

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Цифровая энергетика»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

/Т.Р. Змызгова/

«*август*» 2022 г.

Программа  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

по образовательной программе высшего образования –  
программе бакалавриата

**13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника**

Направленность:

**Энергообеспечение предприятий**

Формы обучения: очная, заочная

Курган 2022

Программа государственной итоговой аттестации составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата) 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника (Энергообеспечение предприятий), утвержденными:

- для очной формы обучения «30» августа 2022 года;
- для заочной формы обучения «30» августа 2022 года.

Программа государственной итоговой аттестации одобрена на заседании кафедры «Цифровая энергетика» «30» августа 2022 года, протокол №1.

Программу государственной  
итоговой аттестации составили  
доцент



В.И. Мошкин

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Цифровая энергетика»



В. И. Мошкин

Специалист по учебно-методической  
работе учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник  
Управления образовательной деятельности



И.В. Григоренко

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Государственная итоговая аттестация (далее – ГИА) выпускника проводится в соответствии с п.2.7. федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и Положением о проведении государственной итоговой аттестации по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденным ученым советом университета 20 декабря 2019 г. (далее - Положение).

Для проведения ГИА формируются государственные экзаменационные комиссии (далее – ГЭК).

ГИА проводится в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основных образовательных программ соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и их готовности к выполнению профессиональных задач.

ГИА включает в себя:

- подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена;
- подготовку к процедуре защиты и защиту выпускной квалификационной работы (далее – ВКР).

ГИА выпускников очной формы обучения проводится на 4 курсе в 8 семестре, заочной формы обучения – на 5 курсе 10 семестре.

Общий объем ГИА составляет 9 зачетных единиц (6 недель, 324 академических часа). Из них на подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена отводится 3 зачетных единицы (2 недели, 108 академических часов), на подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты ВКР – 6 зачетных единиц (4 недели, 216 академических часов).

К государственной итоговой аттестации допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план или индивидуальный учебный план по соответствующей образовательной программе высшего образования

Обучающимся и лицам, привлекаемым к государственной итоговой аттестации, во время ее проведения запрещается иметь при себе и использовать средства связи.

## **2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКА**

**2.1. Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, включает:**

исследование, проектирование, конструирование и эксплуатацию технических средств по производству теплоты, её применению, управлению ее потоками и преобразованию иных видов энергии в теплоту.

### **2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника**

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются:

тепловые и атомные электрические станции,  
системы энергообеспечения промышленных и коммунальных предприятий,  
объекты малой энергетики;  
установки, системы и комплексы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии;  
паровые и водогрейные котлы различного назначения;  
реакторы и парогенераторы атомных электростанций;  
паровые и газовые турбины, газопоршневые двигатели (двигатели внутреннего и внешнего сгорания);  
энергоблоки, парогазовые и газотурбинные установки;  
установки по производству сжатых и сжиженных газов;  
компрессорные, холодильные установки;  
установки систем кондиционирования воздуха;  
тепловые насосы;  
химические реакторы, топливные элементы, электрохимические энергоустановки;  
установки водородной энергетики;  
вспомогательное теплотехническое оборудование;  
тепло- и массообменные аппараты различного назначения;  
тепловые и электрические сети;  
теплотехнологическое и электрическое оборудование промышленных предприятий;  
установки кондиционирования теплоносителей и рабочих тел;  
технологические жидкости, газы и пары, расплавы, твердые и сыпучие тела как теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок;  
топливо и масла;  
нормативно-техническая документация и системы стандартизации;  
системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.

### 2.3. Основные виды профессиональной деятельности выпускника

В соответствии с направленностью данной образовательной программы выпускник готовится к следующим видам профессиональной деятельности:

- проектно-конструкторская;
- производственно-технологическая.

### 2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника

Выпускник по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» должен быть подготовлен к решению профессиональных задач в соответствии с направленностью образовательной программы и основными видами профессиональной деятельности:

#### **проектно-конструкторская деятельность:**

участие в сборе и анализе информационных исходных данных для проектирования;

расчет и проектирование деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;

участие в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных решений;

#### **производственно-технологическая деятельность:**

контроль соблюдения технологической дисциплины;

контроль соблюдения норм расхода топлива и всех видов энергии;

организация метрологического обеспечения технологических процессов;

участие в работах по освоению и доводке технологических процессов в ходе подготовки производства продукции;

контроль соблюдения экологической безопасности на производстве.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Реализация компетентного подхода в соответствии с ФГОС ВО предусматривает, что выпускник в ходе государственной итоговой аттестации показывает уровень своей квалификации с учетом следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция	Планируемые результаты обучения	Этап проверки	
			Государственный экзамен	ВКР
Универсальные компетенции				
УК-1	Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать: - методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа Уметь: - применять методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников. Владеть: - методами поиска, сбора и обработки, кри-	+	+

		тического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач.		
УК-2	Способность определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знать: - виды ресурсов и ограничений, основные методы оценки разных способов решения профессиональных задач. Уметь: - проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, необходимые для ее достижения, анализировать альтернативные варианты. Владеть: - методиками разработки цели и задач проекта.		+
УК-3	Способность осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	Знать: - основные приемы и нормы социального взаимодействия. Уметь: - устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе. Владеть: - простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде.		+
УК-4	Способность осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	Знать: - принципы построения устного и письменного высказывания на русском и иностранном языках. Уметь: - применять на практике деловую коммуникацию в устной и письменной формах, методы и навыки делового общения на русском и иностранном языках. Владеть: - навыками деловых коммуникаций в устной и письменной форме на русском и иностранном языках.		+
УК-5	Способность воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	Знать: - закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур в этическом и философском контексте. Уметь: - понимать и воспринимать разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах Владеть: - простейшими методами адекватного восприятия межкультурного разнообразия общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.		+
УК-6	Способность управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Знать: - основные приемы эффективного управления собственным временем. Уметь: - эффективно планировать и контролировать собственное время. Владеть: - методами управления собственным временем		+
УК-7	Способность поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Знать: - виды физических упражнений Уметь: - применять на практике разнообразные средства физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья и психофизической подготовки. Владеть: - средствами и методами укрепления индивидуального здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности		+
УК-8	Способность создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения	Знать: - классификацию и источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения. Уметь: - поддерживать безопасные условия жизнедеятельности Владеть: - методами прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций.		+

	устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов			
УК-9	Способность принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	<p>Знать: необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы, регулирующие экономические правоотношения.</p> <p>Уметь: определять круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, планировать собственную деятельность исходя из имеющихся ресурсов; соотносить главное и второстепенное, решать поставленные задачи в рамках избранных видов профессиональной деятельности.</p> <p>Владеть: навыками применения нормативной базы и решения экономических задач в области избранных видов профессиональной деятельности.</p>		+
УК-10	Способность формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению	<p>Знать: основы антикоррупционного законодательства и антикоррупционной политики России основные требования нормативных правовых актов при подготовке и принятии решений.</p> <p>Уметь: действовать в соответствии с моральными и нравственными принципами и правовыми нормами, предупреждать преступное поведение и коррупционные отношения; разрабатывать нормативные правовые акты в соответствии с профилем своей деятельности.</p> <p>Владеть: навыками принятия решений в соответствии с требованиями нормативных правовых актов.</p>		+
Общепрофессиональные компетенции				
ОПК-1	Способность осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	<p>Знать: современные информационные технологии; основы функционирования глобальных сетей;</p> <p>Уметь: работать с современными средствами оргтехники; вести поиск информации в глобальных компьютерных сетях; осуществлять выбор инструментальных средств для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы;</p> <p>Владеть: навыками использования компьютерных технологий как средства управления информацией; навыками использования информации, полученной из сети интернет.</p>		+
ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<p>Знать: основы методов теоретического и экспериментального исследования;</p> <p>Уметь: применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;</p> <p>Владеть: навыками применения методов теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.</p>	+	+
ОПК-3	Способность демонстрировать применение основных способов	Знать: - методики применения основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;		+

	получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	Уметь: - применять знания основных законов гидродинамики для расчетов теплотехнических установок и систем; Владеть: - навыками применения знаний основных законов гидродинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;		
ОПК-4	Способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Знать: современные информационные технологии; основы функционирования глобальных сетей. Уметь: работать с современными средствами оргтехники; вести поиск информации в глобальных компьютерных сетях; осуществлять выбор инструментальных средств для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы. Владеть: навыками использования компьютерных технологий как средства управления информацией; навыками использования информации, полученной из сети интернет.		+
ОПК-5	Способность проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	Знать: - методы определения (измерения) и критерии оценки эффективности использования энергии; Уметь: - выбирать рациональные способы измерения электрических и неэлектрических величин и критерии энергетической оптимизации; Владеть: - методикой определения критериев оценки эффективности использования энергии		+
<b>Профессиональные компетенции</b>				
ПК-1	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Знать: - литературные источники по разрабатываемой теме с целью их использования при выполнении выпускной квалификационной работы. Уметь: – выбирать необходимые методы проектирования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного производственного энергообъекта. Владеть: – навыками контроля и оценки качества проектирования различных видов теплоэнергетических процессов на производстве.		+
ПК-2	Способность участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам	Знать: - вопросы финансирования и кредитования энергетических объектов. Уметь: – определять величины капитальных вложений при строительстве нового или реконструкции и модернизации действующего объекта. энергоснабжения. Владеть: – методами обоснования эффективности инженерных решений, организационно-экономического анализа производственно-финансовой деятельности организаций и их инженерно-технических служб, показателей эксплуатации машин и оборудования.		+
ПК-3	Готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	Знать: - основы применения оборудования на объектах профессиональной деятельности; основные характеристики оборудования объектов профессиональной деятельности; основы расчета оборудования на объектах профессиональной деятельности; Уметь: - выбирать оборудование на объектах профессиональной деятельности; определять характеристики оборудования на объектах профессиональной деятельности; проводить оценочные расчеты параметров оборудования на объектах профессиональной деятельности; Владеть: - навыками применения оборудования на		+



		объектах профессиональной деятельности; навыками определения характеристик оборудования на объектах профессиональной; навыками расчета оборудования на объектах профессиональной деятельности.		
ПК-4	Способность рассчитывать уровень и показатели надежности объектов профессиональной деятельности	Знать: основные понятия и определения теории надежности применительно к системам энергообеспечения, классификацию, причины возникновения и методы предупреждения отказов элементов систем энергообеспечения. Уметь:- определять пути снижения количества отказов на стадии проектирования, изготовления, монтажа и эксплуатации систем энергообеспечения Владеть: - проведения работ по определению технического состояния теплоэнергетического оборудования и установок.	+	+
ПК-5	Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	Знать: – типовые методики проектирования основного и вспомогательного оборудования объектов теплоэнергетики в промышленности и сельскохозяйственном производстве. Уметь: – проводить расчеты основного и вспомогательного оборудования объектов теплоэнергетики в соответствии с техническим заданием. Владеть: – навыками использования автоматизированных средств проектирования при выполнении расчетов элементов систем энергообеспечения.	+	+
ПК-6	Готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на производстве	Знать: - методы и критерии технико-экономической и экологической оценки эффективности использования энергии; Уметь: - выбирать способы и критерии энергетической оптимизации с учетом повышения экологичности функционирования систем энергоснабжения предприятий; Владеть: - методикой расчета критериев технико-экономической и экологической оценки эффективности использования энергии.		+
ПК-7	Готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	Знать: - особенности организации технологических процессов на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях. Уметь: - выполнять работы по освоению и доводке технологических процессов на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях. Владеть: - методами обеспечения надёжной и экономической работы оборудования промышленных и сельскохозяйственных предприятий.		+
ПК-8	Способность к обслуживанию технологического оборудования	Знать: – руководящие и нормативные документы по организации и технологии диагностирования, технического обслуживания, ремонта и хранения теплоэнергетического оборудования и установок; – передовой отечественный и зарубежный опыт диагностирования, технического обслуживания и ремонта машин и оборудования. Уметь: – выполнять основные операции диагностирования, технического обслуживания, ремонта и хранения теплоэнергетического оборудования и установок; – составлять заявки на оборудование, запасные части, а также подготавливать техническую документацию на ремонт теплоэнергетического оборудования и		+

		установок. Владеть: - проведения основных операций технического обслуживания и ремонта теплоэнергетического оборудования и установок; - организации технического обслуживания и ремонта теплоэнергетического оборудования и установок на промышленных предприятиях.		
ПК-9	Способность к проведению моделирования процессов в теплоэнергетике	Знать: – основы методов анализа и моделирования электрических цепей. Уметь: – применять методы анализа и моделирования электрических цепей в профессиональной деятельности Владеть: - навыками применения методов анализа и моделирования электрических цепей в профессиональной деятельности.		+

## 4 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

### 4.1 Перечень основных учебных дисциплин

Перечень основных учебных дисциплин образовательной программы или их разделов и вопросов, выносимых для проверки на государственном экзамене  
В программу включены основные разделы по профилирующим дисциплинам направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Энергообеспечение предприятий».

Таковыми дисциплинами являются:

- Котельные установки и парогенераторы;
- Тепловые двигатели и нагнетатели;
- Источники и системы теплоснабжения;
- Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.

#### 1) Котельные установки и парогенераторы

Состояние и перспективы развития энергетики России. Место парового котла в тепловой схеме ТЭС. Принципиальная схема современной котельной установки. Виды органического топлива. Материальные балансы процессов горения. Основные составляющие теплового баланса. Располагаемое и полезно используемое тепло. Потери тепла с уходящими газами. Потери тепла от химической неполноты сгорания. Потери тепла от механической неполноты сгорания топлива. Потери тепла в окружающую среду.

Потери с физическим теплом шлака. Составление золотого баланса. Основы теории горения. Основные стадии процесса горения топлива. Количественные показатели и качественная характеристика топочного процесса. Классификация топок.

Технологические схемы подачи топлива (твердое топливо, мазут, газ) в парогенератор. Пылеприготовление. Пылеугольные и вихревые топки. Приемные устройства мазута. Технологическая схема подготовки мазута. Топки для жидкого и газообразного топлива. Особенности сжигания газообразного топлива. Смешанное сжигание газообразного и твердого топлива.

Классификация и конструкция пароперегревателей. Тепловая и гидродинамическая неравномерность в работе пароперегревателя. Анализ причин аварий перегревателей, меры предупреждения и борьбы с авариями. Регулирование температуры перегретого пара. Водяные экономайзеры. Борьба с внутренней и наружной коррозией.

Воздухоподогреватели. Назначение воздухоподогревателей. Типы и конструкции воздухоподогревателей. Коррозия воздухоподогревателей и меры борьбы с ней.

Классификация котлоагрегатов. Жаротрубные котлы и котлы с дымогарными трубками. Горизонтально-водотрубчатые котлы. Вертикально-водотрубчатые котлы.

Однobarабанные рациональные паровые котлы с естественной циркуляцией. Переход к высоким параметрам пара. Паровые котлы с многократной принудительной циркуляцией.

Развитие прямоточного котлостроения. Современные паровые котлы малой мощности.

Компоновка котлов большой производительности. Арматура и гарнитура котла. Каркас и обмуровка. Естественная циркуляция в паровых котлах. Задачи естественной циркуляции.

Качество пара и его значение.

## **2) Тепловые двигатели и нагнетатели**

Применение нагнетательных машин и тепловых двигателей в народном хозяйстве.

Классификация нагнетателей и тепловых двигателей. Основные характеристики и параметры потоков в каналах. Термодинамические основы процесса сжатия газов.

Уравнение состояния. Процесс сжатия. Уравнение сохранения энергии. Общие сведения о насосах, вентиляторах, газодувках, компрессорах, турбинных установках, двигателях внутреннего сгорания. Основные параметры работы нагнетателей. Области применения различных нагнетателей.

Отличительные особенности центробежных и осевых нагнетателей. Теоретический и действительный напоры нагнетателя. Баланс энергии рабочего колеса центробежной машины. Параметры, влияющие на напор центробежной машины. Мощность и КПД.

Теоретические и действительные характеристики нагнетателей. Многоступенчатые и многопоточные машины. Осевые усилия. Работа нагнетателей в сети. Совместная работа нагнетателей. Параллельное, последовательное и смешанное включение нагнетателей.

Вентиляторы и насосы. Особенности их рабочих параметров. Кавитация. Допустимая высота всасывания. Условия работы насоса с двухфазной рабочей средой. Устойчивость работы нагнетателей. Влияние сжимаемости рабочего тела на условия работы нагнетателей. Типы характеристик центробежных насосов. Преобразование энергии в осевом нагнетателе. Решетка профилей. Особенности рабочих характеристик осевых машин. Устойчивость работы осевых нагнетателей.

Классификация нагнетателей объемного действия, особенности их работы. Поршневые компрессоры. Работа сжатия газа в идеальном и реальном поршневом компрессоре.

Работа и мощность поршневого компрессора. КПД компрессора. Многоступенчатое сжатие и промежуточное охлаждение. Роторные насосы. Многоступенчатые центробежные и осевые турбокомпрессоры.

Схема устройства и принцип работы турбинной ступени. Условия преобразования энергии. Активная и реактивная турбинная ступень. Сопловая и рабочая решетки.

Паровые и газовые турбины: достоинства и конструктивные особенности. Основы предварительного теплового расчета многоступенчатых турбин. Классификация, типы, энергетические характеристики отечественных конденсационных и теплофикационных паровых и газовых турбин. Регулируемые и нерегулируемые отборы пара. Защиты паровых и газовых турбин.

Двигатели внутреннего сгорания: классификация, схема устройства и принцип работы. Мощностные характеристики и режимы работы ДВС. Тепловой баланс и экономические показатели работы ДВС. Удельный расход натурального топлива в ДВС.

### **3) Источники и системы теплоснабжения**

Топливо-энергетические ресурсы. Современное состояние и проблемы энергетики в области производства электроэнергии и теплоты. Роль системного анализа при изучении дисциплины. Энергетические ресурсы. Топливо: органическое и ядерное. Топливные циклы: производство, транспорт, использование, отходы.

Источники теплоснабжения промышленных предприятий. Классификация источников тепла в системах теплоснабжения промышленных предприятий. Водяные системы теплоснабжения. Классификация систем централизованного теплоснабжения. Открытые и закрытые водяные системы теплоснабжения. Схемы присоединения тепловых потребителей и местных систем теплоснабжения к тепловым сетям. Паровые системы теплоснабжения: их классификация, схемы, состав оборудования. Тепловые сети.

Тепловые сети, классификация, схемы, конструкции элементов. Требования, предъявляемые к теплопроводам. Наземная и подземная прокладка тепловых сетей.

Компенсация температурных деформаций. Теплоизоляционные материалы. Защита теплопроводов от коррозии. Тепловые потери.

Типы тепловых электростанций. Станции на органическом топливе с паротурбинными установками. Конденсационные электростанции: простейшая схема, станции с промежуточным перегревом и регенеративным подогревом питательной воды.

Теплоэлектроцентрали. Газотурбинные установки (ГТУ). Парогазовые установки (ПГУ).

Показатели тепловой экономичности (ПТЭ) конденсационных тепловых электростанций и теплоэлектроцентралей (ТЭЦ).

Отпуск технологического пара. Отпуск тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Температурный график теплосети. Коэффициент теплофикации. Сетевая подогревательная установка. Основные уравнения для определения количества отпущенного и поставленного тепла. Узел учёта тепла и теплоносителя и его функции.

Схемы узлов учёта на тепловых пунктах потребителей в водяных и паровых системах.

Средства измерений для определения количеств тепла и теплоносителей, их достоинства, недостатки и область применения.

#### **4) Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии**

Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Солнечная энергия. Ветроэнергетика. Перспективы использования ВЭУ. ВЭС с точки зрения экологии. Геотермальная энергия. Энергия волн. Энергия приливов. Тепловые насосы.

### **4.2 Порядок проведения экзамена**

Перед экзаменом проводятся консультации по всем дисциплинам, включенным в госэкзамен.

Государственный экзамен проводится в письменной форме.

Каждый экзаменационный билет содержит четыре вопроса: три теоретических и один практический (задача).

## **5. ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

### **5.1. Общие требования к ВКР**

Видом выпускной квалификационной работы является – дипломный проект.

ВКР носит практическую направленность в соответствии с профилем «Энергообеспечение предприятий» и должна представлять собой законченную разработку на заданную тему.

ВКР может основываться на обобщении выполненных выпускником курсовых работ и проектов.

### **5.2. Выбор и утверждение темы ВКР**

Тематика ВКР разрабатывается кафедрой «Цифровая энергетика» в соответствии с ООП с учетом видов профессиональной деятельности выпускников. Перечень тем ВКР доводится до сведения выпускников не позднее, чем за 6 месяцев до начала государственной итоговой аттестации. Обучающийся может предложить свою тему с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки.

Закрепление темы за обучающимся осуществляется на основании личного заявления обучающегося на имя заведующего выпускающей кафедрой.

Заявления обучающихся об утверждении темы ВКР рассматриваются на заседании кафедры не позднее чем за неделю до начала преддипломной практики или периода выполнения квалификационной работы.

Утверждение обучающимся тем ВКР оформляется приказом ректора университета не позднее чем за неделю до окончания преддипломной практики.

### **5.3. Организация работы обучающегося при подготовке ВКР**

Для подготовки ВКР обучающемуся (нескольким обучающимся, выполняющим ВКР совместно) назначаются из числа профессорско-преподавательского состава кафедры, или специалистов иных организаций, осуществляющих деятельность по профилю соответствующей образовательной программы, руководитель ВКР и, при необходимости, консультант (консультанты) по подготовке ВКР. В случае если руководитель ВКР не является работающим на постоянной основе работником университета, в обязательном порядке назначается консультант по ВКР из числа профессорско-преподавательского состава выпускающей кафедры.

Руководитель обязан осуществлять руководство ВКР, в том числе:

- оказывать консультационную помощь обучающемуся в определении окончательной темы ВКР;

- разработать задание ВКР. Задание оформляется в двух экземплярах и хранится до защиты ВКР: один экземпляр – у руководителя, второй – у обучающегося;

- оказывать консультационную помощь обучающемуся в подборе литературы и фактического материала;

- содействовать в выборе методики исследования (разработки);

- осуществлять систематический контроль за ходом выполнения ВКР в соответствии с планом и графиком ее выполнения, полнотой и качеством разработки ее разделов;

- информировать заведующего кафедрой в случае несоблюдения обучающимся графика выполнения ВКР;

- давать квалифицированные рекомендации по содержанию ВКР;

- подготовить отзыв руководителя.

Консультант обязан:

- оказывать консультационную помощь обучающемуся в выборе методики исследования, в подборе литературы и фактического материала;

- давать квалифицированные рекомендации по содержанию отдельных разделов ВКР;

- подтвердить своей подписью на титульном листе работы (пояснительной записки) и в двух экземплярах задания выполнение обучающимся отдельных разделов ВКР.

В случае если руководитель ВКР не является работающим на постоянной основе работником университета, консультант, назначенный из числа профессорско-преподавательского состава выпускающей кафедры, обязан:

- совместно с руководителем осуществлять систематический контроль за ходом выполнения ВКР в соответствии с планом и графиком ее выполнения;

– информировать заведующего кафедрой о несоблюдении обучающимся графика выполнения ВКР.

#### **5.4. Требования к оформлению и содержанию ВКР**

Структура, содержание и объем ВКР определяются заданием, оформленным по установленной форме.

Рекомендуемые объемы пояснительной записки и графической части ВКР, а также требования к ее оформлению устанавливаются методическими указаниями к выполнению выпускной квалификационной работы по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (направленность «Энергообеспечение предприятий»).

#### **5.5. Порядок представления ВКР к защите**

Обучающийся обязан представить окончательный вариант ВКР руководителю не менее чем за 10 дней до назначенной даты защиты ВКР.

Руководитель дает письменный отзыв о работе обучающегося в период подготовки ВКР, в котором оценивает соответствие работы выданному заданию, степень самостоятельности обучающегося при выполнении ВКР, уровень подготовленности (сформированности требуемых стандартом и образовательной программой компетенций) обучающегося, выявленный в процессе работы над ВКР, проверяет ВКР и подписывает титульный лист работы (пояснительной записки) и два экземпляра задания, рекомендуя ВКР к защите перед экзаменационной комиссией.

Если руководитель не считает возможным допустить обучающегося к защите ВКР, то он обосновывает свое мнение в отзыве. Основаниями для недопуска руководителем обучающегося к защите являются:

- несоответствие работы выданному заданию;
- неполнота, низкое качество, грубые ошибки в разработке отдельных разделов;
- выявленная руководителем несамостоятельность обучающегося при выполнении работы.

Руководитель должен представить свой отзыв о работе обучающегося в период подготовки ВКР.

В случае выполнения ВКР несколькими обучающимися руководитель дает отзыв об их совместной работе в период подготовки ВКР.

ВКР, подписанная руководителем, на электронном и бумажном носителях вместе с отзывом руководителя, или недопущенная руководителем ВКР вместе с отрицательным отзывом руководителя, представляется обучающимся не позднее, чем за 7 дней до начала защит ВКР заведующему выпускающей кафедрой.

Обучающийся, не представивший в установленный ВКР с отзывом руководителя, не допускается к защите и отчисляется из университета как не прошедший государственную итоговую аттестацию с выдачей ему справки об обучении в университете установленного образца.

Заведующий выпускающей кафедрой принимает окончательное решение о допуске обучающегося к защите ВКР перед государственной экзаменационной комиссией и подписывает титульный лист работы.

Заведующий кафедрой может своим распоряжением организовать на кафедре предварительное слушание обучающихся по результатам выполненных работ.

Заведующий кафедрой в обязательном порядке выносит на заседание кафедры рассмотрение ВКР обучающегося в случаях, если:

- руководитель ВКР дал отрицательный отзыв и (или) не считает возможным допустить работу к защите;

- заведующий выпускающей кафедрой или лицо, его заменяющее, считает невозможным квалифицировать представленные материалы как ВКР, которая может быть представлена к защите.

На заседании кафедры должен присутствовать руководитель ВКР. Обучающийся должен быть должным образом и своевременно проинформирован о времени и месте проведения заседания.

Решение кафедры о допуске или недопуске ВКР к защите является окончательным.

В случае принятия кафедрой решения о несоответствии представленной работы требованиям, предъявляемым к ВКР, и недопуске ее к защите выписка из протокола заседания кафедры передается в организационный отдел института, а также по просьбе обучающегося выдается ему на руки. Директор института на основании решения кафедры представляет обучающегося к отчислению из университета, как не прошедшего государственную итоговую аттестацию с выдачей ему справки об обучении в университете установленного образца.

Текст ВКР в обязательном порядке проверяется на объём заимствования.

Порядок проверки на объём заимствования, в том числе содержательного, выявления неправомочных заимствований устанавливается соответствующим регламентом университета.

Ответственное лицо выпускающей кафедры не позднее, чем за 2 календарных дня до защиты выпускной квалификационной работы обеспечивает ознакомление обучающегося с отзывом и рецензией (рецензиями).

Перед защитой ВКР указанная работа, отзыв руководителя, рецензия (рецензии) и заключение руководителя ВКР о неправомочном заимствовании (при наличии) передается выпускающей кафедрой секретарю государственной экзаменационной комиссии.

На заседание государственной экзаменационной комиссии выносятся ВКР, допущенная кафедрой к защите, и допускается обучающийся, прошедший предшествующий государственный экзамен.



## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1 Перечень оценочных средств выпускной квалификационной работы

Типовые темы ВКР для профиля «Энергообеспечение предприятий» могут быть следующими:

- «Проект теплоснабжения жилого комплекса микрорайона «Снегири», г. Курган»;
- «Проект центрального теплового пункта для группы жилых и административных зданий г. Кургана»;
- «Проект модернизации центрального теплового пункта для группы жилых и административных зданий г. Кургана»;
- «Проект модернизации теплоснабжения жилого комплекса «Солнечный», г. Курган»;
- «Проект системы теплоснабжения предприятия АКО «Синтез», г. Курган»;
- «Проект газовой котельной, г. Шумиха»;
- «Проект автономного теплоснабжения многоэтажного жилого дома, г. Курган»;
- «Проект теплоснабжения предприятия «Корвет» для отпуска теплоты с реконструкцией тепловых сетей, г. Курган»;
- «Проект автоматизации тепловых процессов на ОАО «Курганская ТЭЦ»;
- «Проект комплексного энергоснабжения предприятия (цеха) с разработкой схем по каждому виду технологического энергоносителя».

### 6.2. Процедура оценивания результатов сдачи государственного экзамена

Оценивание результатов сдачи государственного экзамена осуществляется путем оценивания уровня освоения соответствующих компетенций и определения окончательной экзаменационной оценки.

Для экзамена, проводимого в письменной форме, назначается заседание экзаменационной комиссии, на котором осуществляется проверка и оценка письменных работ. Проверка письменной работы каждого обучающегося осуществляется не менее чем половиной состава экзаменационной комиссии. Результаты государственного аттестационного испытания объявляются после оформления в установленном порядке протоколов заседания государственной экзаменационной комиссии на следующий рабочий день после дня его проведения.

По результатам государственного экзамена– решения комплексных задач экзаменационная комиссия проставляет оценку по четырехбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Результаты государственного экзамена фиксируются протоколом заседания государственной экзаменационной комиссии и доводятся до студентов в день проведения государственного экзамена.

### **Вопросы для подготовки к государственному экзамену:**

1. Основные направления развития энергетики России.
2. Парогазовые установки: схема, назначение, показатели эффективности.
3. Роль паровых котлов в современной энергетике.
4. Характеристики котлоагрегатов. Классификация паровых котлов.
5. Утилизационные котлы.
6. Котлы типа Е и П: назначение, принципиальные схемы, параметры.
7. Котлы с естественной и искусственной тягой.
8. Газотопливные, жидкотопливные, твердотопливные и многотопливные котлы.
9. Тепловой баланс котлоагрегатов. КПД-брутто и КПД-нетто парового котла.
10. Потери тепла в котельной установке.
11. Аэродинамика котлоагрегата. Расчет вентилятора и дымососа.
12. Докотловая подготовка питательной воды. Внутрикотловая подготовка воды.
13. Классификация нагнетателей и тепловых двигателей.
14. Анализ влияния начальных условий, охлаждения и подвода тепла, сжимаемости и типа рабочего тела на работу сжатия и расширения.
15. Классификация насосов, их основные типы и характеристики.
16. Понятие удельной работы, напора и давления нагнетателя.
17. Неустойчивая работа насоса (помпаж).
18. Последовательное и параллельное соединение насосов.
19. Кавитация в насосах и допустимая высота всасывания.
20. Типы паровых турбин. Стандартные параметры пара. Конструкция паровой турбины.
21. Идеальный цикл Ренкина для ПТУ, работающей на перегретом паре; понятие термического КПД цикла.
22. Принцип работы, классификация и область применения двигателей внутреннего сгорания.
23. Схемы двигателей внутреннего сгорания, основные показатели работы двигателей.
24. Тепловые насосы. Устройство, принцип действия, показатели эффективности.
25. Конденсаторы и испарители. Назначение, устройство, физические процессы.
26. Годовой график суммарной тепловой нагрузки промышленных предприятий.
27. Схемы присоединения установок горячего водоснабжения и отопления к закрытым и открытым тепловым сетям.

28. Основные требования к эксплуатации котельных установок.
29. Характеристика теплоэнергетических систем промышленных предприятий.
30. Классификация электрических станций. Классификация паротурбинных электрических станций.
31. Место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий.
32. Определение мощности машины, понятие о КПД нагнетателя и теплового двигателя.
33. Закрытые и открытые тепловые сети: понятие, преимущества и недостатки.
34. Работа газовой турбины в составе энергетических и приводных газотурбинных установок.
35. Компрессоры. Классификация, устройство, основные параметры.
36. Общее устройство холодильной машины. Компрессионный цикл охлаждения.
37. Принцип работы и схемы газотурбинных установок.
38. Задачи оперативного управления круглосуточной работой энергосистемы предприятия.
39. Хладагенты. Характеристики, особенности применения.
40. Классификация тепловой нагрузки. Определение расходов теплоты на отопление и вентиляцию.
41. Схемы конденсационных электрических станций на органическом топливе.
42. Принципиальные тепловые схемы ТЭЦ. Преимущества и недостатки теплофикации.
43. Выбор системы теплоснабжения. Преимущества воды, как теплоносителя, по сравнению с паром.
44. Свойства системы: надёжность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, безопасность.
45. Назначение, классификация и рациональные области использования промышленных котельных в системах теплоснабжения.
46. Кондиционеры сплит-систем. Особенности конструкции и режимы работы.
47. Эксплуатация, оперативное обслуживание и диагностика электрооборудования.
48. Децентрализованное теплоснабжение.
49. Теплоэнергетическое хозяйство предприятия (основные компоненты теплоэнергетической системы и их функциональное назначение).
50. Мгновенные и постепенные отказы систем
51. Методы расчета характеристик и показателей надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов и систем.
52. Факторы прямого и косвенного загрязнения атмосферы.
53. Принципы рационального использования энергии и ресурсов.

54. Тепловая изоляция. Назначение, условия применения, варианты исполнения.
55. Методика проведения энергетического обследования. Этапы комплексных энергетических обследований.
56. Проблемы энергетики России. Основные направления энергетической политики РФ.
57. Контроль выбросов предприятий. Неконтролируемые влиятельные загрязнители.
58. Методы повышения надежности и эффективности сложных систем.
59. Схема реализации энергосберегающих мероприятий. Счетчики.
60. Задачи энергетического обследования. Предписывающие, ограничительные и поощрительные организационно-экономические меры.
61. Основные требования к эксплуатации теплоиспользующих установок.
62. Роль человека в эксплуатации. Роль автоматики в эксплуатации. Достоинства и недостатки человека при участии в процессе эксплуатации. Разграничение функций человека и автоматики.
63. Тепловой баланс помещений. Физический смысл и принцип расчета.
64. Основные правила хранения твердого топлива. Основные правила слива, хранения мазута и ремонта резервуаров. Основные правила эксплуатации газопроводов и ГРП.
65. Основные технико-экономические показатели работы тепловых электростанций.
66. Энерго- и ресурсосбережение как фактор, способствующий увеличению темпов экономического развития.
67. Основные разделы энергетического паспорта предприятия. Основные задачи энергетических паспортов.
68. Надзор за правильностью эксплуатации. Персонал, эксплуатирующий установки и сети. Структура, задачи и функции служб Ростехнадзора.
69. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.
70. Организационная структура энергетического хозяйства предприятия.
71. Основные задачи эксплуатирующей организации. Установление границ ответственности между цехами и между поставщиками и потребителями.
72. Основные требования к эксплуатации центробежных насосов.
73. Уровни управления энергохозяйством и их взаимосвязь.
74. Основные характеристики тягодутьевых установок и требования к их эксплуатации.
75. Энергетика как фактор загрязнения окружающей среды.

### **6.3. Процедура оценивания результатов защиты ВКР**

Оценивание результатов защиты ВКР осуществляется путем оценивания уровня освоения соответствующих компетенций и определения окончательной оценки.

Результаты защиты выпускной квалификационной работы определяются путем голосования членов государственной экзаменационной комиссии

По результатам голосования работе выставляется итоговая оценка по четырехбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Результаты защиты выпускной квалификационной работы объявляются в день его проведения после оформления протоколов заседания экзаменационной комиссии.

### **6.4. Полный фонд оценочных средств**

Полный банк экзаменационных билетов для государственного экзамена, перечень тем выпускных квалификационных работ, описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания содержится в учебно-методическом комплексе государственной итоговой аттестации образовательной программы.

## **7. РЕКОМЕНДАЦИИ ВЫПУСКНИКАМ ПО ПОДГОТОВКЕ К ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

В период подготовки к сдаче государственного экзамена предусмотрены консультации по разделам государственного экзамена.

При выполнении ВКР рекомендуется соблюдать ритмичность работы и согласовывать законченные разделы с руководителем с целью обеспечения соответствия требованиям содержания и задания на ВКР.

В период подготовки к процедуре защиты ВКР выпускникам рекомендуется составить текст доклада, учитывая установленные временные ограничения на доклад и согласовать его с руководителем.

После получения рецензии необходимо ознакомиться с замечаниями к работе, указанными рецензентом и подготовить ответы на эти замечания.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ ИНТЕРНЕТ**

### **Основная литература**

1. Основы современной энергетики. т.1: учебник для вузов, в 2 т./под общ. ред. Е. В. Аметистова, А. П. Бурмана, В. А. Строева; 4-е изд., перераб. и доп. - М.: МЭИ, 2008. – 632 с. - Доступ из ЭБС «Консультант студента».

2. Энергоснабжение промышленных предприятий. Проектирование тепловых сетей [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Мятёж Т.В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - Доступ из ЭБС «Консультант студента».

## Дополнительная литература

1. Видин, Ю. В. Техническая термодинамика и теплообмен : учебное пособие / Ю. В. Видин, В. С. Злобин. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2022. - 332 с. - Доступ из ЭБС «znanium.com».
2. Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и газа: учебник, - 6-е изд. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 272 с.
3. Елифанов, В.С. Термодинамика [Электронный ресурс] / В.С. Елифанов, А.М. Степанов. - М.: Альтаир-МГАВТ, 2015. - 88 с. - Доступ из ЭБС «znanium.com».
4. Елифанов, Е. С. Решение задач по термодинамике [Электронный ресурс] : учебно-метод. пос. / Е. С. Елифанов. - М.: МГАВТ, 2002. - 132 с. - Доступ из ЭБС «znanium.com».
5. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 184 с. - Доступ из ЭБС «znanium.com».
6. Теплообмен [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Ф.Ф. Цветков, Б.А. Григорьев - М. : Издательский дом МЭИ, 2011. - Доступ из ЭБС «Консультант студента».
7. Светлов, Ю.В. Основы расчета трубчатых теплообменников [Электронный ресурс] / Ю.В. Светлов // Установки, машины и аппараты криогенной техники. Часть 1. - М.: Пищевая промышленность, 1976. - с. 152 - 166. - Доступ из ЭБС «znanium.com».
8. Шаров, Ю. И. Техническая термодинамика : учебное пособие / Ю. И. Шаров, О. К. Григорьева, А. А. Францева. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 215 с. - Доступ из ЭБС «znanium.com».
9. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] : учебник для вузов / О.Л. Данилов, А.Б. Гаряев, И.В. Яковлев и др.; под ред. А.В. Клименко. - М. : Издательский дом МЭИ, 2010. - Доступ из ЭБС «Консультант студента».
10. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Овчинников Ю.В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. - Доступ из ЭБС «Консультант студента».
11. Энергосбережение [Электронный ресурс] : учебник / Стрельников Н.А. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - Доступ из ЭБС «Консультант студента».
12. Электроснабжение промышленных предприятий и городов : учеб. пособие / Г.Н. Ополева. — М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2018. — 416 с. — (Высшее образование: Бакалавриат) . – Доступ из ЭБС «znanium.com».
13. Электрическая часть тепловых электрических станций : учебник / М. А. Купарев, И. И. Литвинов, В. Е. Глазырин [и др.]. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 275 с. – Доступ из ЭБС «znanium.com».

Аннотация к программе  
**государственной итоговой аттестации**  
образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата  
**13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника»**  
Направленность:  
**Энергообеспечение предприятий**

Трудоемкость: 9 зачетных единиц (324 академических часа)

Семестр: 8 (очная форма обучения), 10 (заочная форма обучения)

Форма государственной итоговой аттестации:

- подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена;
- подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

**Содержание программы государственной итоговой аттестации:**

Характеристика профессиональной деятельности выпускника, планируемые результаты обучения, описание процедур проведения государственной итоговой аттестации, фонд оценочных средств, рекомендации выпускникам по подготовке к государственной итоговой аттестации, перечень рекомендуемой литературы и ресурсов сети интернет.