

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 18.04.2024 19:44:13
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт сервиса и отраслевого управления

УТВЕРЖДАЮ

Директор

_____ А.В. Воронин

« ____ » _____ 2022 г.

ПРОГРАММА

государственной итоговой аттестации
выпускников по направлению подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль): Промышленная теплоэнергетика
Квалификация: бакалавр

РАЗРАБОТАЛ
Заведующий кафедрой ПТ

(подпись)

А.П. Белкин

«___» _____ 2022 г.

Рассмотрено на заседании Учёного совета
Института сервиса и отраслевого управления

Протокол от «___» _____ 20__ г. № _____
Секретарь _____ Н.Н. Александрова
(подпись)

1. Общие положения

1.1. Целью государственной итоговой аттестации (ГИА) выпускников, освоивших основную профессиональную образовательную программу высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (направленность Промышленная теплоэнергетика), является установление уровня развития и освоения выпускником компетенций и качества его подготовки к профессиональной деятельности в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) № 143 от 28 февраля 2018 года, Примерной основной образовательной программой (ПООП) от 24 июня 2019 года и ОПОП ВО, разработанной в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Тюменский индустриальный университет».

1.2. ГИА по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (направленность Промышленная теплоэнергетика) включает следующие виды аттестационных испытаний:

- государственный экзамен (ГЭ), позволяющий выявить и оценить теоретическую подготовку к решению профессиональных задач в соответствии с областями, сферами и типами задач профессиональной деятельности, установленными ОПОП ВО.

- защита выпускной квалификационной работы (ВКР) по одной из тем, отражающих актуальную проблематику профессиональной деятельности в сфере проектирования и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники.

Объем ГИА составляет 9 з.е. (6 недель), из них:

ГЭ, включая подготовку к экзамену и сдачу экзамена – 3 з.е. (2 недели);

ВКР, включая подготовку к защите и защиту ВКР/ выполнение ВКР, подготовку к защите и защиту ВКР – 6 з.е. (4 недели).

1.3. Характеристика профессиональной деятельности выпускников

Таблица 1

Область профессиональной деятельности	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности или области знаний
16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сфере проектирования и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники)	Проектно-конструкторский	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> объекты малой энергетики; объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики; системы энергообеспечения предприятий; нефтяной и газовый промысел; магистральные нефте- и газопроводы; котельные установки и парогенераторы различного назначения; тепловые сети и системы теплоснабжения; тепломассообменные аппараты различного назначения; установки систем кондиционирования воздуха; нагнетатели и тепловые двигатели; компрессорные холодильные установки; вспомогательное теплотехнологическое оборудование; рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок; паровые и водогрейные котлы; системы топливоснабжения
	Производственно-технологический	<ul style="list-style-type: none"> разработка схем размещения ОПД и их систем; разработка правил технологической дисциплины при обслуживании ОПД; 	<ul style="list-style-type: none"> объекты малой энергетики; объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики; системы энергообеспечения предприятий;

Область профессиональной деятельности	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности или области знаний
		<ul style="list-style-type: none"> • контроль соблюдения норм расхода топлива и всех видов энергоресурсов на ОПД; • организация метрологического обеспечения технологических процессов ОПД; • участие в работах по освоению и доводке технологических процессов в ходе подготовки производства продукции; • контроль соблюдения экологической безопасности на производстве; • обеспечение экологической безопасности действующих и проектируемых объектов профессиональной деятельности 	<ul style="list-style-type: none"> • нефтяной и газовый промысел; • магистральные нефте- и газопроводы; • котельные установки и парогенераторы различного назначения; • тепловые сети и системы теплоснабжения; • теплообменные аппараты различного назначения; • установки систем кондиционирования воздуха; • нагнетатели и тепловые двигатели; • компрессорные холодильные установки; • вспомогательное теплотехнологическое оборудование; • рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок; • паровые и водогрейные котлы; • системы топливоснабжения
20 Электроэнергетика (в сфере теплоэнергетики и теплотехники)	Проектно-конструкторский	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики; • тепловые электрические станции; • системы энергообеспечения предприятий; • нефтяной и газовый промысел; • магистральные нефте- и газопроводы; • котельные установки и парогенераторы различного назначения; • тепловые сети и системы теплоснабжения; • теплообменные аппараты различного назначения; • вспомогательное теплотехнологическое оборудование; • рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок; • паровые и водогрейные котлы; • паровые и газовые турбины; • энергоблоки ПТУ и ГТУ; • системы топливоснабжения; • установки, системы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии
	Производственно-технологический	<ul style="list-style-type: none"> • разработка схем размещения ОПД и их систем; • разработка правил технологической дисциплины при обслуживании ОПД; • контроль соблюдения норм расхода топлива и всех видов энергоресурсов на ОПД; • организация метрологического обеспечения технологических процессов ОПД; • участие в работах по освоению и доводке технологических процессов в ходе подготовки производства продукции; • контроль соблюдения экологической безопасности на производстве; • обеспечение 	<ul style="list-style-type: none"> • объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики; • тепловые электрические станции; • системы энергообеспечения предприятий; • нефтяной и газовый промысел; • магистральные нефте- и газопроводы; • котельные установки и парогенераторы различного назначения; • тепловые сети и системы теплоснабжения; • теплообменные аппараты различного назначения; • вспомогательное теплотехнологическое оборудование; • рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок; • паровые и водогрейные котлы; • паровые и газовые турбины; • энергоблоки ПТУ и ГТУ; • системы топливоснабжения;

Область профессиональной деятельности	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности или области знаний
		экологической безопасности и проектируемых объектов профессиональной деятельности	<ul style="list-style-type: none"> • установки, системы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии

1.4. Требования к результатам освоения ОПОП ВО.

В результате освоения основной образовательной программы у выпускников сформированы компетенции:

- универсальные (УК), общепрофессиональные компетенции (ОПК), установленные ФГОС ВО;
- самостоятельно установленные профессиональные компетенции (ПКС), установленные ОПОП ВО.

2. Результаты освоения ОПОП ВО, проверяемые в ходе ГИА

2.1. В ходе ГИА проверяется степень освоения выпускником следующих компетенций, установленных ОПОП ВО:

Универсальные компетенции выпускников (УК) и индикаторы их достижения (ИДК) приведены в таблице 2.1

Таблица 2.1

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Осуществляет выбор актуальных российских и зарубежных источников, а так же поиск, сбор и обработку информации, необходимой для решения поставленной задачи	Математика; Начертательная геометрия и компьютерная графика; Физика; Теория решения изобретательских задач; Цифровая культура; Программирование; Системы искусственного интеллекта; Цифровой профиль объектов; Технологии имитационного моделирования; Технологические процессы и размерный анализ в аддитивном производстве; Master- модели в промышленности; Математика и Python для анализа данных; Машинное обучение и вопросы искусственного интеллекта; Нейронные сети; Прикладные задачи анализа данных; Инженерная экология; Утилизация и рециклинг отходов; Производственный экологический контроль
		УК-1.2. Систематизирует и критически анализирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	Математика; Начертательная геометрия и компьютерная графика; Физика; Теория решения изобретательских задач; Цифровая культура; Программирование; Системы искусственного интеллекта; Цифровой профиль объектов; Технологии имитационного моделирования; Технологические процессы и размерный анализ в аддитивном производстве; Master- модели в промышленности; Математика и Python для анализа данных; Машинное обучение и вопросы искусственного интеллекта; Нейронные сети; Прикладные задачи анализа данных; Утилизация и рециклинг отходов; Производственный экологический контроль
		УК-1.3. Использует методики системного	Математика;

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
		подхода при решении поставленных задач	Физика; Теория решения изобретательских задач; Цифровая культура; Программирование; Системы искусственного интеллекта; Цифровой профиль объектов; Технологии имитационного моделирования; Технологические процессы и размерный анализ в аддитивном производстве; Master- модели в промышленности; Математика и Python для анализа данных; Машинное обучение и вопросы искусственного интеллекта; Нейронные сети; Прикладные задачи анализа данных; Утилизация и рециклинг отходов; Производственный экологический контроль;
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Проводит анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения	Математика; Начертательная геометрия и компьютерная графика; Физика; Теория решения изобретательских задач; Проектная деятельность; Теоретическая механика; Сопротивление материалов; Программирование; Правовая охрана результатов интеллектуальной деятельности; Технологическое предпринимательство; Системы искусственного интеллекта; Цифровой профиль объектов; Технологии имитационного моделирования; Технологические процессы и размерный анализ в аддитивном производстве; Master- модели в промышленности; Математика и Python для анализа данных; Машинное обучение и вопросы искусственного интеллекта; Нейронные сети; Прикладные задачи анализа данных; Экологистика; Производственный экологический контроль; Операционный менеджмент в производственных и сервисных компаниях; Инструменты системы «бережливого производства»; Понятие системного подхода. Теория ограничений. Быстрореагирующее производство; Гибкие подходы в управлении компанией;

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
		УК-2.2. Выбирает оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений	<p>Математика; Начертательная геометрия и компьютерная графика; Физика; Теория решения изобретательских задач; Проектная деятельность; Теоретическая механика; Сопротивление материалов; Программирование; Цифровая культура; Правовая охрана результатов интеллектуальной деятельности; Технологическое предпринимательство; Системы искусственного интеллекта; Цифровой профиль объектов; Технологии имитационного моделирования; Технологические процессы и размерный анализ в аддитивном производстве; Master- модели в промышленности; Математика и Python для анализа данных; Машинное обучение и вопросы искусственного интеллекта; Нейронные сети; Прикладные задачи анализа данных; Экологистика; Производственный экологический контроль; Операционный менеджмент в производственных и сервисных компаниях; Инструменты системы «бережливого производства»; Понятие системного подхода. Теория ограничений. Быстрореагирующее производство; Гибкие подходы в управлении компанией; Технико-экономическое обоснование проектов</p>
		УК-2.3. Анализирует действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие область профессиональной деятельности	<p>Метрология и стандартизация; Теория решения изобретательских задач; Проектная деятельность; Сопротивление материалов; Правовая охрана результатов интеллектуальной деятельности; Технологическое предпринимательство; Системы искусственного интеллекта; Цифровой профиль объектов; Технологии имитационного моделирования; Технологические процессы и размерный анализ в аддитивном производстве; Master- модели в промышленности; Математика и Python для анализа данных; Машинное обучение и вопросы искусственного интеллекта;</p>

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. Осознает функции и роли членов команды, собственную роль в команде УК-3.2. Устанавливает контакты в процессе социального взаимодействия УК-3.3. Выбирает стратегию поведения в команде в зависимости от условий	Нейронные сети; Прикладные задачи анализа данных; Экологистика; Производственный экологический контроль; Понятие системного подхода. Теория ограничений. Быстрореагирующее производство; Гибкие подходы в управлении компанией; Проектная деятельность Проектная деятельность Проектная деятельность; Учебная практика Ознакомительная практика
Коммуникация	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1. Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке УК-4.2. Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах не менее чем на одном иностранном языке УК-4.3. Использует современные информационно-коммуникационные средства в процессе деловой коммуникации	Проектная деятельность Иностранный язык; Технический иностранный язык Иностранный язык; Технический иностранный язык; Проектная деятельность
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	УК-5.1. Понимает закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур в этическом и философском контексте УК-5.2. Понимает и воспринимает разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах УК-5.3. Демонстрирует навыки общения в мире культурного многообразия с использованием этических норм поведения	История (история России, всеобщая история); Философия История (история России, всеобщая история); Философия История (история России, всеобщая история); Философия
Самоорганизация и саморазвитие (в том	УК-6. Способен управлять своим	УК-6.1. Эффективно управляет собственным временем	История (история России, всеобщая история); Проектная деятельность;

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
числе здоровьесбережение)	временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни		Правовая охрана результатов интеллектуальной деятельности
		УК-6.2. Планирует траекторию своего профессионального развития и предпринимает шаги по её реализации	История (история России, всеобщая история); Проектная деятельность; Правовая охрана результатов интеллектуальной деятельности; Философия
		УК-6.3. Использует предоставляемые возможности для приобретения новых знаний и навыков	История (история России, всеобщая история); Метрология и стандартизация; Проектная деятельность; Правовая охрана результатов интеллектуальной деятельности; Философия
	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК-7.1. Понимает роль и значение физической культуры и спорта в жизни человека и общества	Физическая культура и спорт; Общая физическая подготовка; Прикладная физическая культура; Адаптивная физическая культура
		УК-7.2. Применяет на практике разнообразные средства физической культуры и спорта, туризма для сохранения и укрепления здоровья и психофизической подготовки	Физическая культура и спорт; Общая физическая подготовка; Прикладная физическая культура; Адаптивная физическая культура
		УК-7.3. Использует средства и методы физического воспитания для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни	Физическая культура и спорт; Общая физическая подготовка; Прикладная физическая культура; Адаптивная физическая культура
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.1. Идентифицирует угрозы (опасности) природного и техногенного происхождения для жизнедеятельности человека	Безопасность жизнедеятельности; Безопасность технологических процессов в теплоэнергетике; Инженерная экология; Экологистика; Утилизация и рециклинг отходов; Производственный экологический контроль
		УК-8.2. Поддерживает безопасные условия жизнедеятельности, способен выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций	Безопасность жизнедеятельности; Безопасность технологических процессов в теплоэнергетике; Инженерная экология; Экологистика; Утилизация и рециклинг отходов; Производственный экологический контроль
		УК-8.3. Оценивает вероятность возникновения потенциальной опасности и принимает меры по ее предупреждению	Безопасность жизнедеятельности; Безопасность технологических процессов в теплоэнергетике; Инженерная экология;

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции и военных конфликтов	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность	УК-9. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-9.1. Понимает основные законы и закономерности функционирования экономики, необходимые для решения профессиональных задач	Экологистика; Утилизация и рециклинг отходов; Производственный экологический контроль
		УК-9.2. Применяет экономические знания при выполнении практических задач; принимает обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	Технологическое предпринимательство; Технико-экономическое обоснование проектов
		УК-9.3. Способен использовать основные положения и методы экономических наук при решении профессиональных задач	Технологическое предпринимательство
Гражданская позиция	УК-10. Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению	УК-10.1. Понимает значение основных правовых категорий, сущность коррупционного поведения, причины возникновения, степень влияния на развитие общества	Правовая охрана результатов интеллектуальной деятельности
		УК-10.2. Демонстрирует знание законодательства, а также антикоррупционных стандартов поведения, уважение к праву и закону	Правовая охрана результатов интеллектуальной деятельности
		УК-10.3. Идентифицирует и оценивает коррупционные риски, проявляет нетерпимое отношение к коррупционному поведению	Правовая охрана результатов интеллектуальной деятельности

Универсальные компетенции выпускников (УК) и индикаторы их достижения (ИДК) для общеуниверситетских элективов приведены в таблице

2.2

Таблица 2.2

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (общеуниверситетские элективы), формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
Системное и критическое	УК-1. Способен осуществлять поиск,	УК-1.1. Осуществляет выбор актуальных российских и зарубежных источников, а	Человек в искусстве: эстетическое в инженерной деятельности; Защита прав потребителей;

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (общеуниверситетские элективы), формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
мышление	критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	так же поиск, сбор и обработку информации, необходимой для решения поставленной задачи	<p>Цифровые коммуникации; Оптимизация бизнес-процессов; Математика вещей; Оценка рисков и возможностей; Патентное сопровождение инновационной деятельности; Сити-фермерство; Техноценозы; Основы системного анализа для принятия оптимального решения; Качество и безопасность продовольственных и непродовольственных товаров; Интеллектуальные средства автоматизации; Объектно-ориентированный анализ и проектирование; Креативные технологии в информационном пространстве; Стандартизация умного производства; Моделирование технологических процессов с применением машинного обучения; Программная инженерия; Цифровые навыки и компетенции: обработка естественного языка; Цифровые навыки и компетенции: язык Python; Компьютерный статический конструкционный инженерный анализ; Работа с информацией и системы управления базами данных; Инженерная и компьютерная графика в строительстве; Вероятностно-статистические методы принятия решений; Культурный код: «инженер читающий»; Эколингвистические основы техносферной безопасности; Язык и мышление: нейролингвистическое программирование; Практическое системное мышление; Прикладные статистические методы и модели в девелопменте; Python для анализа данных: введение; Инженерный дизайн; Программирование САМ; Прототипирование; Компьютерное зрение в решении инженерных задач; Инновационная промышленная архитектура; Прототипирование промышленных объектов; САД, САМ, САЕ для систем прототипирования; Основы работы в цифровой среде и поиска информации; Инструменты веб-коммуникаций; Системный анализ</p>
		УК-1.2. Систематизирует и критически анализирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с	<p>Человек в искусстве: эстетическое в инженерной деятельности; Защита прав потребителей; Математика вещей;</p>

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (общеуниверситетские элективы), формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
		<p>требованиями и условиями задачи</p>	<p>Оценка рисков и возможностей; Патентное сопровождение инновационной деятельности; Сити-фермерство; Техноценозы; Основы системного анализа для принятия оптимального решения; Качество и безопасность продовольственных и непродовольственных товаров; Интеллектуальные средства автоматизации; Объектно-ориентированный анализ и проектирование; Стандартизация умного производства; Моделирование технологических процессов с применением машинного обучения; Программная инженерия; Цифровые навыки и компетенции: обработка естественного языка; Цифровые навыки и компетенции: язык Python; Компьютерный статический конструкционный инженерный анализ; Информационное моделирование инженерных объектов; Работа с информацией и системы управления базами данных; Цифровые технологии в управлении качеством; Data Mining Интеллектуальный анализ производственной информации; Вероятностно-статистические методы принятия решений; Культурный код: «инженер читающий»; Эколингвистические основы техносферной безопасности; Язык и мышление: нейролингвистическое программирование; Практическое системное мышление; Прикладные статистические методы и модели в девелопменте; Python для анализа данных: введение; Инженерный дизайн; Программирование САМ; Прототипирование; Компьютерный инжиниринг CAE; Численное моделирование физических полей; Компьютерное зрение в решении инженерных задач; Инновационная промышленная архитектура; Прототипирование промышленных объектов; CAD, CAM, CAE для систем прототипирования; Основы работы в цифровой среде и поиска информации; Системный анализ</p>
		<p>УК-1.3. Использует методики системного подхода при решении поставленных задач</p>	<p>Человек в искусстве: эстетическое в инженерной деятельности; Защита прав потребителей; Математика вещей; Оценка рисков и возможностей;</p>

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (общеуниверситетские элективы), формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
			Патентное сопровождение инновационной деятельности; Имитационное моделирование; Сити-фермерство; Техноценозы; Основы системного анализа для принятия оптимального решения; Качество и безопасность продовольственных и непродовольственных товаров; Интеллектуальные средства автоматизации; Объектно-ориентированный анализ и проектирование; ANSYS в решении инженерных задач; Стандартизация умного производства; Моделирование технологических процессов с применением машинного обучения; Программная инженерия; Цифровые навыки и компетенции: обработка естественного языка; Цифровые навыки и компетенции: язык Python; Компьютерный статический конструкционный инженерный анализ; Работа с информацией и системы управления базами данных; Цифровые технологии в управлении качеством; Управление технологическими проектами; Вероятностно-статистические методы принятия решений; Культурный код: «инженер читающий»; Эколингвистические основы техносферной безопасности; Язык и мышление: нейролингвистическое программирование; Практическое системное мышление; Прикладные статистические методы и модели в девелопменте; Python для анализа данных: введение; Инженерный дизайн; Программирование САМ; Прототипирование; Обратный инжиниринг деталей и машин; Компьютерное зрение в решении инженерных задач; Инновационная промышленная архитектура; Прототипирование промышленных объектов; САД, САМ, САЕ для систем прототипирования; Основы работы в цифровой среде и поиска информации; Системный анализ
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы	УК-2.1. Проводит анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения	Защита прав потребителей; Управление личными инвестициями; Экономика окружающей среды и устойчивое развитие; Оценка рисков и возможностей; Патентное сопровождение инновационной деятельности;

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (общеуниверситетские элективы), формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
	их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	<p>УК-2.2. Выбирает оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>Основы системного анализа для принятия оптимального решения; Качество и безопасность продовольственных и непродовольственных товаров; Интеллектуальные средства автоматизации; Объектно-ориентированный анализ и проектирование; ANSYS в решении инженерных задач; Стандартизация умного производства; Моделирование технологических процессов с применением машинного обучения; Программная инженерия; Цифровые навыки и компетенции: обработка естественного языка; Цифровые навыки и компетенции: язык Python; Компьютерный статический конструкционный инженерный анализ; Информационное моделирование инженерных объектов; Системная инженерия; Цифровизация и мессенджеры: язык и стиль общения; Инженерная идея: цель – речь – презентация; Data Mining Интеллектуальный анализ производственной информации; Проект - основы реализации; Управление технологическими проектами; Вероятностно-статистические методы принятия решений; Право в проектной деятельности: Foresight; Основы Российского и международного права; Основы финансовой грамотности; Экономика выбора и принятия решений; Политико-правовая компетентность личности; Правовой статус личности в современном мире; Крауд-технологии в системе "зеленой" экономики; Методы управления качеством; Инженерный дизайн; Программирование САМ; Прототипирование; Численное моделирование физических полей; Компьютерное зрение в решении инженерных задач; Инновационная промышленная архитектура; Прототипирование промышленных объектов; CAD, CAM, CAE для систем прототипирования; Системный анализ; Python для анализа данных: введение</p> <p>Защита прав потребителей; Управление личными инвестициями; Экономика окружающей среды и устойчивое развитие;</p>

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (общеуниверситетские элективы), формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
			<p>Оценка рисков и возможностей; Патентное сопровождение инновационной деятельности; Техноценозы; Основы системного анализа для принятия оптимального решения; Качество и безопасность продовольственных и непродовольственных товаров; Интеллектуальные средства автоматизации; Объектно-ориентированный анализ и проектирование; ANSYS в решении инженерных задач; Стандартизация умного производства; Моделирование технологических процессов с применением машинного обучения; Программная инженерия; Цифровые навыки и компетенции: обработка естественного языка; Цифровые навыки и компетенции: язык Python; Компьютерный статический конструкционный инженерный анализ; Информационное моделирование инженерных объектов; Системная инженерия; Инженерная и компьютерная графика в строительстве; Цифровизация и мессенджеры: язык и стиль общения; Инженерная идея: цель – речь – презентация; Data Mining Интеллектуальный анализ производственной информации; Управление технологическими проектами; Вероятностно-статистические методы принятия решений; Право в проектной деятельности: Foresight; Основы Российского и международного права; Основы финансовой грамотности; Экономика выбора и принятия решений; Политико-правовая компетентность личности; Правовой статус личности в современном мире; Крауд-технологии в системе "зеленой" экономики; Методы управления качеством; Инженерный дизайн; Программирование САМ; Прототипирование; Компьютерный инжиниринг CAE; Компьютерное зрение в решении инженерных задач; Инновационная промышленная архитектура; Прототипирование промышленных объектов; CAD, CAM, CAE для систем прототипирования; Системный анализ; Python для анализа данных: введение</p>

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (общеуниверситетские элективы), формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
		УК-2.3. Анализирует действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие область профессиональной деятельности	<p>Защита прав потребителей; Управление личными инвестициями; Экономика окружающей среды и устойчивое развитие; Оценка рисков и возможностей; Патентное сопровождение инновационной деятельности; Основы системного анализа для принятия оптимального решения; Качество и безопасность продовольственных и непродовольственных товаров; Интеллектуальные средства автоматизации; Объектно-ориентированный анализ и проектирование; ANSYS в решении инженерных задач; Стандартизация умного производства; Моделирование технологических процессов с применением машинного обучения; Компьютерный статический конструкционный инженерный анализ; Информационное моделирование инженерных объектов; Системная инженерия; Цифровизация и мессенджеры: язык и стиль общения; Инженерная идея: цель – речь – презентация; Data Mining Интеллектуальный анализ производственной информации; Управление технологическими проектами; Вероятностно-статистические методы принятия решений; Право в проектной деятельности: Foresight; Основы Российского и международного права; Основы финансовой грамотности; Экономика выбора и принятия решений; Политико-правовая компетентность личности; Правовой статус личности в современном мире; Крауд-технологии в системе "зеленой" экономики; Методы управления качеством; Инженерный дизайн; Программирование САМ; Прототипирование; Обратный инжиниринг деталей и машин; Компьютерное зрение в решении инженерных задач; Инновационная промышленная архитектура; Прототипирование промышленных объектов; CAD, CAM, CAE для систем прототипирования; Системный анализ; Python для анализа данных: введение</p>
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен осуществлять	УК-3.1. Осознает функции и роли членов команды, собственную роль в команде	<p>Математика вещей; Сити-фермерство;</p>

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (общеуниверситетские элективы), формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
	социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде		<p>Интеллектуальные средства автоматизации; Объектно-ориентированный анализ и проектирование; ANSYS в решении инженерных задач; Программная инженерия; Цифровые навыки и компетенции: язык Python; Системная инженерия; Agile-технологии управления промышленным предприятием; Проект - основы реализации; Вероятностно-статистические методы принятия решений; Законы коммуникации в цифровой среде; Профессиональная и деловая этика; Управление персоналом и командами в кросс-культурной среде; Ценность клиентского опыта; Законы коммуникации: говорим о бизнес-идее; Методы управления качеством</p>
		УК-3.2. Устанавливает контакты в процессе социального взаимодействия	<p>Технологии межличностного взаимодействия; Математика вещей; Сити-фермерство; Программная инженерия; Цифровые навыки и компетенции: язык Python; Системная инженерия; Agile-технологии управления промышленным предприятием; Вероятностно-статистические методы принятия решений; Законы коммуникации в цифровой среде; Профессиональная и деловая этика; Управление персоналом и командами в кросс-культурной среде; Ценность клиентского опыта; Законы коммуникации: говорим о бизнес-идее; Методы управления качеством</p>
		УК-3.3. Выбирает стратегию поведения в команде в зависимости от условий	<p>Технологии межличностного взаимодействия; Математика вещей; Сити-фермерство; Интеллектуальные средства автоматизации; Объектно-ориентированный анализ и проектирование; Программная инженерия; Цифровые навыки и компетенции: язык Python; Системная инженерия; Agile-технологии управления промышленным предприятием; Вероятностно-статистические методы принятия решений; Законы коммуникации в цифровой среде; Профессиональная и деловая этика;</p>

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (общеуниверситетские элективы), формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
			<p>Управление персоналом и командами в кросс-культурной среде; Ценность клиентского опыта; Законы коммуникации: говорим о бизнес-идее; Методы управления качеством</p>
Коммуникация	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1. Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке	<p>Техники коммуникативного взаимодействия; Русский язык и деловая коммуникация; Технологии спичрайтинга современного лидера; Язык технических документов; Презентация бизнес-идеи для международного сообщества (Presenting a business idea to international community); Перевод деловой корреспонденции и документации с английского языка (Translation of business correspondence and documentation from English language); Цифровые навыки и компетенции: обработка естественного языка; Системная инженерия; Цифровизация и мессенджеры: язык и стиль общения; Инженерная идея: цель – речь – презентация; Agile-технологии управления промышленным предприятием; Коммуникативные практики в современных бизнес-сообществах; Законы коммуникации в цифровой среде; Техника эффективной коммуникации; Ведение переговоров; Основы ораторского искусства; Ценность клиентского опыта; Законы коммуникации: диалог лидера; Законы коммуникации: говорим о бизнес-идее; Искусство публичных выступлений на английском языке; Эффективная презентация на английском языке</p>
		УК-4.2. Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах не менее чем на одном иностранном языке	<p>Техники коммуникативного взаимодействия; Русский язык и деловая коммуникация; Технологии спичрайтинга современного лидера; Язык технических документов; Немецкий язык в деловой коммуникации (Deutsch in der geschäftskommunikation); Презентация бизнес-идеи для международного сообщества (Presenting a business idea to international community); Перевод деловой корреспонденции и документации с английского языка (Translation of business correspondence and documentation from English language); Цифровые навыки и компетенции: обработка естественного языка; Системная инженерия; Цифровизация и мессенджеры: язык и стиль общения; Инженерная идея: цель – речь – презентация;</p>

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (общеуниверситетские элективы), формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
			<p>Agile-технологии управления промышленным предприятием; Коммуникативные практики в современных бизнес-сообществах; Законы коммуникации в цифровой среде; Техника эффективной коммуникации; Ценность клиентского опыта; Законы коммуникации: диалог лидера; Законы коммуникации: говорим о бизнес-идее; Искусство публичных выступлений на английском языке; Эффективная презентация на английском языке</p>
		<p>УК-4.3. Использует современные информационно-коммуникационные средства в процессе деловой коммуникации</p>	<p>Техники коммуникативного взаимодействия; Русский язык и деловая коммуникация; Технологии спичрайтинга современного лидера; Язык технических документов; Немецкий язык в деловой коммуникации (Deutsch in der geschäftskommunikation); Презентация бизнес-идеи для международного сообщества (Presenting a business idea to international community); Перевод деловой корреспонденции и документации с английского языка (Translation of business correspondence and documentation from English language); Цифровые навыки и компетенции: обработка естественного языка; Системная инженерия; Цифровизация и мессенджеры: язык и стиль общения; Инженерная идея: цель – речь – презентация; Agile-технологии управления промышленным предприятием; Проект - основы реализации; Коммуникативные практики в современных бизнес-сообществах; Законы коммуникации в цифровой среде; Техника эффективной коммуникации; Ведение переговоров; Основы ораторского искусства; Ценность клиентского опыта; Законы коммуникации: диалог лидера; Законы коммуникации: говорим о бизнес-идее; Искусство публичных выступлений на английском языке; Эффективная презентация на английском языке; Основы работы в цифровой среде и поиска информации</p>
<p>Межкультурное взаимодействие</p>	<p>УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-</p>	<p>УК-5.1. Понимает закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур в этическом и философском контексте</p>	<p>Человек в искусстве: эстетическое в инженерной деятельности; Законы коммуникации в цифровой среде; Культурный код: «инженер читающий»; Эколингвистические основы техносферной безопасности; Язык и мышление: нейролингвистическое программирование;</p>

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (общеуниверситетские элективы), формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
	историческом, этическом и философском контекстах		Профессиональная и деловая этика; Управление персоналом и командами в кросс-культурной среде; Человек в науке: история технических изобретений; Политико-правовая компетентность личности; Правовой статус личности в современном мире
		УК-5.2. Понимает и воспринимает разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	Человек в искусстве: эстетическое в инженерной деятельности; Законы коммуникации в цифровой среде; Культурный код: «инженер читающий»; Эколингвистические основы техносферной безопасности; Язык и мышление: нейролингвистическое программирование; Профессиональная и деловая этика; Управление персоналом и командами в кросс-культурной среде; Человек в науке: история технических изобретений; Политико-правовая компетентность личности; Правовой статус личности в современном мире;
		УК-5.3. Демонстрирует навыки общения в мире культурного многообразия с использованием этических норм поведения	Человек в искусстве: эстетическое в инженерной деятельности; Технологии межличностного взаимодействия; Организационная психология и профессиональная этика современного специалиста; Законы коммуникации в цифровой среде; Культурный код: «инженер читающий»; Эколингвистические основы техносферной безопасности; Язык и мышление: нейролингвистическое программирование; Профессиональная и деловая этика; Управление персоналом и командами в кросс-культурной среде; Человек в науке: история технических изобретений; Политико-правовая компетентность личности; Правовой статус личности в современном мире
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе Здоровьесбережение)	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Эффективно управляет собственным временем	Жизненная навигация; Организационная психология и профессиональная этика современного специалиста; Информационное моделирование инженерных объектов; Системная инженерия; Культурный код: «инженер читающий»; Язык и мышление: нейролингвистическое программирование; Стресс-менеджмент; Тайм-менеджмент; Человек в науке: история технических изобретений; Здоровьесберегающие технологии; Модель личного здоровьесберегающего поведения; Личностное развитие

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (общеуниверситетские элективы), формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
		УК-6.2. Планирует траекторию своего профессионального развития и предпринимает шаги по её реализации	Жизненная навигация; Технологии межличностного взаимодействия; Информационное моделирование инженерных объектов; Системная инженерия; Культурный код: «инженер читающий»; Язык и мышление: нейролингвистическое программирование; Стресс-менеджмент; Тайм-менеджмент; Человек в науке: история технических изобретений; Здоровьесберегающие технологии; Модель личного здоровьесберегающего поведения; Основы работы в цифровой среде и поиска информации
		УК-6.3. Использует предоставляемые возможности для приобретения новых знаний и навыков	Жизненная навигация; Технологии межличностного взаимодействия; Организационная психология и профессиональная этика современного специалиста; Информационное моделирование инженерных объектов; Системная инженерия; Культурный код: «инженер читающий»; Язык и мышление: нейролингвистическое программирование; Стресс-менеджмент; Тайм-менеджмент; Человек в науке: история технических изобретений; Здоровьесберегающие технологии; Модель личного здоровьесберегающего поведения
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе Здоровьесбережение)	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК-7.1. Понимает роль и значение физической культуры и спорта в жизни человека и общества	Экология здоровья; Физическая культура как часть общей культуры человека; Здоровьесберегающие технологии; Модель личного здоровьесберегающего поведения
		УК-7.2. Применяет на практике разнообразные средства физической культуры и спорта, туризма для сохранения и укрепления здоровья и психофизической подготовки	Экология здоровья; Физическая культура как часть общей культуры человека; Здоровьесберегающие технологии; Модель личного здоровьесберегающего поведения
		УК-7.3. Использует средства и методы физического воспитания для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни	Экология здоровья; Физическая культура как часть общей культуры человека; Здоровьесберегающие технологии; Модель личного здоровьесберегающего поведения
Безопасность	УК-8. Способен	УК-8.1. Идентифицирует угрозы	Общий курс правил дорожного движения;

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (общеуниверситетские элективы), формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
жизнедеятельности	создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	(опасности) природного и техногенного происхождения для жизнедеятельности человека	Правила дорожного движения; Эколингвистические основы техносферной безопасности; Право в проектной деятельности: Foresight; Стресс-менеджмент; Защитное вождение
		УК-8.2. Поддерживает безопасные условия жизнедеятельности, выявляет признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций	Общий курс правил дорожного движения; Правила дорожного движения; Эколингвистические основы техносферной безопасности; Право в проектной деятельности: Foresight; Стресс-менеджмент; Защитное вождение
		УК-8.3. Оценивает вероятность возникновения потенциальной опасности и принимает меры по ее предупреждению	Общий курс правил дорожного движения; Правила дорожного движения; Эколингвистические основы техносферной безопасности; Право в проектной деятельности: Foresight; Стресс-менеджмент; Защитное вождение
Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность	УК-9. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-9.1. Понимает основные законы и закономерности функционирования экономики, необходимые для решения профессиональных задач	Управление личными инвестициями; Экономика окружающей среды и устойчивое развитие; Сити-фермерство; Учет и аудит производственных процессов на предприятии; Data Mining Интеллектуальный анализ производственной информации; Agile-технологии управления промышленным предприятием; Вероятностно-статистические методы принятия решений; Основы финансовой грамотности; Экономика выбора и принятия решений; Крауд-технологии в системе "зеленой" экономики
		УК.-9.2. Применяет экономические знания при выполнении практических задач	Управление личными инвестициями; Экономика окружающей среды и устойчивое развитие; Сити-фермерство; Учет и аудит производственных процессов на предприятии; Data Mining Интеллектуальный анализ производственной информации; Agile-технологии управления промышленным предприятием; Вероятностно-статистические методы принятия решений; Основы финансовой грамотности; Экономика выбора и принятия решений; Крауд-технологии в системе "зеленой" экономики
		УК.-9.3. Использует основные положения и методы экономических наук при решении профессиональных задач	Управление личными инвестициями; Экономика окружающей среды и устойчивое развитие; Сити-фермерство; Учет и аудит производственных процессов на предприятии;

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (общеуниверситетские элективы), формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
			Data Mining Интеллектуальный анализ производственной информации; Agile-технологии управления промышленным предприятием; Вероятностно-статистические методы принятия решений; Основы финансовой грамотности; Экономика выбора и принятия решений; Крауд-технологии в системе "зеленой" экономики
Гражданская позиция	УК-10. Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению	УК-10.1. Понимает значение основных правовых категорий, сущность коррупционного поведения, причины возникновения, степень влияния на развитие общества	Учет и аудит производственных процессов на предприятии; Политико-правовая компетентность личности; Правовой статус личности в современном мире
		УК-10.2. Демонстрирует знание законодательства, а также антикоррупционных стандартов поведения, уважение к праву и закону	Учет и аудит производственных процессов на предприятии; Политико-правовая компетентность личности; Правовой статус личности в современном мире
		УК-10.3. Идентифицирует и оценивает коррупционные риски, проявляет нетерпимое отношение к коррупционному поведению	Учет и аудит производственных процессов на предприятии; Политико-правовая компетентность личности; Правовой статус личности в современном мире

Общепрофессиональные компетенции выпускников (ОПК) и индикаторы их достижения приведены в таблице 3

Таблица 3

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ОПК
Информационная культура	ОПК-1 Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	ОПК-1.1. Алгоритмизирует решение задач и реализует алгоритмы с использованием программных средств	Начертательная геометрия и компьютерная графика; Цифровая культура; Программирование
		ОПК-1.2. Применяет средства информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации	Цифровая культура; Программирование; Учебная практика Ознакомительная практика
Фундаментальная подготовка	ОПК-2. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении	ОПК-2.1. Применяет математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, численных	Математика

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ОПК
	профессиональных задач	методов	
		ОПК-2.2. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики	Физика
		ОПК-2.3. Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики для решения типовых задач	Теоретическая механика
		ОПК-2.4. Демонстрирует понимание основ автоматического управления и регулирования	Сопротивление материалов
		ОПК-2.5. Выполняет моделирование при решении профессиональных задач	Начертательная геометрия и компьютерная графика
		ОПК-2.6. Осуществляет выбор метода анализа, моделирование ситуации с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений при решении профессиональных задач	Технико-экономическое обоснование проектов
		ОПК-2.7. Демонстрирует понимание химических процессов и применяет основные законы химии	Химия
		ОПК-2.8. Демонстрирует понимание основ автоматического управления и регулирования	Теория решения изобретательских задач; Технологическое предпринимательство
		ОПК-2.9. Выполняет моделирование систем автоматического регулирования и управления	Теория решения изобретательских задач; Технологическое предпринимательство; Системы искусственного интеллекта
		ОПК-2.10. Применяет соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Учебная практика Ознакомительная практика
Теоретическая профессиональная подготовка	ОПК-3. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-3.1. Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа	Гидрогазодинамика
		ОПК-3.2. Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем	Гидрогазодинамика
		ОПК-3.3. Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем	Техническая термодинамика
		ОПК-3.4. Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений	Техническая термодинамика
		ОПК-3.5. Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов	Техническая термодинамика

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ОПК
		и их показателей	
		ОПК-3.6. Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы	Тепломассообмен
Использование информационных технологий	ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1. Демонстрирует знание принципов работы информационных технологии в промышленной теплоэнергетике	Цифровая культура; Программирование
		ОПК-4.2. Применяет знания основ информационных технологии при создании безлюдных и цифровых объектов промышленной теплоэнергетики	Цифровая культура; Программирование
Практическая профессиональная подготовка	ОПК-5. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	ОПК-5.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.	Электротехника и электроника

Самостоятельно определяемые профессиональные компетенции выпускников (ПКС) и индикаторы их достижения в таблице 4

Таблица 4

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
Участие в сборе и анализе информационных исходных данных для проектирования	Объекты малой энергетики; Объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики; Тепловые электрические станции; Нефтяной и газовый промысел; Магистральные нефте- и газопроводы; Котельные установки и парогенераторы; Тепловые сети и системы теплоснабжения; Тепломассообменные	ПКС-1. Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	ПКС-1.1. Оценивает перспективность энергообъектов, при их проектировании	Перспективы развития теплоэнергетики; Экономика энергетического предприятия	ПС 16.012 – ТФ В/02.6 ПС 16.012 – ТФ В/04.6 ПС 20.012 – ТФ В/05.6
			ПКС-1.2. Применяет математические методы моделирования при расчете и анализе работы теплоэнергетических устройств, в том числе с применением нейронных сетей и искусственного интеллекта	Численные методы моделирования; Математика и Python для анализа данных; Машинное обучение и вопросы искусственного интеллекта; Нейронные сети; Прикладные задачи анализа данных	Анализ опыта, запрос рынка труда и работодателей
			ПКС-1.3. Демонстрирует знания требований нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию ОПД и их элементов	Вентиляция и отопление промышленных предприятий; Физическая химия. Основы водоподготовки; Охрана окружающей среды при эксплуатации теплоэнергетических установок; Технологические энергоносители	ПС 16.007 – ТФ В/01.6 ПС 16.007 – ТФ В/03.6 ПС 16.149 – ТФ А/01.6 ПС 16.149 – ТФ А/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/01.6 ПС 16.149 – ТФ В/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/03.6

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
	<p>аппараты; Установки систем кондиционирования воздуха; Нагнетатели и тепловые двигатели; Паровые и водогрейные котлы; Паровые и газовые турбины; Энергоблоки ПТУ и ГТУ; Установки, системы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии</p>		<p>ПКС-1.4. Участвует в сборе и анализе исходных данных для проектирования ОПД и их элементов в соответствии с нормативной документацией</p>	<p>Технологическая практика; Проектная практика; Преддипломная практика</p>	<p>ПС 16.005 – ТФ В/01.6 ПС 16.005 – ТФ В/02.6 ПС 16.005 – ТФ В/03.6 ПС 16.007 – ТФ В/01.6 ПС 16.012 – ТФ В/02.6 ПС 16.012 – ТФ В/03.6 ПС 16.014 – ТФ В/03.6 ПС 16.064 – ТФ А/01.6 ПС 16.064 – ТФ А/02.6 ПС 16.064 – ТФ В/01.6 ПС 16.064 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ А/01.6 ПС 16.065 – ТФ А/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/01.6 ПС 16.065 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/03.6 ПС 16.149 – ТФ А/01.6 ПС 16.149 – ТФ А/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/01.6 ПС 16.149 – ТФ В/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/03.6 ПС 20.023 – ТФ В/01.6 ПС 20.023 – ТФ В/02.6</p>
<p>Разработка схем размещения ОПД и их систем.</p>	<p>Объекты малой энергетики; Объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики; Тепловые электрические станции; Системы энергообеспечения предприятий; Нефтяной и газовый промысел; Магистральные нефте- и газопроводы; Котельные установки и парогенераторы</p>	<p>ПКС-2. Способен выполнять расчет и проектирование основных и вспомогательных объектов ПД в соответствии с техническим заданием и требованием нормативной документации с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>ПКС-2.1. Выполняет расчет электроснабжения предприятий</p> <p>ПКС-2.2. Выполняет прочностной и гидравлический расчет тепловых сетей с учетом компенсации и самокомпенсации, а также выполнять планы и профили тепловых сетей</p> <p>ПКС-2.3. Выполняет расчеты тепловых схем котельных с выбором вспомогательного оборудования, тепловой и</p>	<p>Электроснабжение и электрооборудование предприятий</p> <p>Источники и системы теплоснабжения</p> <p>Котельные установки и парогенераторы</p>	<p>ПС 20.012 – ТФ В/02.6 ПС 20.012 – ТФ В/04.6 ПС 20.012 – ТФ В/05.6</p> <p>ПС 16.014 – ТФ В/01.6 ПС 16.014 – ТФ В/03.6 ПС 16.064 – ТФ А/01.6 ПС 16.064 – ТФ А/02.6 ПС 16.064 – ТФ В/01.6 ПС 16.064 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ А/01.6 ПС 16.065 – ТФ А/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/01.6 ПС 16.065 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/03.6</p> <p>ПС 16.005 – ТФ В/01.6 ПС 16.005 – ТФ В/02.6 ПС 16.005 – ТФ В/03.6 ПС 16.012 – ТФ В/02.6</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
	<p>различного назначения;</p> <p>Тепловые сети и системы теплоснабжения;</p> <p>Тепломассообменные аппараты различного назначения;</p> <p>Установки систем кондиционирования воздуха;</p> <p>Нагнетатели и тепловые двигатели;</p> <p>Источник производства теплоты (ТЭЦ или котельная);</p> <p>Компрессорные холодильные установки;</p> <p>Вспомогательное теплотехнологическое оборудование;</p> <p>Паровые и водогрейные котлы;</p> <p>Паровые и газовые турбины;</p> <p>Энергоблоки ПТУ и ГТУ;</p> <p>Системы топливоснабжения;</p> <p>Установки, системы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии.</p>		аэродинамический расчеты котельных установок		<p>ПС 16.012 – ТФ В/03.6</p> <p>ПС 16.012 – ТФ В/04.6</p>
			ПКС-2.4. Выполняет расчет тепломассообменного оборудования, применяемого в различных отраслях промышленности	Тепломассообменное оборудование предприятий	<p>ПС 16.064 – ТФ А/01.6</p> <p>ПС 16.065 – ТФ В/01.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ А/01.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ А/02.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ В/01.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ В/02.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ В/03.6</p>
			ПКС-2.5. Выполняет расчет и проектирование систем внутреннего теплоснабжения, отопления и вентиляции	Вентиляция и отопление промышленных предприятий	<p>ПС 16.149 – ТФ А/01.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ А/02.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ В/01.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ В/02.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ В/03.6</p>
			ПКС-2.6. Выполняет расчеты процессов в теплоэнергетических установках - нагнетателях и парогазовых установках	Нагнетатели и тепловые двигатели	<p>ПС 16.065 – ТФ В/01.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ А/01.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ А/02.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ В/01.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ В/02.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ В/03.6</p> <p>ПС 20.023 – ТФ В/02.6</p>
			ПКС-2.7. Осуществляет расчет пропускной способности и подбор регуляторов, запорных и предохранительных клапанов, газовых счетчиков, арматуры ГРП	Системы газоснабжения промышленных предприятий	<p>ПС 16.150 – ТФ В/02.6</p> <p>ПС 16.150 – ТФ С/02.6</p>
			ПКС-2.8. Выполняет расчёт эксплуатационных показателей ветроэнергетических установок	Нетрадиционные и возобновляемые источники	<p>ПС 16.065 – ТФ В/01.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ А/01.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ А/02.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ В/01.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ В/02.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ В/03.6</p> <p>ПС 20.023 – ТФ В/02.6</p>
			ПКС-2.9. Выполняет тепловой расчёт теплонасосной установки и ее конструктивных элементов для нужд теплоснабжения промышленного объекта	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии	<p>ПС 16.065 – ТФ В/01.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ А/01.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ А/02.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ В/01.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ В/02.6</p> <p>ПС 16.149 – ТФ В/03.6</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
			ПКС-2.10. Выполняет расчет и проектирование основных и вспомогательных объектов ПД	Проектная практика; Преддипломная практика	ПС 20.023 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/01.6 ПС 16.149 – ТФ А/01.6 ПС 16.149 – ТФ А/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/01.6 ПС 16.149 – ТФ В/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/03.6 ПС 20.023 – ТФ В/02.6
Разработка схем размещения ОПД и их систем. Соблюдение правил технологической дисциплины при эксплуатации ОПД	Объекты малой энергетики; Объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики; Тепловые электрические станции; Нефтяной и газовый промысел; Магистральные нефте- и газопроводы; Котельные установки и парогенераторы различного назначения; Тепловые сети и системы теплоснабжения; Тепломассообменные аппараты различного назначения; Установки систем кондиционирования воздуха; Нагнетатели и тепловые двигатели; Источник производства теплоты (ТЭЦ или котельная); Компрессорные холодильные	ПКС-3. Способен к разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства	ПКС-3.1. Демонстрирует понимание протекания основных процессов в нагнетателях и тепловых двигателях, разрабатывает схемы размещения приборов контроля	Нагнетатели и тепловые двигатели	ПС 16.065 – ТФ А/01.6 ПС 16.065 – ТФ А/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/01.6 ПС 16.065 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/03.6 ПС 16.149 – ТФ В/02.6 ПС 20.023 – ТФ В/02.6
			ПКС-3.2. Владеет методами оценки эффективности работы нагнетателей и энергетических установок, осуществляет выбор энергоэффективного варианта	Нагнетатели и тепловые двигатели	ПС 16.065 – ТФ А/01.6 ПС 16.065 – ТФ А/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/01.6 ПС 16.065 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/03.6 ПС 16.149 – ТФ А/01.6 ПС 16.149 – ТФ А/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/01.6 ПС 16.149 – ТФ В/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/03.6 ПС 20.023 – ТФ В/02.6
			ПКС-3.3. Способен разрабатывать схему тепловых сетей и на основании не вести эксплуатацию трубопроводов и оборудования тепловых сетей	Источники и системы теплоснабжения	ПС 16.014 – ТФ В/01.6 ПС 16.014 – ТФ В/03.6 ПС 16.064 – ТФ А/01.6 ПС 16.064 – ТФ А/02.6 ПС 16.064 – ТФ В/01.6 ПС 16.064 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ А/01.6 ПС 16.065 – ТФ А/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/01.6 ПС 16.065 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/03.6
			ПКС-3.4. Знает правила эксплуатации теплоэнергетического оборудования, определение	Перспективы развития теплоэнергетики; Диагностика систем теплоэнергоснабжения	ПС 20.001 – ТФ В/05.6 ПС 20.012 – ТФ В/04.6 ПС 20.014 – ТФ В/04.6

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
	установки; Вспомогательное теплотехнологическое оборудование; Паровые и водогрейные котлы; Паровые и газовые турбины; Энергоблоки ПТУ и ГТУ; Системы топливоснабжения; Установки, системы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии		порядка и сроков вывода в ремонт		
		ПКС-3.5. Демонстрирует знания структуры и принципов функционирования систем производства и распределения энергоносителей	Технологические энергоносители	ПС 16.065 – ТФ А/01.6 ПС 16.065 – ТФ А/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/01.6 ПС 16.065 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/03.6 ПС 16.149 – ТФ А/01.6 ПС 16.149 – ТФ А/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/01.6 ПС 16.149 – ТФ В/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/03.6 ПС 20.023 – ТФ В/02.6	
		ПКС-3.6. Способен разрабатывать пусковые схемы тепловых электрических станций	Режимы работы и эксплуатации тепловых электрических станций	ПС 20.001 – ТФ В/01.6 ПС 20.023 – ТФ В/01.6 ПС 20.023 – ТФ В/02.6	
		ПКС-3.7. Выполняет гидравлический расчет и подбор диаметров трубопроводов схем газоснабжения	Системы газоснабжения промышленных предприятий	ПС 16.150 – ТФ А/01.6 ПС 16.150 – ТФ А/02.6 ПС 16.150 – ТФ В/01.6 ПС 16.150 – ТФ В/02.6 ПС 16.150 – ТФ В/03.6	
		ПКС-3.8. Способен разрабатывать технологические схемы теплоэнергетического оборудования с применением современных и перспективных технологий	Цифровой профиль объектов; Технологии имитационного моделирования; Технологические процессы и размерный; анализ в аддитивном производстве; Master- модели в промышленности	Анализ опыта, запрос рынка труда и работодателей	
		ПКС-3.9. Читает и анализирует схемы размещения ОПД в соответствии с технологией производства	Технологическая практика; Проектная практика; Преддипломная практика	ПС 16.005 – ТФ В/01.6 ПС 16.005 – ТФ В/02.6 ПС 16.005 – ТФ В/03.6 ПС 16.007 – ТФ В/01.6 ПС 16.012 – ТФ В/02.6 ПС 16.012 – ТФ В/03.6 ПС 16.014 – ТФ В/03.6 ПС 16.064 – ТФ А/01.6 ПС 16.064 – ТФ А/02.6 ПС 16.064 – ТФ В/01.6 ПС 16.064 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ А/01.6 ПС 16.065 – ТФ А/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/01.6	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
<p>Контроль соблюдения технологической дисциплины. Разработка схем размещения ОПД и их систем. Разработка правил технологической дисциплины при обслуживании ОПД</p>	<p>Объекты малой энергетики; Объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики; Тепловые электрические станции; Системы энергообеспечения предприятий; Нефтяной и газовый промысел; Магистральные нефте- и газопроводы; Котельные установки и парогенераторы различного назначения; Тепловые сети и системы теплоснабжения; Тепломассообменные аппараты различного назначения; Установки систем кондиционирования воздуха; Нагнетатели и тепловые двигатели; Источник</p>	<p>ПКС-4. Способен управлять, организовать эксплуатацию и обеспечить бесперебойную работу объектов ОПД в соответствии с технологией производства</p>	<p>ПКС-4.1. Демонстрирует знания методов и условий обеспечения безопасной и надежной эксплуатации основного и вспомогательного оборудования ТЭС</p>	<p>Режимы работы и эксплуатации тепловых электрических станций; Технические измерения в теплоэнергетике</p>	<p>ПС 16.065 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/03.6 ПС 16.149 – ТФ А/01.6 ПС 16.149 – ТФ А/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/01.6 ПС 16.149 – ТФ В/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/03.6 ПС 20.023 – ТФ В/01.6 ПС 20.023 – ТФ В/02.6</p>
			<p>ПКС-4.2. Способен определять аварийные ситуации на оборудовании станции и знать основные операции при пуске и останове энергообъекта</p>	<p>Режимы работы и эксплуатации тепловых электрических станций</p>	<p>ПС 20.001 – ТФ В/01.6 ПС 20.023 – ТФ В/01.6 ПС 20.023 – ТФ В/02.6</p>
			<p>ПКС-4.3. Выполняет подбор оптимальной схемы химикотермической обработки воды и производит подбор необходимого вспомогательного оборудования котельной установки.</p>	<p>Физическая химия. Основы водоподготовки</p>	<p>ПС 16.007 – ТФ В/01.6 ПС 16.007 – ТФ В/03.6</p>
			<p>ПКС-4.4. Знает основные неисправности, методы диагностирования и прогнозирования остаточного ресурса теплоэнергетического оборудования.</p>	<p>Диагностика систем теплоэнергоснабжения</p>	<p>ПС 20.001 – ТФ В/05.6 ПС 20.012 – ТФ В/04.6 ПС 20.014 – ТФ В/04.6</p>
			<p>ПКС-4.5. Способен организовывать и управлять эксплуатацией теплоэнергетического оборудования с применением современных и перспективных технологий</p>	<p>Операционный менеджмент в производственных и сервисных компаниях Инструменты системы «бережливого производства» Понятие системного подхода. Теория ограничений. Быстрореагирующее производство Гибкие подходы в управлении компанией</p>	<p>Анализ опыта, запрос рынка труда и работодателей</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
	<p>производства теплоты (ТЭЦ или котельная); Компрессорные холодильные установки; Вспомогательное теплотехнологическое оборудование; Рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок; Паровые и водогрейные котлы; Паровые и газовые турбины; Энергоблоки ПТУ и ГТУ; Системы топливоснабжения; Установки, системы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии.</p>		<p>ПКС-4.6. Участвует в организации эксплуатации и обеспечении бесперебойной работы объектов ОПД в соответствии с технологией производства</p>	<p>Преддипломная практика</p>	<p>ПС 16.005 – ТФ В/01.6 ПС 16.005 – ТФ В/02.6 ПС 16.005 – ТФ В/03.6 ПС 16.007 – ТФ В/01.6 ПС 16.012 – ТФ В/02.6 ПС 16.012 – ТФ В/03.6 ПС 16.014 – ТФ В/03.6 ПС 16.064 – ТФ А/01.6 ПС 16.064 – ТФ А/02.6 ПС 16.064 – ТФ В/01.6 ПС 16.064 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ А/01.6 ПС 16.065 – ТФ А/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/01.6 ПС 16.065 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/03.6 ПС 16.149 – ТФ А/01.6 ПС 16.149 – ТФ А/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/01.6 ПС 16.149 – ТФ В/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/03.6 ПС 20.023 – ТФ В/01.6 ПС 20.023 – ТФ В/02.6</p>
<p>Участие в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных решений</p>	<p>Объекты малой энергетики; Объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики; Тепловые электрические станции; Системы энергообеспечения предприятий; Нефтяной и газовый промысел; Магистральные нефте- и газопроводы; Котельные установки и</p>	<p>ПКС-5. Способен участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам</p>	<p>ПКС-5.1. Знает основные технико-экономические критерии оценки энергетической эффективности</p> <p>ПКС-5.2. Оценивает экономическую эффективность инновационных проектов</p> <p>ПКС-5.3. Выполняет технико-экономическое обоснование внедрения новых технологий в ОПД</p>	<p>Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии Экономика энергетического предприятия</p> <p>Экономика энергетического предприятия</p> <p>Экономика энергетического предприятия Проектная практика Преддипломная практика</p>	<p>ПС 16.065 – ТФ А/01.6 ПС 16.065 – ТФ А/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/01.6 ПС 16.065 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/03.6</p> <p>ПС 16.012 – ТФ В/02.6 ПС 16.012 – ТФ В/04.6 ПС 20.012 – ТФ В/05.6</p> <p>ПС 16.005 – ТФ В/01.6 ПС 16.005 – ТФ В/02.6 ПС 16.005 – ТФ В/03.6 ПС 16.007 – ТФ В/01.6 ПС 16.012 – ТФ В/02.6 ПС 16.012 – ТФ В/03.6 ПС 16.014 – ТФ В/03.6 ПС 16.064 – ТФ А/01.6 ПС 16.064 – ТФ А/02.6</p>

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
	парогенераторы различного назначения; Тепловые сети и системы теплоснабжения; Тепломассообменные аппараты различного назначения; Установки систем кондиционирования воздуха; Нагнетатели и тепловые двигатели; Источник производства теплоты (ТЭЦ или котельная); Компрессорные холодильные установки; Вспомогательное теплотехнологическое оборудование; Паровые и водогрейные котлы; Паровые и газовые турбины; Энергоблоки ПТУ и ГТУ; Установки, системы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии				ПС 16.064 – ТФ В/01.6 ПС 16.064 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ А/01.6 ПС 16.065 – ТФ А/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/01.6 ПС 16.065 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/03.6 ПС 16.149 – ТФ А/01.6 ПС 16.149 – ТФ А/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/01.6 ПС 16.149 – ТФ В/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/03.6 ПС 20.023 – ТФ В/01.6 ПС 20.023 – ТФ В/02.6
Контроль соблюдения технологической дисциплины. Разработка схем размещения ОПД и их систем. Разработка правил	Объекты малой энергетики; Объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики; Тепловые электрические	ПКС-6. Способен обеспечивать соблюдение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, норм охраны труда,	ПКС-6.1. Выявляет состояние условий и безопасности труда на рабочих местах с учетом требований законодательства РФ о труде, производственной санитарии и пожарной безопасности ПКС-6.2. Понимает как	Безопасность технологических процессов в теплоэнергетике Безопасность технологических процессов в	ПС 16.005 – ТФ В/04.6 ПС 16.005 – ТФ В/04.6

Задача профессиональной деятельности технологической дисциплины при обслуживании ОПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
	станции; Нефтяной и газовый промысел; Магистральные нефте- и газопроводы;	производственной и трудовой дисциплины	создавать безопасные условия с учетом соблюдения персоналом требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности	теплоэнергетике	
	Котельные установки и парогенераторы различного назначения; Тепловые сети и системы теплоснабжения; Тепломассообменные аппараты различного назначения;		ПКС-6.3. Демонстрирует навыки контроля соблюдения на ОПД правил охраны труда, требований по технологической, пожарной и санитарной безопасности, организации поддержания надлежащего состояния территории ОПД и прилегающей территории	Безопасность технологических процессов в теплоэнергетике	ПС 16.005 – ТФ В/04.6
	Установки систем кондиционирования воздуха; Нагнетатели и тепловые двигатели; Источник производства теплоты (ТЭЦ или котельная); Компрессорные холодильные установки; Вспомогательное теплотехнологическое оборудование; Рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок; Паровые и водогрейные котлы; Паровые и газовые турбины; Энергоблоки ПТУ и ГТУ; Системы топливоснабжения;		ПКС-6.4. Выполняет соблюдение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, норм охраны труда, производственной	Проектная практика; Преддипломная практика	ПС 16.005 – ТФ В/04.6 ПС 16.005 – ТФ В/01.6 ПС 16.005 – ТФ В/02.6 ПС 16.005 – ТФ В/03.6 ПС 16.007 – ТФ В/01.6 ПС 16.012 – ТФ В/02.6 ПС 16.012 – ТФ В/03.6 ПС 16.014 – ТФ В/03.6 ПС 16.064 – ТФ А/01.6 ПС 16.064 – ТФ А/02.6 ПС 16.064 – ТФ В/01.6 ПС 16.064 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ А/01.6 ПС 16.065 – ТФ А/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/01.6 ПС 16.065 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/03.6 ПС 16.149 – ТФ А/01.6 ПС 16.149 – ТФ А/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/01.6 ПС 16.149 – ТФ В/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/03.6 ПС 20.023 – ТФ В/01.6 ПС 20.023 – ТФ В/02.6

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
Контроль соблюдения норм расхода топлива и всех видов энергии	Объекты малой энергетики; Объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики; Тепловые электрические станции; Системы энергообеспечения предприятий; Нефтяной и газовый промысел; Магистральные нефте- и газопроводы; Котельные установки и парогенераторы различного назначения; Тепловые сети и системы теплоснабжения; Тепломассообменные аппараты различного назначения; Источник производства теплоты (ТЭЦ или котельная); Вспомогательное теплотехнологическое оборудование; Паровые и водогрейные котлы; Паровые и газовые турбины; Энергоблоки ПТУ и	ПКС-7. Готов к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на ОПД	ПКС-7.1. Владеет методиками оценки энергоэффективности основного теплотехнологического оборудования и методиками расчета экономии топливно-энергетических ресурсов за счет проведения энерго- и ресурсосберегающих мероприятий на производстве	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии	ПС 16.065 – ТФ А/01.6 ПС 16.065 – ТФ А/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/01.6 ПС 16.065 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/03.6
			ПКС-7.2. Демонстрирует знания в области применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для разработки мероприятий по энерго- и ресурсосбережению	Нетрадиционные и возобновляемые источники	ПС 20.045 – ТФ В/02.6 ПС 20.046 – ТФ В/02.6
			ПКС-7.3. Знает методы повышения эффективности эксплуатации котельных установок, типовые программы пуско-наладочных испытаний	Котельные установки и парогенераторы	ПС 16.005 – ТФ В/01.6 ПС 16.005 – ТФ В/02.6 ПС 16.005 – ТФ В/03.6 ПС 16.012 – ТФ В/02.6 ПС 16.012 – ТФ В/03.6 ПС 16.012 – ТФ В/04.6
			ПКС-7.4. Демонстрирует знания оценки энергетической эффективности устанавливаемого оборудования	Тепломассообменное оборудование предприятий	ПС 16.064 – ТФ А/01.6 ПС 16.065 – ТФ В/01.6 ПС 16.149 – ТФ В/01.6 ПС 16.149 – ТФ В/02.6
			ПКС-7.5. Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на ОПД	Проектная практика; Преддипломная практика	ПС 16.005 – ТФ В/01.6 ПС 16.005 – ТФ В/02.6 ПС 16.005 – ТФ В/03.6 ПС 16.007 – ТФ В/01.6 ПС 16.012 – ТФ В/02.6 ПС 16.012 – ТФ В/03.6 ПС 16.014 – ТФ В/03.6 ПС 16.064 – ТФ А/01.6 ПС 16.064 – ТФ А/02.6 ПС 16.064 – ТФ В/01.6

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
Обеспечение экологической безопасности проектируемых и эксплуатируемых объектов профессиональной деятельности	Объекты малой энергетики; Объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики; Тепловые электрические станции; Котельные установки и парогенераторы различного назначения; Источник производства теплоты (ТЭЦ или котельная); Паровые и водогрейные котлы; Паровые и газовые турбины; Энергоблоки ПТУ и ГТУ; Установки, системы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии	ПКС-8. Готов к обеспечению экологической безопасности ОПД и разработке экозащитных мероприятий	ПКС-8.1. Демонстрирует знание нормативов и стандартных методов расчета по обеспечению экологической безопасности ОПД	Охрана окружающей среды при эксплуатации теплоэнергетических установок; Инженерная экология; Экологистика; Утилизация и рециклинг отходов; Производственный экологический контроль	ПС 16.064 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ А/01.6 ПС 16.065 – ТФ А/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/01.6 ПС 16.065 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/03.6 ПС 16.149 – ТФ А/01.6 ПС 16.149 – ТФ А/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/01.6 ПС 16.149 – ТФ В/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/03.6 ПС 20.023 – ТФ В/01.6 ПС 20.023 – ТФ В/02.6
			ПКС-8.2. Умеет выявлять источники воздействия ОПД на окружающую среду, рассчитать выброс (сброс, объем отходов) от этих источников; рассчитать и оценить уровень воздействия ОПД на границе санитарно-защитной зоны и в расчетных точках	Охрана окружающей среды при эксплуатации теплоэнергетических установок; Инженерная экология; Экологистика; Утилизация и рециклинг отходов; Производственный экологический контроль	ПС 16.005 – ТФ В/01.6 ПС 16.007 – ТФ В/01.6 ПС 16.007 – ТФ В/03.6 ПС 16.014 – ТФ В/03.6 ПС 20.001 – ТФ В/05.6
			ПКС-8.3. Демонстрирует навыки разработки экозащитных мероприятий для ОПД. Применяет современные технологии и способы снижения выбросов CO ₂ и прочих выбросов в окружающую среду	Охрана окружающей среды при эксплуатации теплоэнергетических установок; Инженерная экология; Экологистика; Утилизация и рециклинг отходов; Производственный экологический контроль	ПС 16.005 – ТФ В/01.6 ПС 16.007 – ТФ В/01.6 ПС 16.007 – ТФ В/03.6 ПС 16.014 – ТФ В/03.6 ПС 20.001 – ТФ В/05.6
			ПКС-8.4. Обеспечивает экологическую безопасность ОПД и разработку экозащитных мероприятий	Проектная практика; Преддипломная практика	ПС 16.005 – ТФ В/01.6 ПС 16.005 – ТФ В/02.6 ПС 16.005 – ТФ В/03.6 ПС 16.007 – ТФ В/01.6 ПС 16.012 – ТФ В/02.6

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
					ПС 16.012 – ТФ В/03.6 ПС 16.014 – ТФ В/03.6 ПС 16.064 – ТФ А/01.6 ПС 16.064 – ТФ А/02.6 ПС 16.064 – ТФ В/01.6 ПС 16.064 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ А/01.6 ПС 16.065 – ТФ А/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/01.6 ПС 16.065 – ТФ В/02.6 ПС 16.065 – ТФ В/03.6 ПС 16.149 – ТФ А/01.6 ПС 16.149 – ТФ А/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/01.6 ПС 16.149 – ТФ В/02.6 ПС 16.149 – ТФ В/03.6 ПС 20.023 – ТФ В/01.6 ПС 20.023 – ТФ В/02.6

2.2. В рамках проведения государственного экзамена проверяется степень освоения выпускником следующих компетенций: ПКС-2; ПКС-3; ПКС-7.

2.3. По итогам защиты выпускной квалификационной работы проверяется степень освоения выпускником следующих компетенций: УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; УК-7; УК-8; УК-9; УК-10; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ПКС-1; ПКС-2; ПКС-3; ПКС-4; ПКС-5; ПКС-6; ПКС-7; ПКС-8.

3. Государственный экзамен

3.1. Структура государственного экзамена.

Государственный экзамен включает ключевые и практически значимые вопросы по дисциплинам обязательной части программы и части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплины части программы, формируемой участниками образовательных отношений:

1. Б1.В.09 *Котельные установки и парогенераторы*;
2. Б1.В.04 *Нагнетатели и тепловые двигатели*;
3. Б1.В.13 *Тепломассообменное оборудование предприятий*;
4. Б1.В.05 *Источники и системы теплоснабжения*;
5. Б1.В.12 *Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии*

3.2. Содержание государственного экзамена.

1. Наименование дисциплины

Содержание дисциплины Б1.В.09 *Котельные установки и парогенераторы*

Раздел 1. «*Энергетическое топливо, состав и классификация*». Характеристики углей, их классификация. Жидкое и газообразное топливо. Элементарный состав топлив. Рабочее, сухое и органическое состояние топлив. Минеральные примеси, балласт, зола и влага топлив. Выход летучих и кокс.

Раздел 2. «*Теплота сгорания топлива, условное топливо*». Опытное определение теплоты сгорания. Высшая и низшая теплота сгорания. Формула Менделеева. Закон Гесса. Понятие об условном топливе.

Раздел 3. «*Расход воздуха, необходимый для горения*». Определение теоретически необходимого количества воздуха для различных видов топлива. Коэффициент избытка воздуха. Действительное количество воздуха.

Раздел 4. «*Состав и количество продуктов сгорания. Энтальпия продуктов сгорания*». Определение теоретического количества азота, трёхатомных газов, водяных паров и действительного количества продуктов сгорания при сжигании различных видов топлива.

Определение энтальпии продуктов сгорания для различных видов топлива. Построение H-t диаграммы. Определение адиабатной температуры горения.

Раздел 5. «*Тепловой баланс котла, КПД и расход топлива*». Тепловой баланс котла. Потери теплоты, определение при сжигании различных видов топлива. КПД парогенератора, расход топлива.

Раздел 6. «*Поверхности нагрева парогенераторов. Расчёт поверхностей нагрева*». Испарительные поверхности нагрева. Пароперегреватели. Регулирование температуры пара. Экономайзеры. Воздухоподогреватели. Уравнение теплового баланса топочной камеры. Геометрические размеры. Степень черноты факела и топки. Расчёт температуры газов на выходе из топки. Интенсификация радиационного теплообмена. Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Температурный напор. Коэффициент теплоотдачи конвекцией и излучением. Интенсификация конвективного теплообмена.

Содержание дисциплины Б1.В.04 *Нагнетатели и тепловые двигатели*

Раздел 1. «*Нагнетатели*». Классификация нагнетателей. Принципы действия. Характеристики. Порядок осуществления термодинамического расчета. Критерии оценки эффективности нагнетателей. Области применения различных типов нагнетателей. Основы теории газодинамических нагнетателей. Степень нагнетателя, их типы. Основы теории подобия нагнетателей. Показатели связи между расходом, давлением и напором. Основные способы регулирования. Критерии эффективности способов регулирования. Оценка результата регулирования. Типы ступеней нагнетателей, особенности конструкции, расчеты ступеней.

Раздел 2. «*Вентиляторы*». Принципы работы осевых и центробежных вентиляторов. Конструктивные схемы. Основные элементы. Конструкции насосов. Конструктивные схемы. Основные элементы. Конструкции насосов. Типы насосов по способу действия. Оценки эффективности их работы.

Раздел 3. «*Поршневые двигатели*». Основные элементы поршневых двигателей. Их классификация. Основы теории расчета. Основные характеристики двигателей.

Раздел 4. «*Газотурбинные установки*». Схемы газотурбинных двигателей. Основные агрегаты ГТУ. Порядок расчета ГТУ. Работа компрессора, работа турбины. Работа ГТУ и критерии эффективности их работы.

Раздел 5. «*Паротурбинные установки*». Схемы паротурбинных установок. Основные элементы ПТУ, основы расчетов элементов ПТУ. Способы регулирования. Критерии эффективности их работы.

Содержание дисциплины Б1.В.13 *Тепломассообменное оборудование предприятий*

Раздел 1. «*Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий*» Теплопередающие и теплоиспользующие установки. Классификация теплообменных аппаратов по принципу действия (рекуперативные, регенеративные, смесительные), по виду взаимного движения теплоносителей (прямоточные, перекрестного тока, противоточные), по назначению. Аппараты периодического и непрерывного действия. Классификация теплоиспользующих установок по назначению: выпарные и кристаллизационные, сушильные, перегонные, ректификационные, адсорбционные. Теплоносители, их свойства и характеристики, ориентировочные значения коэффициентов теплоотдачи, рабочие температуры и давления. Рекомендуемые скорости движения основных теплоносителей в теплообменных аппаратах.

Раздел 2. «*Виды и методы расчета теплообменного оборудования*» Виды расчета теплообменников: тепловой конструктивный, поверочный, гидравлический, прочностной, технико-экономический. Классификация методов расчета теплообменных аппаратов. Основные инженерные методы расчета теплообменных аппаратов. Оптимизация конструктивных и режимных параметров при расчете тепломассообменного оборудования.

Раздел 3. «*Рекуперативные теплообменные аппараты*». Рекуперативные теплообменные аппараты, их классификация, назначение и области применения. Основные конструкции: кожухотрубные, секционные теплообменники, теплообменники с оребренными трубами, пластинчатые теплообменники, их виды, змеевиковые и спиральные теплообменники. Схемы относительного движения теплоносителей. Распределение температур в трубах и каналах теплообменников. Эффективность теплообменников. Последовательность теплового конструктивного расчета теплообменника. Особенности расчета теплообменников с фазовыми переходами теплоносителя. Особенности расчета теплообменников в случае зависимости коэффициента теплоотдачи от температуры поверхности теплообмена. Теплообменные аппараты с оребрением поверхности. Технологии оребрения. Характеристики ребер. Расчет теплообменников с оребрением. Рекуперативные теплообменники периодического действия. Температурные графики и расчет рекуперативных теплообменников периодического действия. Тепловые трубы Теплообменные аппараты на тепловых трубах. Методы интенсификации теплообмена в рекуперативных теплообменниках.

Раздел 4. *«Регенеративные теплообменные аппараты»*. Регенеративные теплообменные аппараты, область их применения, конструкции и принцип действия. Преимущества и недостатки регенеративных теплообменников по сравнению с рекуперативными. Теплообменники с неподвижной и подвижной насадками. Виды применяемых насадок. Изменение температур в насадке регенеративного теплообменника. Коэффициент аккумуляции насадки. Тепловой расчет регенеративных теплообменников. Виды теплообмена в регенераторе. Объемный коэффициент теплопередачи. Расчет коэффициента теплопередачи в регенераторе. Температурный гистерезис. Сравнение тепловой эффективности работы регенератора и рекуператора. Влияние характеристик насадки на тепловую эффективность регенератора.

Раздел 5. *«Смесительные теплообменники»*. Смесительные теплообменные аппараты. Принцип действия, области применения и конструкции смесительных теплообменников. Полые, насадочные, пенные скрубберы. Смесительные теплообменники со взвешенным слоем насадки. Скрубберы Вентури. Контактные аппараты с активной насадкой (КТАН). Испарители и конденсаторы смесительного типа. Оросительные камеры центральных кондиционеров. Расчет смесительных теплообменников. Диаграмма «энтальпия-влажность» (H-d) влажного воздуха. Основные процессы обработки воздуха в H-d диаграмме. Процессы обработки воздуха в прямоточных и противоточных скрубберах. Тепловой баланс смесительного аппарата. Построение процесса изменения состояния воздуха в смесительном теплообменнике. Средняя разность температур в смесительном теплообменнике. Коэффициенты теплопередачи в смесительных теплообменниках. Конденсационные теплообменники для глубокой утилизации теплоты влажных газов: продуктов сгорания, вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента; конструкции, принцип действия, методы расчета. Деаэраторы, их назначение, виды, конструкции, принципы действия, основы расчета. Системы оборотного водоснабжения промышленных предприятий. Вентиляторные, башенные, атмосферные и радиаторные градирни. Их конструкции и сравнение. Методы и особенности расчета градирен. Аппараты воздушного охлаждения.

Раздел 6. *«Выпарные установки»*. Выпарные, опреснительные, кристаллизационные и испарительные установки, их назначение, виды и принцип действия. Основные конструкции выпарных аппаратов. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации. Свойства растворов. Тепловые схемы выпарных и опреснительных установок, методика расчета. Материальный и тепловой балансы. Температурные депрессии. Располагаемая и полезная разности температур и ее распределение по ступеням многоступенчатой выпарной установки. Особенности расчета греющих камер. Выпарные аппараты адиабатного вскипания. Аппараты погружного горения. Область их применения.

Раздел 7. *«Сушильные установки»*. Сушильные установки. Понятие о процессе сушки. Виды сушки материалов. Сушильные установки, их конструкции и принцип действия. Сушильные агенты. Формы связи влаги с материалом. Классификация влажных материалов и принципиальные схемы установок для их сушки. Основы кинетики и динамики сушки. Первый и второй периоды сушки материалов. Равновесное и критическое влагосодержание. Методы расчета времени сушки в ее первом и втором периодах. Тепловой и материальный баланс конвективной сушильной установки. Построение процесса сушки в H-d диаграмме влажного газа. Способы интенсификации процесса сушки.

Раздел 8. *«Перегонные и ректификационные установки»*. Перегонные и ректификационные установки. Конструкции и принцип действия. Физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации. Виды смесей жидких компонентов. Идеальные смеси. Закон Рауля. Фазовые диаграммы состояния смесей жидкостей, их построение. Азеотропия. Простая и непрерывная перегонка. Уравнение простой перегонки. Основы кинематики массообмена. Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны. Флегмовое число. Рабочие линии ректификационной колонны. Определение затрат энергии на разделение смеси в колонне. Определение числа тарелок в колонне.

Раздел 9. *«Вспомогательное оборудование теплоиспользующих установок. Подбор основного и вспомогательного оборудования»*. Основные виды и назначение вспомогательного

оборудования. Фильтры. Сепараторы. Назначение и основные виды конденсатоотводчиков, принцип действия. Оборудование для перемещения газов и жидкостей, его виды и характеристики. Выбор вспомогательного оборудования. Основы подбора и расчета стандартного оборудования. Главные производители теплообменного оборудования в России и за рубежом. Порядок выбора оборудования из каталогов. Поверочный расчет теплообменного оборудования.

Содержание дисциплины Б1.В.05 *Источники и системы теплоснабжения*

Раздел 1. *«Энергетика и топливно-энергетические ресурсы России. Централизация теплоснабжения»*. Основные положения теплофикации. Сравнение двух способов теплоснабжения. Современные системы теплоснабжения.

Раздел 2. *«Теплопотребление промпредприятий»*. Системы отопления. Системы вентиляции. Круглогодичные тепловые нагрузки. Годовое потребление теплоты.

Раздел 3. *«Системы теплоснабжения промпредприятий»*. Классификация систем теплоснабжения. Схемы, оборудование и режимы работы систем теплоснабжения.

Раздел 4. *«Источники регенерации теплоты, используемые в системах теплоснабжения»*. Назначение, классификация и рациональные области использования котельных в системах теплоснабжения. Паровые котельные. Методы выбора количества и типоразмеров водогрейных котлов.

Раздел 5. *«Тепловые сети, их элементы. Гидравлический, тепловой и механический расчёты тепловых сетей»*. Тепловые сети, их назначение, классификация, схемы, конструкции элементов. Гидравлический расчёт магистральной тепловой сети. Тепловой расчёт элементов тепловой сети. Механический расчёт теплопроводов.

Раздел 6. *«Оборудование и режим эксплуатации тепловых подстанций промпредприятий»*. Методика расчёта и выбора основного оборудования тепловых подстанций. Связь тепловых источников с подстанциями. Техничко-экономические показатели тепловых подстанций промпредприятий.

Раздел 7. *«Методы регулирования отпуска теплоты из системы теплоснабжения»*. Задачи и структура регулирования отпуска теплоты из систем централизованного теплоснабжения. Графики изменения температур и расходов теплоносителей при разных способах регулирования.

Раздел 8. *«Основы эксплуатации систем теплоснабжения промпредприятий»*. Задачи и общие правила эксплуатации энергетических станций, тепловых сетей и тепловых подстанций, входящих в состав систем теплоснабжения промышленного предприятия.

Содержание дисциплины Б1.В.12 *Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии*

Раздел 1. *«Общая характеристика энергетике»*. Понятие об энергетике. Современное состояние энергетике в России. Виды энергоресурсов. Закономерности потребления энергии. Актуальность энергосбережения. Потенциал энергосбережения.

Раздел 2. *«Законодательство РФ об энергосбережении»*. Основные понятия и определения в Федеральном законе. Состав законодательства и объекты государственного регулирования. Особенности государственного управления энергосбережением в РФ.

Раздел 3. *«Критерии оценки эффективности энергосбережения»*. Методы и критерии оценки эффективности. Термодинамические критерии. Технические (натуральные) критерии. Экономические критерии.

Раздел 4. *«Технологии использования ВЭР»*. Классификация ВЭР. Понятие об удельных показателях выхода и возможного использования ВЭР. Определение объёма выхода ВЭР за рассматриваемый период. Определение удельного (часового) выхода ВЭР. Определение возможной выработки электроэнергии за счёт ВЭР. Определение экономии топлива при тепловом направлении использования ВЭР. Определение экономии топлива при силовом направлении использования ВЭР. Определение экономии топлива при комбинированном

направлении использования ВЭР. Определение экономии топлива при топливном направлении использования горючих ВЭР.

Раздел 5. «Теплонасосные установки». Понятие о ТНУ. Принцип действия и основные характеристики ТНУ. Классификация ТНУ. Применение тепловых насосов для энергосбережения. Техничко-экономические характеристики ТНУ.

Раздел 6. «Отраслевое энергосбережение». Общие данные. Потенциал отраслевого энергосбережения. Энергосбережение на производстве. Энергосберегающие технологии на предприятии.

Раздел 7. «Энергосбережение в тепловой системе». Источники потерь на участках производства тепловой энергии, транспортировки и потребления тепловой энергии. Мероприятия по повышению эффективности данных участков.

Раздел 8. «Энергетические обследования энергопотребляющих объектов». Понятие об энергетических обследованиях. Нормативно-правовая база энергетических обследований. Цель и задачи проведения энергетических обследований. Рекомендации по проведению энергетических обследований промышленных предприятий. Виды обследований. Энергетический паспорт промышленного потребителя. Инструментальное обследование. Энергообследование системы воздухообеспечения. Энергообследование теплотехнологической установки.

Раздел 9. «Организация учёта энергоресурсов». Общие вопросы учёта энергоресурсов. Системы учёта энергоресурсов. Нормативная и техническая документация узла учёта тепловой энергии (УУТЭ). Основные требования к приборам УУТЭ. Учёт тепловой энергии и теплоносителя в паровых и водяных системах теплоснабжения и теплопотребления.

Рекомендуемая литература для подготовки к государственному экзамену

а) основная:

1. Бойко, Е. А. Котельные установки: учебное пособие / Е. А. Бойко. - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 668 с. - ISBN 978-5-9729-0744-1. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/115234.html>

2. Лебедев, В.М. Тепловой расчет котельных агрегатов средней паропроизводительности : учебное пособие для вузов / В. М. Лебедев, С. В. Приходько. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 212 с. - ISBN 978-5-8114-8000-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – <https://e.lanbook.com/book/1718863>

3. Елистратов, С. Л. Котельные установки и парогенераторы: учебное пособие / С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. - 102 с. - ISBN 978-5-7782-3442-0. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/115237.html>

4. Дячек, П.И. Насосы, вентиляторы, компрессоры : учебное пособие / Дячек П. И. - Москва : Издательство АСВ, 2013. - 432 с. - ISBN 978-5-93093-784-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937848.html>

5. Тепловые двигатели и нагнетатели : учебное пособие / С. А. Наумов, Е. В. Хаустова, А. В. Садчиков [и др.]. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 109 с. - ISBN 978-5-7410-1380-9. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPRBOOKS : [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/61415.html>

6. Копко, В. М. Теплоснабжение / В. М. Копко - Москва : Издательство АСВ, 2017. - 340 с. - ISBN 978-5-93093-890-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938906.html>

7. Губарева, В.В. Тепломассообменное оборудование предприятий: учебное пособие / В.В. Губарева, А.В. Губарев. - Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. - 202 с. - ISBN 2227-8397. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL:

<http://www.iprbookshop.ru/80447.html>

8. Ромейко, М. Б. Отопление и вентиляция промышленного здания : учебное пособие / М. Б. Ромейко, М. Е. Сапарев. - Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. - 143 с. - ISBN 978-5-9585-0676-7. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/62895.html>

9. Кузнецова, И.В. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебное пособие / И.В. Кузнецова, И.И. Гильмутдинов; под редакцией А.Н. Сабирзянов. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. - 125 с. - ISBN 978-5-7882-2125-0. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/79603.html>

10. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник для вузов / О.Л. Данилов, И.В. Гаряев. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01095-2. - Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010952.html>

3.3. Вопросы государственного экзамена.

Теоретические вопросы:

Б1.В.09 *Котельные установки и парогенераторы*

1. Классификация котельных установок. Принципиальная схема и принцип работы котельной установки.
2. Основные элементы котельной установки. Схема циркуляции воды и пароводяной смеси в котельных агрегатах
3. Виды топлива. Тепловые потери в котельных установках. Уравнение теплового баланса. Способы снижения потерь.
4. Жаротрубные котлы. Принципиальная схема жаротрубного котла.
5. Поверхности нагрева в паровых котлах. Конструкции топочных экранов. Достоинства и недостатки.
6. Поверхности нагрева котлов. Пароперегреватели. Конструкции и назначение. Место пароперегревателя в котле.
7. Поверхности нагрева котлов. Экономайзеры. Конструкции и назначение. Место экономайзера в котле.
8. Поверхности нагрева котлов. Воздухоподогреватели. Конструкции и назначение. Место воздухоподогревателя в котле.
9. Цель теплового расчета теплогенератора. Тепловой баланс и КПД котельного агрегата.
10. Выбор и описание компоновки котельной установки. Определение необходимого количества теплогенераторов.
11. Внутрикотловая и внекотловая обработка воды. Деаэрация питательной воды для котлов. Ступенчатое испарение. Продувка котловой воды.
12. Вспомогательное оборудование котельных установок. Классификация и назначение. Классификация деаэраторов.
13. Загрязнение наружных поверхностей нагрева котельных агрегатов. Механизм образования. Характеристика отложений. Методы очистки наружных поверхностей нагрева.
14. Классификация и принцип работы мазутных форсунок для сжигания жидкого топлива. Мазутное хозяйство котельной. Принципиальная схема циркуляционного мазутоснабжения котельной.
15. Схемы подачи воздуха и удаления продуктов сгорания. Принцип действия дымовой трубы. Определение полезной дымовой трубы.
16. Топливное хозяйство при использовании жидкого, твердого, газообразного видов топлива.

Б1.В.04 *Нагнетатели и тепловые двигатели*

1. Конструкция поршневого двигателя. Что такое такт. Изобразить индикаторную диаграмму двухтактного двигателя.
2. Порядок работы двигателя с внешним и внутренним смесеобразованием. Что такое коэффициент наполнения.
3. Принцип действия роторно-поршневого двигателя.
4. Тепловой баланс поршневого двигателя. Основные характеристики топлив: бензина, дизельного, газового.
5. Основные параметры, характеризующие работу поршневого двигателя. Что такое среднее индикаторное давление.
6. Основные характеристики поршневых двигателей. Их назначение.
7. Что собой представляет работа турбинного двигателя. Что такое степень регенерации.
8. В чём преимущество регенеративных схем. Что собой характеризует коэффициент возврата теплоты.
9. Что такое многоступенчатое сжатие, расширение. В чём преимущество многоступенчатых установок. Какой процесс сжатия принимается за эталон.
10. Особенности двухвальных ГТУ.
11. Преимущества парогазовых схем.
12. Что характеризуют эффективные показатели осевого компрессора, турбины, ГТУ.
13. Какова цель поверочных расчётов ГТУ.
14. Какое влияние оказывает изменение индикаторных показателей осевого компрессора и турбины на показатели ГТУ. Какое влияние больше.
15. В чём отличие идеальных и реальных процессов в ГТУ.
16. Что называют характеристикой осевого компрессора. Особенности характеристики осевого компрессора.
17. Как получаются совместные рабочие точки турбины и осевого компрессора.
18. Напишите уравнение материального баланса по ГТУ.
19. Как влияет начальная температура газа на входе в турбину на положение характеристики.
20. Что такое помпаж. Как влияет частота вращения на возникновение помпажа.
21. Какие факторы влияют на момент начала помпажа. В каких случаях может возникнуть помпаж при эксплуатации.
22. Какие мероприятия используются для борьбы с помпажными явлениями в эксплуатацию, при изготовлении.
23. Назначение регенератора. Конструкции регенераторов. Основное уравнение расчёта регенераторов.
24. Что влияет на коэффициент теплопередачи в регенераторе. Что такое степень регенерации. От каких факторов зависит относительная степень регенерации.
25. Как определяется экономическая эффективность применения регенератора. Приведите уравнение для определения степени регенерации на частичных нагрузках.
26. Назначение камер сгорания. Конструкция камер сгорания. Что такое к.п.д. камеры сгорания.
27. Как определяется теоретически необходимое количество кислорода, воздуха для сжигания 1 кг топлива. Что такое коэффициент избытка воздуха.
28. Напишите уравнение теплового баланса камеры сгорания. На основании чего определяется объём камеры сгорания. Как управляется режим сгорания в камерах сгорания ГТУ.
29. Основные характеристики лопаток. В чём отличие активных и реактивных ступеней. Покажите входной и выходной треугольники скоростей активной, реактивной ступени.
30. Что такое угол атаки. Напишите уравнение Эйлера. Что такое к.п.д. ступени.
31. Какие потери наблюдаются в ступени турбины. Основной фактор, влияющий на

к.п.д. ступени. Как влияет коэффициенты скорости на к.п.д. ступени турбины.

32. Виды профилей лопаток и области их применения. Что такое площадь сметаемая лопатками, где она используется.

33. Напишите уравнение расхода рабочего тела по газовоздушному тракту ГТУ.

34. Какие факторы влияют на величину расхода рабочего тела.

35. Как можно определить фактический расход рабочего тела по ГТУ.

Б1.В.13 Тепломассообменное оборудование предприятий

1. Основные виды, назначение и принципы действия тепломассообменного оборудования.

2. Конструкции, принципы действия и основные параметры, характеризующие энергетическую эффективность рекуперативных теплообменных аппаратов.

3. Тепловой расчёт рекуперативных теплообменных аппаратов. Способы интенсификации теплопередачи в рекуперативных теплообменных аппаратах.

4. Гидравлический расчет теплообменных аппаратов. Основные виды гидравлических потерь, определение проходных сечений и скоростей теплоносителей.

5. Конструкции, принцип действия и основные параметры, характеризующие энергетическую эффективность регенеративных теплообменников.

6. Тепловой расчёт регенеративных теплообменников.

7. Конструкции, принцип действия и основные параметры, характеризующие энергетическую эффективность тепломассообменных установок контактного (смешивающего) типа.

8. Расчёт теплового и материального баланса установок контактного (смешивающего) типа.

9. Назначение и классификация систем оборотного водоснабжения. Сравнительная характеристика основных типов градирен.

10. Конструкции вентиляторной градирни и аппарата воздушного охлаждения. Выбор расчётной температуры и влажности атмосферного воздуха.

11. Теплообменники систем теплоснабжения, их конструкции и схемы включения. Схемы взаимного включения и определение температур теплоносителей.

12. Классификация сушильных материалов, сушильных установок и сушильных агентов.

13. Принципиальные схемы, конструкции и основные параметры, характеризующие энергетическую эффективность сушильных установок.

14. Расчет материального и теплового баланса конвективной сушильной установки.

15. Технологические способы выпаривания растворов. Назначение, устройство и основные параметры, характеризующие энергетическую эффективность выпарных аппаратов.

16. Расчет материального и теплового баланса выпарной установки.

17. Процессы перегонки и ректификации. Простая, непрерывная и многократная перегонка. Схемы установок.

18. Схема, принцип работы и расчет материального баланса ректификационной установки.

Б1.В.05 Источники и системы теплоснабжения

1. Современные системы теплоснабжения. Сравнение двух способов теплоснабжения.

2. Тепловые сети, их элементы. Классификация тепловых сетей.

3. Схемы тепловых сетей. Гидравлический расчет тепловых сетей.

4. Методы регулирования отпуска теплоты из системы теплоснабжения

5. Качественное регулирование по нагрузке отопления.

6. Качественное регулирование по нагрузке отопления и горячего водоснабжения.

7. Графики центрального качественного регулирования отпуска теплоты.

8. Количественное регулирование в системах теплоснабжения.

9. Расчетные температуры наружного и внутреннего воздуха. Круглогодичные тепловые нагрузки. Годовое потребление теплоты
10. Пьезометрический график. Назначение и порядок построения.
11. Оборудование систем теплоснабжения.
12. Расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение района города.
13. Расчет тепловых нагрузок на технологические нужды промышленных предприятий.
14. Расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение промышленных предприятий.
15. Определение продолжительности отопительного периода
16. Построение тепловых графиков района города и промышленного предприятия.

Б1.В.12 Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии

1. Структура энергетического баланса России. Показатели потребления энергоресурсов.
2. Принципиальные схемы КЭС и ТЭЦ, распределение тепловых потоков в них.
3. Критерии оценки эффективности энергосбережения. Общие положения.
4. Термодинамические критерии оценки энергоэффективности, полученные на основе энергетического анализа.
5. Простые натуральные показатели энергоэффективности.
6. Комплексные технические показатели энергоэффективности.
7. Экономические показатели оценки энергоэффективности.
8. Особенности возникновения тепловых потерь на участках тепловой системы.
9. Мероприятия по повышению эффективности работы участков тепловой системы.
10. Вторичные энергоресурсы. Виды ВЭР, источники и направления использования.
11. Удельный выход вторичных энергоресурсов.
12. Показатели эффективности использования вторичных энергоресурсов.
13. Определение экономии энергоресурсов и возможной выработки тепловой энергии за счёт вторичных энергоресурсов.
14. Утилизация газообразных горючих вторичных энергоресурсов.
15. Утилизация жидких горючих вторичных энергоресурсов.
16. Утилизация высокотемпературных тепловых вторичных энергоресурсов.
17. Применение конденсационных теплообменников для повышения эффективности использования топлива в котельной установке.

Примеры практических заданий:

Б1.В.09 Тепломассообменное оборудование предприятий

1. Определите расход нагреваемой воды G_2 и площадь поверхности нагрева F прямоточного водо-водяного теплообменника, если известны: расход греющей воды $G_1 = 15$ кг/с, температура греющей воды на входе и выходе теплообменника $t'_1=120^\circ\text{C}$, $t''_1=80^\circ\text{C}$, температура нагреваемой воды на входе и выходе $t'_2=10^\circ\text{C}$ и $t''_2=60^\circ\text{C}$, коэффициент теплопередачи $k=1900$ Вт/(м²·К) и коэффициент, учитывающий потери теплоты $\eta_n = 0,98$.
2. В противоточный водо-водяной теплообменник, имеющий площадь поверхности нагрева $F=2\text{ м}^2$, греющая вода поступает температурой $t'_1= 90^\circ\text{C}$, ее расход $G_1 = 0,3$ кг/с. Расход нагреваемой воды $G_2 = 0,5$ кг/с, и ее температура на входе в теплообменник $t'_2=30^\circ\text{C}$. Определите тепловую нагрузку теплообменника Q и конечные температуры теплоносителей t''_1 и t''_2 , если известно, что коэффициент теплопередачи от нагретой воды к холодной $k =1400$ Вт/(м²·К).
3. Для пароводяного кожухотрубчатого теплообменника определите число труб n , число ходов в трубном пучке z_T и внутренний диаметр корпуса аппарата D_B , если известно:

площадь поверхности теплообмена $F = 300 \text{ м}^2$, внутренний и наружный диаметры труб $d_{в}/d_{н}=18/20 \text{ мм}$, длина труб $L = 4 \text{ м}$, расход воды $G_T = 120 \text{ кг/с}$, скорость воды в трубах $\omega_T = 1,5 \text{ м/с}$, средняя температура воды $t = 60^\circ\text{С}$. Значения шага труб s и коэффициента заполнения трубной решетки η оцените самостоятельно.

4. Для спирального теплообменника определите наружный диаметр спирали D_n при следующих исходных данных: площадь поверхности теплообмена $F = 80 \text{ м}^2$, ширина и высота поперечного сечения прямоугольных каналов, образованных соседними спиралями соответственно $b = 8 \text{ мм}$ и $h = 1 \text{ м}$; толщина спиралей $\delta = 3 \text{ мм}$, диаметр первого витка $d = 0,3 \text{ м}$.

5. Определите коэффициент теплопередачи для теплообменника, выполненного из латунных труб с поперечными круглыми наружными ребрами, при следующих условиях: диаметр труб $d_{в}/d_{н} = 22/24 \text{ мм}$, коэффициент теплопроводности материала стенки и ребер $\lambda_{ст}=\lambda_p=105 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, наружный диаметр ребер $D_p = 48 \text{ мм}$, толщина ребер $\delta_p = 3 \text{ мм}$, шаг ребер $s_p = 5 \text{ мм}$, коэффициент теплоотдачи от горячего воздуха к ребристой поверхности $\alpha_1=60 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$, коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности стенки труб к охлаждающей воде $\alpha_2=7000 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Термическим сопротивлением контакта между поверхностью трубы и ребер можно пренебречь.

6. Рассчитайте площадь поверхности нагрева водонагревателя-аккумулятора с водяным обогревом для нагревания в течение времени $\tau = 5 \text{ ч}$ массы воды $M_2=10 \text{ т}$ от начальной температуры $t'_2=10^\circ\text{С}$ до конечной температуры $t''_2=50^\circ\text{С}$ при расходе греющей воды $G_1=1,1 \text{ кг/с}$ и температуре на входе $t'_1=70^\circ\text{С}$. При расчете принять: коэффициент теплопередачи $k=500 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$, удельная теплоемкость воды $c = 4,19 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$.

7. Определите тепловой поток Q , передаваемый вертикально расположенным двухфазным термосифоном, заполненным водой и выполненным из медной трубы диаметром $d_{в}/d_{н} = 21/25 \text{ мм}$. Транспортная зона отсутствует, длина конденсатора равна длине испарителя, т.е. $L_k=L_n=0,5 \text{ м}$. Температура наружной стенки испарителя $t_n = 90^\circ\text{С}$, температура наружной стенки конденсатора $t_k = 70^\circ\text{С}$. При расчете принять: коэффициент теплопроводности меди $\lambda=350 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, коэффициент теплоотдачи в испарителе $\alpha_n = 18\,000 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$, коэффициент теплоотдачи в конденсаторе $\alpha_k = 6000 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$.

8. Определите предельный тепловой поток Q , ограниченный капиллярными силами, для горизонтально расположенной тепловой трубы. Корпус трубы и сетчатая капиллярная структура выполнены из нержавеющей стали, в качестве теплоносителя используется вода, температура насыщения которой $t_n = 107^\circ\text{С}$. Тепловая труба имеет следующие геометрические характеристики: диаметр корпуса $d_{в}/d_{н} = 23/25 \text{ мм}$, длины испарителя, конденсатора и транспортной зоны соответственно $L_n = 0,2 \text{ м}$, $L_k = 0,25 \text{ м}$, $L_T = 0,3 \text{ м}$, толщина капиллярной структуры $\delta_\phi = 1,2 \text{ мм}$, коэффициент проницаемости фитиля $K = 0,77 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2$, радиус капиллярных пор $R = 0,06 \text{ мм}$.

9. Определите перепад давления Δp в межтрубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника с поперечными перегородками. Теплоноситель - вода, средняя температура которой $t_b = 30^\circ\text{С}$. Характеристики межтрубного пространства: диаметр трубы $d_n = 25 \text{ мм}$, число рядов труб $z = 9$, количество перегородок $n = 18$. Скорости: поперечная в узком месте диаметрального сечения между перегородками $w_{поп} = 0,5 \text{ м/с}$, продольная в вырезах поперечных перегородок $w_{пр} = 0,6 \text{ м/с}$, в штуцерах $w_{шт} = 0,7 \text{ м/с}$.

10. Определите коэффициент аккумуляции теплоты η для кирпичной насадки высокотемпературного регенератора, если известны: половина толщины кирпича $s = 25 \text{ мм}$, коэффициент температуропроводности насадки $a = 5,6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$, продолжительность одного цикла работы регенератора $\tau_{ц} = 2 \text{ ч}$.

11. Для регенератора рассчитайте коэффициент теплопередачи k и количество передаваемой теплоты Q за время одного цикла при следующих исходных данных: площадь поверхности насадки $F = 2000 \text{ м}^2$, средние температуры дымовых газов и нагреваемого воздуха соответственно $t_r = 800^\circ\text{С}$ и $t_o = 500^\circ\text{С}$, время цикла $\tau_{ц} = 1 \text{ ч}$, продолжительности периодов нагрева и охлаждения одинаковы $\tau_n = \tau_o = 0,5 \tau_{ц}$, коэффициент теплоотдачи от дымовых газов $\alpha_n = 100 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$, коэффициент теплоотдачи к воздуху $\alpha_o = 30 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$, толщина кирпича $\delta = 40 \text{ мм}$, коэффициент температурного гистерезиса $\xi = 3$, теплофизические характеристики

материала насадки: $\lambda = 1,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, $c = 1,05 \text{ кДж/ (кг К)}$, $\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$.

12. Слой материала с насыпной плотностью $\rho_{\text{нас}} = 1400 \text{ кг/м}^3$, состоящий из твердых частиц с эквивалентным диаметром $d = 3 \text{ мм}$, продувается дымовыми газами, для которых известны: плотность $\rho = 0,275 \text{ кг/м}^3$ и коэффициент кинематической вязкости $\nu = 1,74 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$. Определите: скорость начала псевдооживления w'_o , скорость начала у носа частиц w''_o , оптимальную скорость газа $w'_{\text{опт}}$ в ламинарной области, соответствующую максимальному значению коэффициента теплоотдачи.

13. Определите тепловой поток Q , который необходимо отводить в рекуперативном воздухоохладителе, и количество выпадающей на его поверхности влаги W , если при температуре воздуха $t_1 = 60^\circ\text{C}$ и его относительной влажности $\phi_1 = 30 \%$ производительность воздухоохладителя $L = 30 \text{ м}^3/\text{с}$, Охлаждение воздуха производится до $t_2 = 30^\circ\text{C}$.

14. Смешиваются $L_1 = 1000 \text{ кг}$ воздуха с температурой $t_1 = 20^\circ\text{C}$, относительной влажностью $\phi_1 = 60\%$ и $L_2 = 3000 \text{ кг}$ воздуха с параметрами $t_2 = 50^\circ\text{C}$, $\phi_2 = 50\%$. Для полученной смеси определите по h - d - диаграмме следующие параметры: энтальпию $h_{\text{см}}$, влагосодержание, температуру $t_{\text{см}}$ и относительную влажность $\phi_{\text{см}}$.

15. Определите тепловой поток Q , переданный в скруббере, и расход охлаждающей воды $G_{\text{в}}$, если в скруббер поступает воздух в количестве $L = 3 \text{ кг/с}$ при температуре $t' = 150^\circ\text{C}$ с энтальпией $h' = 418 \text{ кДж/кг}$ и выходит из него с энтальпией $h'' = 209 \text{ кДж/кг}$. Охлаждающая вода имеет температуру на входе $t_{\text{в}}' = 15^\circ\text{C}$ и на выходе $t_{\text{в}}'' = 55^\circ\text{C}$.

16. Определите расходы сухого воздуха L и теплоты Q в теоретической сушилке, если количество удаляемой влаги $W = 0,03 \text{ кг/с}$, начальное состояние воздуха (до калорифера): $t_0 = 15^\circ\text{C}$, $\phi_0 = 90\%$, а на выходе из сушилки: $t_2 = 43^\circ\text{C}$, $\phi_2 = 50 \%$.

17. Определите расход воздуха L и теплоты Q в барабанной сушилке при следующих условиях: количество удаляемой влаги $W = 0,05 \text{ кг/с}$, температура и относительная влажность воздуха перед калорифером соответственно $t_0 = 20^\circ\text{C}$ и $\phi_0 = 60 \%$, температура воздуха после калорифера $t_1 = 150^\circ\text{C}$, относительная влажность на выходе из сушилки $\phi_2 = 80\%$, удельная физическая теплота влаги, вносимой с сушильным материалом, $q_{\text{вл}} = 42 \text{ кДж/кг}$, удельные тепловые потери на нагрев материала $q_{\text{н}} = 1180 \text{ кДж/кг}$ и удельные потери на окружающую среду $q_{\text{п}} = 960 \text{ кДж/кг}$.

3.4. Порядок проведения государственного экзамена.

Государственный экзамен по ОПОП ВО проводится в письменной форме.

К выполнению первого государственного аттестационного испытания в форме государственного экзамена допускаются магистранты, успешно завершившие в полном объеме освоение ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника в установленные учебным планом и графиком учебного процесса сроки (не имеющие академических задолженностей).

Не позднее, чем за 30 календарных дней до дня проведения первого государственного аттестационного испытания в форме государственного экзамена. ТИУ утверждает распорядительным актом расписание государственных аттестационных испытаний, в котором указываются даты, время и место проведения государственных аттестационных испытаний, и доводит расписание до сведения обучающегося, председателя и членов, секретарей государственных экзаменационных комиссий, руководителей и консультантов выпускных квалификационных работ.

Государственный экзамен проводится в письменной форме по билетам, утвержденным заведующим кафедрой и заверенным печатью института. Каждый билет содержит три теоретических вопроса.

В начале экзамена каждый обучающийся получает один экзаменационный билет и достаточное количество листов со штампом кафедры. Замена экзаменационных билетов не допускается.

Ответ обучающегося на все вопросы билета государственного экзамена производится в письменной форме. В аудитории в течение экзамена находится комиссия утвержденная

приказом по институту. Председатель ГЭК осуществляет контроль над соблюдением порядка проведения государственного экзамена.

Длительность подготовки обучающегося ответов на вопросы экзаменационного билета не должна превышать трех астрономических часов.

По окончании экзамена, подписанный студентом лист, сдается секретарю экзаменационной комиссии.

Результаты государственного аттестационного испытания объявляются в день его проведения.

Обучающиеся, не прошедшие государственной итоговой аттестации в форме государственного экзамена в связи с неявкой по уважительной причине (временная нетрудоспособность, исполнение общественных или государственных обязанностей, вызов в суд, транспортные проблемы (отмена рейса, отсутствие билетов), погодные условия или в других случаях, перечень которых устанавливается организацией самостоятельно), вправе пройти ее в течение 6 месяцев после завершения государственной итоговой аттестации.

Обучающийся должен представить в организацию документ, подтверждающий причину его отсутствия. Обучающийся, не прошедший государственное аттестационное испытание в форме государственного экзамена по уважительной причине, допускается к сдаче следующего государственного аттестационного испытания в форме выпускной квалификационной работы.

Обучающиеся, не прошедшие государственное аттестационное испытание в форме государственного экзамена в связи с неявкой по неуважительной причине или в связи с получением оценки "неудовлетворительно", а также обучающиеся из числа инвалидов (государственная итоговая аттестация которых проводится с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья), не прошедшие государственное аттестационное испытание в установленный для них срок (в связи с неявкой на государственное аттестационное испытание или получением оценки «неудовлетворительно»), отчисляются из организации с выдачей справки об обучении как не выполнившие обязанностей по добросовестному освоению образовательной программы и выполнению учебного плана.

3.5. Перечень литературы, разрешенной к использованию на государственном экзамене.

1. Доступ к нормативным документам.

4. Выпускная квалификационная работа

4.1. Вид выпускной квалификационной работы (ВКР).

ВКР выполняется в виде *бакалаврской работы*.

4.2. Структура ВКР и требования к ее содержанию.

Рекомендуемый объем ВКР бакалавра должен составлять 50-60 страниц (без учета приложений).

Структура ВКР содержит следующие обязательные элементы:

- а) титульный лист;
- б) задание на ВКР;
- в) аннотация;
- г) содержание;
- д) введение;
- е) основная часть;
- ж) заключение (выводы, рекомендации);
- з) список использованных источников;
- и) приложения (при необходимости).

Титульный лист является первой страницей ВКР.

Задание на ВКР выдается руководителем ВКР.

В аннотации указывается цель написания работы, краткое ее содержание и основные результаты, полученные в ходе исследования.

В содержании перечисляют введение, заголовки глав (разделов) и подразделов основной части, заключение, список использованных источников, приложения (при их наличии) с указанием страниц.

Во введении обосновывается актуальность ВКР, теоретическая и (или) практическая значимость, указываются объект, предмет, цель и задачи ВКР, определяются методы исследования, дается краткий обзор информационной базы исследования. Примерный объем введения - 1-2 листа.

В основной части ВКР приводятся данные, отражающие сущность, методику и основные результаты исследования. В конце каждой главы (раздела) подраздела следует обобщить материал в соответствии с целями и задачами, сформулировать выводы и достигнутые результаты.

В заключении отражаются общие результаты ВКР, формулируются обобщенные выводы и предложения, указываются перспективы применения результатов на практике и возможности дальнейшего исследования проблемы.

Список использованных источников должен включать изученную и использованную в ВКР литературу. Он свидетельствует о степени изученности проблемы и сформированности у обучающегося навыков самостоятельной работы с информационной составляющей работы и должен иметь упорядоченную структуру. Как правило, не менее 25 % источников должны быть изданы в последние пять лет.

В приложения следует включать вспомогательный материал, необходимый для полноты изложения результатов работы в пояснительной записке, например:

- промежуточные математические доказательства, формулы, расчеты;
- таблицы вспомогательных данных;
- иллюстрации вспомогательного характера;
- исходные тексты программ;
- технологические инструкции;
- результаты тестирования и т.д.

ВКР должна отвечать следующим требованиям:

- быть актуальной;
- носить научно-исследовательский либо проектно-конструкторский характер и иметь практическую значимость;
- отражать умение выпускника самостоятельно обобщать, систематизировать и анализировать материалы пройденных практик и корректно использовать статистические данные, опубликованные материалы и иные научные исследования по избранной теме с соблюдением достоверности цитируемых источников;
- иметь четкую структуру, завершенность, отвечать требованиям логичного, последовательного изложения материала, обоснованности сделанных выводов и предложений;
- содержать теоретические положения, самостоятельные выводы и рекомендации.

4.3. Примерная тематика и порядок утверждения тем ВКР.

Тематика выпускных работ бакалавра определяется содержанием учебных дисциплин, базируется на материалах научно-исследовательской работы обучающихся. Тематика ВКР формируется кафедрой и отражает проблемы направления подготовки. Общий перечень тематик ВКР ежегодно обновляется и утверждается директором института.

На период работы над ВКР обучающемуся назначается руководитель, а в случае необходимости и консультанты. Руководители ВКР определяются выпускающей кафедрой и назначаются приказом директора института.

Выбор темы ВКР осуществляется обучающимся после консультаций с руководителем. Обучающийся вправе предложить свою тему, обосновав ее актуальность, целесообразность и согласовав с руководителем ВКР до утверждения тем директором института. После согласования темы с руководителем обучающийся пишет заявление на имя заведующего кафедрой о закреплении темы ВКР и руководителя. Перечень выбранных обучающимися тем ВКР подлежит согласованию с заведующим кафедрой и утверждению приказом директора института (не позднее даты начала проведения преддипломной (производственной) практики/ГИА в соответствии с графиком учебного процесса). Изменение или корректирование

(уточнение) темы допускается в исключительных случаях по просьбе руководителя ВКР с последующим ее утверждением директором. В этом случае по представлению заведующего кафедрой издается приказ о внесении изменений в приказ «О закреплении тем и руководителей ВКР».

Примерная тематика ВКР:

1. Автоматизированная модульная котельная.
2. Блочная водогрейная котельная нефтеперекачивающей станции.
3. Внедрение энергосберегающих мероприятий на промышленных энергообъектах.
4. Выбор основного оборудования системы теплоснабжения промышленных предприятий.
5. Диагностика теплоэнергетического оборудования.
6. Модернизация (реконструкция) системы теплоснабжения промышленного объекта.
7. Модернизация системы теплоснабжения промышленного объекта.
8. Повышение надежности работы теплоэнергетического оборудования промышленных предприятий.
9. Повышение эффективности системы теплоснабжения общественных зданий.
10. Проект газотурбинной мини ТЭЦ.
11. Проект котельной (ТЭЦ, ПГУ-ТЭЦ, ГТУ-ТЭЦ) для обеспечения нужд промышленного предприятия.
12. Проектирование модульной водоподготовки с основными клиентскими характеристиками: дистанционное управление и автоматизация, совокупная стоимость владения, ремонтпригодность и гибкость изменения подключенной нагрузки.
13. Разработка конструкции элементов технологической схемы выработки тепловой энергии.
14. Разработка критериев управления теплоэнергетическим комплексом.
15. Разработка проекта отопительно-производственная котельной.
16. Разработка системы водоподготовки на энергообъекте.
17. Разработка системы охлаждения циркуляционной воды.
18. Разработка системы теплоснабжения промышленного района на базе котельной (водяной или паровой или производственно-отопительной).
19. Расчет системы воздушного отопления (кондиционирования воздуха, климат-контроля) для производственных помещений.
20. Реконструкция котельной промышленной площадки.
21. Реконструкция паровой котельной в мини ТЭЦ на базе паровой турбины (газопоршневого электрогенератора, электрогенератора с газотурбинным приводом).
22. Сравнительный анализ схем умягчения воды на промышленном предприятии.
23. Теплоснабжение газоперерабатывающего завода или газохимического комплекса.
24. Теплоснабжение компрессорной станции магистрального газопровода.
25. Теплоснабжение нефтеперекачивающей станции магистрального нефтепровода.
26. Теплоснабжение промышленного предприятия (жилого района) от ТЭЦ, котельной или ЦТП.
27. Теплоснабжение промышленной площадки.
28. Технологии и решения для повышения эффективности действующих источников тепловой энергии и тепловых сетей.
29. Утилизация тепловых сбросов промышленных предприятий.
30. Энергоаудит промышленного предприятия (котельной, ТЭЦ).

4.4. Порядок выполнения и представления в государственную экзаменационную комиссию ВКР.

Задание, конкретизирующее объем и содержание ВКР, выдается обучающемуся руководителем ВКР не позднее двух недель после утверждения приказа о закреплении тем и руководителей ВКР. Списки обучающихся, допущенных к выполнению ВКР, утверждаются приказом директора института. К сдаче ГЭ, выполнению и защите ВКР допускаются обучающиеся, успешно завершившие в полном объеме освоение ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника в установленные учебным планом сроки. Координацию и контроль за подготовкой ВКР осуществляет руководитель ВКР, являющийся, как правило, преподавателем выпускающей кафедры. Сообщения руководителей о ходе подготовки ВКР заслушиваются, как правило, на заседании выпускающей кафедры с приглашением (в отдельных случаях) обучающихся, работы которых выполняются с нарушением графика или имеют существенные качественные недостатки. За все сведения, изложенные в ВКР, принятые решения и за правильность всех данных, ответственность несет непосредственно обучающийся - автор ВКР. ВКР оформляется с соблюдением требований (Порядок оформления и защиты выпускных квалификационных работ). Завершенная ВКР подписывается обучающимся и представляется им руководителю не позднее, чем за десять дней до установленного срока защиты, после проведенной проверки на объем заимствования (плагиат) на выпускающей кафедре. Показатель оригинальности текста ВКР оценивается не менее чем в 50 %. Подписанная руководителем и консультантами работа сдается ответственному лицу, который проводит нормоконтроль за оформлением и соответствием ВКР требованиям ГОСТа и нормативно-технической документации кафедры, дает пояснения к замечаниям по оформлению пояснительной записки, демонстрационного (графического) материала. Если результаты ВКР принимаются к внедрению, то может быть представлена справка о внедрении (использовании) результатов исследования. С целью осуществления выпускающей кафедрой контроля качества ВКР и подготовки обучающихся к защите рекомендуется проведение заседания выпускающей кафедры или экспертной комиссии кафедры, состоящей из преподавателей выпускающих кафедр, где каждый обучающийся в присутствии руководителя ВКР проходит предварительную защиту ВКР. К предварительной защите обучающийся представляет задание на ВКР и полный непереплетенный вариант ВКР.

Рекомендации по устранению выявленных недостатков работы (при их наличии), рекомендация о допуске (не допуске) к защите фиксируются в протоколе заседания выпускающей кафедры.

4.5. Порядок защиты ВКР.

Обучающийся защищает ВКР на заседании государственной экзаменационной комиссии по защите ВКР по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (ГЭК). Защита ВКР является заключительным этапом государственной итоговой аттестации обучающихся и проводится в соответствии с графиком ГИА.

В случае если ВКР не представлена обучающимся в установленный срок по уважительным причинам, в установленном порядке можно изменить дату защиты при предоставлении обучающимся подтверждающих документов. Перенос сроков защиты ВКР оформляется приказом директора департамента образовательной деятельности на основании личного заявления обучающегося с визами и ходатайством директора института, заведующего выпускающей кафедрой.

Оценку по результатам защиты ВКР выставляет ГЭК. Автор ВКР имеет право ознакомиться с отзывом руководителя о его работе до начала процедуры защиты. Защита ВКР проводится на открытом заседании ГЭК (за исключением защиты работ по закрытой тематике) с участием не менее двух третей ее состава. Обязательные элементы процедуры защиты:

- выступление автора ВКР;
- ответы на заданные вопросы;
- оглашение отзыва руководителя.

Для сообщения по содержанию ВКР обучающемуся отводится не более 15 минут. При защите могут представляться дополнительные материалы, характеризующие научную и практическую ценность выполненной работы (печатные статьи по теме, документы,

указывающие на практическое применение результатов работы и т.п.), использоваться технические средства для презентации материалов ВКР. Затем секретарем ГЭК оглашается отзыв руководителя ВКР.

По окончании защит ГЭК обсуждает и выставляет оценку за защиту ВКР на закрытом заседании. При выставлении оценки ГЭК руководствуется установленными критериями оценки ВКР. Окончательное решение об оценке выпускной квалификационной работы принимает председатель ВКР. По результатам государственной итоговой аттестации обучающегося комиссия принимает решение, которое оформляется протоколом о присвоении ему квалификации по направлению подготовки и о выдаче диплома о высшем профессиональном образовании (в том числе диплома с отличием).

5. Критерии оценки знаний выпускников на ГИА

5.1. Критерии оценки знаний на государственном экзамене.

ОТЛИЧНО (баллы 91-100): Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся усвоил программный материал, исчерпывающе, грамотно и логически правильно его излагает, способен увязывать теорию с практикой. При этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с вопросами и другими видами контроля знаний, проявляет знакомство с монографической литературой, правильно обосновывает принятые решения, делает собственные выводы по итогам написания выпускной квалификационной работы;

ХОРОШО (баллы 76-90): Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов;

УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (баллы 61-75): Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала и испытывает трудности в выполнении практических заданий;

НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (менее 61 балла): Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся не усвоил значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.

5.2. Критерии оценки знаний на защите ВКР.

ОТЛИЧНО (баллы 91-100): Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся усвоил программный материал, исчерпывающе, грамотно и логически правильно его излагает, способен увязывать теорию с практикой. При этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с вопросами и другими видами контроля знаний, проявляет знакомство с монографической литературой, правильно обосновывает принятые решения, делает собственные выводы по итогам написания выпускной квалификационной работы;

ХОРОШО (баллы 76-90): Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов;

УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (баллы 61-75): Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала и испытывает трудности в выполнении практических заданий;

НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (менее 61 балла): Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся не усвоил значительной части программного материала,

допускает существенные ошибки.

6. Порядок подачи и рассмотрения апелляции

6.1. По результатам государственных аттестационных испытаний обучающийся имеет право подать апелляцию.

6.2. Порядок подачи и рассмотрения апелляции по результатам государственного экзамена.

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию письменную апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания и (или) несогласии с результатами государственного экзамена.

Апелляция подается лично обучающимся в апелляционную комиссию не позднее следующего рабочего дня после объявления результатов государственного аттестационного испытания.

Решение апелляционной комиссии доводится до сведения обучающегося, подавшего апелляцию, в течение трех рабочих дней со дня заседания апелляционной комиссии. Факт ознакомления обучающегося, подавшего апелляцию, с решением апелляционной комиссии удостоверяется подписью обучающегося.

6.3. Порядок подачи и рассмотрения апелляции по результатам защиты выпускной квалификационной работы.

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию письменную апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания.

Апелляция подается лично обучающимся в апелляционную комиссию не позднее следующего рабочего дня после объявления результатов государственного аттестационного испытания.

Решение апелляционной комиссии доводится до сведения обучающегося, подавшего апелляцию, в течение трех рабочих дней со дня заседания апелляционной комиссии. Факт ознакомления обучающегося, подавшего апелляцию, с решением апелляционной комиссии удостоверяется подписью обучающегося.

Лист согласования

Внутренний документ "2022_13.03.01_ТиТ"

Ответственный: Белкин Алексей Павлович

Согласовано

Серийный номер ЭП	Должность	ФИО	ИО	Виза	Комментарий	Дата
52 48 A6 64 38 A4 BD 5C	Заведующий кафедрой, имеющий ученую степень кандидата наук	Белкин Алексей Павлович		Согласовано		
31 5F 0A 57 18 62 5A 3C	Заместитель директора по учебно-методической работе	Харитонова Татьяна Александровна		Согласовано		
54 B4 F7 A9 43 01 1D F4	Специалист 1 категории		Руммо Екатерина Леонидовна	Согласовано		

**Дополнения и изменения
к ГИА
на 2022-2023 учебный год**

С учётом развития науки, практики, технологий и социальной сферы, а также результатов мониторинга потребностей работодателей, в ГИА вносятся следующие дополнения (изменения):

№	Вид дополнений/изменений	Содержание дополнений/изменений, вносимых в рабочую программу
1	<i>Меняется</i> формулировка компетенции ОПК-1 ; <i>добавляется</i> индикатор ОПК-1.3	Компетенция ОПК-1 . Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; индикатор ОПК-1.1 . Алгоритмизирует решение задач и реализует алгоритмы с использованием программных средств; индикатор ОПК-1.2 . Применяет средства информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации <i>меняется на</i> Компетенция ОПК-1 . Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности; индикатор ОПК-1.1 . Алгоритмизирует решение задач и реализует алгоритмы с использованием программных средств; индикатор ОПК-1.2 . Применяет средства информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации; индикатор ОПК-1.3 . Демонстрирует знание принципов работы информационных технологии в промышленной теплоэнергетике
2	<i>Меняется</i> формулировка компетенции ОПК-2 ; индикатора ОПК-2.1	Компетенция ОПК-2 . Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; индикатор ОПК-2.1 . Применяет математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, численных методов; индикатор ОПК-2.2 . Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики; индикатор ОПК-2.3 . Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики для решения типовых задач; индикатор ОПК-2.4 . Демонстрирует понимание основ автоматического управления и регулирования; индикатор ОПК-2.5 . Выполняет моделирование при решении профессиональных задач; индикатор ОПК-2.6 . Осуществляет выбор метода анализа, моделирование ситуации с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений при решении профессиональных задач; индикатор ОПК-2.7 . Демонстрирует понимание химических процессов и применяет основные законы химии; индикатор ОПК-2.8 . Демонстрирует понимание основ автоматического управления и регулирования; индикатор ОПК-2.9 . Выполняет моделирование систем автоматического регулирования и управления; индикатор ОПК-2.10 . Применяет соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач <i>меняется на</i> Компетенция ОПК-2 . Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения; индикатор ОПК-2.1 . Применяет знания основ информационных технологии при создании безлюдных и цифровых объектов промышленной теплоэнергетики
3	Код компетенции ОПК-2 ; код индикатора ОПК-2.1 , код индикатора ОПК-2.2 , код индикатора ОПК-2.3 , код индикатора ОПК-2.4 , код индикатора ОПК-2.5 , код индикатора	Компетенция ОПК-2 . Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; индикатор ОПК-2.1 . Применяет математический аппарат исследования функций, линейной алгебры,

	<p>ОПК-2.6, код индикатора ОПК-2.7, код индикатора ОПК-2.8, код индикатора ОПК-2.9, код индикатора ОПК-2.10 <i>меняется на</i> код компетенции ОПК-3; код индикатора ОПК-3.1, код индикатора ОПК-3.2, код индикатора ОПК-3.3, код индикатора ОПК-3.4, код индикатора ОПК-3.5, код индикатора ОПК-3.6, код индикатора ОПК-3.7, код индикатора ОПК-3.8, код индикатора ОПК-3.9, код индикатора ОПК-3.10</p>	<p>дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, численных методов; индикатор ОПК-2.2. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики; индикатор ОПК-2.3. Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики для решения типовых задач; индикатор ОПК-2.4. Демонстрирует понимание основ автоматического управления и регулирования; индикатор ОПК-2.5. Выполняет моделирование при решении профессиональных задач; индикатор ОПК-2.6. Осуществляет выбор метода анализа, моделирование ситуации с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений при решении профессиональных задач; индикатор ОПК-2.7. Демонстрирует понимание химических процессов и применяет основные законы химии; индикатор ОПК-2.8. Демонстрирует понимание основ автоматического управления и регулирования; индикатор ОПК-2.9. Выполняет моделирование систем автоматического регулирования и управления; индикатор ОПК-2.10. Применяет соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач <i>меняется на</i> Компетенция ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; индикатор ОПК-3.1. Применяет математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, численных методов; индикатор ОПК-3.2. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики; индикатор ОПК-3.3. Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики для решения типовых задач; индикатор ОПК-3.4. Демонстрирует понимание основ автоматического управления и регулирования; индикатор ОПК-3.5. Выполняет моделирование при решении профессиональных задач; индикатор ОПК-3.6. Осуществляет выбор метода анализа, моделирование ситуации с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений при решении профессиональных задач; индикатор ОПК-3.7. Демонстрирует понимание химических процессов и применяет основные законы химии; индикатор ОПК-3.8. Демонстрирует понимание основ автоматического управления и регулирования; индикатор ОПК-3.9. Выполняет моделирование систем автоматического регулирования и управления; индикатор ОПК-3.10. Применяет соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</p>
4	<p>Код компетенции ОПК-3; код индикатора ОПК-3.1, код индикатора ОПК-3.2, код индикатора ОПК-3.3, код индикатора ОПК-3.4, код индикатора ОПК-3.5, код индикатора ОПК-3.6 <i>меняется на</i> код компетенции ОПК-4; на код индикатора ОПК-4.1, на код индикатора ОПК-4.2, на код индикатора ОПК-4.3, на код индикатора ОПК-4.4, на код индикатора ОПК-4.5, на код индикатора ОПК-4.6</p>	<p>Компетенция ОПК-3. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах; индикатор ОПК-3.1. Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа; индикатор ОПК-3.2. Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем; индикатор ОПК-3.3. Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем; индикатор ОПК-3.4. Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений; индикатор ОПК-3.5. Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей; индикатор ОПК-3.6. Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы <i>меняется на</i> Компетенция ОПК-4. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в</p>

		теплотехнических установках и системах; индикатор ОПК-4.1. Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа; индикатор ОПК-4.2. Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем; индикатор ОПК-4.3. Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем; индикатор ОПК-4.4. Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений; индикатор ОПК-4.5. Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей; индикатор ОПК-4.6. Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы
5	Формулировка компетенции ОПК-4; индикатора ОПК-4.1, индикатора ОПК-4.2 <i>меняется на</i> формулировку компетенции ОПК-5; индикатора ОПК-5.1, индикатора ОПК-5.2 <i>и добавляется</i> индикатор ОПК-5.3	Компетенция ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности; индикатор ОПК-4.1. Демонстрирует знание принципов работы информационных технологии в промышленной теплоэнергетике; индикатор ОПК-4.2. Применяет знания основ информационных технологии при создании безлюдных и цифровых объектов промышленной теплоэнергетики <i>меняется на</i> Компетенция ОПК-5. Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок; индикатор ОПК-5.1. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности; индикатор ОПК-5.2. Демонстрирует знание основных правил построения и оформления эскизов, чертежей и схем в соответствии с требованиями стандартов; индикатор ОПК-5.3. Демонстрирует знание основных законов механики конструкционных материалов, используемых в теплоэнергетике и теплотехнике
6	Код компетенции ОПК-5; код индикатора ОПК-5.1 <i>меняется на</i> код компетенции ОПК-6; на код индикатора ОПК-6.1	Компетенция ОПК-5. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники; индикатор ОПК-5.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность <i>меняется на</i> Компетенция ОПК-6. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники; индикатор ОПК-6.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность

Дополнения и изменения внес:

Заведующий кафедры ПТ, доцент, к.т.н. _____ А.П. Белкин

Дополнения (изменения) в ГИА рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика»

Заведующий кафедрой ПТ _____ А.П. Белкин

24 ноября 2022 г.