведенная погрешности.
23. Доверительный интервал и оценка достоверности результатов.
24. Регрессионный анализ и аппроксимация данных.
25. Особенности обработки данных в электрохимических исследованиях.
26. Основные характеристики водородных энергетических систем.
27. Энергетическая эффективность электролизеров и топливных элементов.
28. Выход по току и его расчет.
29. Анализ воспроизводимости и надежности результатов.
30. Представление результатов в научной статье, отчете и магистерской диссертации.

### **Примеры экзаменационных билетов**

#### **Билет 1**

1. Методология научного исследования: этапы и структура.
2. Планирование теплотехнического эксперимента.
3. Задача: КПД установки равен отношению полезной мощности к подводённой. Определить КПД, если  $N_{\text{пол}} = 80$  кВт,  $N_{\text{подв}} = 100$  кВт.

#### **Билет 2**

1. Объект и предмет научного исследования.
2. Виды погрешностей измерений.
3. Задача: Определить абсолютную погрешность, если измеренное значение температуры  $95$  °С, истинное —  $100$  °С.

#### **Билет 3**

1. Научная гипотеза и порядок её проверки.
2. Патентный поиск и его значение.
3. Задача: Рассчитать относительную погрешность (%), если абсолютная погрешность  $2$  кВт при измерении мощности  $50$  кВт.

#### **Билет 4**

1. Аналитический обзор литературы: требования и структура.
2. Построение расчетной схемы энергетической установки.
3. Задача: Определить среднее значение давления, если получены результаты:  $1,0$ ;  $1,1$ ;  $0,9$  МПа.

#### **Билет 5**

1. Работа с базами данных Scopus и eLibrary.
2. Энергетический баланс автономной системы.
3. Задача: Определить полезную мощность, если КПД  $0,85$ , а подводённая мощность  $200$  кВт.

#### **Билет 6**

1. Теоретические и экспериментальные методы исследования.

2. Обработка экспериментальных данных.
3. Задача: Определить удельный расход энергии, если затрачено 500 кВт·ч при производстве 100 кг водорода.

#### **Билет 7**

1. Научная новизна и практическая значимость работы.
2. Проверка адекватности математической модели.
3. Задача: Рассчитать выход по току (%), если теоретический выход 10 кг, фактический — 9 кг.

#### **Билет 8**

1. Планирование эксперимента в автономных энергетических системах.
2. Представление результатов исследования (графики, таблицы).
3. Задача: Определить относительную погрешность (%), если измеренное значение 48 В при номинальном 50 В.

#### **Билет 9**

1. Индекс Хирша и показатели публикационной активности.
2. Особенности обработки данных в электрохимических исследованиях.
3. Задача: Определить количество теплоты  $Q$ , если мощность 10 кВт работает 2 часа.

#### **Билет 10**

1. Цель и задачи научного исследования.
2. Энергетическая эффективность водородных систем.
3. Задача: Рассчитать КПД электролизера, если на производство 1 кг водорода затрачено 55 кВт·ч при теоретически необходимой энергии 50 кВт·ч.