

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 27.03.2024 15:55:02  
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

« 27 » 06 2022 г.

### ПРОГРАММА

государственной итоговой аттестации  
выпускников по направлению подготовки  
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль): Цифровой инжиниринг и энергосберегающие  
технологии

Квалификация: магистр

РАЗРАБОТАЛ  
Заведующий кафедрой ПТ

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

А.П. Белкин  
«23» 06 2022 г.

СОГЛАСОВАНО  
Председатель КСН

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

А.П. Белкин  
«23» 06 2022 г.

Рассмотрено на заседании Учёного совета  
*Института сервиса и отраслевого управления*

Протокол от «23» 06 2022 г. № 9  
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 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (направленность (профиль) Цифровой инжиниринг и энергосберегающие технологии, является установление уровня развития и освоения выпускником компетенций и качества его подготовки к профессиональной деятельности в соответствии с требованиями:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – магистратура по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденный приказом Минобрнауки РФ от 28 февраля 2018 года № 146 (далее ФГОС ВО);
- ОПОП ВО, разработанной в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Тюменский индустриальный университет».

1.2 ГИА по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (направленность (профиль) Цифровой инжиниринг и энергосберегающие технологии 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 производственно-технологической и научно-исследовательской сферах 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.

Таблица 1

Область профессиональной деятельности	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности или области знаний
16 Строительство и ЖКХ (в сфере проектирования и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники); 19 Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа (в сфере регулирования потоков и формирования балансов углеводородного сырья); 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в	производственно-технологический	<ul style="list-style-type: none"> <li>• определение потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, подготовка обоснований развития энергохозяйства, реконструкции и модернизации систем тепло- и энергоснабжения;</li> <li>• обеспечение бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического оборудования;</li> <li>• участие в разработке мероприятий по соблюдению технологической дисциплины, совершенствованию методов организации труда, совершенствованию технологии производства и преобразования тепловой энергии;</li> <li>• совершенствование технологии производства</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики;</li> <li>• системы энергообеспечения предприятий, объекты малой энергетики;</li> <li>• паровые и водогрейные котлы различного назначения;</li> <li>• энергоблоки, парогазовые и газотурбинные установки;</li> <li>• вспомогательное теплотехническое оборудование;</li> <li>• тепло- и массообменные аппараты различного назначения;</li> <li>• тепловые сети;</li> <li>• теплоэнергетическое оборудование объектов нефтяного и газового промысла, трубопроводного транспорта энергоресурсов;</li> <li>• системы диагностики и</li> </ul>

Область профессиональной деятельности	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности или области знаний
сфере обеспечения безопасной эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением).		<p>тепловой энергии на своем участке;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• составление инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний.</li> <li>• проведение технико-экономического и функционально-стоимостного анализа обоснований развития энергохозяйства, реконструкции и модернизации систем тепло- и энергоснабжения.</li> </ul>	автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.
16 Строительство и ЖКХ (в сфере проектирования и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники); 19 Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа (в сфере регулирования потоков и формирования балансов углеводородного сырья); 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере обеспечения безопасной эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением).	научно-исследовательский	<ul style="list-style-type: none"> <li>• сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи;</li> <li>• разработка методики и организация проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов;</li> <li>• подготовка научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;</li> <li>• разработка физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики;</li> <li>• системы энергообеспечения предприятий, объекты малой энергетики;</li> <li>• паровые и водогрейные котлы различного назначения;</li> <li>• энергоблоки, парогазовые и газотурбинные установки;</li> <li>• вспомогательное теплотехническое оборудование;</li> <li>• тепло- и массообменные аппараты различного назначения;</li> <li>• тепловые сети;</li> <li>• теплоэнергетическое оборудование объектов нефтяного и газового промысла, трубопроводного транспорта энергоресурсов;</li> <li>• системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.</li> </ul>
	организационно-управленческий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• участие в организации работы коллектива исполнителей, определение порядка выполнения работ;</li> <li>• поиск оптимальных решений при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты;</li> <li>• подготовка исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа;</li> <li>• проведение анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений;</li> <li>• разработка планов и программ организации инновационной деятельности на предприятии.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики;</li> <li>• системы энергообеспечения предприятий, объекты малой энергетики;</li> <li>• паровые и водогрейные котлы различного назначения;</li> <li>• энергоблоки, парогазовые и газотурбинные установки;</li> <li>• вспомогательное теплотехническое оборудование;</li> <li>• тепло- и массообменные аппараты различного назначения;</li> <li>• тепловые сети;</li> <li>• теплоэнергетическое оборудование объектов нефтяного и газового промысла, трубопроводного транспорта энергоресурсов;</li> <li>• системы диагностики и автоматизированного управления технологическими</li> </ul>

Область профессиональной деятельности	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности или области знаний
			процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.

#### 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)

Таблица 2

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Дисциплины, практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи	Теория принятия решений
		УК-1.2. Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи (составляет модель, определяет ограничения, вырабатывает критерии, оценивает необходимость дополнительной информации)	Теория принятия решений
		УК-1.3. Формирует возможные варианты решения задач	Теория принятия решений
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Участвует в управлении проектом на всех этапах жизненного цикла	Проектный менеджмент
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1. Демонстрирует понимание принципов командной работы (знает роли в команде, типы руководителей, способы управления коллективом)	Организационное поведение
		УК-3.2. Руководит членами команды для достижения поставленной задачи	Организационное поведение
Коммуникация	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1. Осуществляет академическое и профессиональное взаимодействие, в том числе на иностранном языке	Иностранный язык Технический иностранный язык (продвинутый уровень)
		УК-4.2. Переводит академические тексты (рефераты, аннотации, обзоры, статьи и т.д.) с иностранного языка или на иностранный язык	Иностранный язык Технический иностранный язык (продвинутый уровень)
		УК-4.3. Использует современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации	Иностранный язык Технический иностранный язык (продвинутый уровень)
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1. Демонстрирует понимание особенностей различных культур и наций	Организационное поведение
		УК-5.2. Выстраивает социальное взаимодействие, учитывая общее и особенное различных культур и религий	Организационное поведение
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания	Организационное поведение
		УК-6.2. Определяет приоритеты личного роста и способы совершенствования собственной	Организационное поведение

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Дисциплины, практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК УК
		деятельности на основе самооценки	

Общепрофессиональные компетенции выпускников (ОПК) и индикаторы их достижения.

Таблица 3

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Дисциплины, практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ОПК
Планирование	ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1.1. Определяет цель и задачи научного исследования в соответствии со взаимосвязями с другими структурными элементами исследования	Теория и практика инженерного исследования
		ОПК-1.2. Определяет виды задач научного исследования и последовательность их решения	Теория и практика инженерного исследования
		ОПК-1.3. Формулирует критерии принятия решения	Теория принятия решений
Исследование	ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	Теория и практика инженерного исследования
		ОПК-2.2. Проводит анализ полученных результатов	Теория и практика инженерного исследования
		ОПК-2.3. Представляет результаты выполненной работы	Теория и практика инженерного исследования

Самостоятельно определяемые профессиональные компетенции выпускников (ПКС) и индикаторы их достижения.

Таблица 4

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПКС	Код и наименование индикатора достижения ПКС	Дисциплины, практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический					
Определение потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, подготовка обоснований развития энергохозяйства, реконструкции и модернизации систем тепло- и энергоснабжения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики;</li> <li>• системы энергообеспечения предприятий, объекты малой энергетики;</li> <li>• паровые и водогрейные котлы различного назначения;</li> </ul>	ПКС-1. Способность к определению потребности в энергоресурсах и разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства ОПД	ПКС-1.1. Способен выполнять расчёты термодинамических параметров теплоносителей и их потребность в технологии производства тепловой и электрической энергии	Физические основы генерации и преобразования энергии	ПС 16.133 – ТФ С/01.7 ПС 16.133 – ТФ С/02.7 ПС 16.133 – ТФ С/03.7 ПС 16.133 – ТФ D/01.7 ПС 16.133 – ТФ D/02.7 ПС 19.008 – ТФ В/01.7 ПС 19.012 – ТФ В/01.7
			ПКС-1.2. Способен выбирать и проводить техническую оценку источников генерации и преобразования энергии	Современные и перспективные технологии генерации и преобразования энергии Преддипломная практика	
			ПКС-1.3. Способен выполнять расчёт тепловых схем	Современные высокоэффективные энергетические установки	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПКС	Код и наименование индикатора достижения ПКС	Дисциплины, практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• энергоблоки, парогазовые и газотурбинные установки;</li> <li>• вспомогательное теплотехническое оборудование;</li> <li>• тепло- и массообменные аппараты различного назначения;</li> <li>• тепловые сети;</li> <li>• теплоэнергетическое оборудование</li> </ul>		энергоустановок и осуществлять выбор оборудования для их компоновки		
			ПКС-1.4. Демонстрирует умение составлять перспективные модели действующих теплотехнологических объектов и теплотехнологических объектов нового поколения	Основы методологии и принципы интенсивного энергосбережения	
			ПКС-1.5. Использует знание описания принципа действия и устройства объектов	Энергетика в трубопроводном транспорте Энергетика в добыче нефти и газа	
Обеспечение бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>• системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике</li> </ul>	ПКС-2. Способность к определению потребности производства в топливноэнергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов, разработке норм их расхода, расчету потребностей производства в энергоресурсах теплотехнического оборудования ОПД	ПКС-2.1. Способен выполнять расчёты потребности производства в топливно-энергетическом ресурсе	Физические основы генерации и преобразования энергии Научно-производственная практика Проектная практика Преддипломная практика	ПС 16.133 – ТФ С/01.7 ПС 16.133 – ТФ С/02.7 ПС 16.133 – ТФ С/03.7 ПС 16.133 – ТФ D/01.7 ПС 16.133 – ТФ D/02.7 ПС 19.008 – ТФ В/01.7 ПС 19.012 – ТФ В/01.7
			ПКС-2.2. Способен оценивать потребность в топливно-энергетических ресурсах	Современные и перспективные технологии генерации и преобразования энергии	
			ПКС-2.3. Способен применять методы повышения энергетической эффективности тепловых схем высокоэффективных энергетических установок	Современные высокоэффективные энергетические установки	
			ПКС-2.4. Демонстрирует знание нормативно-технической документации в области энергоаудита и энергоэффективности и умеет разрабатывать энергосберегающие мероприятия направленные на повышение показателей энергоэффективности промышленного предприятия	Основы методологии и принципы интенсивного энергосбережения	
			ПКС-2.5 Применяет расчёты	Основы инженерного проектирования и	



Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПКС	Код и наименование индикатора достижения ПКС	Дисциплины, практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
			для определения потенциала энергосбережения при проектировании теплоэнергетических систем	реконструкции теплоэнергетических систем	
			ПКС-2.6. Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей.	Энергетика в трубопроводном транспорте Энергетика в добыче нефти и газа	
Участие в разработке мероприятий по соблюдению технологической дисциплины, совершенствованию методов организации труда, совершенствованию технологии производства и преобразования тепловой энергии. Совершенствование технологии производства тепловой энергии на своем участке. Составление инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний.		ПКС-3. Готовность к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, и теплотехнологического оборудования ОПД	ПКС-3.1. Анализ проблем и выявление тенденций и направлений развития в области управления и регулирования энергетики	Государственная энергетическая политика	ПС 16.133 – ТФ С/01.7 ПС 16.133 – ТФ С/02.7 ПС 16.133 – ТФ С/03.7 ПС 16.133 – ТФ D/01.7 ПС 16.133 – ТФ D/02.7 ПС 19.008 – ТФ В/01.7 ПС 19.012 – ТФ В/01.7
			ПКС-3.2. Способен проводить технические расчеты, направленные на повышение энергоэффективности систем тепло- и энергоснабжения	Научно-производственная практика Преддипломная практика	
			ПКС-3.3. Готов обеспечить бесперебойную работу парогазовой электростанции, учитывая особенности технологического процесса энергоустановок	Современные высокоэффективные энергетические установки	
			ПКС-3.4. Способен выполнять инструментальное обследование и проводить энергоаудит ОПД направленный на обеспечение эффективной работы энергетического, и теплотехнологического оборудования ОПД	Основы методологии и принципы интенсивного энергосбережения	
			ПКС-3.5 Проводит бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию автоматических систем непрерывного контроля	Технологии и перспективы развития декарбонизации в теплоэнергетической отрасли	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПКС	Код и наименование индикатора достижения ПКС	Дисциплины, практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
			выбросов: внедрение автоматической системы непрерывного контроля выбросов дымовой трубы		
			ПКС-3.6 Способен обеспечить правильную эксплуатацию и модернизацию теплотехнологического оборудования ОПД	Основы инженерного проектирования и реконструкции теплоэнергетических систем	
			ПКС-3.7 Знает подходы к эксплуатации теплоэнергетического оборудования	Искусственный интеллект в теплоэнергетике	
			ПКС-3.8 Знает требования эксплуатации теплоэнергетического оборудования, определение порядка и сроков вывода в ремонт	Предиктивная аналитика и диагностика систем теплоэнергоснабжения	
Участие в разработке мероприятий по соблюдению технологической дисциплины, совершенствованию методов организации труда, совершенствованию технологии производства и преобразования тепловой энергии. Совершенствование технологии производства тепловой энергии на своем участке. Составление инструкций по эксплуатации		ПКС-4. Готовность применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях ОПД	ПКС-4.1. Владеет методами и средствами автоматизированных систем управления	Современные и перспективные технологии генерации и преобразования энергии	ПС 16.133 – ТФ С/01.7 ПС 16.133 – ТФ С/02.7 ПС 16.133 – ТФ С/03.7 ПС 16.133 – ТФ D/01.7 ПС 16.133 – ТФ D/02.7 ПС 19.008 – ТФ В/01.7 ПС 19.012 – ТФ В/01.7
			ПКС-4.2 Знает проблемы автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплотехнологиях ОПД	Современные проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии	
			ПКС-4.3. Владеет принципами эффективного управления в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии	Принципы эффективного управления в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии Научно-производственная практика Преддипломная практика	
			ПКС-4.4 Знает методы и средства искусственного интеллекта применяемые при управлении и оценки остаточного ресурса теплоэнергетического оборудования	Искусственный интеллект в теплоэнергетике	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПКС	Код и наименование индикатора достижения ПКС	Дисциплины, практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
оборудования и программ испытаний.			ПКС-4.5 Знает основные неисправности, методы диагностирования и прогнозирования остаточного ресурса теплоэнергетического оборудования.	Предиктивная аналитика и диагностика систем теплоэнергоснабжения	
Проведение технико-экономического и функционально-стоимостного анализа обоснований развития энергохозяйства, реконструкции и модернизации систем тепло- и энергоснабжения.		ПКС-5. Способность к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений	ПКС-5.1. Владеет навыками проведения функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений	Управление проектами в энергетическом секторе Проектная практика Преддипломная практика	ПС 16.133 – ТФ С/01.7 ПС 16.133 – ТФ С/02.7 ПС 16.133 – ТФ С/03.7 ПС 16.133 – ТФ D/01.7 ПС 16.133 – ТФ D/02.7 ПС 19.008 – ТФ В/01.7 ПС 19.012 – ТФ В/01.7 ПС 40.008 – ТФ D/01.7
			ПКС-5.2 Оценка основных технико-экономических показателей инновационных и инвестиционных проектов в энергетике	Экономическое обоснование инвестиций и инноваций в теплоэнергетике	
Проведение технико-экономического и функционально-стоимостного анализа обоснований развития энергохозяйства, реконструкции и модернизации систем тепло- и энергоснабжения.		ПКС-6. Способность оценки инновационного потенциала проекта и инновационных рисков коммерциализации проектов	ПКС-6.1. Оценка последствий осуществления государственной энергетической политики для развития энергетики	Государственная энергетическая политика	ПС 16.133 – ТФ С/01.7 ПС 16.133 – ТФ С/02.7 ПС 16.133 – ТФ С/03.7 ПС 16.133 – ТФ D/01.7 ПС 16.133 – ТФ D/02.7 ПС 19.008 – ТФ В/01.7 ПС 19.012 – ТФ В/01.7 ПС 40.008 – ТФ D/01.7
			ПКС-6.2. Способен оценивать потенциал проектов и их рисков	Управление проектами в энергетическом секторе Проектная практика Преддипломная практика	
			ПКС-6.3 Оценка эффективности инноваций и инвестиционных проектов с учетом факторов риска и неопределенности	Экономическое обоснование инвестиций и инноваций в теплоэнергетике	
<i>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</i>					
Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; Разработка методики и организация проведения	• объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики; • системы энергообеспечения предприятий, объекты малой энергетики; • паровые и	ПКС-7. Способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в	ПКС-7.1 Умеет выявлять проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях ОПД	Современные проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии	ПС 16.133 – ТФ С/01.7 ПС 16.133 – ТФ С/02.7 ПС 16.133 – ТФ С/03.7 ПС 16.133 – ТФ D/01.7 ПС 16.133 – ТФ D/02.7 ПС 19.008 – ТФ В/01.7 ПС 19.012 – ТФ В/01.7 ПС 40.008 – ТФ D/01.7
			ПКС-7.2 Применяет методы проектирования при разработке теплоэнергетических систем	Основы инженерного проектирования и реконструкции теплоэнергетических систем	
			ПКС-7.3 Способен	Патентование	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПКС	Код и наименование индикатора достижения ПКС	Дисциплины, практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
экспериментов и испытаний, анализ их результатов	водогрейные котлы различного назначения; • энергоблоки,	в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях	осуществлять патентный поиск и обеспечивать патентную чистоту проектируемых объектов	Преддипломная практика	
Подготовка научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; Разработка физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.	парогазовые и газотурбинные установки; • вспомогательное теплотехническое оборудование; • тепло- и массообменные аппараты различного назначения; • тепловые сети; • теплотехническое оборудование объектов нефтяного и газового промысла, трубопроводного транспорта энергоресурсов; • системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплотехнике	ПКС-8. Способность подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований, а так же разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере	ПКС-8.1 Владеет методами подготовки научно-технических обзоров по проблемам повышения энергетической эффективности установок, систем и комплексов современной теплотехники.	Современные проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплотехнике, теплотехнике и теплотехнологии Математическое моделирование и оптимизация теплотехнических систем	ПС 16.133 – ТФ С/01.7 ПС 16.133 – ТФ С/02.7 ПС 16.133 – ТФ С/03.7 ПС 16.133 – ТФ D/01.7 ПС 16.133 – ТФ D/02.7 ПС 19.008 – ТФ В/01.7 ПС 19.012 – ТФ В/01.7 ПС 40.008 – ТФ D/01.7
			ПКС-8.2. Применяет знания для разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере	Математическое моделирование и оптимизация теплотехнических систем	
			ПКС-8.3. Способен подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований, а так же разработать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере	Патентование Научно-исследовательская работа Преддипломная практика	
Тип задач профессиональной деятельности: <i>организационно-управленческий</i>					
Участие в организации работы коллектива исполнителей, определение порядка выполнения работ; Поиск оптимальных решений при создании продукции с учетом требований качества, надежности и	• объекты нетрадиционной и альтернативной энергетики; • системы энергообеспечения предприятий, объекты малой энергетики; • паровые и водогрейные котлы	ПКС-9. Готовность к руководству коллективом исполнителей, принятию решений, определению порядка выполнения работ	ПКС-9.1 Анализ процедур и механизмов управления энергетикой на различных уровнях	Государственная энергетическая политика	ПС 16.133 – ТФ С/01.7 ПС 16.133 – ТФ С/02.7 ПС 16.133 – ТФ С/03.7 ПС 16.133 – ТФ D/01.7 ПС 16.133 – ТФ D/02.7 ПС 19.008 – ТФ В/01.7 ПС 19.012 – ТФ В/01.7 ПС 40.008 – ТФ D/01.7
			ПКС-9.2 Принимает технические решения существующих и перспективных технологий очистки дымовых газов и продуктов сгорания.	Технологии и перспективы развития декарбонизации в теплотехнической отрасли	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПКС	Код и наименование индикатора достижения ПКС	Дисциплины, практики, формирующие результаты обучения, соотносимые с ИДК ПКС	Основание (ПС, код трудовой функции, другое)
стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты	различного назначения; • энергоблоки, парогазовые и газотурбинные установки; • вспомогательное теплотехническое оборудование; • тепло- и массообменные аппараты различного назначения; • тепловые сети; • теплоэнергетическое оборудование объектов нефтяного и газового промысла, трубопроводного транспорта энергоресурсов; • системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике		ПКС-9.3 Умеет принимать решения по порядку и срокам вывода оборудования в ремонт или техническое обслуживание	Искусственный интеллект в теплоэнергетике Научно-производственная практика Научно-исследовательская работа Преддипломная практика	
			ПКС-9.4 Умеет принимать решения по порядку и срокам вывода оборудования в ремонт или техническое обслуживание	Предиктивная аналитика и диагностика систем теплоэнергоснабжения	
Подготовка исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа; Проведение анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений; Разработка планов и программ организации инновационной деятельности на предприятии.		ПКС-10. Способность подготовки исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа и проведение анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений	ПКС-10.1. Умеет оценивать эффективность производственных подразделений	Управление проектами в энергетическом секторе	ПС 16.133 – ТФ С/01.7 ПС 16.133 – ТФ С/02.7 ПС 16.133 – ТФ С/03.7 ПС 16.133 – ТФ D/01.7 ПС 16.133 – ТФ D/02.7 ПС 19.008 – ТФ В/01.7 ПС 19.012 – ТФ В/01.7 ПС 40.008 – ТФ D/01.7
			ПКС-10.2 Способность проводить долгосрочное финансирование энергосервисных проектов при разработке мероприятий по контролю и снижению выбросов оксидов углерода в атмосферу	Технологии и перспективы развития декарбонизации в теплоэнергетической отрасли	
			ПКС-10.3 Выбор релевантных источников информации и исходных данных для обоснования инноваций и инвестиций в энергетике	Экономическое обоснование инвестиций и инноваций в теплоэнергетике	
			ПКС-10.4. Способен осуществлять подготовку заданий на разработку проектных решений, определять показатели технического уровня проектируемых объектов или технологических схем	Проектная практика Преддипломная практика	

2.2. В рамках проведения государственного экзамена проверяется степень освоения выпускником следующих компетенций: ОПК-1; ОПК-2; ПКС-1; ПКС-2; ПКС-3; ПКС-4; ПКС-7; ПКС-8; ПКС-9; ПКС-10.

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; ОПК-1; ОПК-2; ПКС-1; ПКС-2; ПКС-3; ПКС-4; ПКС-5; ПКС-6; ПКС-7; ПКС-8; ПКС-9; ПКС-10.

### 3. Государственный экзамен

#### 3.1. Структура государственного экзамена.

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

Дисциплины обязательной части программы:

1. «Теория и практика инженерного исследования».

Дисциплины части программы, формируемой участниками образовательных отношений:

1. «Современные проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии»

2. «Основы методологии и принципы интенсивного энергосбережения»

3. «Принципы эффективного управления в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии»

4. «Современные высокоэффективные энергетические установки»

5. «Современные и перспективные технологии генерации и преобразования энергии»

#### 3.2. Содержание государственного экзамена.

##### 1. Наименование дисциплины

Содержание дисциплины «Теория и практика инженерного исследования».

Раздел 1. «Теоретические и экспериментальные методы исследования». Основные понятия и определения экспериментальных исследований. Методы теоретических исследований.

Раздел 2. «Планирование проведения эксперимента». Выбор основных факторов. Составление плана проведения исследований.

Раздел 3. «Составление журнала наблюдений». Выявление основных характеристик и параметров эксперимента.

Раздел 4. «Методы представления результатов и оценка их точности». Определение основных видов погрешностей приборов и результатов эксперимента.

Раздел 5. «Анализ результатов и представление экспериментальных данных». Основы теории проверки гипотез, метод дисперсного, регрессионного и ковариационного анализов.

Содержание дисциплины «Современные проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии»

Раздел 1. «Состояние производственных мощностей тепловой энергетики России и Тюменской области». Состояние производственных мощностей тепловой энергетики и централизованного теплоснабжения России. Теплоснабжение и потребление тепловой энергии в Тюменской области. Проблемы повышения энергетической эффективности объектов коммунальной инфраструктуры и энергетики Тюменской области.

Раздел 2. «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий». Централизованные и автономные системы энергоснабжения. Предпосылки развития распределенной энергетики. Технологии распределенной генерации. Условия

целесообразности использования альтернативных технических решений для модернизации источников в изолированных системах энергоснабжения. Проблемы развития малой распределенной энергетики на базе возобновляемых источников энергии.

Раздел 3. *«Современные проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии»*. Виды потерь топливно-энергетических ресурсов. Потери при производстве тепловой энергии. Потери тепла при транспортировке к потребителю. Потери в системах отопления и горячего водоснабжения. Тепловые потери зданий и сооружений. Проблемы утилизации теплоты уходящих газов. Технологии утилизации теплоты уходящих газов. Проблемы эффективности энерготехнологических систем и комплексов. Методы определения резервов эффективности энерготехнологических систем и комплексов.

Содержание дисциплины «Основы методологии и принципы интенсивного энергосбережения»

Раздел 1. *«Нормативно-правовая база проведения энергетических обследований»* Нормативно-правовая и законодательная база энергосбережения. Нормативно-правовая база и методология проведения энергетического обследования.

Раздел 2. *«Нормирование потребления энергоресурсов»* Основы тарификации в энергетике. Приборный учёт потребления энергоресурсов. Интенсивное энергосбережение.

Раздел 3. *«Разработка энергосберегающих мероприятий, энергетического паспорта и программы энергосбережения»* Качество энергии. Метод предельного энергосбережения. Методология поиска энергосберегающих теплотехнологических систем. Энергетические обследования. Энергетический паспорт потребителя топливно- энергетических ресурсов. Мероприятия по энергосбережению. Анализ договорных отношений. Расчёт потребления энергоресурсов. Энергетическое обследование зданий, строений, сооружений. Энергетическое обследование энергогенерирующих объектов. Энергетическое обследование организаций, осуществляющих передачу энергетических ресурсов. Составление энергетических балансов предприятия.

Раздел 4. *«Инструментальное обеспечение при проведении энергетических обследований»* Задачи инструментального обследования. Анализ существующей приборной базы, используемой при проведении энергетического обследования. Инструментальный энергоаудит (теплотехнические измерения). Инструментальный энергоаудит (электрические измерения).

Раздел 5. *«Экономические вопросы энергетических обследований»* Расчёт технико-экономической эффективности мероприятий энергосбережения выбранного теплоэнергетического предприятия. Энергоменеджмент.

Содержание дисциплины «Принципы эффективного управления в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии»

Раздел 1. *«Принципы управления энергосистемой»* История развития энергосистемы и устройств автоматизации на теплоэнергетических объектах. Общие сведения об энергосистеме. Структура системы диспетчерского управления энергосистемой. Принципы управления энергосистемой и теплотехническими объектами.

Раздел 2. *«Моделирование систем управления в теплоэнергетике»* Теория управления теплоэнергетическим объектом. Общие положения о создании математических моделей теплотехнических объектов, используемых в задачах управления. Оптимизация режимов работы теплоэнергетического оборудования. Практикум по математическому моделированию систем автоматического регулирования.

Раздел 3. *«Применение автоматизированных систем управления в теплоэнергетической отрасли»*. Организация автоматизированной системы управления. Общие сведения об управлении технологическими процессами на промышленных предприятиях. Системы автоматического регулирования рабочих параметров теплоэнергетического оборудования. Автоматизация производственных котельных.

Раздел 4. *«Принципы управления системами теплоснабжения и отопления»*. Организация автоматизированного управления в системах централизованного теплоснабжения. Общие сведения об управлении технологическими процессами в автоматизированных системах теплоснабжения и отопления. Индивидуальное автоматическое регулирование расхода теплоты в системах отопления. Технические средства автоматизированных систем управления.

Содержание дисциплины «Современные высокоэффективные энергетические установки»

Раздел 1. *«Теплосиловые циклы парогазовых установок»*. Парогазовые циклы. Особенности газотурбинного цикла ПГУ.

Раздел 2. *«Типы парогазовых установок и их основные характеристики»*. Классификация ПГУ. Устройство и принцип работы парогазовых установок.

Раздел 3. *«Газотурбинные установки. Основы теории турбомашин»*. Технические требования к ГТУ утилизационных ПГУ. Рабочие лопатки газовых турбин и компрессоров. Сопловые аппараты газовых турбин. Роторы газотурбинных двигателей. Камеры сгорания. Корпуса и опоры ротора. Подшипники и уплотнения.

Раздел 4. *«Паротурбинные установки»*. Особенности ПТУ утилизационных ПГУ. Паровые турбины утилизационных ПГУ. Конденсаторы паровых турбин утилизационных ПГУ. Теплофикационные установки утилизационных ПГУ.

Раздел 5. *«Течение пара в турбинных решетках. Конструкции ступеней паровой турбины»*. Особенности течения пара в турбинных решетках и описание конструкций ступеней паровой турбины.

Раздел 6. *«Котельные установки парогазовых энергоблоков»*. Назначение и роль котельных установок в ПГУ. Технические требования к котельной установке и котлам-утилизаторам ПГУ. Тепловые схемы котельных установок. Классификация котлов-утилизаторов ПГУ. Устройство котельных барабанов. Конструкции горизонтальных котлов-утилизаторов. Конструкции вертикальных котлов-утилизаторов.

Раздел 7. *«Режимы работы парогазовых установок»*. Особенности реализации пусковых и остановочных режимов работы парогазовых установок. Аварийные режимы парогазовых установок.

Содержание дисциплины «Современные и перспективные технологии генерации и преобразования энергии»

Раздел 1. Автономные и стационарные источники энергии. Понятия и классификация. Назначение.

Раздел 2. Источники энергии на ископаемом (не возобновляемом) топливе. Блочно-модульные котельные, газотурбинные и газопоршневые агрегаты. Порядок и методология выполнения расчетов.

Раздел 3. Источники энергии на нетрадиционном (возобновляемом) топливе. Энергия ветра, солнца, воды. Технологии утилизации низко потенциального и сбросного тепла. Порядок выбора и расчета. Порядок и методология выполнения расчетов.

Раздел 4. Перспективные и прорывные технологии генерации и преобразования энергии. Топливные химические элементы, матано-водородное топливо.

Раздел 5. Методы управления и цифровые двойники. Направления развития рынков.

Рекомендуемая литература для подготовки к государственному экзамену

а) основная:

1. Сидняев, Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных [Электронный ресурс]: учебное пособие для магистров / Н.И. Сидняев. - 2-е изд., пер. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2017. - 495 с. - URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/406462>;

2. Афанасьева, Н.Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению



подготовки 230100 "Информатика и вычислительная техника" / Н.Ю. Афанасьева. - Москва: КноРус, 2013. - 330 с.: ил., граф.;

3. Степанов, О.А. Основы трансформации теплоты: учебник / О.А. Степанов, С.О. Захаренко. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 128 с. - ISBN 978-5-8114-3722-1. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://www.e.lanbook.com/book/122152>;

4. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / составители В.Я. Губарев, А.Г. Арзамасцев. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. – 72 с. - ISBN 978-5-88247-672-3. – Текст: электронный// Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/55117.html>;

5. Ляшков, В.И. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / В.И. Ляшков, С.Н. Кузьмин. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. – 95 с. - ISBN 2227-8397. – Текст: электронный// Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/63879.html>;

6. Трухний, А.Д. Парогазовые установки электростанций: учебник для вузов / А.Д. Трухний. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. – 675 с. – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010570.html>;

б) дополнительная:

7. Елистратов, С. Л. Котельные установки и парогенераторы: учебное пособие / С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. - 102 с. - ЭБС "IPR BOOKS". - ISBN 978-5-7782-3442-0: ~Б. ц. - <https://www.iprbookshop.ru/115237.html>

8. 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>;

9. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Е.Я. Соколов. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01166-9. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011669.html>;

10. 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>.

11. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник для вузов / О.Л. Данилов, И.В. Горяев. – 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:

#### *Теория и практика инженерного исследования*

1. Методология и методы научных исследований, способы их организации.
2. Индукция и дедукция, анализ и синтез, сравнение теоретических и экспериментальных исследований.

3. Что такое инженерный эксперимент. Классификация инженерного эксперимента: качественный эксперимент, измерительный, пассивный, активный.
4. Натурные и модельные эксперименты. Как делят эксперименты по стадиям научных исследований (лабораторные, стендовые и промышленные).
5. Методы планирования многофакторных экспериментов. Полно-факторный эксперимент.
6. Виды измерений (прямые и косвенные, абсолютные и относительные, равноточные и неравноточные, избыточные измерения).
7. Точность измерений. Виды ошибок (случайные, систематические, грубые).
8. План эксперимента. Методы обработки и анализ обработки данных.
9. Методы подбора эмпирических формул. Метод выравнивания. Графический метод выравнивания.
10. Методологический вывод. Актуальность и новизна темы, последние достижения, наиболее актуальные задачи, производственные рекомендации, техническая целесообразность и экономическая эффективность разработок.

*«Современные проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии»*

1. Виды современных источников теплоэнергетики и теплотехники.
2. Классификация современных источников теплоэнергетики.
3. Методика оценки эффективности применения современных источников энергии.
4. Какие источники используют для теплоснабжения малых объектов?
5. В чем заключается экономичность и экологичность современных источников теплотехники?
6. Какие функции выполняет система автоматизации работы современных отопительных устройств?
7. Классификация солнечных коллекторов?
8. Как работает мобильный автономный комплекс с гелиоустановкой для водо- и теплоснабжения?
9. Основные конструктивные решения ветроэнергетических установок.
10. Классификация ветроэнергетических установок (ВЭУ).
11. Экономическая эффективность и экологичность ВЭУ.
12. Как классифицируют источники геотермальной энергии (ГТЭ).
13. Расскажите об особенностях энергетического расчета ПЭС.
14. Что понимают под вторичными энергоресурсами (ВЭР).
15. Конструкция и работа установки по термической переработке отходов.
16. Каковы перспективы развития гидроэнергетики?
17. Принцип работы и устройство тепловых насосов.
18. Каковы перспективы развития вторичных источников энергии (ВИЭ).
19. Устройство и работа теплогенераторов ТГ и ВПТ.
20. Как рассчитывают производительность водоподогревателя.

*«Основы методологии и принципы интенсивного энергосбережения»*

1. Основы тарификации в энергетике. Приборный учёт потребления энергоресурсов. Интенсивное энергосбережение.
2. Качество энергии. Метод предельного энергосбережения.
3. Методология поиска энергосберегающих теплотехнологических систем. Энергетические обследования. Энергетический паспорт потребителя топливно- энергетических ресурсов. Мероприятия по энергосбережению.
4. Энергетическое обследование зданий, строений, сооружений. Энергетическое обследование энергогенерирующих объектов.
5. Задачи инструментального обследования. Инструментальный энергоаудит (теплотехнические измерения).

6. Инструментальный энергоаудит (электрические измерения).
7. Расчёт технико-экономической эффективности мероприятий энергосбережения выбранного теплоэнергетического предприятия. Энергоменеджмент.

«Принципы эффективного управления в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии»

1. Структура системы диспетчерского управления энергосистемой.
2. Принципы управления энергосистемой и теплотехническими объектами.
3. Оптимизация режимов работы теплоэнергетического оборудования..
4. Организация автоматизированной системы управления.
5. Системы автоматического регулирования рабочих параметров теплоэнергетического оборудования.
6. Автоматизация производственных котельных.
7. Организация автоматизированного управления в системах централизованного теплоснабжения.
8. Индивидуальное автоматическое регулирование расхода теплоты в системах отопления.
9. Технические средства автоматизированных систем управления.

«Современные высокоэффективные энергетические установки»

1. Парогазовые циклы. Особенности газотурбинного цикла ПГУ.
2. Классификация ПГУ. Устройство и принцип работы парогазовых установок.
3. Технические требования к ГТУ утилизационных ПГУ.
4. Рабочие лопатки газовых турбин и компрессоров. Сопловые аппараты газовых турбин. Роторы газотурбинных двигателей.
5. Камеры сгорания. Корпуса и опоры ротора. Подшипники и уплотнения.
6. Особенности ПТУ утилизационных ПГУ. Паровые турбины утилизационных ПГУ.
7. Конденсаторы паровых турбин утилизационных ПГУ.
8. Теплофикационные установки утилизационных ПГУ.
9. Назначение и роль котельных установок в ПГУ.
10. Технические требования к котельной установке и котлам-утилизаторам ПГУ. Тепловые схемы котельных установок.
11. Классификация котлов-утилизаторов ПГУ. Устройство котельных барабанов. Конструкции горизонтальных котлов-утилизаторов. Конструкции вертикальных котлов-утилизаторов.

«Современные и перспективные технологии генерации и преобразования энергии»

1. Автономные и стационарные источники энергии. Понятия и классификация. Назначение.
2. Источники энергии на ископаемом (не возобновляемом) топливе.
3. Блочно-модульные котельные, газотурбинные и газопоршневые агрегаты. Порядок и методология выполнения расчетов.
4. Источники энергии на нетрадиционном (возобновляемом) топливе. Энергия ветра, солнца, воды.
5. Технологии утилизации низко потенциального и сбросного тепла. Порядок выбора и расчета.
6. Перспективные и прорывные технологии генерации и преобразования энергии. Топливные химические элементы, матано-водородное топливо.
7. Методы управления и цифровые двойники. Направления развития рынков.

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 13.04.01 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 *магистерской диссертации*.

### 4.2. Структура ВКР и требования к ее содержанию.

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. Аннотация выполняется на русском и иностранном языках.

В *содержании* перечисляют введение, заголовки разделов и подразделов основной части, заключение, список использованных источников, приложения с указанием страниц.

Во *введении* обосновывается актуальность темы ВКР, содержится информационная характеристика объекта исследования, формулируются цели, задачи исследования.

Типовая структура основной части ВКР как правило состоит из разделов (глав), с выделением в каждой подразделов (параграфов).

Содержание разделов (глав) основной части должна точно соответствовать теме ВКР и полностью ее раскрывать.

Основная часть содержит: описание процесса теоретических или экспериментальных исследований, методов исследований методов расчёта, обоснование необходимости проведения экспериментальных работ.

В конце каждой главы (раздела) подраздела следует обобщить материал в соответствии с целями и задачами, сформулировать выводы и достигнутые результаты.

*Заключение* – даются выводы и обобщения, вытекающие из всей работы, с указанием наиболее значимой цифровой информации.

*Список использованных источников* – содержит использованные литературные источники, оформленные в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1- 2003 и ГОСТ №7.82- 2001, действующими на момент выполнения ВКР.

В *приложения* включаются связанные с выполнением ВКР материалы, которые не могут быть внесены в основную часть: справочные материалы, таблицы, схемы, нормативные документы, образцы документов, инструкции методики (иные материалы), разработанные в процессе выполнения работы, иллюстрации вспомогательного характера и т.д.

### 4.3. Примерная тематика и порядок утверждения тем ВКР.

Тема ВКР магистра утверждается в соответствии с регламентом, действующим в Университете. Приказ о закреплении тем и руководителей ВКР утверждается директором подразделения: в течение первого месяца от начала первого учебного семестра, в соответствии с календарным учебным графиком;

Примерная тематика ВКР:

1. *Системы теплоснабжения:*
  - а) централизованное;
  - б) автономное;
  - в) комбинированное;
  - г) нетрадиционные источники;
  - д) критерий оценки эффективности
2. *Котельные установки:*
  - а) повышение эффективности применением котлов утилизаторов (увеличение коэффициента полезного действия);
  - б) применение котлов – утилизаторов;
  - в) обоснование выбора котлоагрегата (типа и мощности);
  - г) диагностика
3. *Применение турбин (газовых, паровых):*
  - а) газовые турбины – промышленные;
  - б) ГТУ на газопроводах;
  - в) оптимизация работы турбин на КС МГ;
  - г) паровые турбины, ПГУ (критерий выбора мощности, оценки эффективности работы, оценка риска);
  - д) оптимизация работы ПТУ и ПГУ на ТЭЦ
4. *Математическое моделирование различных тепловых и теплоэнергетических процессов*
5. *Нетрадиционные источники энергии:*
  - а) солнечная;
  - б) ветровая;
  - в) энергия воды
6. *Использование вторичных энергоресурсов на предприятиях*
7. *Технологии энергосбережения для различных установок*
8. *Тепловые насосы, холодильные установки.*

Формирование приказа осуществляется на основании личного заявления обучающегося согласованного с руководителем. Задание на ВКР, конкретизирующие объем и содержание ВКР, утверждается руководителем и заведующим кафедрой, выдается не позднее двух недель после утверждения приказа о закреплении тем и руководителей ВКР.

Кафедра Промышленной теплоэнергетики ежегодно разрабатывает и предлагает обучающемуся примерный перечень тем, связанных с направлением 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Цифровой инжиниринг и энергосберегающие технологии».

Обучающийся имеет право самостоятельно выбрать и обосновать тему ВКР. Тема ВКР согласуется с руководителем и утверждается заведующим кафедрой в установленном порядке. Выбор тем ВКР и их утверждение на заседании кафедры Промышленная теплоэнергетика производится по регламенту, действующему в университете. После выбора темы ее название указывается в заявлении обучающегося на утверждение темы и руководителя ВКР, которое с подписью, подтверждающей согласие руководителя, передается секретарю кафедры. После этого обучающемуся выдается задание на выполнение ВКР.

Изменение или корректирование темы ВКР допускается в порядке исключения по представлению научного руководителя, с согласованием руководителя направления подготовки магистров и руководителя программы подготовки магистров, с последующим утверждением директором Подразделения - не позднее даты окончания второго учебного семестра, в соответствии с календарным учебным графиком.

В случае изменения или корректирования (уточнения) темы ВКР по представлению заведующего выпускающей кафедрой/руководителя образовательной программы издается приказ о внесении изменений в приказ «О закреплении тем и руководителей ВКР».

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

Подготовка и защита ВКР предполагает наличие у магистранта умений и навыков проводить самостоятельное законченное исследование на заданную тему, свидетельствующее об усвоении теоретических знаний и практических навыков, позволяющих решать профессиональные задачи, соответствующие требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Выпускные квалификационные работы выполняются на основе глубокого изучения литературы по вопросам, рассматриваемым по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (учебников, учебных пособий, монографий, периодической литературы, в т.ч. на иностранных языках, нормативной и справочной литературы и т.д.) и анализа практического материала.

К ВКР предъявляются следующие требования:

- а) соответствие названия работы ее содержанию, четкая целевая направленность, актуальность;
- б) логическая последовательность изложения материала, базирующаяся на прочных теоретических знаниях по избранной теме и убедительных аргументах;
- в) корректное изложение материала с учетом принятой научной терминологии;
- г) достоверность полученных результатов и обоснованность выводов;
- д) научный стиль изложения;
- е) оформление работы в соответствии с требованиями методических рекомендаций.

Магистерская работа выполняется на базе теоретических знаний и практических навыков, полученных выпускником в период обучения. При этом она должна быть преимущественно ориентирована на знания, полученные в процессе освоения дисциплин ОПОП ВО, подводить итог теоретического и практического обучения выпускника и подтверждать его профессиональные компетенции.

В зависимости от научных интересов выпускника возможны следующие типы ВКР:

а) *научно-исследовательская ВКР* предполагает описание или обозначение актуальной научной проблематики и исследование конкретного предметного материала в соответствии с заявленной темой. Данный вид ВКР отражает знание выпускником основных методов исследования, умение их применять, владение научно-техническим стилем речи;

б) *прикладная ВКР* представляет собой применение конкретной методики анализа к ранее не исследованному материалу;

в) *комплексная ВКР*, как правило, предполагает коллективную разработку специальной темы, направленной на решение взаимосвязанных проблем в рамках одного объекта исследования.

ВКР является самостоятельной работой выпускника и представляет собой комплексное исследование, выполненное при содействии руководителя. Знания, полученные при изучении дисциплин различных циклов, а также на преддипломной практике, должны быть максимально использованы при написании ВКР и в дальнейшей практической работе.

В ходе написания ВКР выпускник должен показать умение использовать компьютерные методы сбора и обработки информации, применяемые в сфере профессиональной деятельности.

ВКР магистранта подлежит рецензированию.

Рецензент назначается из специалистов той области, по тематике которой выполнено диссертационное исследование. Рецензентами могут выступать преподаватели других вузов Российской Федерации и квалифицированных специалистов, имеющих ученую степень и ученое звание.

Список рецензентов утверждается приказом по институту. Содержание рецензии на диссертационную работу доводится до сведения ее автора не позже чем за пять календарных дней до защиты с тем, чтобы он мог заранее подготовить ответы по существу сделанных рецензентом замечаний (принять или аргументировано их отклонить).

Для подготовки выпускной квалификационной работы обучающемуся назначается руководитель, который осуществляет контроль за ходом подготовки ВКР установленному на семестр графику консультаций, проверку завершенной работы, подготовку отзыва о работе обучающегося в период выполнения ВКР, оказывает помощь в подготовке к ее защите в ГЭК.

Руководитель ВКР имеет право:

- 1) не допускать до защиты ВКР, содержание или оформление которой не соответствует требованиям к ВКР магистра;
- 2) назначить предварительную защиту ВКР.

Обучающийся имеет право:

- 1) получить тему ВКР;
- 2) предложить свою тему ВКР с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки;
- 3) на руководство ВКР со стороны квалифицированного специалиста;
- 4) на консультации руководителя по разделам ВКР в соответствии с графиком, установленным руководителем;

Выпускник обязан:

- 1) своевременно получить и принять к исполнению задание на выполнение ВКР;
- 2) периодически отчитываться о ходе выполнения ВКР по графику, согласованному с руководителем;
- 3) своевременно консультироваться с руководителем по вопросам выполнения ВКР;
- 4) явиться на защиту с готовой ВКР по графику работы экзаменационной комиссии.

Завершенная ВКР представляется обучающимся руководителю не позднее, чем за десять дней до установленного срока защиты. После проверки ВКР руководитель подписывает работу и не позднее чем за восемь календарных дней до установленного срока защиты передает ВКР обучающемуся вместе с письменным отзывом для прохождения процедуры нормоконтроля и проверки на объем заимствования на выпускающей кафедре в соответствии с установленным порядком. При необходимости выпускающая кафедра организует и проводит предварительную защиту ВКР.

После получения окончательного ВКР руководитель составляет письменный отзыв, в котором всесторонне характеризует: актуальность ВКР, степень достижения целей ВКР, наличие элементов методической и практической новизны, наличие и значимость практических предложений и рекомендаций, сформулированных в ВКР, правильность оформления ВКР, включая оценку структуры, стиля, языка изложения, а также использования табличных и графических средств представления информации, освоение автором работы профессиональными компетенциями, недостатки ВКР.

В отзыве обязательно отражается оценка выполненной ВКР и дается рекомендация к защите ВКР.

Особое внимание руководитель обращает на имеющиеся недостатки, отмеченные ранее, но не устраненные выпускником, мотивирует возможность или нецелесообразность представления ВКР в ГЭК. Отзыв руководителя завершается оценкой (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно). При этом руководитель не выставляет окончательную оценку ВКР, а только рекомендует (не рекомендует) ее к защите в ГЭК. После оформления отзыва руководителя изменения в текст пояснительной записки ВКР не вносятся.

ВКР, отзыв и рецензия (рецензии), отчет о проверке ВКР на объем заимствования передаются заведующим кафедрой в ГЭК не позднее чем за два календарных дня до защиты ВКР.

#### 4.5. Порядок защиты ВКР.

Защита ВКР является завершающим и обязательным этапом государственной итоговой аттестации выпускника. Сроки выполнения ВКР определяются учебным планом по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) Цифровой инжиниринг и энергосберегающие технологии и графиком учебного процесса.

К выполнению и защите ВКР допускаются магистранты, успешно завершившие в полном объеме освоение ОПОП ВО по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника в установленные учебным планом и графиком учебного процесса сроки (не имеющие академических задолженностей) и успешно прошедшие все другие виды государственных аттестационных испытаний, предусмотренные учебным планом.



Дополнительным требованием для лиц, получающим образование на договорной основе, является полная компенсация затрат на обучение. Допуск обучающихся к ВКР утверждается приказом по институту.

Защита ВКР проводится на заседании экзаменационной комиссии с участием не менее двух третей ее состава. Даты защиты и списки обучающихся, защищающих ВКР, формируются секретарем ГЭК и утверждаются заведующим кафедрой.

Защита ВКР проводится на открытых заседаниях ГЭК.

Порядок защиты ВКР:

- оглашается фамилия, имя, отчество выпускника и тема ВКР секретарем ГЭК;
- излагается содержание ВКР (доклад выпускника не более 15 мин.);
- вопросы членов ГЭК и присутствующих на защите выпускнику и ответы на них;
- оглашение отзыва руководителя ВКР секретарем ГЭК;
- оглашение рецензии на ВКР секретарем ГЭК;
- ответы выпускника на замечания руководителя ВКР и рецензента, если таковые имеются.

Обсуждение результатов защиты и определение общей оценки ВКР производится на закрытой части заседания ГЭК.

Результаты защиты ВКР являются основанием для принятия ГЭК решения о присвоении выпускнику искомой квалификации магистра и о выдаче диплома о высшем образовании (в том числе диплома с отличием). Комиссия также дает рекомендации лучшим авторам ВКР для участия на внутривузовских или иных конкурсах студенческих работ и для участия в научных конференциях.

Оценки по итогам защиты ВКР объявляются комиссией в день защиты после оформления в установленном порядке протокола заседания экзаменационной комиссии.

## **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.